

POLITECNICO DI TORINO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA GESTIONALE E DELLA PRODUZIONE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

ECONOMIA DEI SISTEMI INDUSTRIALI

I BREVETTI COME INDICATORI DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA -
ESTERNALITÀ DI CONOSCENZA IN EUROPA ATTRAVERSO LE CITAZIONI
BREVETTUALI

STUDENTESSA
ANNA MARIA PASTORE

RELATORE
LUIGI BUZZACCHI
CORRELATORE
ANTONIO DE MARCO



ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Indice

1	L'innovazione e la sua misurazione	3
1.1	Innovazione e conoscenza tecnologica	3
1.2	Criticità legate alla misurazione dell'innovazione	4
1.3	Indicatori per misurare l'innovazione	6
1.4	Indicatori basati sugli input	8
1.4.1	Dati relativi alle spese in R&S	8
1.4.2	Limitazioni sull'utilizzo dei dati sulla spesa nella ricerca	10
1.4.3	Investimenti in Venture Capital	11
1.5	Indicatori basati sugli output	12
1.5.1	Le pubblicazioni scientifiche	12
1.6	La produttività totale dei fattori	13
2	Brevetti e innovazione	15
2.1	Caratteristiche dei database	15
2.2	Famiglie di brevetti	17
2.3	Vantaggi e limiti del conteggio dei brevetti	19
3	Citazioni nei brevetti	24
3.1	Il valore delle citazioni	24
3.2	Utilizzo delle citazioni	26
3.3	Gli spillover di conoscenza	26
3.4	Localizzazione geografica delle citazioni dei brevetti	29
3.5	Misurare le esternalità con le citazioni	32
3.6	La morte delle distanze	35
4	Analisi descrittiva	38
4.1	Obiettivi dell'analisi	38
4.2	Caratteristiche del campione	39
4.2.1	Analisi temporale	39
4.3	Analisi delle classi tecnologiche	41
4.4	Inventori e Richiedenti	44

4.5	Analisi geografica delle citazioni	45
4.6	Analisi temporale delle citazioni	46
5	Analisi Econometrica	48
5.1	Definizione delle variabili	49
5.2	Risultati	52
5.3	Conclusioni	55

Abstract

Il presente elaborato si propone l'obiettivo di mostrare come i brevetti e le informazioni in essi contenute siano una risorsa preziosa per comprendere e descrivere l'evoluzione dell'innovazione tecnologica. La misurazione dell'innovazione è un tema largamente dibattuto tra gli studiosi ed ha dato vita ad una letteratura molto vasta. Tuttavia, presentare una visione esaustiva di tale disputa esula dall'intento di questo elaborato. Per tal motivo, nei capitoli seguenti ci si è concentrati sulla presentazione di una panoramica dei contributi più significativi sull'argomento generale, esaminando diversi approcci e pratiche, per poi focalizzarsi su come i brevetti possano essere utilizzati al fine di misurare la quantità e la qualità dello sviluppo innovativo. Nella parte introduttiva sono stati quindi analizzati i diversi indicatori maggiormente adoperati per misurare l'innovazione, mettendone in luce i vantaggi e i limiti del loro utilizzo. In seguito, è stato approfondito il ruolo dei brevetti. I dati che essi forniscono possono essere utilizzati per eseguire le analisi più disparate sull'andamento dell'innovazione, come osservare le informazioni relative ad una tecnologia o ad un certo settore tecnologico, monitorare le attività di aziende che operano in un determinato ambito o mappare l'estensione di un brevetto a livello internazionale. A questo proposito, particolare rilevanza è stata data al numero di citazioni che un brevetto ottiene all'interno dei brevetti successivi, che, oltre a rappresentare uno strumento valido per catturare il valore delle innovazioni, consentono anche di mappare l'estensione geografica dei flussi di conoscenza. Nello specifico, sono state eseguite delle analisi con lo scopo di utilizzare le citazioni per stimare come e in che misura la conoscenza tecnologica è localizzata geograficamente. Le osservazioni fatte su un data set di brevetti europei, contenente diverse informazioni su brevetti e citazioni, sono volte ad analizzare come questi sono dislocati nello spazio e con che velocità si distribuiscono. L'analisi si è concentrata in particolare sugli spillover di conoscenza e su come l'attività imprenditoriale, e di conseguenza quella innovativa, sono influenzate da fattori come l'area geografica di riferimento o il settore tecnologico di appartenenza. Tramite l'ausilio del software statistico utilizzato, sono stati analizzati i dati contenuti nel database, dapprima eseguendo delle osservazioni qualitative sulle informazioni stesse, con l'obiettivo di definire

in modo chiaro il quadro complessivo entro cui si sono poi svolte le analisi statistiche, e successivamente i dati sono stati utilizzati per ripetere alcune delle analisi degli esperti discusse nell'elaborato, per constatare il raggiungimento dei medesimi risultati pur modificando il perimetro e il range temporale di osservazione. Infine, nell'ultima sezione sono state presentate e discusse le conclusioni delle analisi effettuate.

Capitolo 1

L'innovazione e la sua misurazione

1.1 Innovazione e conoscenza tecnologica

L'innovazione tecnologica è considerata la forza trainante per la crescita economica e il miglioramento della qualità della vita. Essa si riferisce al processo di introduzione nel mercato di nuovi prodotti, servizi, o miglioramenti significativi nei processi esistenti attraverso l'applicazione di nuove conoscenze scientifiche o tecnologiche, coinvolgendo anche la creazione di nuove forme organizzative e l'apertura di nuovi mercati. Dunque il cambiamento tecnologico può verificarsi all'interno di un'economia, dando luogo ad un'innovazione globale, oppure internamente ad un ambito più circoscritto, quale può essere la singola impresa o lo specifico settore, implicando un effetto più localizzato. Ad ogni modo, indipendentemente dall'ampiezza dell'unità di osservazione, i fenomeni riscontrati riflettono un comportamento analogo.

Il concetto di innovazione risulta essere strettamente interconnesso con quello di invenzione (Schumpeter, 1939) anche se i due termini, dapprima utilizzati in modo interscambiabile, hanno assunto nel tempo due interpretazioni radicalmente differenti. L'invenzione risulta essere un preconcetto fondamentale per poter parlare di innovazione, tuttavia se la novità tecnologica non è riconosciuta dagli utilizzatori nel mercato, quindi se essa non viene commercializzata, non si può accennare ad un processo innovativo in atto (C Freeman, 1988).

I nuovi prodotti e servizi entrano nel mercato durante la fase di diffusione identificata nel modello dell'innovazione (lineare). La velocità con cui le nuove tecnologie trovano applicazione e la direzione nella quale si propagano sono determinanti per la crescita economica e la competitività. Se il cambiamento tecnologico è dovuto ad innovazioni che si distribuiscono in modo discontinuo

nel tempo e si manifesta in un periodo temporale relativamente breve, si parla di innovazione radicale o "distruttiva". L'impatto del cambiamento è tale da generare nuovi business e far scomparire quelli esistenti. Al contrario, laddove l'innovazione è il risultato di miglioramenti continui nel tempo, ma meno significativi, essa viene definita "incrementale". Il processo di diffusione è influenzato dalla domanda globale, dal livello dei prezzi, dal grado di competitività e dall'occupazione (fattori macroeconomici), ma anche dalla dimensione delle imprese, dalla loro distribuzione settoriale, dalla loro sensibilità alle nuove tecnologie, dall'ambiente e dall'infrastruttura tecnologica (fattori microeconomici).

La teoria dell'innovazione di Schumpeter identifica l'innovazione tecnologica come il principale driver dello sviluppo economico. Tuttavia, l'impatto economico di un'innovazione tecnologica varia in modo significativo e potrebbe anche non riflettere l'importanza scientifica dell'innovazione stessa. Di fatto innovazioni con effetti sociali molto diffusi potrebbero rivelare, al contrario, effetti economici poco rilevanti o non direttamente misurabili.

Si deve anche considerare che esistono innovazioni applicabili in più settori diversificati e altre che invece trovano applicazione nel solo settore per il quale vengono pensate ed introdotte. Un minor numero di potenziali settori di applicazione si traduce, in generale, con un minor valore macroeconomico.

Gli effetti di diffusione di un'innovazione tecnologica variano anche in base all'ambito in cui l'innovazione si trasmette, se tra imprese appartenenti a industrie diverse (diffusione inter industriale) o imprese nello stesso settore industriale (diffusione intra industriale). Analogamente si verificano effetti diversi se l'innovazione si diffonde tra paesi differenti oppure all'interno del confine di una singola nazione (diffusione internazionale o intra nazionale).

1.2 Criticità legate alla misurazione dell'innovazione

Misurare l'innovazione è una sfida complessa a causa della natura multidimensionale e sfaccettata del concetto medesimo di innovazione.

Come proposto dallo stesso Schumpeter (1934) esistono diversi aspetti dell'innovazione, tra cui quella di prodotto, di processo e organizzativa, dunque gli indicatori devono essere in grado di catturare tutte queste diverse dimensioni.

La maggiore difficoltà nella misurazione dell'innovazione attraverso gli indicatori risiede nell'identificazione dei fattori che la determinano. Non si tratta infatti di un fenomeno originato da una singola variabile, ma piuttosto di un processo aperto dinamico che trae beneficio da ciascun attore con cui l'impresa è in

relazione. Comprendere le relazioni causali tra le principali variabili economiche è cruciale per gli studiosi della materia e i decisori politici.

Negli anni si sono delineate correnti di pensiero differenti sull'argomento, tra cui spiccano due principali teorie.

La prima è la tesi della "trazione della domanda" o della "domanda indotta", secondo la quale il mutamento della struttura della domanda, incentivando l'impegno nelle attività innovative e nell'introduzione di nuove innovazioni, sarebbe la maggiore forza che orienta le attività inventive e innovative (Schmookler, 1966; Scherer, 1982).

A questa si contrappone la tesi della "spinta tecnologica", che, al contrario, ritiene che l'innovazione scaturisca principalmente dal progresso scientifico e tecnologico che si concretizza nei brevetti e nelle pubblicazioni scientifiche (Dosi, 1988; Breschi et al., 2000; e Dosi e Nelson 2013).

Walsh (1984), ponendo in relazione le statistiche dei brevetti e delle pubblicazioni scientifiche con i dati riguardanti la produzione, gli investimenti e le vendite, ha dimostrato una stretta interdipendenza tra lo sviluppo tecnologico e scientifico ed il mercato. Questo risultato sembra confermare che le scoperte scientifiche e tecnologiche costituiscano la scintilla da cui nascono le innovazioni che poi subentrano nel mercato (Freeman, 1994).

Un primo problema consiste, quindi, nel definire quali dati utilizzare alla base delle analisi per misurare l'evoluzione tecnologica, se i dati in ingresso che inducono il fenomeno (dati di input) o se le informazioni raccolte a valle del processo innovativo già avvenuto (dati di output).

Un ulteriore ostacolo alla definizione di una metodologia assoluta di misurazione è sicuramente rappresentato dalle dinamiche del ciclo di vita dell'innovazione stessa. Essa infatti porta il sistema da uno stato di equilibrio iniziale ad uno finale, attraversando però fasi di sviluppo, adozione ed espansione¹. Per questo motivo misurare l'innovazione in un singolo momento potrebbe non catturare completamente il suo impatto nel lungo termine perché i suoi effetti potrebbero non essere immediatamente evidenti. Infatti è necessario un periodo di tempo relativamente lungo affinché un nuovo paradigma² si consolidi, e occorre un tempo ancora più lungo perché questo si diffonda nel sistema, a seguito di un intricato processo di interazione tra fattori tecnologici, economici e politici. Allo stesso tempo, però, misurarne l'impatto a lungo termine può essere difficile e richiedere

¹Per approfondimenti si faccia riferimento al Modello di diffusione di Rogers. Rogers E.M. (1962), "Diffusion of innovations", The Free Press, New York.

²Un "paradigma tecnologico" in senso ampio, in accordo con la definizione epistemologica, è un insieme di procedure, una definizione dei problemi "rilevanti" e della conoscenza specifica relativa alla loro soluzione.

un periodo prolungato di osservazione, nonchè maggiori sforzi anche in termini di risorse.

Altrettanto complessa risulta la standardizzazione di un indicatore che riesca a trovare applicazione in tutti i settori e contesti in cui l'innovazione nasce e si sviluppa. In generale si identificano tre categorie di settori:

- il settore in cui l'innovazione viene concepita;
- il settore dell'attività principale dell'impresa innovatrice;
- il settore in cui l'innovazione trova maggiore applicabilità.

Secondo Robson et al. (1988), solamente per il 25% delle innovazioni questi tre settori coincidono. Infatti, molti dispositivi e innovazioni possono essere applicati ad una vasta gamma di prodotti: si pensi in particolare alle innovazioni meccaniche oppure a quelle in ambito energetico, che possono trovare applicazione in una varietà di gruppi di prodotti.

Alcune innovazioni potrebbero anche verificarsi in settori non tradizionali o in contesti informali che potrebbero sfuggire alle abituali tipologie di misurazione. Un esempio di innovazione che non è rappresentata in modo adeguato dai dati statistici raccolti è lo sviluppo dei software, che sebbene costituisca un contributo importante nella crescita tecnologica, spesso non viene considerato nelle analisi ufficiali, in quanto esse tendono a focalizzarsi maggiormente su innovazioni legate a processi di produzione e hardware.

Nei paragrafi successivi saranno analizzate le caratteristiche degli indicatori tradizionali, ponendo particolare attenzione alle motivazioni che hanno portato al loro utilizzo, ma, al contempo, osservando nel dettaglio i limiti che ne sono derivati a seguito delle analisi condotte da economisti e accademici specializzati sull'argomento.

1.3 Indicatori per misurare l'innovazione

La misurazione dell'innovazione fornisce strumenti indispensabili per comparare le performance innovative di aziende che operano in uno stesso settore, di aziende del medesimo settore ma che si trovano in Paesi diversi, ma anche l'andamento di una singola azienda in un certo intervallo temporale definito.

Unire i modelli teorici e i risultati empirici per rispondere a questa necessità rappresenta una sfida alquanto complessa. Tuttavia, già da anni economisti e ricercatori in tutto il mondo hanno compiuto sforzi significativi per elaborare una concezione dell'impresa come un sistema in cui i fattori scientifici e tecnologici interagiscono con altri meccanismi sociali, economici e ambientali. La pluralità

e l'intensità di questi collegamenti rendono l'evoluzione scientifica e tecnologica un processo particolarmente complesso.

La difficoltà nella misurazione dell'innovazione deriva, come visto nel capitolo precedente, dalla sua componente tacita, che ne rende difficile la misurazione, dalla sua eterogeneità, che crea problemi di standardizzazione e dal fatto che esistono sostanziali differenze tra i diversi settori industriali, per cui risulta complessa anche la sua generalizzazione.

Gli economisti e gli studiosi della materia hanno a lungo dibattuto su quali siano i fattori determinanti dell'innovazione e, pur riconoscendo la natura integrata del processo innovativo, hanno tradizionalmente individuato e differenziato indicatori relativi ad input, risultati intermedi e output.

- Input nel processo di creazione dell'innovazione: gli indicatori che ne derivano misurano le risorse a disposizione dell'attività innovativa, come ad esempio la spesa in R&D, il personale con competenze tecnico-scientifiche impegnato in ricerca o progettazione (scienziati ed ingegneri) e gli investimenti in capitale di rischio.
- Risultati intermedi: il più utilizzato è il conteggio del numero di brevetti, considerato un fattore "intermedio" in quanto pur rappresentando l'esito di un processo di ricerca, allo stesso tempo, se di valore, porta ad un incremento degli investimenti nel medesimo settore. Ad esempio Griliches (1990a) ha sviluppato il concetto di *funzione di produzione della conoscenza*, che considera proprio come input la R&S e come output intermedio le innovazioni brevettate.
- Output dell'innovazione: gli indicatori in questo caso misurano l'*outcome* dell'attività innovativa, come l'introduzione di nuovi prodotti sul mercato. Si tratta nello specifico di indicatori bibliometrici come pubblicazioni scientifiche, citazioni e co-pubblicazioni.

Presi singolarmente, questi dati non offrono una visione esaustiva dei diversi aspetti dell'innovazione, ma se analizzati congiuntamente forniscono un quadro piuttosto completo del fenomeno, cogliendone profondità ed estensione. Tra l'altro, come dimostrato da Soete (1987) e come approfondito in seguito da altri studiosi, gli indicatori di input e output tradizionali sembrano essere strettamente interconnessi. Ad esempio, i brevetti che proteggono le innovazioni rappresentano uno degli indicatori più utilizzati, ma vengono comunque spesso confrontati con altre metriche, in particolare con i dati di ricerca e sviluppo, perché sebbene mettano in luce aspetti diversi del processo innovativo, sono due fattori fortemente correlati. L'analisi simultanea di più indicatori può quindi fornire un quadro

più completo del processo osservato. Tuttavia, in base ad alcuni fattori come il settore industriale in cui si opera, una metrica può essere più rappresentativa di un'altra: i brevetti piuttosto che i dati di R&D potrebbero contare un maggior numero di invenzioni, ma se si considera il caso dei software, entrambi questi indicatori non riescono a catturare la loro totalità.

Da questo si evince che non per tutti gli scenari osservati i risultati mostrano la correlazione positiva attesa, ma anzi, in base al caso in esame, bisogna essere attenti ad identificare l'indicatore che meglio riesca a rappresentare il fenomeno.

Naturalmente questi indicatori non hanno la pretesa di sostituire i processi di analisi economiche che studiano la scienza e la tecnologia, ma piuttosto svolgono un ruolo di supporto e di integrazione agli strumenti preesistenti per lo studio dei fenomeni innovativi.

1.4 Indicatori basati sugli input

1.4.1 Dati relativi alle spese in R&S

Le spese nella ricerca sono state considerate per molto tempo nella letteratura il principale proxy dell'innovazione. Già dalle analisi sulla crescita economica effettuate negli Stati Uniti sulla base dei dati di R&D negli anni Trenta, il concetto di ricerca e sviluppo sembrava adattarsi perfettamente a quello di cambiamento tecnologico (Abramovitz, 1956; Solow, 1957). Queste spese rappresentano gli investimenti dedicati a scoprire nuove conoscenze, sviluppare nuovi prodotti, processi o servizi, e migliorare quelli esistenti. Questi obiettivi vengono perseguiti in stadi differenti del processo di ricerca. La ricerca di base, o fondamentale, è volta alla mera generazione di nuove conoscenze, per le quali non viene preso subito in considerazione il carattere applicativo. Le università e gli enti pubblici di ricerca concentrano le proprie attività in questa fase preliminare di analisi. È evidente che, dati l'alto tasso di incertezza e l'elevato rischio legati all'effettiva futura applicabilità delle conoscenze ottenute, è possibile che le attività a questo livello non conducano ad alcun cambiamento tecnologico ma corrispondano in realtà alla sola fase di invenzione. La teoria dell'imprenditorialità basata sui trasferimenti di conoscenza ipotizza che le idee e le conoscenze sviluppate all'interno di contesti organizzativi come aziende o laboratori di ricerca universitari, ma non commercializzate a causa dell'incertezza intrinseca della conoscenza, rappresentino una fonte di opportunità imprenditoriali.

È chiaro che sebbene la ricerca di base costituisca un elemento fondamentale per le analisi successive, l'investimento in questa fase non è incentivato, specialmente in ambito privato.

I risultati ottenuti dalla ricerca di base, spesso combinati tra di loro, costituiscono però l'input essenziale per la ricerca applicata, che ha invece lo scopo di sfruttare le conoscenze teoriche già acquisite per finalità pratiche e specifiche, e quindi di generare un effettivo cambiamento tecnologico. Le imprese rappresentano quindi il canale che facilita il trasferimento e la commercializzazione della conoscenza.

Il patrimonio di conoscenza che ne deriva influisce positivamente sul valore di mercato dell'azienda, generando un incremento dei flussi di cassa futuri. Dunque il valore investito nella ricerca dovrebbe tradursi in un aumento del valore di mercato dell'impresa stessa. Per questo, tra i principali obiettivi della politica dell'innovazione c'è l'incentivazione all'incremento delle spese in R&S nelle imprese private. Ad esempio la Commissione Europea, con la Strategia di Lisbona del 2000, ha inserito nel programma di riforme economiche l'obiettivo di investire il 3% del PIL in spese per la ricerca e sviluppo (traguardo riproposto poi anche da successive riforme economiche³).

Schmookler (1966) ha utilizzato dettagliate analisi statistiche sui brevetti per dimostrare che nel XIX secolo, negli Stati Uniti, i picchi e i crolli dell'attività inventiva seguivano temporalmente i picchi e i crolli degli investimenti in diverse industrie chiave, evidenziando chiaramente una stretta correlazione tra investimenti e attività inventiva e innovativa.

Anche dagli studi di Soete (1978) e Pavitt (1983) e di Soete e Wayatt (1983) sono emerse evidenze di un'effettiva correlazione positiva tra sforzi nell'attività di ricerca e sviluppo e il numero di brevetti depositati, intesi come risultato dell'avvenuto progresso innovativo. Si noti che i risultati ottenuti da Soete (1978) e Pavitt (1983) si sono rivelati imprecisi perchè sebbene il numero di brevetti è stato considerato includendo sia i brevetti nazionali che quelli stranieri, la spesa in R&S non comprendeva l'investimento di aziende straniere. Al contrario gli studi di Soete e Wayatt (1983) si sono rivelati più attendibili in quanto oggetto delle analisi statistiche sono stati i finanziamenti nella ricerca fatti dai paesi membri dell'OCSE e il numero di brevetti stranieri, considerati un indicatore più consistente dell'innovazione di un Paese.

L'assunzione di base è che il mercato reagisca alle nuove invenzioni rivalutando gli asset delle aziende prima che l'innovazione diventi pienamente redditizia sul mercato. Questo processo può essere valutato tramite variabili come la produttività o i profitti.

Poichè quindi un maggiore finanziamento in R&S suggerisce un impegno significativo nell'innovazione, si è ritenuto opportuno basare le analisi su un fat-

³Per maggiori approfondimenti vedere Strategia Europa 2020.

tore che rappresentasse una causa del processo innovativo, piuttosto che un suo effetto (Griliches and Mairesse, 1983; Griliches, 1990b).

Parte del merito del successo dell'utilizzo di questa metrica è da attribuire all'OCSE⁴, che nel 1963 ha pubblicato la prima versione del Manuale di Frascati, uno standard riconosciuto a livello globale che stabilisce la metodologia per raccogliere e utilizzare i dati della ricerca e sviluppo nei Paesi membri (OECD, 2015). La redazione di questo documento ha certamente incoraggiato le analisi statistiche basate su queste informazioni, rendendole uno strumento insostituibile per i decisori politici, gli analisti e i professionisti. Avendo la possibilità di consultare estese serie storiche delle spese in R&S, è possibile utilizzarle per ottenere una stima del capitale tecnologico e quindi una misura della sua elasticità. D'altro canto, anche in mancanza di dati di lungo periodo è comunque possibile ricavare una valutazione sul rendimento (Aiello and Pupo, 2004).

Le analisi basate su queste informazioni sono particolarmente accurate in quanto i dati sono affidabili, comparabili (sia nel tempo, che tra aziende e tra paesi diversi) e categorizzati in base al settore e al tipo di ricerca.

1.4.2 Limitazioni sull'utilizzo dei dati sulla spesa nella ricerca

Tuttavia, queste misure si sono rivelate nel tempo essere insoddisfacenti, perchè considerare i dati in ingresso non riflette la reale efficienza del processo innovativo. Infatti, un investimento nella ricerca non necessariamente corrisponde ad un incremento nell'innovazione, poichè essa, come visto, non segue un processo lineare. Inoltre, in molti casi non si osserva alcun effetto degli investimenti di R&S sulle prestazioni successive dell'impresa, in primo luogo per via dell'alto grado di incertezza legato al successo di un investimento in innovazione e in secondo luogo per la distanza temporale che può esserci tra il momento in cui si realizza l'investimento e quello della sua successiva capitalizzazione (Grabowski, 2002).

In aggiunta, si deve anche tenere presente che in queste analisi gli investimenti vengono considerati singolarmente, senza quindi tenere conto del fatto che l'innovazione è cumulativa e dunque sarebbe più corretto valutare anche la loro correlazione con investimenti fatti precedentemente nel medesimo settore.

Non si prendono in considerazione neppure gli effetti spillover generati da settori diversi da quello analizzato o da altri progetti, che rappresentano sicuramente un aspetto rilevante da non tralasciare.

⁴LOCSE è l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (in inglese, Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD).

È importante notare che la spesa in R&S, da sola, potrebbe non riflettere completamente il livello di innovazione in un'organizzazione o in un paese in quanto l'innovazione può manifestarsi in forme diverse, alcune delle quali potrebbero non richiedere necessariamente un investimento sostanziale in R&S a monte. Considerando il concetto di innovazione aperta⁵ bisognerebbe prendere in esame anche le idee, soluzioni, strumenti e competenze tecnologiche che arrivano dall'esterno e la collaborazione con altre organizzazioni.

Inoltre, i dati ufficiali dell'OCSE confermano che il 90% della R&S totale è localizzata in imprese e prodotti manifatturieri, mentre i servizi rappresentano in media poco più dell'8%. È quindi probabile che le statistiche in R&S sottostimino l'innovazione tecnologica che non è strettamente correlata al settore manifatturiero, in quanto molti cambiamenti tecnologici riguardano la progettazione e costruzione di processi di produzione, che non vengono finanziati in modo diretto dalle spese di ricerca e sviluppo. Questo è particolarmente evidente nei settori con tecnologie di produzione su larga scala, che coinvolgono processi continui o assemblaggio di massa, dove le innovazioni nelle tecnologie di produzione sono realizzate principalmente attraverso l'operato di piccole aziende specializzate che forniscono attrezzature di produzione o all'interno dei dipartimenti di ingegneria della produzione delle grandi aziende utilizzatrici. Peraltro, poiché le statistiche relative alla ricerca e sviluppo vengono solitamente elaborate considerando il settore principale dell'azienda che conduce le attività di R&D, gli stessi investimenti in tecnologie di produzione potrebbero non essere considerati nella loro totalità, proprio perché non rientrano nel settore *core* dell'azienda.

Allo stesso modo, come accennato in precedenza, anche lo sviluppo di software è sottovalutato in quanto, sebbene le statistiche riflettano accuratamente le attività tecnologiche nel settore IT, queste si concentrano in particolar modo sulla componente hardware piuttosto che su quella software (sebbene la crescita più rapida riguardi proprio servizi e software).

Per tutte le motivazioni discusse, al fine di ottenere una visione completa dello sviluppo innovativo in un contesto specifico, la spesa in R&S viene spesso utilizzata insieme ad altri indicatori e metriche.

1.4.3 Investimenti in Venture Capital

Gli investimenti in Venture Capital sono una valida alternativa ai tradizionali indicatori basati sugli input, in quanto forniscono informazioni sull'investimento che le società di VC fanno a favore delle startup innovative in cambio di partecipazioni azionarie. Questi dati sono facilmente reperibili grazie alla creazione di

⁵Per approfondire il tema vedere Chesbrough (2003)

database come quello della piattaforma *VentureXpert*, che raccoglie informazioni relative a startup, investitori e round di finanziamento, suddivise per tipologia di azienda. Si stima una copertura dal 1969 ad oggi, di circa 7.000 fondi (compreso il *Private Equity*) in 23.000 società in portafoglio. Il modo in cui le aziende in questione sono partizionate, però, complica l'analisi perchè non si considerano variabili cruciali come la distribuzione geografica e il tipo di settore industriale.

Per le ragioni appena descritte, a partire dagli anni '70, per migliorare le misurazioni dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo sono stati compiuti sforzi considerevoli e si è scelto di intraprendere analisi che hanno per oggetto i risultati intermedi e gli output dell'innovazione.

1.5 Indicatori basati sugli output

1.5.1 Le pubblicazioni scientifiche

Molto spesso l'innovazione tecnologica di un Paese è stata associata al tasso di introduzione e diffusione di prodotti e processi all'interno dell'economia. L'analisi, in questo caso, si focalizza su due aspetti complementari: in primo luogo le performance che riguardano la creazione dell'innovazione stessa (pionierizzare un nuovo prodotto o processo) e in secondo luogo le prestazioni in termini di diffusione dell'innovazione (avviarne la commercializzazione) (OECD, 1968).

Tale dicotomia riprende la distinzione fatta da Schumpeter (1939) tra i concetti di invenzione e innovazione, introdotta in precedenza. Come già accennato, è possibile innovare anche senza identificare nulla come invenzione e l'invenzione non necessariamente induce l'innovazione, ma di per sé non produce alcun effetto economicamente rilevante. Più semplicemente, i due concetti possono essere scollegati oppure correlati qualora l'invenzione sia economicamente sfruttata. Infatti è la sola innovazione ad implicare sempre sia un aspetto tecnico sia un aspetto economico, riferiti rispettivamente al sistema in uso e alla sua applicabilità e alla sua relazione con il mercato. Il fattore discriminante tra le due casistiche è proprio l'introduzione del prodotto innovativo nel mercato. Basberg (1987) ha dimostrato che a fronte di un'innovazione di successo, l'attività di brevettazione non si verifica nel momento di massima diffusione della stessa, ma nelle prime fasi del suo sfruttamento commerciale (Carlino and Kerr, 2015).

Di fatto la crescita di un Paese è una conseguenza diretta della riuscita commercializzazione di un nuovo prodotto o servizio, che potrebbe anche essere stato inventato in un'area geografica diversa, ma i cui benefici si riscontrano principalmente nell'area in cui è stato messo in commercio. I vantaggi nell'area del-

l'invenzione, infatti, potrebbero limitarsi alla sola crescita di occupazione per professionisti del settore scientifico. (Duranton and Puga, 2001).

Le pubblicazioni scientifiche sono considerate un buon indicatore per misurare il progresso scientifico, anche se alcune innovazioni potrebbero non essere menzionate perchè non ritenute sufficientemente rilevanti, senza tralasciare il fatto che la maggior parte degli annunci si riferisce ad innovazioni di prodotto, trascurando quelle di servizio e di processo, che hanno comunque un peso rilevante nel quadro complessivo del processo innovativo.

Ad ogni modo, sebbene le metriche basate sugli output forniscano delle informazioni aggiuntive rispetto a quelle che emergono dalle altre tipologie di indicatori sopracitati, il paniere di dati a disposizione è circoscritto nel tempo, il che rende impossibile effettuare analisi di lungo periodo.

Anche in questo caso potrebbe essere utile combinare questa metrica con altre, per dimostrare che le pubblicazioni scientifiche sono in grado di cogliere la direzione del processo di sviluppo innovativo in atto (Carpenter et al., 1980). ha utilizzato i dati sulle citazioni dei brevetti statunitensi per osservare quanto gli articoli scientifici pubblicati fossero menzionati all'interno dei brevetti stessi, per dimostrare la correlazione tra scienza e tecnologia. In effetti, i risultati ottenuti hanno mostrato un legame positivo tra le due, con una importante distinzione in base al settore di riferimento, per cui un brevetto può tendere a citare pubblicazioni scientifiche accademiche piuttosto che industriali.

1.6 La produttività totale dei fattori

Un altro possibile indicatore per misurare l'innovazione è la produttività totale dei fattori (TFP), calcolata come il rapporto tra l'indice di volume del valore aggiunto e l'indice di volume dei fattori primari (capitale e lavoro). Come già si intuisce dal nome stesso, non si tratta di un indicatore semplice, come gli altri esaminati, ma di una metrica che aggrega più fattori, con l'obiettivo di riuscire ad osservare una panoramica più ampia del processo innovativo. Questa misura quantifica l'impatto del progresso tecnologico e di altri *driver* della crescita, inclusi lo sviluppo dei processi produttivi, le ottimizzazioni nell'organizzazione del lavoro e nelle tecniche manageriali e l'avanzamento nell'esperienza e nel livello di istruzione della forza lavoro. La TFP riflette quindi il contributo del progresso tecnologico alla crescita economica e pertanto, considerando la crescita del Prodotto Interno Lordo in relazione al progresso tecnico, può essere considerato un indicatore dello sviluppo e dell'innovazione tecnologica e organizzativa (Istat, 2023).

La valutazione del volume degli input è formulata attraverso un indice composito che considera sia i servizi del capitale che del lavoro, calcolato utilizzando la formula di Tornqvist:

$$\ln(I_t/I_{t-1}) = 0,5 * (sl_t + sl_{t-1}) * \ln(L_t + L_{t-1}) + 0,5 * (sk_t + sk_{t-1}) * \ln(K_t/K_{t-1}),$$

dove sl e sk rappresentano la quota della remunerazione del fattore *lavoro* e del fattore *capitale* sul valore aggiunto a prezzi base espresso a prezzi correnti. L'indice di Tornqvist, per la sua natura additiva, consente di analizzare il tasso di crescita dell'indice composito scomponendolo nella somma dei contributi dei singoli fattori produttivi. Ciascuno di essi è a sua volta calcolato come il prodotto tra il tasso di crescita di ciascun input e la media tra la sua quota sul valore aggiunto del periodo corrente e quella del periodo precedente. I tassi annuali di variazione della produttività totale dei fattori sono poi ottenuti dalla differenza tra i tassi di variazione logaritmici dell'indice dell'output e dell'indice composito degli input (indice di Tornqvist):

$$\ln(TFP_t/TFP_{t-1}) = \ln(Y_t/Y_{t-1}) - \ln(I_t/I_{t-1}).$$

Le valutazioni di produttività derivano da dati di contabilità nazionale, suddivisi per categoria di attività economica. Vengono escluse da questo calcolo le attività di noleggio di beni immobili, le occupazioni domestiche, le attività economiche del settore istituzionale delle Amministrazioni Pubbliche e quelle delle organizzazioni e degli enti internazionali. Chiaramente, questa restrizione effettuata sul campione di dati genera dei risultati che non colgono la totalità del fenomeno innovativo. Inoltre la TFP è soggetta ad influenze anche da parte di fattori non direttamente legati all'innovazione e presenta importanti sfide nella misurazione, a causa della sua natura ciclica e della complessa formulazione di un indice dei prezzi accurato, specialmente nel caso dei servizi o dei beni che subiscono cambiamenti repentini di qualità.

Capitolo 2

Brevetti e innovazione

2.1 Caratteristiche dei database

L'utilizzo dei brevetti nelle analisi per misurare l'innovazione tecnologica è l'approccio più utilizzato dagli studiosi sin dagli anni '60, in quanto i brevetti sono stati considerati, già allora, una fonte preziosissima di informazioni. Questo ha consentito di utilizzare i dati a disposizione per osservare elementi differenti del processo innovativo. Ad esempio questi dati possono essere utilizzati per raccogliere informazioni relative ad un settore tecnologico o ad una particolare tecnologia, ma anche monitorare l'attività brevettuale delle aziende in un certo settore, o ancora mappare l'estensione dei brevetti a livello internazionale. Essendo una rappresentazione del processo inventivo, i brevetti non soltanto catturano la dimensione del cambiamento tecnologico in atto, ma anche la sua direzione (essendo catalogati per aree tecnologiche).

La predilezione dell'utilizzo di questa metrica è stata incoraggiata dalla creazione di diversi database ricchi di dati, che ha permesso l'utilizzo di queste informazioni per effettuare le analisi più disparate. La banca dati più importante ad oggi è quella creata dallo United States Patent and Trademark Office (USPTO), affiancata dai database dell'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO¹) e del Japan Platform for Patent Information (JPO) in Giappone.

Alcune delle differenze riscontrabili tra i dati dei diversi database sono una conseguenza diretta delle metodologie e delle prassi che i differenti uffici brevetti utilizzano per vagliare le domande brevettuali. Ad esempio, procedure d'esame diverse possono implicare tempistiche più o meno lunghe tra il momento di presentazione della domanda e la data di concessione, ma anche esiti ben diversi.

Per paesi come Stati Uniti, Giappone e Germania le domande seguono un iter di concessione più lungo perchè devono prima essere vagliate da esaminatori

¹L'EPO è l'unico ufficio brevetti ad essere realmente internazionale, dal momento che una domanda può essere estesa potenzialmente in ciascuno dei 13 paesi membri.

esperti, mentre in Italia e in Francia la concessione è decisamente più rapida e da prassi è previsto che le eventuali rimostranze siano dibattute solo attraverso azioni legali successive.

Archontopoulos et al. (2007) hanno condotto una ricerca in merito e hanno osservato che le domande di brevetto statunitensi presentano in media un maggiore volume, sia in termini di numero di pagine (tra 35 e 50) sia per quanto riguarda il numero di *claim* (tra 25 e 30). Al contrario, le domande di brevetto europee tendono ad essere meno estese, con circa dieci rivendicazioni in meno e un numero di pagine variabile tra 13 e 20. Quindi il periodo di attesa per l'approvazione negli Stati Uniti è mediamente più dilatato.

Allo stesso tempo questi risultati dipendono anche da fattori istituzionali, quali il livello di esperienza del personale nell'ufficio brevettuale o il numero di esaminatori. Inoltre ci sono discrepanze legislative riguardo le interpretazioni dei requisiti di brevettabilità e di utilità o circa l'ambito di tutela di un brevetto.

Da queste argomentazioni si evince che il confronto internazionale per brevetti correlati tra loro non è immediato. Di fatto nella pratica comune si tende ad utilizzare indicatori basati su informazioni provenienti da un singolo ufficio brevetti, che sebbene possano essere considerati degli strumenti solidi, sono esposti alle influenze delle pratiche e dei regolamenti caratteristici del singolo paese descritti in precedenza.

Questa scelta è anche dovuta al fatto che non esiste un glossario adottato in modo univoco per tutti i database, ma le tecnologie possono essere descritte in modo differente, rendendo complicata la scelta dei termini chiave per impostare gli algoritmi di ricerca.

Molti ricercatori hanno cercato di risolvere il problema utilizzando per le proprie analisi i brevetti estesi da una determinata nazione in un mercato estero, assumendo in particolare che, poichè gli Stati Uniti rappresentano il mercato più vasto e tecnologicamente avanzato, le innovazioni di maggiore rilievo siano state brevettate o estese proprio negli Stati Uniti, che a valle di questi ragionamenti sono stati considerati l'area di riferimento per queste indagini.

2.2 Famiglie di brevetti

La soluzione proposta da Dernis and Khan (2004) per superare questo bias e migliorare la qualità e la comparabilità internazionale di questi indicatori consiste nell'osservare il database delle famiglie di brevetti triadici, cioè quelli che sono stati registrati congiuntamente presso i tre più importanti uffici di brevettazione a livello globale (USPTO, EPO, JPO), che quindi condividono una o più priorità². Successivamente sono stati creati anche altri database basati sulle famiglie di brevetti; in generale si assume che, per far parte di una *patent family*, uno stesso brevetto deve essere stato registrato in almeno due uffici brevetti distinti. Nei casi che rispettano questo criterio minimo, le domande di brevetto potrebbero comunque subire l'influenza di flussi commerciali, laddove due paesi avessero forti relazioni commerciali bilaterali. Park (1995) e Coe and Helpman (1995) hanno valutato come la R&D ponderata per il commercio di alcuni paesi influenzi la crescita della produttività di una nazione, verificando che in generale esiste un effetto positivo. Malgrado non sia chiara la modalità con la quale questi trasferimenti avvengano, certamente non si può escludere che il trasferimento di informazioni sia correlato a flussi commerciali bilaterali. Similmente anche i preconcetti legati alle dimensioni di mercato influenzano gli indicatori.

A tal proposito può risultare interessante analizzare il caso Canada-Stati Uniti. I dati osservati, relativi ai brevetti USPTO depositati dal 1980 al 1998, dimostrano che gli inventori canadesi sono più propensi a tutelare le proprie innovazioni nel mercato statunitense rispetto al viceversa. Come si evince dal grafico in figura 2.1, una percentuale decisamente elevata (circa l'85%) dei richiedenti con residenza in Canada presenta la prima domanda brevettuale all'USPTO e solo in seguito presso l'ufficio brevetti canadese.

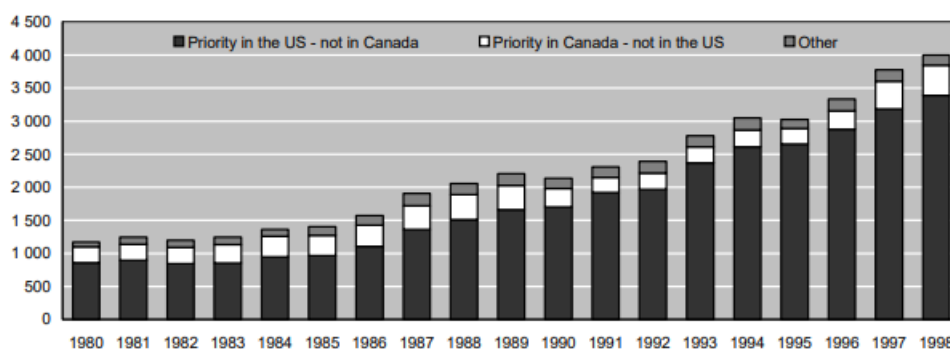


Figura 2.1: Conteggio del numero di brevetti USPTO depositati da inventori canadesi, in base all'anno di priorità. [Fonte: OECD, 2003]

²Per priorità si intende la richiesta iniziale presentata all'ufficio brevetti nazionale per proteggere un'invenzione. Secondo la Convenzione di Parigi del 1883, essa stabilisce un diritto prioritario sull'invenzione stessa.

Infatti, sebbene l'internazionalizzazione dei brevetti è un fenomeno generalizzato, emergono differenze significative tra i diversi paesi, dipendentemente dall'intensità della loro attività di ricerca. I paesi con un mercato interno limitato sono incentivati alla commercializzazione delle loro innovazioni nei mercati esteri più grandi, ma non vale il viceversa, in quanto i paesi più grandi tendono a brevettare internamente, con la certezza di trovare un mercato florido e propenso alla commercializzazione.

Ci sono anche altri esempi che hanno condotto al medesimo risultato, che sono stati analizzati da Soete and Wyatt (1983), i quali hanno constatato che la brevettazione estera per alcuni paesi era particolarmente elevata rispetto a quello che ci si sarebbe aspettato. È il caso della brevettazione di Danimarca e Austria in Germania o di Australia, Irlanda e Nuova Zelanda nel Regno Unito.

I fenomeni descritti diminuiscono il loro impatto se si considerano brevetti depositati in almeno tre uffici, piuttosto che due, appartenenti a paesi che sono avanzati nei settori tecnologici, che costituiscono una quota significativa delle richieste di brevetto a livello globale e rappresentano l'attività predominante di ricerca e sviluppo su scala mondiale. EPO, JPO e USPTO rispettano a pieno queste condizioni, quindi si prestano in modo ottimale a costituire una famiglia di brevetti.

Questi dati forniscono risultati qualitativamente validi perchè, essendo il processo di auto-selezione³ una procedura complessivamente onerosa (poichè include una maggiorazione delle tasse da pagare all'ufficio brevetti, emolumenti legali e costi di traduzione), si presuppone che l'invenzione in oggetto sia significativamente preziosa ed economicamente importante (Dernis and Khan, 2004). Se per un brevetto è riconosciuto un valore economico elevato, il suo titolare tenderà a rinnovarne i diritti in uno o più paesi, sostenendo dei costi importanti (peraltro, in certe nazioni le tasse di rinnovo aumentano ogni anno). Pakes (1986) e Schankerman and Pakes (1985) hanno verificato che solamente per poche invenzioni viene pagato il rinnovo dei diritti fino all'anno di scadenza della validità del brevetto.

Le analisi basate sul conteggio dei brevetti sono quindi influenzate dalle caratteristiche idiosincratiche di uno specifico sistema brevettuale di una nazione in un dato momento. Gli indicatori devono quindi tenere conto delle differenze culturali che possono condizionare la percezione e la misurazione dell'innovazione. Quindi, in base alla banca dati utilizzata per effettuare una certa analisi, saranno fatte delle assunzioni diverse, prendendo in considerazione tutti questi aspetti.

³Il processo di auto-selezione ha luogo quando il richiedente estende la protezione della propria invenzione ad altri paesi

2.3 Vantaggi e limiti del conteggio dei brevetti

Sebbene condurre indagini statistiche utilizzando le informazioni contenute nei brevetti sia dispendioso in termini di risorse e complesso sia per via della mole di informazioni raccolte, sia per come esse sono archiviate, la costituzione dei database di brevetti ha consentito la manipolazione e l'utilizzo di questi dati, che altrimenti non sarebbe stata possibile. Le informazioni contenute nei brevetti sono integralmente a disposizione del pubblico, senza restrizioni, e per la maggior parte dei paesi industrializzati sono anche informatizzate; possono quindi essere utilizzate per condurre analisi statistiche con l'ausilio di semplici software.

Le informazioni di maggior valore per le indagini statistiche sono quelle bibliografiche contenute nell'intestazione del documento brevettuale⁴, che fanno riferimento ai dati anagrafici dell'inventore e del richiedente, alle date di priorità, di domanda e di concessione, e alle classi tecnologiche⁵.

Benchè le statistiche sui brevetti siano state inizialmente utilizzate per meri scopi amministrativi e quindi senza l'intenzione di fornire un contributo all'analisi del processo inventivo o dell'innovazione tecnologica, la raccolta massiva di questi dati ha permesso non solo un monitoraggio generale dello sviluppo tecnologico nei diversi settori industriali e del suo effetto su produzione e commercio, ma anche delle attività brevettuali delle singole aziende.

Per estrarre delle statistiche che descrivano i processi nazionali e internazionali, gli analisti e gli studiosi ricercano database costituiti da un ampio numero di brevetti mentre, osservando campioni più ridotti, le informazioni raccolte sono utilizzate direttamente dalle stesse imprese per monitorare gli sviluppi tecnologici nella propria area di attività, conoscere le innovazioni realizzate dai competitors e supportare le cause legali relative ai diritti di proprietà intellettuale.

Come emerso per le metriche già analizzate, anche il conteggio dei brevetti non è un indicatore privo di errori e distorsioni, per cui prima di affrontare delle analisi statistiche ed osservarne i risultati bisogna fare alcune considerazioni.

In primo luogo, è necessario notare che non tutti i brevetti depositati hanno un effettivo valore in termini di innovazione, ma esiste una notevole varianza nella significatività del singolo brevetto.

⁴Per approfondimenti sulle parti costituenti di un brevetto e sul regolamento di esecuzione, consultare i rapporti pertinenti dell'Assemblea del PCT, disponibili presso l'Ufficio internazionale o sul sito web dell'OMPI www.wipo.int/pct/en/meetings/assemblies/reports.html.

⁵Il sistema più utilizzato per tale categorizzazione è la Classificazione Internazionale dei Brevetti IPC (International Patent Classification), costituita a seguito dell'Accordo di Strasburgo del 1971. Si tratta di una struttura gerarchica che suddivide le tecnologie brevettabili in otto sezioni (A - H), a loro volta distribuite in livelli sempre più dettagliati (sottosezioni, classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi).

Scherer and Harhoff (2000) hanno eseguito delle analisi su un campione di 772 invenzioni di origine tedesca e 222 di origine statunitense e hanno osservato che approssimativamente il 10% dei brevetti cattura più dell'80% del valore complessivo del campione, a prova del fatto che solo pochi dei progetti supportati hanno avuto a posteriori un successo su larga scala, mentre gli altri non hanno rappresentato di fatto alcuna innovazione. Posto che, come visto, l'invenzione genera valore solo dal momento in cui viene commercializzata, è bene considerare che nella realtà, a causa di vari fattori, non tutte le tecnologie brevettate raggiungono la fase di diffusione nel mercato. Tenendo in considerazione il modello lineare dell'innovazione (vedi figura 2.2) è evidente che molti brevetti dopo essere stati depositati non vengono mai sfruttati, quindi solo pochi di essi generano ritorni economici.

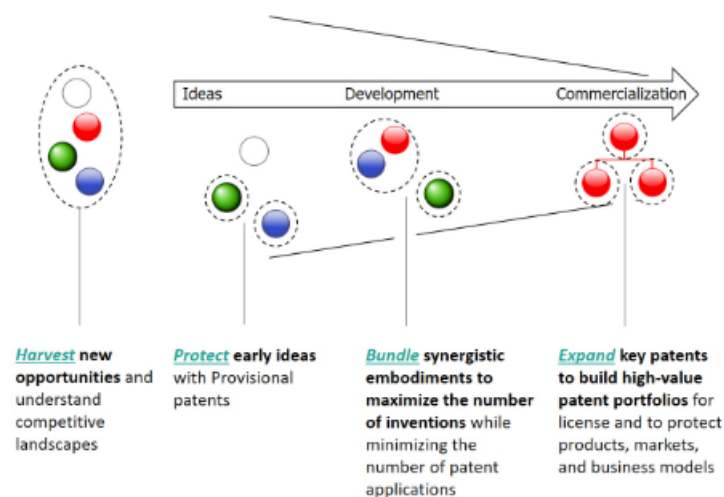


Figura 2.2: Modello lineare dell'innovazione

Ad ogni modo, questo non pregiudica la loro utilità come indicatori. I brevetti rappresentano comunque la capacità tecnologica di un'azienda, rivelando anche l'incertezza che caratterizza la ricerca scientifica (esattamente come fanno i progetti di ricerca e sviluppo che potrebbero anche non portare risultati innovativi). Oltretutto, lo sbilanciamento dell'impatto economico dei brevetti riflette l'andamento non uniforme dell'attività innovativa.

Nella figura 2.3 sono mostrati i dati tratti dal sondaggio PatVal-EU, effettuato su 9017 brevetti concessi dall'Ufficio europeo dei brevetti tra il 1993 e il 1997, in Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Spagna e Regno Unito.

La tabella descrive la composizione del dataset per cinque macro-classi tecnologiche (Ingegneria elettrica, Strumenti, Chimica e farmaceutica, Ingegneria dei processi e Ingegneria meccanica), analizzando come i brevetti vengono utilizzati

dalle imprese, se sfruttati commercialmente, concessi in licenza o se restano inutilizzati.

	Internal use (%)	Licensing (%)	Cross-licensing (%)	Licensing and use (%)	Blocking competitors (unused) (%)	Sleeping patents (unused) (%)	Total (%)
Electrical Engineering	49.2	3.9	6.1	3.6	18.3	18.9	100.0
Instruments	47.5	9.1	4.9	4.3	14.4	19.8	100.0
Chemicals and Pharm	37.9	6.5	2.6	2.5	28.2	22.3	100.0
Process Engineering	54.6	7.4	2.0	4.9	15.4	15.7	100.0
Mechanical Engineering	56.5	5.8	1.8	4.2	17.4	14.3	100.0
Total	50.5	6.4	3.0	4.0	18.7	17.4	100.0

Figura 2.3: Risultati del sondaggio PatVal-EU sull'utilizzo dei brevetti classificati per classe tecnologica. [Fonte: Giuri et al. (2007)]

I dati hanno rivelato che circa il 36% dei brevetti non è stato sfruttato. Di questi, poco più di metà sono *blocking patents*, cioè sono stati depositati strategicamente con il mero fine di bloccare i brevetti di altre aziende rivali o di scoraggiare l'ingresso di nuovi entranti (Hall and Ziedonis, 2001; Ziedonis, 2004). L'altra metà sono *sleeping patents*, quindi brevetti dormienti che non sono stati utilizzati per diversi motivi, come ad esempio la concorrenza, la mancanza di interesse da parte dell'industria o le scarse strategie di commercializzazione.

Un'altra causa frequente del mancato utilizzo di un brevetto è la difficoltà nell'implementazione dovuta alla mancanza di risorse da parte del proprietario, soprattutto se il depositante è una piccola impresa, un inventore individuale o un ente di ricerca (Giuri et al., 2007).

Anche il valore dei brevetti tra settori diversi è alquanto eterogeneo. Risulta difficile infatti pensare di attribuire lo stesso peso ad invenzioni che rientrano in campi diversi (si pensi al confronto tra un aeromobile ed un utensile meccanico). In generale i brevetti vengono classificati in modi diversi a seconda degli aspetti che si desidera osservare, ad esempio in base alle rivendicazioni che contengono, per titolo, per inventore o più spesso proprio per settore di appartenenza. Una classificazione per settore può essere definita sulla base delle caratteristiche tecniche, del tipo di bene finale in cui l'innovazione viene integrata, dell'attività economica primaria dell'azienda proprietaria del brevetto, o ancora delle attività economiche principali delle aziende che trarranno vantaggio dall'invenzione. Uno stesso brevetto potrebbe rientrare in categorie diverse per ciascuno dei diversi criteri di classificazione sopracitati, oppure nella stessa categoria per tutti i vari criteri (Archibugi and Fellow, 1992).

La distorsione dei risultati ottenuti dalle analisi sul numero di brevetti è influenzata anche dal fatto che le banche dati non includono l'effettiva totalità delle innovazioni introdotte in un certo settore, ma escludono tutte quelle che non vengono brevettate perchè, ad esempio non sono soddisfatti i requisiti minimi

per la registrazione⁶ (che, per di più, possono essere soggetti ad aggiornamento) o perchè questi vengono interpretati in modo differente nei diversi paesi.

Inoltre ci sono alcuni tipi di innovazione, come ad esempio i software, che non sono tecnicamente brevettabili, sebbene svolgano un ruolo cruciale nell'avanzamento tecnologico. Se è verificata la loro originalità, i software sono protetti dal copyright, in particolare per quanto riguarda il codice sorgente, l'output corrispondente e le interfacce che indirizzano l'utilizzatore all'esecuzione dei comandi. In accordo con l'*European Patent Convention*, l'Italia esclude dalla protezione brevettuale i programmi per elaborare "in quanto tali", consentendola solo se l'innovazione è presentata come un "metodo" o come un "mezzo tecnico che implementa un metodo". È richiesto, quindi, che il programma produca un effetto tecnico all'interno o all'esterno del PC che lo esegue; nel primo caso sono incluse la gestione dei dati memorizzati e l'amministrazione delle risorse hardware, mentre nel secondo caso si considerano, ad esempio, i sistemi di controllo di apparecchiature o di processi⁷.

La propensione alla brevettazione varia in funzione del settore industriale, delle dimensioni aziendali e del tipo di inventore (individuale o dipendente di un'organizzazione), per cui risulta impossibile definire in modo esatto quanto compiutamente lo spettro delle attività inventive sia rappresentato. Ad esempio, per alcuni settori, come quello meccanico o farmaceutico, la maggior parte delle innovazioni è documentata nelle richieste di brevetto, mentre per altri ambiti, come quello della fisica nucleare, questo numero cala vertiginosamente.

Analogamente, la forte tendenza alla brevettazione delle aziende non caratterizza allo stesso modo gli inventori come università e centri di ricerca, i quali generalmente scelgono di divulgare i dettagli dei propri studi in articoli e riviste scientifiche.

Il mancato deposito di un brevetto potrebbe anche essere dettato dalla volontà del suo stesso possessore: poichè pubblicare un brevetto comporta la divulgazione di tutti i dettagli dell'invenzione, spesso si sceglie strategicamente di tutelarla (soprattutto nel caso di un'innovazione di processo) con altri strumenti di protezione della proprietà intellettuale, ad esempio attraverso il segreto aziendale. Secondo una ricerca condotta da Mansfield (1986), solo per una percentuale (che varia dal 66% all'87%) delle invenzioni potenzialmente brevettabili di un'azienda viene effettivamente presentata una domanda di brevetto.

Il conteggio dei brevetti è anche soggetto a problemi di troncamento: il tempo medio che intercorre dalla presentazione di una domanda di brevetto all'effetti-

⁶Affinchè un'innovazione sia considerata brevettabile deve rispettare tre requisiti fondamentali, quali l'apporto innovativo, la non ovvietà e l'utilizzabilità dal punto di vista industriale.

⁷Per maggiori approfondimenti sul tema consultare i siti web del MISE oppure dell'EPO.

va concessione (momento in cui vengono rese pubbliche tutte le informazioni sul brevetto) può essere anche di diversi anni. Quindi può passare diverso tempo prima di sapere con precisione quanti brevetti sono stati richiesti in un determinato periodo. Conoscere la data in cui la richiesta è stata presa in carico è importante perchè si presume che, rispetto alla data di approvazione, sia più prossima all'attività innovativa dell'azienda e che quindi le analisi che considerano questi dati possano fornire risultati meno rumorosi. Il problema del troncamento si verifica anche per le citazioni brevettuali, altresì con risultati più accentuati. Questo ha portato allo sviluppo di vari metodi di correzione del bias di troncamento.

Molte delle limitazioni descritte relative all'utilizzo del conteggio dei brevetti come metrica per la misurazione dell'innovazione sono eludibili utilizzando i dati sulle citazioni che i brevetti ricevono negli anni successivi alla loro pubblicazione, piuttosto che il loro mero conteggio.

Infatti, il modo in cui i brevetti vengono aggregati all'interno dei diversi database non dà evidenza dell'eterogeneità del loro valore, che può invece essere colto dal numero di volte in cui un certo brevetto viene menzionato da altri inventori in domande di brevetto successive.

Capitolo 3

Citazioni nei brevetti

3.1 Il valore delle citazioni

Le citazioni nei brevetti hanno un'elevata valenza legale in quanto delineano l'estensione dei diritti di proprietà conferiti da un brevetto. Esse non solo rappresentano un valido metodo per riuscire a catturare l'eterogeneità nell'importanza e nel valore dei brevetti e delle innovazioni che essi rappresentano (Trajtenberg, 1990; Hall et al., 2005; Harhoff et al., 1999), ma forniscono anche uno strumento per l'analisi dettagliata della direzione e dell'estensione geografica dei flussi di conoscenza tra inventori e detentori di brevetti (Jaffe et al., 1993; Verspagen, 1997).

In base all'ufficio brevetti a cui una domanda è presentata, la persona (o ente) citante può avere l'obbligo legale di divulgare le conoscenze relative alla tecnologia preesistente e qualora egli tenti di occultare tali informazioni è dovere dell'esaminatore brevettuale identificare e rendere nota l'innovazione tecnica precedente. In genere le informazioni fornite dalla persona che presenta il brevetto sono inserite direttamente nella pagina principale, mentre i riferimenti aggiunti dall'esaminatore vengono citati nel brevetto durante diverse fasi di pubblicazione, solitamente all'interno di rapporti di ricerca allegati al documento (Trippe, 2015).

Le modalità con cui le citazioni devono essere inserite nel documento variano in base alle procedure attuate da ciascun ufficio brevetti. Ad esempio l'USPTO mette in pratica regole come la *Duty of Disclosure* o la *Candor and Good Faith*, che richiedono esplicitamente di divulgare tutti i documenti di *prior art* di cui il richiedente è a conoscenza. Questo viene fatto aggiungendo alla domanda di concessione l'*Information Disclosure Statement (IDS)*, che contiene la lista completa dei documenti relativi alla conoscenza pregressa. Queste regole non valgono invece per l'EPO, dove il ruolo cruciale in tale ambito non è svolto dal richiedente

ma dall'esaminatore (Barbieri, 2016).

Se da un lato questo obbligo garantisce una completezza delle informazioni del documento brevettuale, dall'altro lato, proprio perchè le citazioni non sempre sono inserite dagli stessi richiedenti, e spesso, peraltro, sono aggiunte semplicemente per evitare possibili violazioni (Alcácer et al., 2009; Harhoff et al., 2003), in alcuni casi esse potrebbero costituire una misura poco accurata dei flussi di informazione (Almeida and Kogut, 1999; Singh, 2005).

Generalmente, per l'esecuzione delle analisi vengono considerati due tipi di citazioni: quelle in avanti e quelle all'indietro. Le citazioni all'indietro sono i riferimenti citati nel brevetto osservato ma relativi a conoscenze pubblicate in precedenza. Al contrario, le citazioni in avanti sono le menzioni che il documento considerato riceve in pubblicazioni più recenti.

Rispetto al semplice conteggio dei brevetti, le citazioni forniscono una misura più diretta dell'influenza di un'invenzione in un certo settore tecnologico. Infatti un numero elevato di citazioni suggerisce che sia stato riconosciuto l'elevato valore tecnologico ed economico dell'innovazione citata, tanto da considerarla come punto di partenza per ulteriori studi e ricerche.

Tale valore è tanto maggiore quanto più le citazioni si protraggono nel tempo, perchè una maggiore estensione temporale delle citazioni relative ad un certo brevetto fa intendere che esso rappresenti un'invenzione non solo economicamente preziosa, ma che è anche stata in grado di consolidarsi nel corso degli anni.

I brevetti possono continuare ad essere citati anche a distanza di decenni e questo comporta, come già visto nel capitolo precedente per il conteggio, problemi di troncamento, in quanto i dati che vengono osservati fanno riferimento ad un arco temporale limitato (al massimo coincidente con il momento dell'osservazione). Ciò significa che per valutare innovazioni estremamente recenti si preferiranno analisi che non si basano sulle citazioni.

I problemi di troncamento si verificano anche per la data da cui i dati iniziano ad essere disponibili, perchè le informazioni raccolte nei database sono state tracciate solo da un certo punto in poi, quindi alcune citazioni passate potrebbero essere escluse dal range di osservazione.

Naturalmente questo rende inattuabile una comparazione dei dati relativi a brevetti depositati in anni diversi perchè essi subiscono il troncamento in momenti differenti. Quindi, più la data di registrazione di un brevetto è recente, più questo bias è accentuato; infatti si potrà osservare solo un numero esiguo di citazioni.

Per affrontare questo ostacolo gli studiosi hanno definito diversi modelli per ottenere dei risultati più corretti.

Un primo metodo molto diffuso basa le sue fondamenta su modelli storici che anticipano le manifestazioni delle citazioni brevettuali. Queste correzioni potrebbero però non essere del tutto affidabili perchè esiste una sostanziale variazione temporale nel tempo richiesto per la revisione di un brevetto, e allo stesso modo anche le tempistiche di concessione variano nel tempo. Questo mutamento può essere riconducibile alle caratteristiche delle aziende, del settore e del paese: il tempo che intercorre tra data di presentazione della domanda e data di concessione potrebbe essere influenzato dalla natura tecnologica dei brevetti o dallo stesso ufficio brevetti a cui è presentata la domanda (come visto i vari uffici brevettuali applicano procedure d'esame differenti, che possono influenzare l'iter di concessione delle domande di brevetto).

Le metodologie sviluppate in seguito, quindi, tengono conto della variazione nel bias di troncamento tra le diverse tecnologie; ad esempio un secondo metodo effettua una correzione sul numero di citazioni in base agli effetti fissi della classe tecnologica di pertinenza. Però, un possibile inconveniente in questo caso è che gli effetti fissi assorbano anche le altre variazioni che caratterizzano l'innovazione nei diversi settori (Dass et al., 2017).

3.2 Utilizzo delle citazioni

L'attività di mappatura brevettuale, monitorando le citazioni nel corso del tempo, fornisce una prospettiva esaustiva sull'evoluzione temporale e spaziale delle conoscenze in un settore specifico, cogliendo come un concetto si evolve e incide sulle successive ricerche e sugli sviluppi futuri.

Come anticipato, nel contesto del paesaggio brevettuale, le citazioni creano una rete di relazioni tra le diverse invenzioni, che può essere analizzata per identificare connessioni, collaborazioni e flussi di conoscenza nel settore.

In uno studio di Jaffe et al. (1993) è stato definito uno dei primi metodi per analizzare la distribuzione geografica degli spillover usando le citazioni dei brevetti.

3.3 Gli spillover di conoscenza

L'accumulo di conoscenza e i suoi effetti di trasferimento sono considerati i determinanti principali della crescita endogena di un'economia. In generale, il cambiamento tecnologico può essere attribuito all'acquisizione cumulativa di conoscenza, che conduce all'accumulo di esperienza e quindi all'apprendimento. La misura in cui la conoscenza si diffonde all'esterno dell'ambiente o dell'area geo-

grafica in cui è stata concepita ha conseguenze significative sul cambiamento tecnologico e sulla crescita economica.

La conoscenza si differenzia dai tradizionali fattori di produzione perchè contraddistinta da due caratteristiche fondamentali: la non escludibilità, cioè l'incapacità di impedire ad altri di accedere ed utilizzare quella conoscenza, e la non esauribilità. Una importante conseguenza è che il sapere può essere trasferito ed utilizzato da aziende terze che, in assenza di una licenza o una royalty da pagare, non devono sostenere l'intero costo per accedere a quelle idee.

Come già asserito in precedenza, il potenziale innovativo di una nuova conoscenza è contraddistinto da un elevato grado di incertezza, ma come suggerito da Alvarez (2003), alla crescita dell'incertezza corrisponde un maggiore vantaggio competitivo guadagnato dall'impresa che sceglie di investire su questa conoscenza per innovare. Infatti non tutte le imprese esistenti sul mercato saranno in grado di percepire e identificare le opportunità imprenditoriali legate alla nuova conoscenza. Questo accade perchè, mentre il rischio è calcolabile, l'incertezza legata al successo di quanto potenzialmente sviluppato, non consente di determinare i risultati attesi o una distribuzione di probabilità associata a tali risultati. Questo conduce al prevalere dell'inerzia a valle del processo decisionale della maggior parte delle aziende esistenti, che scelgono di preservare il proprio *status quo*.

Arrow (1962) ha sviluppato il concetto di "spillover tecnologico", suggerendo che un'impresa possa beneficiare delle innovazioni di aziende che operano nel medesimo settore o anche in settori differenti, compiendo un trasferimento di conoscenze e tecnologie che stimolano nuovi sviluppi. La "capacità assorbente" delle imprese, cioè la loro abilità nell'acquisire e utilizzare le conoscenze esterne, risulta infatti essere cruciale per l'innovazione e la performance aziendale (Cohen and Levinthal, 1990).

La teoria dell'imprenditorialità basata sugli spillover di conoscenza si basa proprio sul seguente concetto fondamentale: gli ambienti più ricchi di conoscenza favoriscono una maggiore imprenditorialità perchè la conoscenza si diffonde tra le diverse organizzazioni innovatrici e tende a concentrarsi attorno ad esse.

Questa tendenza è stata messa in luce da Jaffe et al. (1993) e Audretsch and Feldman (1996), i quali hanno dimostrato che gli spillover di conoscenza sono spazialmente limitati nella prossimità geografica della fonte di conoscenza. Avendo riconosciuto il collegamento tra spillover di conoscenza e imprenditorialità, anche la nascita di nuove imprese e la loro crescita, così come quelle di aziende già esistenti, è spazialmente agglomerata (Audretsch and Keilbach, 2007).

L'attività imprenditoriale, e di conseguenza anche quella innovativa, è maggiormente concentrata nelle agglomerazioni e nelle aree più densamente popola-

te, così come anche la fornitura di input e servizi.

Per verificare quanto supportato dalla teoria dell'imprenditorialità basata sugli spillover di conoscenza, lo studio di Audretsch and Keilbach (2007) ha analizzato i dati relativi alla conoscenza all'interno di un'area di riferimento e all'imprenditorialità avvalendosi della stima OLS¹ per i tassi di imprenditorialità regionali.

I coefficienti positivi e statisticamente significativi sulla conoscenza suggeriscono che le aree dove la conoscenza è più concentrata sono anche quelle in cui si rileva un tasso più alto di imprenditorialità sia ICT che ad alta tecnologia, mentre non si possono dedurre gli stessi risultati per le misure di imprenditorialità generale e *low technology*. Questi risultati sono in realtà perfettamente in linea con quanto ci si sarebbe aspettato. Infatti, le nuove imprese che nascono in settori generali e quelle a bassa tecnologia non dovrebbero subire l'influenza degli spillover di conoscenza.

	<i>General</i>	<i>High-technology</i>	<i>ICT</i>	<i>Low-technology</i>
Regional growth	2.631*** (2.83)	0.388*** (3.99)	0.170 (1.58)	2.073** (2.54)
Knowledge	1.828 (0.21)	4.359*** (4.84)	4.313*** (4.32)	-6.845 (-0.90)
Unemployment	-0.003 (-0.13)	-0.034*** (-11.89)	-0.034*** (-10.90)	0.065*** (2.71)
Agglomeration	6.874*** (2.80)	1.447*** (5.64)	1.138*** (4.00)	4.290** (1.99)
Location attractiveness	1.787 (1.61)	0.099 (0.85)	0.285** (2.22)	1.402 (1.44)
Social diversity	-0.807 (-0.66)	-0.792*** (-6.22)	-0.116 (-0.82)	0.100 (0.09)
Skill diversity	8.931*** (6.71)	0.855*** (6.15)	0.968*** (6.28)	7.109*** (6.08)
Constant	-3.921* (-1.81)	0.242 (1.07)	-0.308 (-1.23)	-3.855** (-2.03)
R ²	0.2490	0.5256	0.5221	0.2052

Notes: t-statistic in brackets.

* Statistically significant at the two-tailed test for 90% level of confidence.

** Statistically significant at the two-tailed test for 95% level of confidence.

*** Statistically significant at the two-tailed test for 99% level of confidence.

Figura 3.1: Risultati della regressione per l'imprenditorialità (OLS). [Fonte: Audretsch and Keilbach (2007)]

Risulta interessante anche osservare le altre variabili di controllo, in particolare che:

- L'agglomerazione, determinata dalla densità di popolazione, ha un impatto significativo su tutti i tipi di imprenditorialità analizzati.

¹L'Ordinary Least Squares (OLS) o Metodo dei Quadrati minimi è una tecnica statistica utilizzata per stimare i parametri di un modello di regressione lineare. Il suo scopo è quello di trovare la funzione che minimizza la somma dei quadrati delle differenze tra i valori osservati e quelli predetti dal modello (argomento approfondito nel capitolo 5).

- La diversificazione delle competenze mostra un risultato positivo e statisticamente significativo per tutte le quattro categorie.
- Il tasso di disoccupazione, se elevato, non favorisce lo sviluppo di nuove imprese basate su spillover di conoscenza, mentre ha una correlazione positiva con le imprenditorialità nei settori a bassa tecnologia.

3.4 Localizzazione geografica delle citazioni dei brevetti

Romer (1990) ha definito dei modelli di crescita in cui dapprima ha imputato l'origine della diffusione della conoscenza all'incremento di capitale umano, mentre in una successiva rielaborazione ha identificato come causa primaria dell'effetto di trasferimento le decisioni in ambito innovativo prese dalle imprese in concorrenza monopolistica, che si concretizzano con il deposito di brevetti. Era già chiaro, dunque, che attribuire l'incremento del reddito pro capite esclusivamente all'aumento del rapporto tra capitale e lavoro avrebbe condotto ad analisi errate, ma è stato soprattutto grazie ai contributi di Abramovitz (1961) e Solow (1957) che si è compreso a pieno il valore del cambiamento tecnologico nella crescita economica.

Una volta riconosciuto ciò, i successivi studi empirici si sono concentrati su aspetti più specifici del fenomeno.

Lucas (1988) ha proposto un modello in cui questi effetti di trasferimento di conoscenza erano geograficamente localizzati e integrati in un processo di sviluppo urbano nel quale le città svolgono un ruolo cruciale nella stimolazione della crescita dell'economia nazionale (Henderson, 2007).

Allo stesso modo, Jaffe et al. (1993) hanno dimostrato la localizzazione geografica delle citazioni dei brevetti, notando nello specifico che le citazioni provenienti da inventori della stessa nazione arrivavano molto prima rispetto a quelle fatte da inventori più lontani nello spazio.

Eseguendo delle analisi specifiche sui dati degli USA, Jaffe and Trajtenberg (1998) hanno osservato che la probabilità di citazioni domestiche è particolarmente rilevante nei primi anni di distanza dalla data prioritaria. Quindi non solo ci sono maggiori probabilità che un'invenzione tragga vantaggio da un'altra antecedente che si trova in un'area geografica prossima o che proviene dalla stessa istituzione e mostra una tecnologia simile, ma questa probabilità varia anche in base al tempo trascorso. Infatti una tecnologia inizialmente innovativa diventa obsoleta con il passare del tempo, quindi sarà sempre meno utile e meno

citata (sebbene, al contrario, la probabilità che una tecnologia diventi nota ad altri inventori tende ad aumentare nel tempo).

L'ipotesi è che la conoscenza si diffonda attraverso spazi geografici, istituzionali e tecnologici e che tale effetto di localizzazione si attenui nel tempo fino a che la probabilità che un'invenzione antecedente sia influenzata da una discendente spazialmente più lontana sia quasi uguale a quella di beneficiare di una più vicina. Essendo quindi i brevetti un proxy per la conoscenza, la probabilità di citazione può essere considerata a sua volta un proxy della probabilità di avere un flusso di conoscenza e la frequenza delle citazioni (cioè la propensione a brevettare) può essere vista come una misura di questa probabilità.

In figura 3.2 sono mostrate le frequenze di citazioni fatte da brevetti depositati da inventori di vari paesi (Gran Bretagna, Francia, Germania e Giappone), verso brevetti statunitensi, incluse le auto-citazioni degli inventori degli Stati Uniti stessi. La frequenza di citazione è intesa come la probabilità che un brevetto estratto casualmente dal campione di brevetti citanti citi un brevetto casuale appartenente a quello dei citati. I dati osservati fanno riferimento ai brevetti depositati dal 1963 al 1993 e le frequenze rappresentate sono le medie calcolate per ciascuna combinazione con un certo ritardo temporale (ad esempio per un ritardo pari a 5 si stanno considerando gli intervalli 1972-1977, 1982-1987 ecc.).

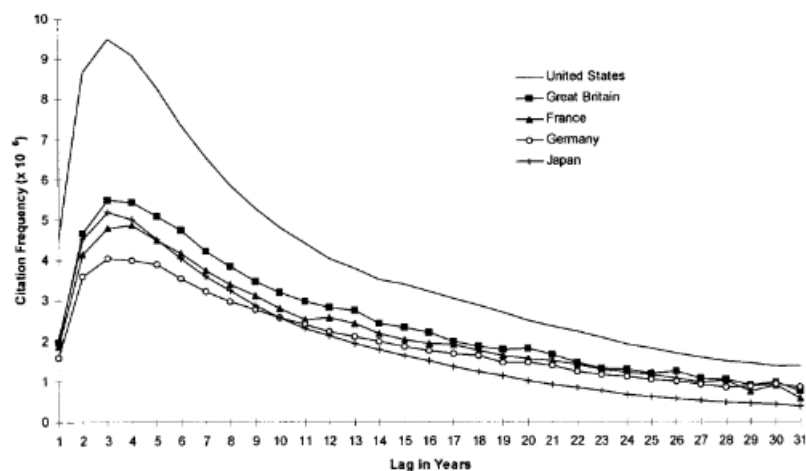


Figura 3.2: Frequenze di citazione per i brevetti inventati negli Stati Uniti, per paese di citazione [Fonte: Jaffe and Trajtenberg (1998)]

È immediatamente evidente che si registra un picco di frequenza nei primi anni successivi alla data di registrazione del brevetto citato, mentre all'aumentare del tempo trascorso si assiste ad una graduale riduzione delle citazioni. Tuttavia è possibile notare che le citazioni continuano a verificarsi anche dopo decenni.

Inoltre è anche verificato che la probabilità che le citazioni facciano riferimento a brevetti del medesimo paese (in questo caso gli Stati Uniti) è molto più alta, come è anche più probabile che siano i brevetti appartenenti ad una stessa azienda a citarsi più frequentemente tra di loro. Secondo Jaffe e Trajtenberg, brevetti di inventori che risiedono nello stesso paese hanno tipicamente fino all'80% di probabilità di citarsi a vicenda, mentre la probabilità che questo accada per brevetti depositati da inventori di altri paesi è decisamente più bassa.

Le auto-citazioni sono anche meno distanziate nel tempo dal brevetto citato e per quanto riguarda i paesi esteri ci sono chiare tendenze di citazione per alcuni di essi. Ad esempio le citazioni giapponesi in genere si registrano prima rispetto agli altri paesi. Inoltre il Giappone è stato, fino alla fine degli anni '80², l'unico paese per cui si è calcolato un rapporto di brevetti esterni rispetto a quelli interni inferiore all'unità, a causa delle regole del sistema brevettuale, che prevedevano un'unica rivendicazione per domanda. Più dell'80% dei brevetti concessi erano depositati da inventori nazionali; solo una domanda su tre veniva estesa anche all'estero. A partire dagli anni 2000, il numero medio di rivendicazioni per brevetto è aumentato, anche se lentamente, raggiungendo nel 2007 un numero medio di 9,8 rivendicazioni, che risulta comunque esiguo se confrontato con le medie di EPO e USPTO, pari rispettivamente a 18 e 20,1. Questi dati suggeriscono che il Giappone conservi ancora un grande potenziale tecnologico non pienamente sfruttato su scala internazionale.

È bene tenere a mente che, seppur queste analisi mettano in luce delle occorrenze reali, i dati non rappresentano pienamente il fenomeno, in quanto non si stanno considerando tutte le citazioni escluse per via del problema di troncamento di cui si è già discusso.

Ulteriori analisi condotte sempre da Jaffe e Trajtenberg (1998) hanno anche dimostrato che i brevetti di una medesima classe tecnologica hanno una probabilità molto più alta di citarsi a vicenda rispetto a brevetti appartenenti a classi diverse. Questo è correlato anche al fatto che, tendenzialmente, inventori che lavorano in uno stesso settore vivono nella stessa nazione, in base a quelle che sono le industrie maggiormente sviluppate.

Infine, Duranton (2007) ha considerato l'innovazione e la brevettazione come base per l'evoluzione e la crescita urbana in un contesto di scala qualitativa di Grossman-Helpman (1991). Quindi, il punto fondamentale è stato ben modellato: le città possono essere considerate come i motori di crescita in un'economia e il focus degli effetti di contagio della conoscenza (Henderson, 2007).

²Nel 2000 è stato approvato il secondo emendamento a modifica della Legge dei brevetti in Cina, in concomitanza con l'ingresso della Cina nell'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC), avvenuto l'11 dicembre del 2001.

Questi quadri teorici sulla crescita suggeriscono due linee di indagine. Una è un approccio più macro o aggregativo in cui si cercano prove a livello cittadino che gli effetti di contagio della conoscenza portino sia alla crescita della produttività che alla crescita delle dimensioni della città. L'altra è esaminare a un livello più micro la natura degli effetti di contagio della conoscenza e il processo attraverso il quale la conoscenza si diffonde.

3.5 Misurare le esternalità con le citazioni

Come visto, nella letteratura si assume in generale che le esternalità di conoscenza siano localizzate.

Secondo Marshall (1920) la concentrazione geografica delle industrie, in particolare nelle città, dipende da tre elementi, quali l'aggregazione della domanda di lavoro specializzato, lo sviluppo di industrie di beni intermedi specializzati e gli effetti di trasferimento di conoscenza tra le imprese di un'industria. Tuttavia Krugman (1991) sostiene che gli economisti dovrebbero concentrarsi soprattutto sui primi due fattori, in quanto il terzo rappresenta una misura intangibile, che può essere soggetta ad interpretazioni non oggettive.

In realtà i flussi di conoscenza possono essere tracciati proprio attraverso le citazioni nei brevetti, che sono quindi utilizzate per misurare l'estensione degli effetti di trasferimento. Sotto l'ipotesi di partenza che i trasferimenti di conoscenza siano localizzati, le analisi basate sui dati geografici degli inventori (disponibili grazie ai database di brevetti) dovrebbero dimostrare che le citazioni sono concentrate nella stessa area del brevetto citato, che si tratti di città, regione o paese.

Il problema nell'eseguire queste analisi risiede nella complessa separazione tra gli effetti di trasferimento e le correlazioni che possono emergere da un modello preesistente di concentrazione geografica di attività tecnologicamente connesse (generato da diverse fonti di effetti di agglomerazione).

Ad esempio, si consideri quello che è ad oggi il caso più eclatante e discusso di effetto spillover della conoscenza, cioè quello della Silicon Valley. Sorge spontaneo attribuire al trasferimento di conoscenza la spiegazione del perché gran parte dei brevetti di Stanford sono proprio citati dalle imprese con sede nella Silicon Valley. Ma è corretto considerare che è anche l'ambito di ricerca estremamente simile a determinare la localizzazione di queste citazioni.

Alla base dell'analisi c'è dunque il raffronto tra la probabilità che un brevetto citante abbia la stessa area geografica di quello di origine, condizionata al fatto che faccia riferimento a tale brevetto di origine, e la probabilità di una coincidenza non condizionata dall'esistenza di un collegamento di citazione, definita

"frequenza di controllo". L'obiettivo di Jaffe et al. (1993) era quello di rendere tale frequenza non influenzata dalle dinamiche aggregate nel tempo e dalla concentrazione delle attività tecnologiche preesistenti. Per fare ciò è stato estrapolato un campione di brevetti statunitensi nel quale per ogni brevetto citante ne è stato identificato uno corrispondente "di controllo", selezionato tra tutti i brevetti appartenenti alla medesima classe tecnologica e aventi come anno di presentazione della domanda lo stesso anno (esclusi gli eventuali altri brevetti che citavano lo stesso brevetto di origine e le autocitazioni). Il brevetto di controllo scelto è quello con data di concessione più prossima a quella del brevetto citante. Questa scelta nella manipolazione dei dati ha reso possibile poter effettuare un confronto tra le aree geografiche del brevetto di controllo e del brevetto di origine citato dal suo corrispettivo nell'insieme di dati sulle citazioni. La frequenza con cui questi brevetti di controllo coincidono geograficamente con il brevetto di origine rappresenta un'indicazione della probabilità con cui un brevetto estratto a caso, che non costituisce una citazione ma presenta lo stesso profilo tecnologico e temporale della citazione, si sovrapponga geograficamente.

TABLE III
GEOGRAPHIC MATCHING FRACTIONS

	1975 Originating cohort			1980 Originating cohort		
	University	Top corporate	Other corporate	University	Top corporate	Other corporate
Number of citations	1759	1235	1050	2046	1614	1210
	Matching by country					
Overall citation matching percentage	68.3	68.7	71.7	71.4	74.6	73.0
Citations excluding self-cites	66.5	62.9	69.5	69.3	68.9	70.4
Controls	62.8	63.1	66.3	58.5	60.0	59.6
<i>t</i> -statistic	2.28	-0.1	1.61	7.24	5.31	5.59
	Matching by state					
Overall citation matching percentage	10.4	18.9	15.4	16.3	27.3	18.4
Citations excluding self-cites	6.0	6.8	10.7	10.5	13.6	11.3
Controls	2.9	6.8	6.4	4.1	7.0	5.2
<i>t</i> -statistic	4.55	0.09	3.50	7.90	6.28	5.51
	Matching by SMSA					
Overall citation matching percentage	8.6	16.9	13.3	12.6	21.9	14.3
Citations excluding self-cites	4.3	4.5	8.7	6.9	8.8	7.0
Controls	1.0	1.3	1.2	1.1	3.6	2.3
<i>t</i> -statistic	6.43	4.80	8.24	9.57	6.28	5.52

Figura 3.3: Proporzioni di citazioni che corrispondono geograficamente al brevetto originario, suddivisi per data set ed area geografica. [Fonte: Jaffe et al. (1993)]

Si analizzano in primo luogo i dati relativi al 1975. Le citazioni di brevetti universitari provengono dalla stessa nazione circa nel 10% dei casi; questa percentuale arriva al 15% per le altre aziende e al 19% per le principali aziende. Questi risultati sono molto diversi se non si considerano nell'osservazione le auto-citazioni, ed infatti le percentuali dapprima trovate si riducono per tutti i tre casi.

Circoscrivendo l'osservazione alle Aree statistiche metropolitane standard (SMSA), si riscontra che complessivamente le citazioni sono localizzate dal 9 al 17% dei casi (per i diversi perimetri esaminati), valore che si riduce drasticamente escludendo le auto-citazioni.

Le indagini relative all'anno 1980 hanno condotto a risultati persino più robusti e significativi. Per tutte le combinazioni di set di dati e perimetro geografico, le citazioni sono quantitativamente e statisticamente più localizzate rispetto ai brevetti di controllo. Le percentuali di corrispondenza delle citazioni aumentano

per i tre soggetti esaminati, in particolare per le citazioni delle principali aziende. Tuttavia, è difficile determinare da questo confronto se si tratti di un cambiamento reale: non si può escludere che l'effetto dei ritardi medi delle citazioni più brevi abbia influenzato i risultati ottenuti.

Dai risultati raccolti si evince che è verificata l'esistenza di un modello di localizzazione a livello di nazione, regione e anche area metropolitana. Nel caso di citazioni dei brevetti universitari e delle altre aziende questa concentrazione si accentua con il passare del tempo (per il 1975 il modello è più debole rispetto a quello del 1980). Dunque la localizzazione è influenzata dalla concentrazione preesistente dell'attività tecnologica, e questo è riscontrabile soprattutto nei primi anni successivi al brevetto originario.

Questo studio ha anche dimostrato che la localizzazione geografica diminuisce nel tempo: le citazioni del 1980, che hanno un ritardo medio delle citazioni più breve, sono sistematicamente più localizzate rispetto a quelle del 1975. Attraverso un'analisi *probit*³, Jaffe ha stimato il tasso di diminuzione della localizzazione. Questo è inferiore rispetto alle aspettative e non sembra essere sufficiente a motivare le diverse percentuali totali di corrispondenza dei due anni presi come riferimento.

Per quanto riguarda invece l'effetto dell'area tecnologica sul processo di localizzazione, non si è ottenuto il risultato atteso. In generale, dai dati non emerge alcuna prova che la probabilità di provenire da una determinata località geografica, una volta condizionata alla classe del brevetto, sia diversa dalla probabilità non condizionata. A motivare questo risultato potrebbe esserci l'esclusione delle classi "cross" dalla classe primaria del brevetto. Poiché quasi la metà delle citazioni non rientra nella medesima classe primaria del brevetto citato, è possibile presumere che le ricadute di conoscenza non siano limitate a regioni dove emergono settori tecnologici particolari. Al contempo, anche per quanto riguarda le differenze nella localizzazione tra le citazioni di brevetti universitari e aziendali, la principale discrepanza tra le due categorie è legata alle auto-citazioni: queste sono maggiori e più localizzate per i brevetti aziendali.

3.6 La morte delle distanze

La natura e le cause degli spillover restano tutt'oggi oggetto di ampio dibattito. Da un lato, alcuni esperti sostengono la teoria della "morte delle distanze", affermando che l'importanza della prossimità spaziale si sta attenuando a causa del progresso tecnologico e delle comunicazioni.

³Il modello *probit* è un modello di regressione non lineare utilizzato quando la variabile dipendente è di tipo dicotomico.

D'altra parte, altri studi indicano che il progresso tecnologico ha ampliato il raggio di prossimità per le attività innovative grazie all'aumento dell'importanza dei contatti faccia a faccia e delle esternalità agglomerative, visto che la conoscenza è tacita. Infatti nella letteratura ci sono poche evidenze che rivelano che la distanza sia diventata meno importante per i flussi commerciali o di conoscenza.

Nelle analisi di Griffith et al. (2011) è stato osservato come l'andamento dei trasferimenti di tecnologia e della conoscenza sia cambiato nel corso del tempo in base alla prossimità geografica. Nella figura 3.4 sono state tracciate le velocità relative alle citazioni di brevetti nel tempo, rappresentate dalla lunghezza di ciascuna barra. Sono stati analizzati scenari diversi.

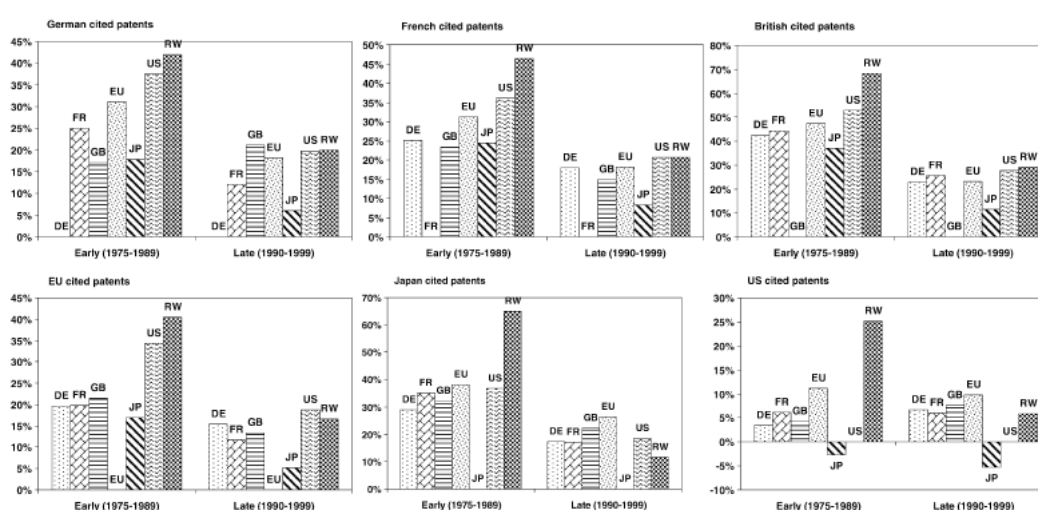


Figura 3.4: Velocità delle citazioni nel tempo fatte a brevetti degli Stati Uniti. [Fonte: Griffith, R., Lee, S., and Reenen, J. V. (2011). *Is distance dying at last? Falling home bias in fixed-effects models of patent citations.*]

Nell'osservazione sono stati considerati i brevetti presentati all'Ufficio Brevetti degli Stati Uniti in due diversi periodi temporali, dal 1975 al 1989 e dal 1990 al 1999, da inventori degli Stati Uniti stessi, del Giappone e di alcuni dei principali paesi europei. È immediato rendersi conto dell'importante differenza tra i due range osservati. Innanzitutto, è immediatamente osservabile come in tutti gli scenari, in generale, la velocità di citazione si è ridotta nei due archi temporali; infatti le barre nel secondo periodo analizzato sono tutte più corte rispetto al primo periodo, suggerendo che l'*home bias* sia diminuito nel tempo e quindi avvalorando la tesi della morte delle distanze. Inoltre, come già discusso in questo elaborato, si osserva che le autocitazioni sono più veloci: gli inventori di una certa nazione sono più rapidi nel citare brevetti di inventori della medesima nazione, piuttosto che inventori esteri.

Secondo la teoria della morte della distanza, le idee generate in una determinata area si diffondono oltre i confini nazionali ad una velocità sempre minore in virtù della riduzione dei costi delle comunicazioni internazionali. Inoltre, c'è eterogeneità nella diminuzione dell'home bias: non è avvenuta nei settori più ad alta tecnologia dell'ICT ed in quello farmaceutico, proprio quelle aree in cui si ritiene che cluster e agglomerati siano importanti.

Questo suggerirebbe che i confini internazionali possano essere diventati meno importanti, ma che in molti settori la distanza è ben lungi dall'essere morta.

Capitolo 4

Analisi descrittiva

4.1 Obiettivi dell'analisi

Con riferimento alla letteratura citata nei capitoli precedenti, si intende ora analizzare analiticamente un campione di dati al fine di verificare quanto assertito. Per eseguire le seguenti osservazioni sono stati utilizzati una serie di file contenenti informazioni sulle domande di brevetto, su inventori e richiedenti, sul settore tecnologico di appartenenza e sulle citazioni. Nello specifico le informazioni sulle variabili utilizzate sono raccolte e dettagliate nell'Appendice 5.3,

I dati sono stati manipolati incrociando tra di loro alcune di queste tabelle, in particolare utilizzando la variabile chiave *apl_n_id*, che identifica il codice di deposito del singolo brevetto. In primo luogo è stata eseguita un'analisi descrittiva del campione, andando ad osservare nello specifico alcune variabili di maggiore interesse. Si vuole verificare se le esternalità di conoscenza sono effettivamente localizzate ed influenzate dal settore tecnologico di applicazione e dalle caratteristiche del brevetto citato.

In secondo luogo è stata eseguita un'analisi econometrica con l'obiettivo di osservare come queste diverse variabili influenzano il numero di citazioni dei brevetti e quindi il trasferimento della conoscenza.

4.2 Caratteristiche del campione

L'analisi è stata eseguita partendo da un data set contenente 3.848.243 di brevetti, per i quali è stata depositata una domanda prioritaria presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti, in un arco temporale che va dal 1969 al 2021.

4.2.1 Analisi temporale

Nel database delle *Applications*, che contiene tutte le domande di brevetto nell'intervallo di tempo definito, sono a disposizione tre diverse date associate ad un medesimo codice di brevetto:

- **Data di priorità:** data in cui viene presentata per la prima volta all'ufficio pertinente la domanda di brevetto per una specifica invenzione. Essa definisce un punto di riferimento legale per determinare il diritto di precedenza rispetto ad altre domande presentate per la stessa invenzione. Si tratta di un'informazione importante in quanto si suppone che sia la data più prossima all'invenzione stessa.
- **Data di deposito:** data in cui la domanda viene formalmente presentata presso l'ufficio brevettuale. Questa data è utilizzata per avviare il processo di esame del brevetto e può anche coincidere con la data di priorità se si tratta della prima presentazione della domanda.
- **Data di concessione:** data in cui l'ufficio brevetti concede ufficialmente il brevetto, riconoscendo i diritti esclusivi sull'invenzione al richiedente. Segna l'inizio del periodo di protezione legale del brevetto, durante il quale il suo titolare ha il diritto esclusivo di sfruttare l'invenzione.

È chiaro che non tutti i brevetti per cui viene presentata una domanda superano l'iter di esame e vengono concessi (vedi paragrafo 3.1), dunque non per tutti i codici di brevetto a disposizione, questo dato sarà disponibile.

L'avvenuta concessione rappresenta un indicatore di qualità, perchè presuppone che sia stato riconosciuto il valore innovativo ed economico dell'oggetto della brevettazione. Questo non esclude comunque che anche le domande in attesa di valutazione abbiano un valore di mercato: i diritti su queste innovazioni potrebbero essere applicati retroattivamente in seguito alla concessione. In particolare, per il campione considerato, ne sono stati concessi circa il 53%, nell'intervallo di tempo che va dal 1980 al 2021.

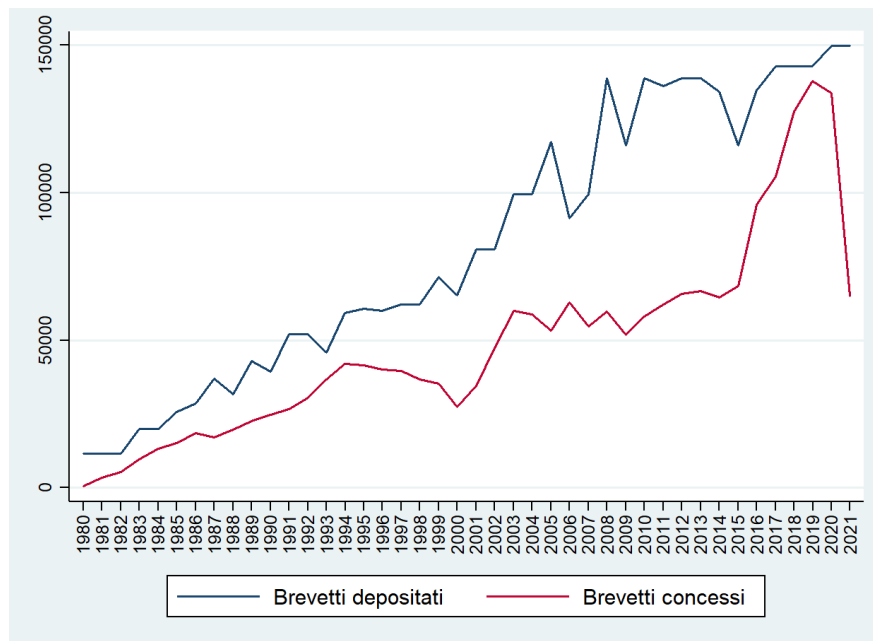


Figura 4.1: Brevetti depositati e concessi per anno

Per l'anno 2021 si registra un numero di brevetti concessi decisamente basso e non in linea con l'andamento temporale atteso. Questo è dovuto al fatto che le osservazioni relative all'ultimo anno considerato sono disponibili solo fino al mese di luglio. Per evitare la distorsione dei risultati, il problema del troncamento si risolve con le metodologie descritte nel paragrafo 3.1.

Esaminando quindi i soli brevetti concessi è possibile calcolare il tempo (in anni) che intercorre tra la data di deposito e quella di concessione, che risulta essere un buon indicatore dell'incertezza e della complessità tecnologica (Harhoff and Wagner, 2009). Per il campione in esame, questo è mediamente uguale a 5,7 anni, ma come si può notare in tabella 4.1 si raggiungono in alcuni casi picchi superiori ai 20 anni.

Lag (anni)	N. di brevetti	Percentuale
1	395	0.02
2	65.553	3.21
3	268.695	13.16
4	438.399	21.47
5	393.512	19.27
6	292.526	14.33
7	197.250	9.66
8	130.967	6.41
9	87.475	4.28
10	58.269	2.85
11	38.913	1.91
12	25.486	1.25
13	16.838	0.82
14	10.955	0.54
15	6.861	0.34
16	4.404	0.22
17	2.594	0.13
18	1.456	0.07
19	726	0.04
20	349	0.02
21	57	0.00
22	16	0.00
23	8	0.00
24	3	0.00
25	4	0.00
Totale	2.041.711	100.00

Tabella 4.1: Frequenza di brevetti concessi per lag temporale (misurato in anni)

Dunque, per brevetti che fanno riferimento ai primi anni del range temporale a disposizione, l'assenza della data di concessione fa presumere che l'invenzione non abbia rispettato la totalità dei requisiti necessari (è difficile pensare che il processo di esame sia ancora in atto). Invece, per i brevetti presentati negli ultimi anni dell'intervallo osservato, si può ipotizzare che la richiesta sia ancora al vaglio degli esaminatori, considerando proprio la variabilità di questo tempo di verifica, che viene influenzato dalle metodologie e dalle prassi utilizzate dall'ufficio brevetti durante l'iter di esame.

4.3 Analisi delle classi tecnologiche

Come già descritto in precedenza, i brevetti possono essere classificati attraverso diversi sistemi internazionali, al fine di facilitare la ricerca delle informazioni all'interno dei database. L'analisi che segue fa riferimento alla classificazione tecnologica IPC, la cui architettura prevede il susseguirsi in un unico codice di diverse informazioni e nello specifico è strutturata nel modo seguente:

1. Sezioni: sono contraddistinte con una lettera, dalla A alla H, dove ognuna identifica un diverso settore della tecnica.
2. Classi: alla sezione vengono aggiunte due cifre che indicano la classe del brevetto.
3. Sottoclassi: un'ulteriore lettera viene aggiunta per indicare una specifica sottoclasse.
4. Gruppi: si aggiungono da una a tre cifre.
5. Sottogruppi: dopo il gruppo è inserito uno *slash* seguito ancora da una, due o tre cifre.

Le sezioni individuate sono otto:

- A: Necessità umane.
- B: Esecuzione di operazioni; Trasporti.
- C: Chimica; Metallurgia.
- D: Tessile; Carta.
- E: Costruzioni.
- F: Ingegneria meccanica; Illuminazione; Riscaldamento; Armi; Sabbiatura.
- G: Fisica.
- H: Elettricità.

Analizzando la variabile *sctn_nb*, che indica quanti settori tecnologici risultano collegati al singolo codice brevetto, si osserva che circa il 68% dei brevetti considerati è associato ad un unico settore tecnologico, mentre per la restante parte si individuano fino ad ulteriori sei settori "cross" rispetto a quello primario (a livello di sottoclassi, questa classificazione diventa ancora più specifica, portando i brevetti a rientrare da un minimo di una ad un massimo di 44 sottoclassi).

Significa che le innovazioni in questione sono applicabili in più settori diversificati e questo, in genere, sottintende un maggiore valore commerciale dell'invenzione (Harhoff et al., 2003). Tuttavia, questo dato deve essere considerato con attenzione: non è raro che, nel presentare la domanda di brevetto, i richiedenti inseriscano un maggior numero di settori di applicazione rispetto a quelli reali con l'intento di aumentare il valore percepito della propria invenzione.

In aggiunta, il valore dei brevetti tra settori diversi non è distribuito allo stesso modo, ma assume un peso differente a seconda dell'ambito in cui l'invenzione è sviluppata (Archibugi e Fellow, 1992).

In particolare, il campione osservato fa riferimento a questi settori industriali con la distribuzione riportata in figura 4.2.

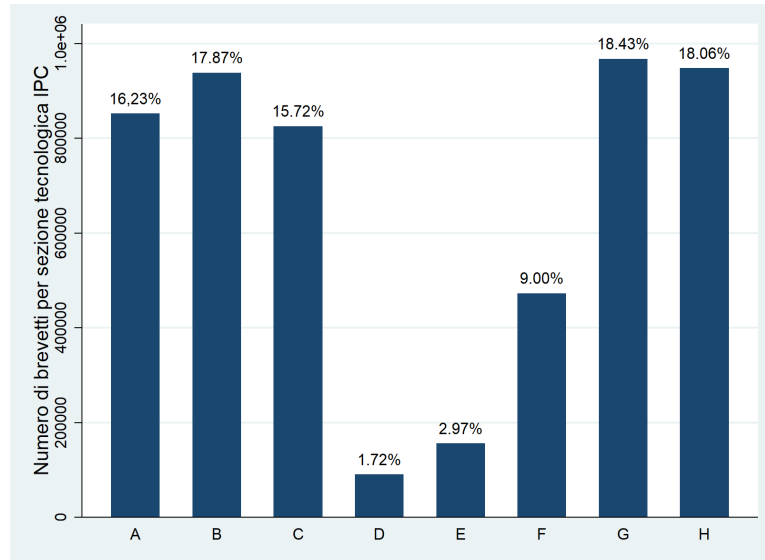


Figura 4.2: Numero di brevetti per sezione tecnologica IPC

Esiste un'evidente disomogeneità tra le diverse classi tecnologiche, ma è bene considerare che, la propensione alla brevettazione varia fortemente in base al settore industriale. Infatti settori come quello meccanico, quello chimico o quello elettronico (sezioni B, C, H) disporranno di un elevato numero di innovazioni brevettate rispetto a settori come quello della carta o delle costruzioni (sezioni D ed E). Aziende che operano in settori differenti innovano a ritmi variabili in termini di propensione alla brevettazione e inoltre per settori diversi i dati vengono aggregati in modo distinto.

Inoltre, limitando l'osservazione ad uno specifico periodo temporale, si registra tendenzialmente un numero elevato di brevetti nei settori che sono dominanti in quel dato momento, ma anche in quelli per cui è in atto un aumento della concorrenza o la diffusione di invenzioni che facevano già parte della conoscenza tecnica pregressa (Patel and Soete, 1988).

Tra le variabili disponibili nella tabella delle *Applications* c'è anche l'Indice di Generalità, che descrive la misura in cui un'invenzione può essere utilizzata in settori tecnologici diversi (Hall et al., 2001). I possibili valori che l'indicatore può assumere sono inclusi nel range $\{0;1\}$, dove il valore "1" indica che un'invenzione è citata da brevetti associati a classi tecnologiche differenziate, e quindi si dice "generale". Questo significa che l'innovazione in questione ha impattato su altre innovazioni in più settori diversificati. L'indice di generalità si calcola con la

seguinte formula:

$$\text{Indice di Generalità} = 1 - \sum_j^{n_i} t_{ij}^2$$

dove t_{ij} è la percentuale di citazioni in avanti fatte all' i -esimo brevetto, j è il codice della classificazione e n_i rappresenta tutte le possibili classi tecnologiche che possono essere assegnate al brevetto.

Per il campione a disposizione il valore medio dell'indice è di 0.423. Questo valore è in linea con il risultato atteso, in quanto per il campione si è stimato che i brevetti citanti fanno riferimento al medesimo settore tecnologico per il 66% dei casi, mentre solo per il restante 34% il campo di applicazione del brevetto di partenza è stato esteso anche ad altre aree di interesse.

Questo conferma quanto verificato da Jaffe and Trajtenberg (1999): i brevetti che appartengono alla stessa classe tecnologica hanno una maggiore probabilità di citarsi rispetto a brevetti associati a classi diverse. Questo è anche correlato al fatto che, tendenzialmente, gli inventori che lavorano in uno stesso ambito vivono nella stessa area geografica, in base ai settori che sono maggiormente sviluppati.

Per verificare invece in che misura un brevetto si basa su invenzioni precedenti (si osservano le citazioni a ritroso) che appartengono a sezioni tecnologiche differenti, si può utilizzare l'Indice di Originalità. Anche in questo caso i valori possibili oscillano nell'intervallo $\{0;1\}$. Quanto più i settori dei brevetti citati sono diversificati, tanto più l'indice tenderà al valore "1". L'indicatore è calcolato come segue:

$$\text{Indice di Originalità} = 1 - \sum_j^{n_i} s_{ij}^2$$

dove s_{ij} è la percentuale di citazioni a ritroso dell' i -esimo brevetto, j è il codice della classificazione e n_i rappresenta tutte le possibili classi tecnologiche che possono essere assegnate al brevetto. Il valore stimato dell'Indice di Originalità per il campione è 0.427.

4.4 Inventori e Richiedenti

È fondamentale precisare la distinzione tra i due seguenti soggetti:

- Inventori: sono coloro che hanno effettivamente concepito l'innovazione.
- Richiedenti: sono coloro che depositano la richiesta di brevetto e che possiedono i diritti per sfruttare l'invenzione.

In alcuni casi essi possono coincidere, ma questo non è necessariamente vero: si pensi al caso di un dipendente che lavora in un'azienda o di un ricercatore in un'università o in un centro di ricerca.

Mediamente ad ogni brevetto del data set è associato un unico richiedente, ma come mostrato anche in tabella 5.2, in certi casi possono essere anche più di 60. Allo stesso modo, osservando il campione si nota che in media i brevetti sono assegnati ad un unico inventore, ma che questo numero arriva anche a superare il centinaio in alcuni casi. Non essendo a disposizione una variabile che consenta di identificare gli inventori, non è possibile eseguire delle analisi della loro produttività nel tempo o in base al settore tecnologico in cui lavorano. La mancanza di questa informazione potrebbe dipendere dalla complessità nella raccolta di questi dati, legata al fatto che non si riesce ad individuare in modo univoco un inventore perchè alcuni nomi vengono trascritti in modo incorretto oppure ci possono essere casi di omonimia. Tuttavia è disponibile l'informazione relativa alla loro localizzazione geografica.

4.5 Analisi geografica delle citazioni

Osservando quindi i codici dei paesi associati ai brevetti citati e citanti (laddove disponibili), è possibile fare delle prime considerazioni su come la conoscenza si sia trasferita. Quello che ci si aspetta di verificare è che le citazioni provenienti da inventori della stessa nazione siano più numerose e arrivino prima rispetto a quelle fatte da inventori di paesi esteri, quindi spazialmente più lontani.

Sono state intersecate le tabelle delle citazioni e degli inventori europei ed è stata generata una nuova variabile dummy che è pari a "1" se i paesi degli inventori citati e citanti coincidono, altrimenti è "0". Nel 58% dei casi gli inventori dei brevetti citati e citanti appartengono alla medesima nazione (anche se potrebbero avere dei codici di regione differenti), il che sarebbe una conferma del fatto che la conoscenza è localizzata. Il 42% delle osservazioni, invece, rivela che la conoscenza si è diffusa oltre i confini nazionali. Ad ogni modo per avere un quadro più accurato del contesto bisogna osservare anche come si distribuiscono temporalmente le citazioni fatte da inventori dello stesso paese o di paesi diversi.

Attraverso una ulteriore manipolazione dei dati è possibile analizzare il ritardo delle citazioni. Questo è mediamente pari a 7 anni ma è noto che queste possono verificarsi anche dopo decenni (il valore massimo per il campione, infatti, è 41 anni). Si osserva che per le citazioni fatte a brevetti dello stesso paese il ritardo medio è di circa 8 anni, mentre per le citazioni estere questo aumenta a più di 9 anni. La tesi iniziale è dunque confermata, sebbene questa differenza non risulti particolarmente accentuata. Dunque, i brevetti di inventori che risiedono nello stesso paese hanno tipicamente una più alta probabilità di citarsi a vicenda, mentre la probabilità che questo accada per brevetti depositati da inventori di altri paesi è più bassa (Jaffe and Trajtenberg, 1999).

4.6 Analisi temporale delle citazioni

Proseguendo l'analisi, si è osservato anche l'andamento delle citazioni nel tempo: ci si aspetta che nei primi anni dopo il deposito del brevetto citato, si concentrino la maggior parte delle citazioni e che questo numero diminuisca gradualmente con il passare del tempo perchè si riduce l'interesse per una certa innovazione, perchè questa viene rimpiazzata da altre successive che sono considerate migliori o perchè diventa di per sé obsoleta. Complessivamente, i brevetti del database hanno ricevuto in media meno di una citazione sia in avanti che a ritroso.

Più le citazioni si protraggono nel tempo, maggiore è il presunto valore del brevetto. Da questo, infatti, si deduce non soltanto che l'invenzione in questione sia economicamente preziosa, ma anche che si sia consolidata col passare degli anni. In figura 4.3 è mostrato l'andamento del ritardo delle citazioni nel tempo, replicando l'analisi eseguita da Jaffe e Trajtenberg (1998). In linea con quanto atteso, il maggior numero di citazioni si verifica dopo i primi anni dal deposito del brevetto citato e tende a diminuire progressivamente col tempo.

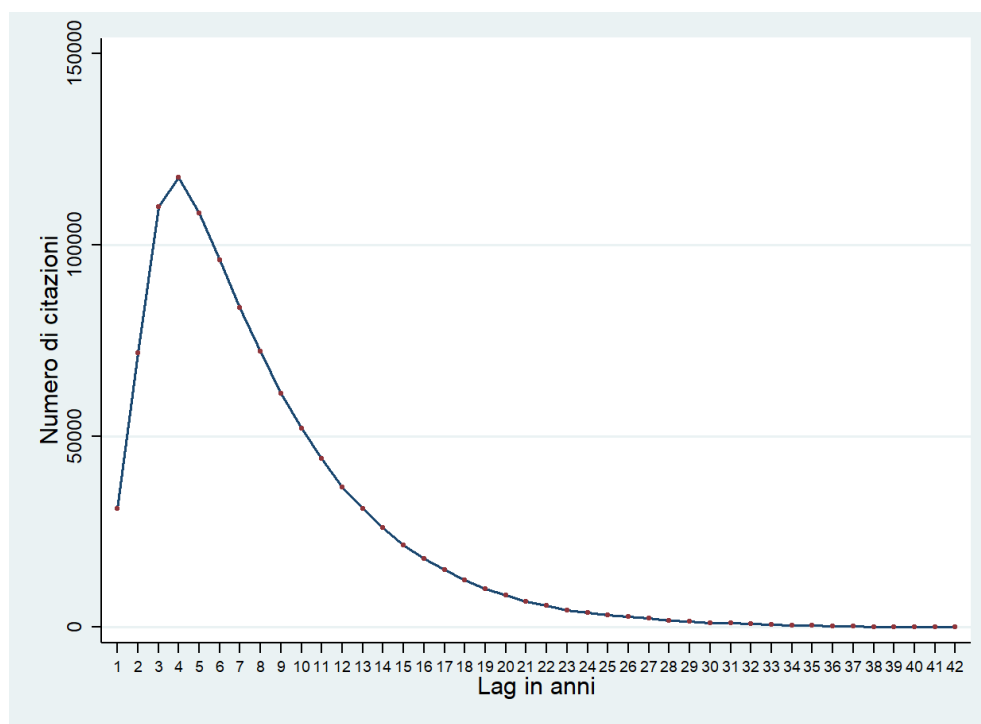


Figura 4.3: Ritardo (in anni) delle citazioni

In ultima analisi è stato possibile calcolare come la velocità di citazione sia cambiata nel tempo. Per questo motivo si sono identificati all'interno del range temporale definito, due sotto intervalli della durata di 20 anni, dal 1980 al 2000 e dal 2000 al 2020. Considerando il numero di citazioni totali, per il primo periodo, la velocità media di citazione è di circa 9 anni, mentre nel secondo intervallo è di 5.3 anni. In aggiunta è stata replicata l'osservazione analizzando il tempo

medio di citazione per ciascun settore tecnologico (figura 4.4). In generale, per tutte le sezioni tecnologiche si verifica una riduzione significativa nel tempo di citazione (esito non coerente con quello di Griffith et al. (2011), dove invece era stata osservata una certa eterogeneità nei risultati).

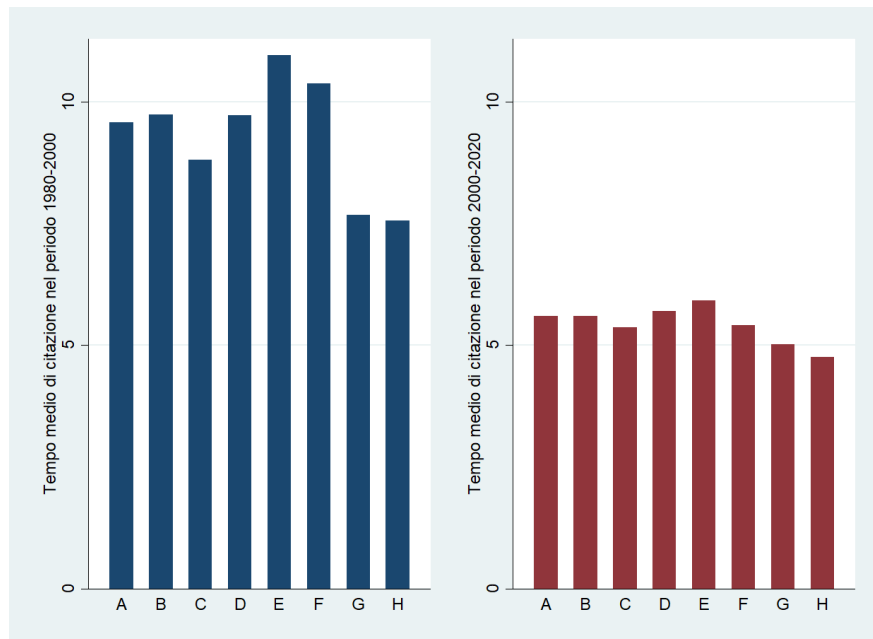


Figura 4.4: Tempo medio di citazione per settore tecnologico (confronto nei due intervalli di tempo)

Capitolo 5

Analisi Econometrica

Per spiegare in modo più approfondito come le variabili descritte interagiscono tra loro e si influenzano è stata condotta un'analisi econometrica con l'utilizzo di una regressione.

La regressione lineare permette di stimare l'effetto di una variazione unitaria della variabile indipendente X su una variabile dipendente Y . Il modello generico è definito dalla seguente formula:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i, \quad i = 1, \dots, n$$

con:

- Y , variabile dipendente;
- X , variabile indipendente (regressore);
- β_0 , intercetta;
- β_1 , pendenza;
- u_i , errore o residuo di regressione, che raccoglie tutti gli altri possibili fattori non considerati che influenzano Y .

Nello specifico, per la seguente analisi, si è utilizzato il Metodo dei Minimi Quadrati o *Ordinary Least Squares* (OLS), che consente di trovare la funzione che minimizza la somma dei quadrati delle differenze tra i valori osservati e quelli predetti dal modello.

Lo stimatore OLS è dato da:

$$\min_{\beta_0, \beta_1} \sum_{i=1}^n [Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_i)]^2$$

Eseguendo l'analisi è stata aggiunta alla regressione l'opzione "robust" per calcolare gli errori standard robusti alle eteroschedasticità. Questo significa che

gli errori standard dei coefficienti stimati sono corretti per tenere conto della presenza di eteroschedasticità, che si verifica quando la varianza degli errori non è costante.

5.1 Definizione delle variabili

Prima di definire nel dettaglio il modello di regressione, si è reso necessario individuare le variabili da utilizzare. Sono state identificate le variabili dipendenti e indipendenti e per ciascuna di esse sono stati riportati i valori relativi a media, deviazione standard, minimo e massimo (Tabelle 5.1 e 5.2).

Le variabili dipendenti scelte sono tre, perchè i brevetti depositati nei primi anni di osservazione del campione hanno una probabilità più alta di essere citati rispetto a quelli più recenti, quindi considerare solo il numero totale di citazioni porterebbe a risultati inesatti. Infatti le citazioni continuano a verificarsi anche dopo decenni, quindi i brevetti meno recenti potrebbero avere un maggior numero di citazioni. In aggiunta, si sta osservando un data set limitato in un certo periodo temporale. Questo rende inattuabile una comparazione dei dati relativi a brevetti depositati in anni diversi perchè essi subiscono il troncamento in momenti differenti. Quindi, più la data di registrazione di un brevetto è recente, più questo bias è accentuato.

Dunque osservare esclusivamente il numero totale di citazioni in avanti, trascurerebbe questo aspetto e fornirebbe dei risultati distorti. Si è scelto quindi di osservare anche il numero di citazioni ricevute entro i primi tre e i primi cinque anni. In questi range temporali così definiti, i brevetti hanno la stessa probabilità di essere citati.

N. Oss. 3.848.243	Media	Dev. St.	Min	Max
Citazioni in avanti entro 3 anni	0.19	0.715	0	93
Citazioni in avanti entro 5 anni	0.34	1.078	0	111
Citazioni in avanti totali	0.79	3.241	0	1414

Tabella 5.1: Variabili Dipendenti

N. Oss. 3.848.243	Media	Dev. Std.	Min	Max
Numero di richiedenti	1.08	0.364	0	62
Numero di inventori	2.66	1.937	0	133
Numero di rivendicazioni	9.66	8.586	0	520
Numero di paesi	5.52	4.106	1	58
Numero di sezioni tecnologiche	1.36	0.578	1	7
Concesso	0.53	0.499	0	1
Citazioni a ritroso	0.79	1.369	0	215

Tabella 5.2: Variabili Indipendenti

L'affidabilità dell'analisi dipende dal tasso di correlazione tra le variabili indipendenti integrate nel modello. Un tasso di correlazione alto genera una condizione di *Collinearità perfetta*, che si verifica quando uno dei regressori è funzione lineare esatta degli altri. Questa situazione renderebbe impossibile l'applicazione del modello di regressione: un tasso di correlazione elevato (tendente a "1") tra due variabili indipendenti può portare ad ottenere dei risultati errati.

Per eseguire questa verifica è stata creata la matrice di correlazione riportata in tabella 5.3.

	Numero richiedenti	Numero inventori	Numero rivendicazioni	Numero paesi	Numero sezioni	Concesso	Citazioni a ritroso
Numero richiedenti	1.0000						
Numero inventori	0.1248	1.0000					
Numero rivendicazioni	-0.0190	0.0304	1.0000				
Numero paesi	0.0052	0.1449	0.0982	1.0000			
Numero sezioni	0.0259	0.0798	0.0290	0.1277	1.0000		
Concesso	-0.0211	-0.0164	0.2303	0.2035	0.0183	1.0000	
Citazioni a ritroso	-0.0142	0.0431	0.0633	0.0525	0.0234	0.0674	1.0000

Tabella 5.3: Matrice di Correlazione delle variabili indipendenti

In generale si osserva una bassa correlazione tra le variabili, quindi l'analisi di regressione può essere eseguita senza problemi. In particolare si può osservare che i valori più "alti" si registrano per:

- Numero di paesi e numero di inventori: un maggior numero di paesi di appartenenza dei richiedenti potrebbe essere dovuto ad una variegata localizzazione degli stessi inventori. Non è tuttavia sempre vero che un'invenzione viene sfruttata nell'area geografica in cui è stata concepita.
- Numero di paesi e numero di sezioni tecnologiche: ipotizzando che paesi diversi possano essere più o meno specializzati in alcuni settori industriali, un maggior numero di ambiti tecnologici potrebbe sottintendere che i richiedenti del brevetto appartengono a paesi differenti.
- Concessione e numero di rivendicazioni: i brevetti concessi dovrebbero avere un maggior numero di rivendicazioni in quanto si suppone che essi abbiano superato l'iter di esame perchè ne è stato riconosciuto il valore innovativo.

5.2 Risultati

In tabella 5.5 sono riportati i risultati del modello di regressione con variabile dipendente "citazioni entro 5 anni".

VARIABILI	(1)	(2)	(3)	(4)
N. richiedenti	-0.023*** (0.001)	-0.026*** (0.001)	-0.026*** (0.001)	-0.022*** (0.001)
N. Inventori		0.006*** (0.000)	0.006*** (0.000)	0.004*** (0.000)
N. Rivendicazioni	0.013*** (0.000)	0.013*** (0.000)	0.013*** (0.000)	0.012*** (0.000)
N. sezioni	0.048*** (0.001)	0.046*** (0.001)	0.047*** (0.001)	0.045*** (0.001)
N. paesi			-0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.000)
Concesso	0.159*** (0.001)	0.159*** (0.001)	0.162*** (0.001)	0.152*** (0.001)
N. cit. a ritroso				0.071*** (0.002)
Costante	0.096*** (0.002)	0.087*** (0.002)	0.091*** (0.002)	0.052*** (0.002)
Osservazioni	3,846,019	3,846,019	3,846,016	3,846,016
R-squared	0.020	0.020	0.020	0.028

Nota: Errori standard robusti tra parentesi *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 5.4: Regressione OLS per la variabile Citazioni entro 5 anni

Si osserva che l'avvenuta concessione è positiva e statisticamente significativa. Il fatto che i brevetti abbiano ottenuto la concessione implica che a seguito del processo di esame da parte dell'ufficio brevettuale siano stati verificati i requisiti di brevettabilità e quindi il carattere innovativo dell'invenzione. Come ci si sarebbe aspettato, considerando anche i risultati dell'analisi descrittiva precedente anche il numero di inventori è statisticamente significativo: un maggior numero di inventori, che possono essere localizzati anche in paesi differenti, influisce positivamente sul numero di citazioni successive ottenute.

Lo stesso vale per il numero di sezioni tecnologiche. Se le innovazioni in questione sono applicabili in più settori diversificati si sottintende un maggiore valore commerciale dell'invenzione (Harhoff et al., 2003) e quindi un conseguente maggior numero di citazioni in avanti.

Anche il numero di rivendicazioni riporta un valore statisticamente significativo: se un brevetto ha un elevato numero di rivendicazioni significa che è stato riconosciuto il suo valore innovativo, quindi riceverà probabilmente un maggior

numero di citazioni. Il numero di rivendicazioni è dunque un buon indicatore della qualità di un brevetto.

Nel quarto modello è stata aggiunta alla regressione anche il numero di citazioni a ritroso. Questa variabile è statisticamente significativa, quindi si evince che i brevetti che citano innovazioni precedenti ricevono più citazioni.

Il numero dei paesi influisce negativamente sul numero di citazioni. In realtà ci si aspetterebbe che un maggior numero di paesi associati ai richiedenti di un brevetto sia un indicatore dell'elevato valore dell'invenzione. Tuttavia, bisogna considerare che se al brevetto è associato un unico paese, è anche più probabile che, per l'effetto spillover della conoscenza, un maggior numero di citazioni si localizzi proprio nella medesima area geografica in cui l'invenzione è utilizzata.

Come anticipato, il modello è stato ripetuto anche per le variabili dipendenti "numero di citazioni entro 3 anni" e "numero di citazioni totali". In generale anche per queste regressioni si osservano dei risultati simili.

Nello specifico, confrontando le citazioni entro tre e cinque anni, le variabili che risultano statisticamente significative per un modello lo sono anche per l'altro. In particolare si osserva come i coefficienti ottenuti, ad esempio per la concessione, il numero di sezioni tecnologiche, il numero di citazioni a ritroso e il numero di inventori, hanno dei valori leggermente maggiori nel caso delle citazioni entro 5 anni. Questo però è anche dovuto al fatto che, come visto in precedenza, la maggior parte delle citazioni si registrano in media dopo circa 7 anni.

Osservando invece i risultati della regressione per il numero totale di citazioni, emerge che i coefficienti trovati hanno un impatto più significativo. L'unico outlier è rappresentato dai numeri di inventori, che invece influisce negativamente.

Variabili	(1)	(2)	(3)	(4)
N. richiedenti	-0.031*** (0.004)	-0.030*** (0.004)	-0.028*** (0.004)	-0.019*** (0.004)
N. Inventori		-0.002** (0.001)	-0.007*** (0.001)	-0.011*** (0.001)
N. Rivendicazioni	0.026*** (0.000)	0.026*** (0.000)	0.025*** (0.000)	0.024*** (0.000)
N. Sezioni	0.158*** (0.003)	0.158*** (0.003)	0.146*** (0.003)	0.141*** (0.003)
Numero paesi			0.016*** (0.001)	0.015*** (0.001)
Concesso	0.451*** (0.003)	0.451*** (0.003)	0.425*** (0.003)	0.406*** (0.003)
N. cit. a ritroso				0.135*** (0.00335)
Costante	0.123*** (0.007)	0.126*** (0.008)	0.082*** (0.009)	0.001 (0.009)
Osservazioni	3,846,019	3,846,019	3,846,016	3,846,016
R-squared	0.013	0.013	0.013	0.016

Nota: Errori standard robusti tra parentesi *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 5.5: Regressione OLS per la variabile Numero di citazioni totali

Variabili	(1)	(2)	(3)	(4)
N. Richiedenti	-0.015*** (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.016*** (0.001)
N. Inventori		0.005*** (0.000)	0.005*** (0.000)	0.004*** (0.000)
N. rivendicazioni	0.007*** (0.000)	0.007*** (0.000)	0.007*** (0.000)	0.007*** (0.000)
N. sezioni	0.028*** (0.001)	0.027*** (0.001)	0.027*** (0.001)	0.026*** (0.001)
N. paesi			-0.000*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
Concesso	0.089*** (0.001)	0.089*** (0.001)	0.090*** (0.001)	0.084*** (0.001)
N. cit. a ritroso				0.043*** (0.001)
Costante	0.053*** (0.000)	0.045*** (0.000)	0.046*** (0.000)	0.023*** (0.000)
Osservazioni	3,846,019	3,846,019	3,846,016	3,846,016
R-squared	0.015	0.015	0.015	0.022

Nota: Errori standard robusti tra parentesi *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 5.6: Regressione OLS per la variabile Numero di citazioni entro 3 anni

Anche se l'analisi ha consentito di ottenere dei risultati validi per spiegare il fenomeno del trasferimento della conoscenza, è bene notare che il modello utilizzato ha delle limitazioni. La bontà della regressione può essere verificata osservando il valore di *R-squared*, che misura la frazione della varianza di Y spiegata da X. I possibili valori che può assumere oscillano tra "0" (basso adattamento) e "1" (perfetto adattamento). Nel caso in esame questo valore è di circa 0,02: significa che il modello spiega circa il 2% della variabilità, cioè esistono probabilmente altri fattori che non sono stati considerati.

Inoltre, la mancanza di informazioni circa le autocitazioni fa sì che l'effetto spillover analizzato sia influenzato anche dai dati che rappresentano un trasferimento di conoscenza entro i confini di una medesima nazione.

5.3 Conclusioni

L'elaborato si è focalizzato sull'analisi dello sviluppo innovativo e delle esternalità di conoscenza, che possono essere misurate osservando le citazioni che i brevetti ricevono nel tempo.

L'obiettivo ultimo è stato quello di applicare alcune delle principali teorie sulla materia che erano state commentate nella prima parte di analisi del dibattito letterario, al fine di verificarle attraverso l'utilizzo di un database di brevetti.

I risultati ottenuti sia dall'analisi descrittiva che da quella econometrica hanno confermato che i flussi di conoscenza possono essere tracciati attraverso le citazioni ricevute dai brevetti, in quanto esse consentono di misurarne gli effetti di trasferimento.

Nello specifico, esse sono geograficamente localizzate e concentrate in particolare nella stessa area del brevetto citato, sebbene questo potrebbe anche essere il risultato di un modello preesistente di concentrazione geografica di attività tecnologicamente connesse. Infatti anche il settore tecnologico associato al brevetto citato influisce sui trasferimenti di conoscenza: i brevetti di una medesima sezione tecnologica hanno una maggiore probabilità di citarsi a vicenda rispetto a brevetti che rientrano in altri ambiti.

Dall'analisi temporale delle citazioni emerge anche che le citazioni entro i confini nazionali sono più rapide e più numerose rispetto a quelle estere.

Potendo disporre in futuro di un maggior numero di dati e variabili, potrebbe risultare interessante proseguire l'analisi andando ad osservare più nello specifico come i fenomeni descritti hanno luogo entro i diversi confini dei paesi europei ma anche come le autocitazioni, non disponibili nel dataset utilizzato, influenzano i risultati già ottenuti.

Bibliografia

- Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the united states since 1870. *A.E.R. Papers and Proc.*, 46.
- Abramovitz, M. (1961). The nature and significance of kuznets cycles. *Economic Development and Cultural Change*, 9:225–248.
- Aiello, F. and Pupo, V. (2004). Il tasso di rendimento degli investimenti in ricerca e sviluppo delle imprese innovatrici italiane. *Rivista di Politica Economica*, 94:81–117.
- Alcácer, J., Gittelman, M., and Sampat, B. (2009). Applicant and examiner citations in u.s. patents: An overview and analysis. *Research Policy*, 38:415–427.
- Almeida, P. and Kogut, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management Science*, 45:905–917.
- Alvarez, S. A. (2003). *Resources and Hierarchies: Intersections between Entrepreneurship and Strategy*, pages 247–263. Springer-Verlag.
- Archibugi, D. and Fellow, V. (1992). Patenting patenting as an indicator of technological innovation: a review.
- Archontopoulos, E., Guellec, D., Stevnsborg, N., van Pottelsberghe de la Potterie, B., and van Zeebroeck, N. (2007). When small is beautiful: Measuring the evolution and consequences of the voluminosity of patent applications at the epo. *Information Economics and Policy*, 19:103–132.
- Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies, Ltd*, 29:155–173.
- Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, 86.
- Audretsch, D. B. and Keilbach, M. (2007). The theory of knowledge spillover entrepreneurship*.

- Barbieri, M. (2016). Strategie e procedure brevettuali. *SPRINT*.
- Basberg, B. L. (1987). Patents and the measurement of technological change: A survey of the literature. *Research Policy*, 16:131–141.
- C Freeman, C. P. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour, in technical change and economic theory.
- Carlino, G. A. and Kerr, W. R. (2015). *Agglomeration and innovation*.
- Carpenter, M. P., Cooper, M., and Narin, F. (1980). Linkage between basic research literature and patents. *Research Management*, 23:30–35.
- Chesbrough, H. W. (2003). The era of open innovation mitsloan management review.
- Coe, D. T. and Helpman, E. (1995). International rd spillovers. *European Economic Review*, 39:859–887.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35:128.
- Dass, N., Nanda, V., and Xiao, S. C. (2017). Truncation bias corrections in patent data: Implications for recent research on innovation. *Journal of Corporate Finance*, 44.
- Dernis, H. and Khan, M. (2004). Triadic patent families methodology. *STI Working Paper 2004/2*.
- Duranton, G. (2007). Urban evolutions: The fast, the slow, and the still. *American Economic Review*, 97:197–221.
- Duranton, G. and Puga, D. (2001). Nursery cities: Urban diversity, process innovation, and the life cycle of products. *American Economic Review*, 91:1454–1477.
- Freeman, C. (1994). Technological and organizational innovations. *Encyclopedia of Social Sciences, Institute of the Italian Encyclopedia, Rome*, Vol. IV:731–746.
- Giuri, P., Mariani, M., Brusoni, S., Crespi, G., Francoz, D., Gambardella, A., Garcia-Fontes, W., Geuna, A., Gonzales, R., Harhoff, D., Hoisl, K., Bas, C. L., Luzzi, A., Magazzini, L., Nesta, L., Önder Nomaler, Palomeras, N., Patel, P., Romanelli, M., and Verspagen, B. (2007). Inventors and invention processes in europe: Results from the patval-eu survey. *Research Policy*, 36:1107–1127.

- Grabowski, H. (2002). Patents, innovation and access to new pharmaceuticals. *Journal of International Economic Law*, 5:849–860.
- Griffith, R., Lee, S., and Reenen, J. V. (2011). Is distance dying at last? falling home bias in fixed-effects models of patent citations. *Quantitative Economics*, 2:211–249.
- Griliches, Z. (1990a). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*.
- Griliches, Z. (1990b). Patent statistics as economic indicators: A survey.
- Griliches, Z. and Mairesse, J. (1983). Comparing productivity growth. *European Economic Review*, 21:89–119.
- Hall, B. and Ziedonis, R. H. (2001). The patent paradox revisited: An empirical study of patenting in the u.s. semiconductor industry, 1979-1995. *RAND Journal of Economics*, 32:101–128.
- Hall, B. H., Jaffe, A., and Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., and Trajtenberg, M. (2001). The nber patent citations data file: Lessons, insights and methodological tools.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., and Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *The Review of Economics and Statistics*, 81:511–515.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., and Vopel, K. (2003). Citations, family size, opposition and the value of patent rights. *Research Policy*, 32:1343–1363.
- Harhoff, D. and Wagner, S. (2009). The duration of patent examination at the european patent office. *Management Science*, 55:1969–1984.
- Henderson, J. V. (2007). Understanding knowledge spillovers. *Regional Science and Urban Economics*, 37:497–508.
- Istat (2023). Report misure di produttività - anni 1995- 2022.
- Jaffe, A. B. and Trajtenberg, M. (1998). International knowledge flows: Evidence from patent citations. *NBER Working Paper No. 6507*.
- Jaffe, A. B. and Trajtenberg, M. (1999). International knowledge flows: Evidence from patent citations. *Economics of Innovation and New Technology*, 8:105–136.

- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., and Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations* downloaded from. *The Quarterly Journal of Economics*, 13.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99:483–499.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development*. *Journal of Monetary Economics*, 12:3–42.
- Mansfield, E. (1986). Patents and innovation: An empirical study. *Management Science*, 32:173–181.
- Marshall, A. (1920). *Industrial Organization, Continued. The Concentration of Specialized Industries in Particular Localities*, pages 222–231. Palgrave Macmillan UK.
- OECD (1968). Gaps in technology.
- OECD (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*.
- Pakes, A. (1986). Patents as options: Some estimates of the value of holding european patent stocks. *Econometrica*, 54:755.
- Park, W. G. (1995). International rd spillovers and oecd economic growth. *Economic Inquiry*, 33:571–591.
- Patel, P. and Soete, L. (1988). International comparisons of activity in fast-growing patent fields. *Science Policy Research Unit, University of Sussex*.
- Robson, M., Townsend, J., and Pavitt, K. (1988). Sectoral patterns of production and use of innovations in the uk: 1945–1983. *Research Policy*, 17:1–14.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98.
- Schankerman, M. and Pakes, A. (1985). Estimates of the value of patent rights in european countries during the post-1950 period.
- Scherer, F. and Harhoff, D. (2000). Technology policy for a world of skew-distributed outcomes. *Research Policy*, 29:559–566.
- Scherer, F. M. (1982). Inter-industry technology flows and productivity growth. *The Review of Economics and Statistics*, 64:627.

- Schmookler, H. U. P. (1966). *Invention and Economic Growth*.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Routledge.
- Schumpeter, J. A. (1939). *BUSINESS CYCLES. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw-Hill Book Company.
- Singh, J. (2005). Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science*, 51:756–770.
- Soete, L. (1987). The impact of technological innovation on international trade patterns: The evidence reconsidered *.
- Soete, L. G. and Wyatt, S. M. E. (1983). The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator. *Scientometrics*, 5:31–54.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function.
- Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. *RAND Journal of Economics*, 21:172–187.
- Trippe, A. (2015). Guidelines for preparing patent landscape reports - guidelines prepared for the world intellectual property organization (wipo) with contributions from wipo secretariat.
- Verspagen, B. (1997). Measuring intersectoral technology spillovers: Estimates from the european and us patent office databases. *Economic Systems Research*, 9:47–65.
- Walsh, V. (1984). Invention and innovation in the chemical industry: Demand-pull or discovery-push? *Research Policy*, 13:211–234.
- Ziedonis, R. H. (2004). Don't fence me in: Fragmented markets for technology and the patent acquisition strategies of firms. *Management Science*, 50:804–820.

Appendice A

Codice variabile	Descrizione variabile
apl_n_id	Identificativo di deposito del brevetto
apl_n_nr	Numero di deposito del brevetto
apl_n_cd	Codice di deposito del brevetto
apl_n_dt	Data di deposito del brevetto
apl_n_yr	Anno di deposito del brevetto
prty_dt	Data di priorità del brevetto
prty_yr	Anno di priorità del brevetto
grnt_dt	Data di concessione del brevetto
grnt_yr	Anno di concessione del brevetto
grnt_lg	Anni trascorsi tra deposito e concessione
grnt_dm	Variabile binaria brevetto concesso o no
apct_nb	Numero di richiedenti del brevetto
invt_nb	Numero di inventori del brevetto
clms_nb	Numero di rivendicazioni del brevetto
sctn_nb	Numero sezioni tecnologiche associate al brevetto
sbcls_nb	Numero di classi tecnologiche assegnate al brevetto
ctry_nb	Numero dei paesi
ctry_cd_appc	Codice del paese associato al richiedente del brevetto
ctry_cd_invt	Codice del paese associato all'inventore del brevetto
frwd_apln_id	Identificativo di deposito del brevetto citante
frwd_pbln_dt	Data di pubblicazione del brevetto citante
frwd_pbln_yr	Anno di pubblicazione del brevetto citante
frwd_cttn_all_nb	Numero totale di citazioni in avanti
frwd_cttn_five_nb	Numero di citazioni in avanti entro cinque anni
frwd_cttn_three_nb	Numero di citazioni in avanti entro tre anni
avg_frwd_cttn_lg	Tempo medio in cui un brevetto è citato
bkwd_cttn_nb	Numero di citazioni a ritroso
avg_bkwd_cttn_lg	Tempo medio delle citazioni a ritroso
gnrlt_nb	Indice di Generalità
orglt_nb	Indice di Originalità