

Imprese, istituzioni e processi innovativi. Un'analisi relazionale delle collaborazioni per l'innovazione nel cluster aerospaziale del Lazio

Alessia Sammarra

Facoltà di Economia Università di L'Aquila
Scuola di Management Università Luiss Guido Carli

Caterina Muzzi

Scuola di Management Luiss Guido Carli

Roberto Dandi

Scuola di Management Luiss Guido Carli

Lucio Biggiero

Facoltà di Economia Università di L'Aquila
Scuola di Management Università Luiss Guido Carli

1.1 Introduzione

La capacità innovativa è considerata sempre di più la risorsa chiave per lo sviluppo e la competitività delle economie moderne. Tale orientamento si è diffuso con successo con la nozione di *National Innovation System* (NIS), che ha animato il dibattito scientifico e ispirato la formulazione delle politiche di sviluppo sin dalla fine degli anni '80 (Freeman 1987, Lundvall 1988, 1992, Nelson 1993, Patel e Pavitt 1994, Maskell et al. 1996). In oltre vent'anni di dibattito, il filone di ricerca sui sistemi di innovazione si è arricchito di ulteriori definizioni e prospettive. Verso la fine degli anni '90, sotto la spinta dei processi di regionalizzazione politica ed economica, si è affermata la de-

finizione di *Regional Innovation System* (RIS) (Cooke et al. 1997, De La Mothe e Paquet 1998). Contemporaneamente, alcuni autori hanno proposto la nozione di *Technological* e *Sectoral System of Innovation* (TIS e SIS), evidenziando l'opportunità di assumere una prospettiva tecnologica e/o settoriale per l'analisi dei processi di innovazione (Carlsson e Stankiewicz 1991, Breschi e Malerba 1997).

Queste diverse definizioni, benché costruite su unità di analisi differenti, condividono lo stesso approccio sistemico allo studio dei processi innovativi. L'elemento centrale e distintivo che contraddistingue e accomuna lo studio dei sistemi di innovazione risiede nella visione allargata, non-lineare e interattiva del processo innovativo. In questa prospettiva di ricerca, la produzione di conoscenza e il processo di innovazione non originano in uno spazio astratto ma si generano in un sistema integrato che giunge a coinvolgere anche aspetti sociali e attori istituzionali. I *componenti* del sistema possono essere sia *attori umani* e *sociali* (ad esempio individui, imprese, banche e altre istituzioni finanziarie, università, istituti di ricerca, agenzie e strutture amministrative e di governo) sia *artefatti tecnologici* (ad esempio tecnologie, prodotti), *legislativi* (regolamentazioni, normative) e *culturali* (tradizioni, norme sociali). Le *relazioni* che legano le diverse parti del sistema si sostanziano nelle interazioni formali ed informali fra componenti legate ai processi di acquisizione, diffusione e sfruttamento economico delle innovazioni.

Il filone di ricerca sui *Sistemi di Innovazione* (SI) recupera ed enfatizza il ruolo che gli attori istituzionali giocano nel determinare la capacità innovativa e, di conseguenza, la competitività dei sistemi regionali, settoriali e nazionali, suggerendo - di fatto - un ripensamento profondo sul ruolo di regolazione e supporto che essi possono svolgere nelle economie moderne. Come evidenziato dal modello della Tripla Elica (Etzkowitz e Leydesdorff 1997), i sistemi di innovazione non dipendono esclusivamente dai processi di apprendimento e diffusione delle innovazioni che coinvolgono gli attori del settore industriale, vale dire le imprese, i clienti e i fornitori, ma dipendono anche dalle interazioni con le altre due eliche dello sviluppo locale, vale a dire le istituzioni politiche e di governo e il sistema formativo e di ricerca. Ad esempio, forti interazioni fra il settore industriale e il sistema universitario (e/o altre istituzioni votate alla ricerca) si sono rivelate uno dei meccanismi più importanti per la nascita e lo sviluppo dei settori ad alta intensità di conoscenza (Cooke 2001; Etzkowitz 2003). Coerentemente con queste evidenze, il trasferimento tecnologico è oggi pensato in una visione più sistemica, che coinvolge tutti gli attori dell'*innovation network* (Smits e Kuhlmann 2004).

Benché il filone di studi sui sistemi di innovazione abbia conosciuto un notevole sviluppo, il contributo che questa prospettiva di ricerca ha fornito in termini di indicazioni di *policy* è tuttora limitato da alcuni problemi metodologici. La maggior parte degli studi sui sistemi di innovazione ha natura qualitativa, e descrive la struttura e i componenti del sistema di innovazione in modo teorico ed astratto. Ai fini di politica industriale, la mancanza di indicatori quantitativi costituisce un chiaro limite alla possibilità di elaborare indicazioni normative o, più semplicemente, di utilizzare metodologie di benchmarking nella formulazione e valutazione delle politiche a supporto dei sistemi di innovazione.

Nel tentativo di contribuire a superare tali limiti, questo studio si propone di elaborare un'analisi quantitativa dei sistemi di innovazione applicando la metodologia della social network analysis. Gli obiettivi specifici che si intende raggiungere sono i seguenti. In primo luogo, sotto il profilo concettuale, questo studio si propone di applicare la nozione stessa di sistema di innovazione in modo concreto e microfondato e non semplicemente metaforico e astratto. Ciò significa individuare i componenti e i confini del sistema di innovazione a partire dall'esistenza di reali legami di interazione fra gli attori che, a diverso titolo, sono coinvolti nel processo innovativo. In secondo luogo, applicando gli strumenti della network analysis, lo studio si pone come obiettivo quello di analizzare e "misurare" attraverso opportuni indici le proprietà strutturali che possono influire sulla performance innovativa del sistema, quali ad esempio la densità e la frammentazione. Infine, spostando l'attenzione dalle proprietà della rete nel suo complesso a quelle dei singoli nodi che la costituiscono, lo studio intende individuare il ruolo giocato dai diversi attori e, in particolare, quello svolto dagli attori istituzionali.

Il sistema di innovazione analizzato in questo contributo è il sistema aerospaziale del Lazio. Esso è stato identificato considerando, al tempo stesso, sia la dimensione tecnologica sia quella regionale. Prima di entrare nel merito dell'analisi del sistema di innovazione in oggetto, lo studio illustra i principali orientamenti teorici e metodologici emersi in letteratura con l'obiettivo di chiarire le assunzioni di base della ricerca e i principali problemi che intende affrontare (paragrafo 2). Di seguito, è esposta la metodologia e il contesto empirico (paragrafo 3). L'analisi del sistema aerospaziale del Lazio è presentata e discussa nel paragrafo 4. Lo studio si chiude con alcune riflessioni di sintesi e spunti per la ricerca futura (paragrafo 5).

1.2 I sistemi di innovazione: acquisizioni e problemi aperti

Nella ormai vasta letteratura sui sistemi di innovazione è possibile distinguere tre approcci principali : (i) *nazionale*, (ii) *regionale/locale* e (iii) *tecnologico/settoriale* in funzione dell'unità di analisi che viene considerata per individuare, sia a livello concettuale sia metodologico, il sistema.

Storicamente il primo approccio ad affermarsi è quello dei NIS proposto inizialmente da Freeman (1987) nel suo studio sul sistema economico giapponese. L'unità di analisi considerata per definire i confini del sistema è quella dello stato/nazione. Lundvall (1992) distingue un'accezione ampia e una restrittiva di NIS. La prima include tutti gli attori che intervengono – a diverso titolo – nel processo di creazione, diffusione e sfruttamento delle innovazioni, mentre la seconda restringe i componenti del sistema agli attori direttamente coinvolti nel processo di creazione delle innovazioni, quali i laboratori di R&S delle imprese, le università e i centri di ricerca pubblici e privati. L'idea cardine dell'approccio basato sui NIS è che la capacità innovativa di un paese è determinata, in una visione olistica e sistemica, da caratteristiche idiosincratiche che ogni nazione presenta in relazione, ad esempio, alla struttura del settore industriale, al ruolo del settore pubblico, all'organizzazione del settore finanziario,

4 Un'analisi relazionale delle collaborazioni per l'innovazione

all'intensità, allocazione e finanziamento delle attività di ricerca e sviluppo. Studi empirici ispirati a questo approccio hanno sviluppato analisi comparative fra diversi paesi nel tentativo di spiegarne la diversa capacità innovativa in relazione alla struttura dei rispettivi NIS (Nelson 1993).

Verso la fine degli anni '90, anche gli studi sui sistemi di innovazione hanno riconosciuto l'importanza della dimensione locale nei processi di sviluppo economico, seguendo una direzione di ricerca già emersa con la riscoperta dei distretti industriali e altre nozioni affini nell'ambito degli studi di economia industriale e di geografia economica. Rispetto al precedente, l'approccio basato sui RIS (Cooke *et al.* 1997, Braczyk *et al.* 1998, De La Mothe e Paquet 1998) riconosce ed enfatizza il ruolo che la prossimità geografica e culturale giocano nel facilitare i processi di creazione, acquisizione e trasferimento di conoscenze e innovazioni fra attori del sistema che operano all'interno di uno specifico territorio. Tali fattori consentono di attivare meccanismi anche taciti ed informali di replicazione delle conoscenze e diffusione delle innovazioni che, al di fuori di un dato contesto territoriale, sarebbero meno efficaci e significativi (Camagni 1991). Tale visione ha trovato supporto empirico nell'osservazione di diversi casi di successo registrati in settori *knowledge-driven* come quelli delle telecomunicazioni, delle tecnologie dell'informazione e delle biotecnologie in cui network di imprese localizzati in particolari regioni hanno registrato performance superiori in termini di capacità innovativa e crescita economica (Saxenian 1994; Storper 1993; Harvard Business School 2002). Questo secondo approccio allo studio dei SI sposta l'unità di analisi da quella macro di stato/nazione a quella meso di regione riconoscendo che, anche all'interno degli stessi confini nazionali, regioni diverse seguono traiettorie economiche e tecnologiche differenti e presentano una struttura differente in termini di SI che contribuisce a spiegarne le diverse performance.

Il terzo approccio definisce i SI non in relazione alla dimensione geografica bensì a quella tecnologica e/o settoriale. In questo caso, gli attori del SI sono legati da interdipendenze generate da complementarità e sinergie tecnologiche più che da quelle scaturite dalla condivisione di uno stesso contesto istituzionale e dalla prossimità spaziale. Carlsson e Stankiewicz (1995, pag. 49) definiscono i TSI come "networks of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure and involved in the generation, diffusion and utilization of technology". Una definizione vicina a quella di TSI è quella di SSI elaborata da Breschi e Malerba (1997, pag. 131), in cui il sistema di innovazione è definito come "the specific clusters of the firms, technologies and industries involved in the generation and diffusion of new technologies and in the knowledge flows that take place among them". Questo terzo approccio evidenzia la necessità di tener conto delle specificità che caratterizzano settori e tecnologie diverse (Malerba 2004). Tali specificità si riflettono nella struttura e nelle caratteristiche del sistema di innovazione e possono esercitare un impatto anche superiore rispetto a quelle legate al contesto geografico, sia esso nazionale sia locale. Questo approccio evidenzia la possibile coesistenza di diversi sistemi di innovazione all'interno di uno stesso paese o regione così come riconosce la possibilità che un TSI/SSI possa travalicare i confini nazionali. L'approccio basato sui TSI e SSI è attento a coniugare l'analisi dei sistemi di innovazione con il riconoscimento dei

processi di internazionalizzazione. La globalizzazione di settori e tecnologie riduce progressivamente la rilevanza dei confini nazionali e sub-nazionali per l'analisi dei sistemi di innovazione in quanto genera forti interdipendenze su scala transnazionale fra gli attori coinvolti nel processo di generazione, acquisizione, diffusione e sfruttamento delle innovazioni in specifiche aree di competenza tecnologica ed economica (Carlsson *et al.* 2002).

Benché i tre approcci illustrati sottendano definizioni diverse di SI, alcuni studiosi hanno evidenziato la necessità di considerare tali approcci come complementari anziché alternativi, individuando proprio nello sforzo di integrazione una delle sfide più importanti che il filone di studi sui SI deve affrontare nel prossimo futuro. Secondo Chang e Chen (2004) ciascun approccio coglie una dimensione indiscutibilmente importante ma di per sé insufficiente per un'analisi esauriente dei processi innovativi. Nelle parole dei due studiosi "it is clear that SIs do not operate in isolation from each other. A pertinent analysis of the SI approach needs to integrate three systemic dimensions: institutional, geographical and technological" (Chang e Chen 2004, pag. 32).

Parallelamente ad uno sforzo di integrazione teorica ed applicativa delle diverse nozioni di SI, la seconda direttrice di sviluppo di questo filone di studi concerne le metodologie di ricerca empirica. Uno dei limiti metodologici comuni a molti studi sui SI riguarda l'operazionalizzazione del concetto stesso di sistema. Un sistema è infatti un insieme di elementi legati da relazioni di interdipendenza. Molti studi qualitativi sui SI si limitano più semplicisticamente a descrivere il sistema come mero insieme/elenco di organizzazioni potenzialmente coinvolte nel processo innovativo senza però definire il contenuto della relazione che dovrebbe costituire concretamente il legame di interdipendenza fra gli elementi del sistema e, di conseguenza, senza verificare l'effettiva esistenza, intensità o direzione di tale legame. Chung (2002), ad esempio, ricostruisce e confronta i sistemi di innovazione regionale coreani sulla base delle università e dei centri di ricerca pubblici e privati presenti in ciascuna regione. Se, da un lato, tale approccio può essere considerato una soluzione sufficientemente valida a stimare la potenziale capacità innovativa di una regione, dall'altro, esso rappresenta un approccio poco soddisfacente a descrivere un sistema di innovazione dal momento che prescinde totalmente dal considerare l'esistenza (o assenza) di quelle relazioni di interdipendenza fra le parti in grado di creare potenziali sinergie (o eventuali freni) tali da rendere il sistema nel suo complesso qualcosa di diverso e ben più complesso della semplice somma degli elementi che lo compongono. Come evidenziato da Chang e Chen (2004, pag. 28) "if innovation is treated as an interactive learning process, then the interactions among actors paves the way for studying innovation using a systemic lens. Put in another way, in order to understand systems of innovation, we must consider not only the major actors but also the interactions among the actors in the system".

Come già riconosciuto da alcuni studiosi nel campo dei SI (Leoncini *et al.* 1996, Leoncini e Montresor 2001, Chang e Shih 2005), una delle strade più promettenti in questa direzione è costituita dall'applicazione della social network analysis allo studio dei SI. La social network analysis consente, infatti, di definire i confini del sistema sulla base di relazioni effettive di interdipendenza fra le parti e, quindi, di applicare

“genuinamente” l’approccio sistemico rivendicato da tutto il filone di ricerca sui SI. Fra i primi contributi in questa direzione sono da annoverare i lavori di (Leoncini *et al.* 1996, Leoncini e Montresor 2001) e Chang e Shih (2005). Gli autori elaborano studi comparativi fra i sistemi tecnologici di diversi paesi basandosi su un’analisi inter-settoriale dei processi di diffusione delle innovazioni. In un contesto inter-settoriale, la diffusione delle innovazioni è incorporata, almeno in parte, nei prodotti che ciascun settore acquista dagli altri. Seguendo questa impostazione, gli autori analizzano la diffusione inter-settoriale delle innovazioni considerando come componenti del sistema i settori e ricostruendo le relazioni di interdipendenza legate ai processi di diffusione delle innovazioni sulla base delle matrici di input-output e dei flussi di spesa o finanziamento in R&D fra settori. Sulla base di questa metodologia, gli strumenti della social network analysis consentono agli autori di misurare le differenze strutturali fra i sistemi di innovazione di diversi paesi e di evidenziare, nei vari casi, quali sono i settori economici che creano più innovazioni e quelli che ne beneficiano in misura maggiore e minore.

A questi primi studi va senza dubbio riconosciuto il merito di aver aperto la strada ad un approccio relazionale allo studio dei sistemi innovativi. Tuttavia, il limite che li accomuna è quello di svolgere l’analisi ad un livello di aggregazione settoriale. Tale livello di analisi macro non riesce a dar conto del processo innovativo inteso come interactive learning, non consente di approfondirne la dimensione sociale e limita molto la capacità di studiare le interazioni fra le tre eliche dello sviluppo. Quest’ultimo punto è esplicitamente riconosciuto da Chang e Shih (2005, pag. 157) che evidenziano come limite del loro studio proprio l’impossibilità di incorporare nell’analisi dei processi di diffusione delle innovazioni il ruolo svolto dal settore della ricerca (università e centri di ricerca) derivante dalla scelta metodologica di misurare i processi di diffusione delle innovazioni sulla base di dati aggregati relativi alla spesa in beni di investimento e beni intermedi. Infine, al di là dei limiti suddetti, tali studi offrono comunque una visione parziale del processo innovativo in quanto si concentrano soltanto sulla fase di diffusione delle innovazioni ma non si occupano di analizzare le fasi di creazione e sfruttamento delle innovazioni, che invece rappresentano parti altrettanto cruciali dell’intero processo.

1.3 Metodologia

La metodologia di ricerca adottata in questo studio si basa su un approccio bottom-up. Infatti, per ricostruire il sistema di innovazione aerospaziale del Lazio, siamo partiti dall’elenco di aziende aerospaziali presenti nella regione Lazio e abbiamo individuato gli altri elementi del sistema chiedendo alle aziende stesse di elencare con quali altre organizzazioni (altre imprese, istituzioni locali, nazionali ed internazionali, università e centri di ricerca) abbiano collaborato per l’innovazione nei tre anni precedenti dalla data della raccolta dati.

Questo approccio rappresenta, sia da un punto di vista metodologico sia sostanziale, un’evoluzione degli studi sui sistemi di innovazione. In primo luogo, lo studio del SI viene microfondato in quanto la sua individuazione parte dalla rilevazione delle

reali collaborazioni per l'innovazione tra gli attori del sistema che in parte possono sfuggire alle rilevazioni a livello macro nella misura in cui non conducono direttamente alla registrazione di un brevetto o alla commercializzazione di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia sul mercato. Questa scelta consente di studiare il processo innovativo in modo più completo poiché non limita l'attenzione alla diffusione delle innovazioni ma coglie anche le relazioni legate alle fasi di creazione e sfruttamento delle innovazioni. In secondo luogo, l'approccio bottom-up adottato consente di rappresentare correttamente tutte e tre le eliche del processo innovativo in quanto ricostruisce la rete allargata di collaborazioni che, a partire dal settore industriale, si estende anche al settore della ricerca e di governo. È da notare che tale metodologia individua gli elementi del sistema a partire dall'esistenza di interdipendenze tecnologiche fra gli attori del processo innovativo che possono estendersi anche al di là di rigidi confini settoriali e geografici nella misura in cui le imprese aerospaziali rispondenti dichiarano di collaborare anche con imprese di altri settori e con organizzazioni localizzate in altre regioni o paesi. Il sistema di innovazione così definito consente quindi di integrare le nozioni di RIS e TIS discusse nel quadro teorico.

Complessivamente la raccolta dati si è svolta nell'arco di 5 mesi da novembre 2004 a marzo 2005. Il campionamento si è svolto in due fasi: in prima battuta è stata effettuata una ricognizione delle aziende laziali appartenenti al settore aerospaziale secondo fonti istituzionali quali le Camere di Commercio, le Agenzie nazionali e regionali per l'aerospazio e l'innovazione (ASI, Filas, Centro Athena) e database online di censimento dell'industria. In questa prima fase sono state effettuate 38 interviste dirette ad aziende aerospaziali localizzate nel Lazio sulla base di un questionario strutturato, la cui compilazione in compresenza richiede circa 45 minuti. In seconda battuta, il campione è stato allargato al fine di includere tutte quelle organizzazioni con le quali le imprese di partenza hanno dichiarato di collaborare applicando una metodologia di campionamento *in itinere* nota nell'ambito della Social Network Analysis come *snowball sampling* (Wasserman e Faust 1994).

Attraverso il questionario strutturato sono stati rilevati sia dati di network sulle collaborazioni inter-organizzative per l'innovazione sia dati attributivi tradizionali come informazioni sulla struttura organizzativa e sul background di ciascuna azienda, dati sull'attività innovativa interna e sulle fonti della conoscenza e dati sulle relazioni con clienti e fornitori.

Per quanto concerne i dati relazionali, delle 38 aziende intervistate, 10 hanno dichiarato di non aver collaborato per l'innovazione negli ultimi 3 anni e sono state quindi escluse dall'analisi in quanto considerate esterne al sistema di innovazione secondo la definizione adottata in questo studio. Le restanti 28 hanno citato 69 organizzazioni tra imprese, istituzioni, università e centri di ricerca.

Il network delle collaborazioni così ricostruito è stato analizzato sia a livello aggregato sia a livello micro, ossia a livello dei singoli nodi. La social network analysis permette infatti di condurre l'analisi a più livelli: dal network nel suo complesso a quello di singole parti, i cosiddetti cluster e componenti, fino ad arrivare ai singoli nodi che compongono la rete (Scott 1991; Wasserman e Faust 1994). A livello di network nel suo insieme sono stati calcolati gli indici di densità e frammentazione (Wasserman e Faust 1994); a livello dei singoli nodi sono stati calcolati gli indici di

centralità (Wasserman e Faust 1994). Le analisi sono state effettuate utilizzando il software UCINET 6 (Borgatti *et al.* 2002).

1.4 Analisi dei risultati

La rappresentazione grafica del SI aerospaziale del Lazio è ricostruita in Fig. 1. Il network è composto da 97 nodi. Per rispettare la richiesta di anonimato delle organizzazioni che hanno accettato di partecipare a questo studio, i nodi del network sono indicati da “etichette fittizie”.

La presenza delle tre eliche nel sistema di innovazione è stata evidenziata graficamente rappresentando i nodi del network in diverso colore (Fig. 1). Il sistema è composto da 70 imprese (nodi di colore rosso), da ben 24 organizzazioni appartenenti al settore della ricerca quali università e centri di ricerca pubblici e privati (nodi di colore blu) e, infine, da 3 organizzazioni appartenenti al settore amministrativo/di governo (nodi di colore nero). Un risultato di particolare rilievo e interesse ai fini delle politiche di sostegno per l'innovazione riguarda proprio il ruolo di primaria importanza rivestito dal settore educativo e della ricerca, che nel complesso pesa per circa il 25%, in termini di numero di nodi sul totale. Questo dato dimostra come sia cruciale il contributo di tale elica per garantire la capacità innovativa del sistema aerospaziale. Scarsa efficacia è quindi da attribuire a politiche per l'innovazione che si rivolgono esclusivamente al settore industriale dimenticando di rafforzare il settore della ricerca e di facilitare l'interazione fra queste due eliche dello sviluppo e dell'innovazione. Tale indicazione assume particolare rilievo nel nostro paese che, rispetto ad altri paesi ad economia avanzata, ancora presenta un sistema della ricerca poco competitivo e scarsamente integrato con l'industria, anche nei settori ad elevato tasso di innovazione e contenuto tecnologico (Owen-Smith *et al.* 2001).

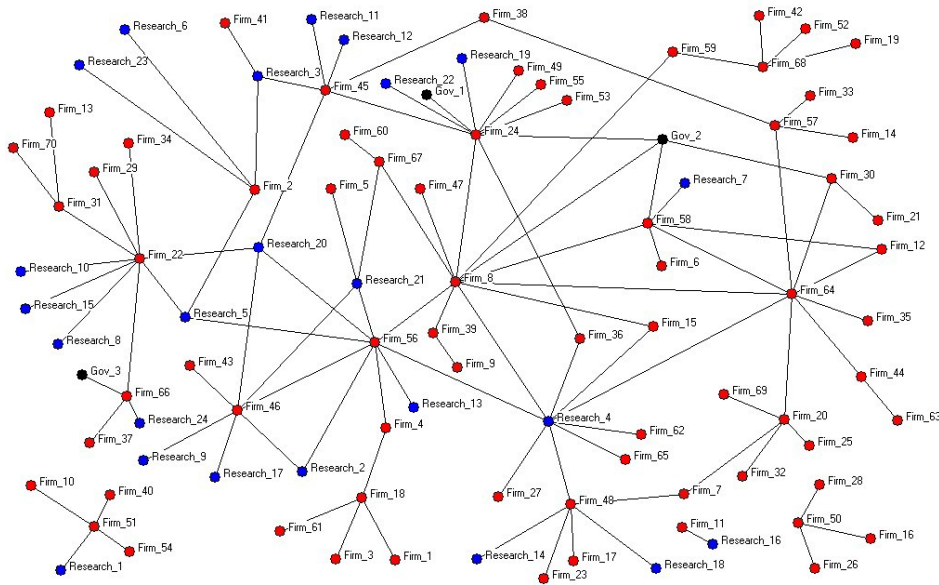


Figura 1 Il sistema di innovazione aerospaziale del Lazio

Il network include numerose imprese non-aerospaziali (ad esempio: Firm_29, Firm_34, Firm_63 sono importanti imprese di telecomunicazioni e Firm_20, Firm_33, Firm_38 aziende leader nel settore dell'informatica). Tale risultato evidenzia come in settori ad elevato contenuto tecnologico, l'aumento della complessità interna dei prodotti e l'accorciamento dei relativi cicli di vita, induce le imprese a cercare competenze tecnologiche eterogenee e a coinvolgere nel processo innovativo aziende che detengono competenze complementari che difficilmente possono essere rinvenute esclusivamente all'interno del proprio settore di attività. Un'altra caratteristica interessante del sistema innovativo in esame concerne il suo grado di apertura all'esterno. Dei 97 nodi considerati, 19 sono organizzazioni estere e 23 organizzazioni localizzate in altre regioni italiane. Questo risultato conferma la necessità, soprattutto in settori globali quali l'industria aerospaziale, di integrare il criterio geografico con quello tecnologico al fine di cogliere i collegamenti che il sistema di innovazione ha con l'esterno.

Dopo aver analizzato la struttura del SI in termini di tipologia e localizzazione degli attori che lo compongono, è interessante mettere in luce alcune caratteristiche morfologiche del network che potrebbero avere un impatto sulla capacità innovativa e che costituirebbero interessanti elementi di confronto con altri sistemi di innovazione. Benché sia poco plausibile ipotizzare una struttura del network capace di ottimizzarne la performance e la capacità innovativa (Ahuja 2000), diverse configurazioni strutturali del SI possono favorire o ostacolare i processi di diffusione delle innovazioni e lo scambio di conoscenze. A livello complessivo di network, due indicatori degni di at-

tenzione sono la densità e il grado di frammentazione. La densità è un indice che misura il rapporto tra il numero delle relazioni effettivamente presenti nel network e il massimo delle relazioni possibili mentre la frammentazione indica il numero dei componenti all'interno del network. Se la frammentazione è 1 allora nel network esistono tanti componenti quanti sono i nodi (tutti i nodi sono sconnessi). Rispetto a tali indicatori, il SI aerospaziale del Lazio presenta una struttura piuttosto interessante caratterizzata, al tempo stesso, da una densità estremamente bassa ($D=0,024$) ma anche da un basso grado di frammentazione, evidenziato dalla presenza di soli 4 componenti all'interno del sistema, di cui il più grande include circa il 90% dei nodi. In altri studi sui SI che hanno adottato una prospettiva relazionale (Leoncini *et al.* 1996; Chang e Shih 2005) la densità è stata considerata come indicatore del grado di coesione interna al sistema. La struttura del SI aerospaziale del Lazio, pur presentando un grado di coesione piuttosto basso, presenta un grado di frammentazione limitato che, almeno potenzialmente, riduce il rischio che un numero elevato di nodi del sistema restino isolati, e quindi, tagliati fuori dal processo innovativo. In effetti, nel sistema analizzato sono emerse solo tre piccole isole completamente staccate dal resto della rete, composte rispettivamente da 5, 2 e 4 nodi.

Spostando l'analisi dal livello complessivo di network a quello dei singoli nodi che compongono la rete, è possibile individuare gli attori chiave del sistema, in virtù della particolare posizione che occupano. A tal fine, sono stati calcolati gli indici di centralità semplice, betweenness centrality e closeness centrality. La centralità semplice (DC) è una misura delle relazioni dirette che insistono su ciascun nodo. Un attore caratterizzato da un'alta centralità semplice costituisce un attore chiave poiché coinvolto direttamente nelle collaborazioni per l'innovazione con un numero elevato di altri attori del sistema. La betweenness centrality (BC) coglie invece la "strategicità" di un nodo che giace sulle geodetiche che connettono gli altri nodi del network. Un'alta BC indica che tale nodo costituisce un ponte, un passaggio obbligato, per i flussi di innovazione all'interno del SI. Infine, la closeness centrality (CC) misura la centralità di un nodo basandosi sulle distanze geodetiche ed esprime la vicinanza di un nodo a tutti gli altri nodi del network. Un nodo con un'alta CC occupa una posizione ottimale nel network per trasferire e/o ricevere informazioni più velocemente rispetto agli altri nodi, costituendo quindi un potenziale nodo-chiave nelle dinamiche innovative. La Tab. 1 mostra i valori registrati dagli attori che cadono nell'ultimo decile delle distribuzioni di centralità ottenute per ciascuno dei tre indicatori utilizzati.

Tabella 1 Organizzazioni più centrali del SI aerospaziale del Lazio

DC normalizzata		BC normalizzata		CC normalizzata	
Firm 8	11,458	Firm 56	33,164	Firm 8	7,425
Firm 20	10,417	Firm 8	30,689	Firm 56	7,396
Firm 22	9,375	Firm 22	20,523	Res 4	7,334
Firm 56	9,375	Res 4	19,733	Res 20	7,218
Firm 64	9,375	Firm 64	18,585	Firm 24	7,213

Res 4	9,375	Res 20	15,009	Firm 64	7,196
Firm 46	7,292	Firm 24	14,754	Res 5	7,132
Firm 45	6,25	Firm 45	12,256	Firm 45	7,132
Firm 58	6,25	Res 5	11,317	Firm 46	7,106
Firm 48	6,25	Firm 48	8,367	Firm 58	7,085
-	-	-	-	Gov 2	7,085
Valore soglia $\geq 5,625$		Valore soglia $\geq 7,610$		Valore soglia $\geq 7,085$	
Media=2,38 D.S.=2,407 Min=1,04 Max=11,46		Media=2,72 D.S.=6,14 Min=0 Max=33,16		Media=6,08 D.S.=1,82 Min=1,04 Max= 9,425	
Centralizzazione=9,27%		Centralizzazione=30,76%		Non calcolabile	

Complessivamente, il primo elemento di interesse che emerge dalla Tab.1, è che solo alcuni attori svolgono un ruolo chiave nel SI aerospaziale del Lazio rispetto a tutte e tre le misure di centralità. Fra questi compaiono 4 imprese (Firm 8, Firm 56, Firm 64 e Firm 45) e un centro di ricerca privato (Res 4). Questi 5 nodi sono riusciti a conquistare una posizione assolutamente strategica nel sistema di innovazione poiché sono gli attori più attivi del sistema, in quanto hanno instaurato il maggior numero di collaborazioni per l'innovazione e, allo stesso tempo, occupano una posizione di crocevia nei flussi di creazione e diffusione delle innovazioni e di maggiore vicinanza a tutti gli altri nodi. Trattandosi di un settore ad elevata intensità di conoscenza non sorprende che fra questi attori sia incluso anche un centro di ricerca privato che, peraltro, non presenta una specializzazione esclusiva nel settore aerospaziale.

Soffermandoci ad analizzare i risultati relativi alla DC, emerge che fra le organizzazioni più centrali troviamo non solo alcune grandi imprese aerospaziali leader in Italia e nel mondo (quali ad esempio Firm 8, Firm 56) ma anche due aziende (Firm 22 e Firm 56) di piccole dimensioni (fra 10 e 49 addetti) e una micro impresa con soli 6 dipendenti (Firm 46). E' interessante notare dunque come la dimensione non sia condizione indispensabile per occupare una posizione strategica all'interno del SI. Alcune aziende minori che operano nel SI aerospaziale del Lazio sono riuscite a sviluppare delle competenze di nicchia che le rendono strategiche nelle collaborazioni per l'innovazione. Del resto, il ricorso "massiccio" a collaborazioni esterne diventa indispensabile anche e soprattutto per queste piccole imprese che pur sviluppando competenze distintive di nicchia non possono fare affidamento solo sulla conoscenza creata al proprio interno per riuscire ad innovare. Per tali imprese, far leva sulle capacità relazionali e di coordinamento (Lorenzoni e Lipparini, 1999) rappresenta quindi una risorsa strategica chiave per riuscire ad essere competitive in un settore ad elevato contenuto tecnologico.

Passando ad analizzare i risultati relativi alla BC, il primo elemento di interesse che emerge è che fra gli attori chiave individuati, oltre al centro di ricerca privato già menzionato, compaiono uno dei grandi atenei pubblici della capitale (Res 20) e un grande centro di ricerca pubblico (Res 5). Questi due attori, pur non essendo fra i più importanti in termini di numero di collaborazioni attivate, svolgono un ruolo chiave

all'interno del SI aerospaziale del Lazio per la particolare posizione di ponte che occupano.

Infine, i risultati relativi alla CC, oltre a confermare la strategicità di alcuni nodi già evidenziati dalle altre misure di centralità, fanno emergere come nodo chiave anche un attore appartenente alla terza elica del SI: il governo. Nel caso specifico si tratta della sede laziale di un'importante organizzazione intergovernativa europea (Gov 2). Pur non essendo coinvolta in modo preminente in collaborazioni per l'innovazione con gli altri attori del SI, questa organizzazione è tra le più vicine agli altri nodi e può svolgere un ruolo cruciale nel trasferimento di informazioni e altre risorse strategiche per l'innovazione agli altri attori della rete. Il ruolo importante che questa terza elica svolge all'interno del SI può essere considerato un risultato atteso considerando le specificità dell'industria aerospaziale che costituisce sicuramente uno dei settori economici maggiormente influenzati dalle politiche dei governi nazionali e sovranazionali, che svolgono al tempo stesso il ruolo di regolatori, finanziatori e principali clienti.

1.5 Conclusioni

Questo studio ha presentato un'analisi del SI aerospaziale del Lazio basata sull'applicazione della social network analysis. La metodologia illustrata ha consentito di microfondare la mappatura del sistema e rappresentare tutte e tre le eliche del processo innovativo ricostruendo la rete allargata di collaborazioni per l'innovazione che, a partire dal settore industriale, si estende anche al settore della ricerca e di governo.

Il network delle collaborazioni così ricostruito è stato studiato sia a livello aggregato sia a livello micro evidenziando, da un lato, quelle caratteristiche strutturali che potrebbero influire sulla performance innovativa del sistema nel suo complesso e, dall'altro, quegli attori in grado di svolgere un ruolo strategico nel sistema in virtù della particolare posizione che occupano. Tali analisi possono fornire indicazioni rilevanti sia ai policy maker chiamati a formulare (o valutare) politiche volte a supportare l'innovazione nel sistema aerospaziale del Lazio sia ai manager delle imprese ed istituzioni che operano nel sistema chiamati a formulare (o valutare) strategie volte a rafforzare la capacità innovativa e la competitività della propria organizzazione.

Questo studio presenta diversi limiti. Una delle direttrici di sviluppo più urgenti riguarda la necessità di rilevare anche indicatori di performance del sistema e dei singoli nodi al fine di poter testare ipotesi che mettano in relazione struttura del network e posizione dei nodi e performance innovativa.

Bibliografia

- Ahuja G. (2000) Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly* 45: 425-455.
- Breschi S. and Malerba F. (1997). Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In: Edquist C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*. London, Washington: Pinter.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. *Ucinet 6 for Windows*. Harvard: Analytic Technologies.
- Camagni, R. (1991). Introduction: from the local "milieu" to innovation through cooperation networks, in Camagni, R. (ed.), *Innovation networks: spatial perspectives*. Belhaven Press, London, 1-9.
- Carlsson B. and Stankiewicz R. (1991) On the nature, function and composition of technological systems, *Journal of Evolutionary Economics*, 1: 93-118.
- Carlsson B. and Stankiewicz R. (1995) On the nature, function and composition of technological systems. In Carlsson B. (Ed.), *Technological systems and economic performance*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Carlsson B., Jacobsson S., Holmén and Rickne A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues, *Research Policy*, 31: 233-245.
- Chang, Y.C. and Chen M.H. (2004). Comparing approaches to systems of innovations: the knowledge perspective, *Technology in Society*, 26: 17-37.
- Chang P.L. and Shih H.Y. (2005). Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in Taiwan and China: A network analysis, *Technovation*, 25: 155-169.
- Chung S. (2002). Building a national innovation system through regional innovation systems, *Technovation*, 22: 485-491.
- Cooke P., Uranga M., Etxebarria G. (1997). Regional innovation systems: institutional and organizational dimension. *Research Policy*, 26: 475-491.
- Cooke, P. (2001). New Economy Innovation Systems: Biotechnology in Europe and the USA. *Industry and Innovation*, 30-46.
- De la Mothe J., Paquet G. (Eds.) (1996). *Evolutionary economics and the new international political economy*. London: Pinter.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as 'quasi firms': the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32: 109-121.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell Academic.
- Freeman C. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Frances Pinter.
- Harvard Business School (2002) *Cluster Mapping Project*, Institute for Strategy and Competitiveness, Cambridge, MA.
- Leoncini R., Maggioni M.A. and Montresor S. (1996). Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany, *Research Policy*, 25: 415-430.
- Leoncini R. and Montresor S. (2001). *A comparative analysis of core and extra-core relationships in technological systems*, Paper presented at the 2001 DRUID Conference.
- Lorenzoni, G., & Lipparini A. (1999). The Leveraging of Interfirm Relationships as a Distinctive Organizational Capability: A Longitudinal Study, *Strategic Management Journal* 20, 317-38.

- Lundvall, B-Å. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg G. & Soete L. (Eds.). *Technical Change and Economic Theory* (pp. 349-369). London: Pinter
- Lundvall, B-Å. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- Malerba, F. (2004). Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In Fagerberg, J., Mowery, D.C., & Nelson, R.R. (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 380-406). Oxford: Oxford University Press.
- Maskell P., Eskelinen H., Hannibalsson I., Malmberg A., Vatne E. (1996). *Employment and growth in the knowledge-based economy*. Parigi: OCSE.
- Nelson, R. (1993) *National Innovation Systems: A comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Owen-Smith J., Riccaboni M., Pammolli F., and Powell W.W. (2001). A comparison of U.S. and European university-industry relations in life sciences, *Management Science*, 0: 1-19.
- Patel P. and Pavitt K. (1994). Technological competencies in the world's largest firms: complex and path-dependent, but not too much variety, *Research Policy*, 23: 533-546.
- Saxenian A. (1994) *Regional Advantage*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Scott J. (1991). *Social network analysis: A Handbook*, London: Sage.
- Storper M. (1993) Regional Worlds of Production: Learning and Innovation in the Technology Districts of France, Italy and the USA, *Regional Studies*, 27, 433-55.
- Smits, R., & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *International Journal of Foresight and Innovation Policy* 1(1-2): 4-32.
- Wasserman S., Faust K. (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press.