

**Angelo Bonomi  
Paolo Marengo**

**L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA  
NEI DISTRETTI INDUSTRIALI ITALIANI**

**BOZZA DELL'OPERA**

**Settembre 2008**

## **INDICE**

Prefazione

1. Introduzione
2. Distretti e complessità
3. Tecnologia e innovazione tecnologica
4. Trasferimenti di tecnologia e know how
5. Brevetti e licenze
6. Strutture e processi nei distretti industriali
7. Generazione d'innovazione tecnologica nei distretti
8. Gestione dei progetti cooperativi di R&S
9. Promozione dell'innovazione tecnologica nei distretti
10. Conclusioni

Note bibliografiche

## **PREFAZIONE**

Questo libro rappresenta il rifacimento di un libro precedente, non pubblicato, ma presente nel sito [www.complexitec.org](http://www.complexitec.org) dal 2008 al 2016 come documento nel settore formazione e divulgazione, nato da un'esperienza con l'Ing. Paolo Marengo per lo sviluppo d'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani. Esso era arricchito da definizioni e concetti utili a comprendere l'innovazione pubblicati in lavori di ricerca nel campo della scienza della complessità svolta in particolare al Santa Fe Institute.

## 1. INTRODUZIONE

Questo libro è nato dall'esperienza avuta dagli autori in circa quindici anni di lavoro per generare, gestire e promuovere studi e progetti nel campo dell'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani e in particolare nei distretti della rubinetteria e del valvolame esistenti nell'Alto Novarese e nel Lumezzane. Altri distretti sono stati anch'essi coinvolti, anche se in misura minore, in questo lavoro come nel caso del casalingo della Provincia del Verbano-Cusio-Ossola e della Provincia di Brescia e quello del lapideo presente nel Nord della Sardegna e nell'Ossola.

L'obiettivo di questo libro è duplice, da una parte esso vuole presentare una visione delle strutture e dei processi, osservati dall'interno dei distretti, che coinvolgono le attività di innovazione tecnologica e d'altra parte presentare approcci innovativi per promuovere e realizzare innovazione tecnologica in questi ambiti, approcci basati su risultati di esperienze piuttosto che di speculazioni. Per queste ragioni crediamo che questo libro possa interessare imprenditori o tecnici attivi in particolare nei distretti industriali che vogliono prendere in considerazione i modelli e gli approcci descritti nelle loro strategie di innovazione, universitari e ricercatori che si interessano all'applicazione delle loro ricerche nell'ambito dei distretti come pure funzionari di amministrazioni pubbliche che hanno il compito di promuovere la ricerca & sviluppo (R&S) nell'ambito della piccola e media impresa (PMI) e in particolare nei distretti industriali.

L'innovazione tecnologica è un tema molto scottante in Italia che come paese presenta un tasso di investimento in questa attività preoccupatamente basso rispetto a quello degli altri paesi altamente industrializzati. La struttura industriale italiana, composta prevalentemente da PMI, anche se in molti casi collegate tra di loro nel quadro di distretti industriali, è sicuramente una delle cause dei bassi tassi di investimento in R&S dovuti alle difficoltà che ha la PMI di effettuare in maniera continuativa e sostenuta questo tipo di attività. Questa considerazione è alla base di tutti gli sforzi messi in atto sia in Italia che in Europa per promuovere l'innovazione tecnologica presso questo tipo di industria. In questo libro si sostiene la tesi, risultante dalle osservazioni fatte nel nostro lavoro, che i distretti industriali italiani, sotto molti aspetti, non si possono considerare un semplice insieme di PMI singole fabbricanti lo stesso tipo di prodotto e operanti in uno stesso territorio, come generalmente sono considerati dalle amministrazioni, né naturalmente sono assimilabili a una grande impresa che tra l'altro, per l'innovazione tecnologica, dispone di laboratori e può contare su studi e consulenze di grandi scuole di management internazionali di cui può sostenere i costi. Il distretto industriale, che è così importante nel quadro della struttura industriale italiana, giace, da un punto di vista dell'innovazione tecnologica, largamente incompreso in un limbo in attesa che la sua evoluzione interna o un'azione di promozione dell'innovazione tecnologica esterna finalmente adatta alla sua natura possa renderlo capace di affrontare i problemi tecnologici generati dalla globalizzazione dei mercati e delle produzioni. Uno degli aspetti più importanti che differenziano i distretti industriali dalle PMI e dalla grande industria è l'importanza che assumono in questo caso i progetti cooperativi di innovazione tecnologica, i soli ad avere nel distretto una diffusione tecnologica e un impatto socioeconomico di rilevante importanza, ed è quindi su questo tipo di cooperazioni che sono stati fatti gli sforzi più importanti del nostro lavoro affrontando problematiche nuove che si differenziano da quelle conosciute per la promozione di progetti di R&S nelle PMI isolate o la grande industria.

Da un punto di vista metodologico il libro presenta una descrizione delle strutture e dei processi dei distretti dal punto di vista tecnologico in maniera alquanto differente da quanto già fatto nella vasta letteratura esistente su questo argomento. Nel nostro approccio i distretti sono considerati come un sistema complesso che si forma ed evolve spontaneamente attraverso varie forme di auto-organizzazione. I suoi comportamenti e i risultati statistici (numero di aziende, addetti, fatturati,

profitti, scelte tecnologiche, ecc.) emergono sia dalle interazioni interne al distretto che da quelle esterne dovute dell'ambiente in cui opera e costituito dagli andamenti economici e sociali generali, dalle competizioni esterne al distretto e dall'evoluzione del quadro amministrativo e politico. Si tratta quindi di una descrizione del distretto fatta secondo un approccio di tipo "biologico" che lo definisce sulla base del tipo dei processi che lo caratterizzano piuttosto che sulla sua dimensione o sulla caratterizzazione territoriale che in certi casi abbiamo potuto osservare perdere di significato. L'attenzione è quindi portata soprattutto ai processi interni al distretto sui quali si può contare per la generazione spontanea di strutture portatrici di innovazione tecnologica. Questo approccio non tradizionale ha avuto ad esempio successo nei distretti della rubinetteria e valvolame in cui si sono potuti fare gli sforzi necessari in questo senso e dove attraverso la conduzione di vari progetti cooperativi di innovazione tecnologica si è potuto infine generare spontaneamente un consorzio per la R&S, il Consorzio Ruvaris, che promuove e gestisce vari progetti di R&S in maniera continuativa per il distretto. E' nostra convinzione che questo nuovo tipo di approccio possa essere vincente anche in altri distretti dove il rinnovamento tecnologico è importante per la loro conservazione e sviluppo.

## 2. DISTRETTI E COMPLESSITA'

Non è certamente difficile dimostrare la complessità delle strutture e dei processi che caratterizzano l'attività dei distretti industriali italiani. Il 19 e 20 di giugno 2001 venne tenuta a Milano una conferenza internazionale dal titolo "Complessità e Distretti Industriali: Dinamica e Modelli in Teoria e Pratica" organizzata dalla Fondazione Comunità e Innovazione, e i cui atti sono stati pubblicati (1). A questa conferenza parteciparono alcune figure scientifiche eminenti sul piano internazionale come il Prof. Murray Gell-Mann, premio Nobel per la fisica, con una conferenza sulla natura della complessità (2). Il Prof. Gell-Mann è stato anche uno dei fondatori del Santa Fe Institute nel New Mexico che rappresenta uno dei più importanti centri di studio sulla scienza della complessità e a cui sono collegate altre due figure che hanno partecipato a questo convegno: il Prof. J. H. Holland con una conferenza sui sistemi complessi adattativi (3) e il Prof. D.A. Lane con una conferenza su una possibile teoria dei distretti industriali (4). La scienza della complessità può quindi essere di aiuto per comprendere certi aspetti dei distretti industriali e la sua natura transdisciplinare permette di utilizzare concetti, modelli e strumenti concettuali sviluppati per discipline scientifiche specifiche, come ad esempio in biologia, per poi essere utilizzati in discipline in campi completamente diversi come ad esempio l'economia o il sociale. Questo libro si è ispirato profondamente a questo approccio basato sulla complessità dove ha trovato modelli e interpretazioni utili a spiegare le strutture e i processi che riguardano l'innovazione tecnologica e che si possono osservare all'interno dei distretti industriali italiani. Questo studio della relazione tra complessità e distretti industriali si riallaccia quindi ad alcuni lavori effettuati dal Santa Fe Institute, le cui idee e storia della fondazione sono state riportate dal giornalista scientifico M.M. Waldrop, in un suo libro (5)

Prima di entrare in merito nella presentazione e discussione degli argomenti di questo libro si è ritenuto utile per una migliore comprensione presentare alcune definizioni, concetti e strumenti concettuali, tipici della scienza della complessità dandone quindi alcuni esempi reali di applicazione, poi sviluppati poi capitoli successivi. Gli argomenti toccati da questa presentazione preliminare riguardano la definizione di sistema complesso e i suoi comportamenti non lineari, i fenomeni di retroazione che si manifestano attraverso cicli di eventi, la presenza di strutture di tipo frattale e di leggi statistiche di tipo esponenziale (*power law*) sulla dimensione degli eventi, le reti e uno strumento concettuale che si rivela molto utile nella spiegazione di certe dinamiche come il paesaggio di fitness e con cui si possono interpretare fenomeni come la co-evoluzione e l'efficienza dei sistemi complessi.

### 2.1. Sistemi complessi

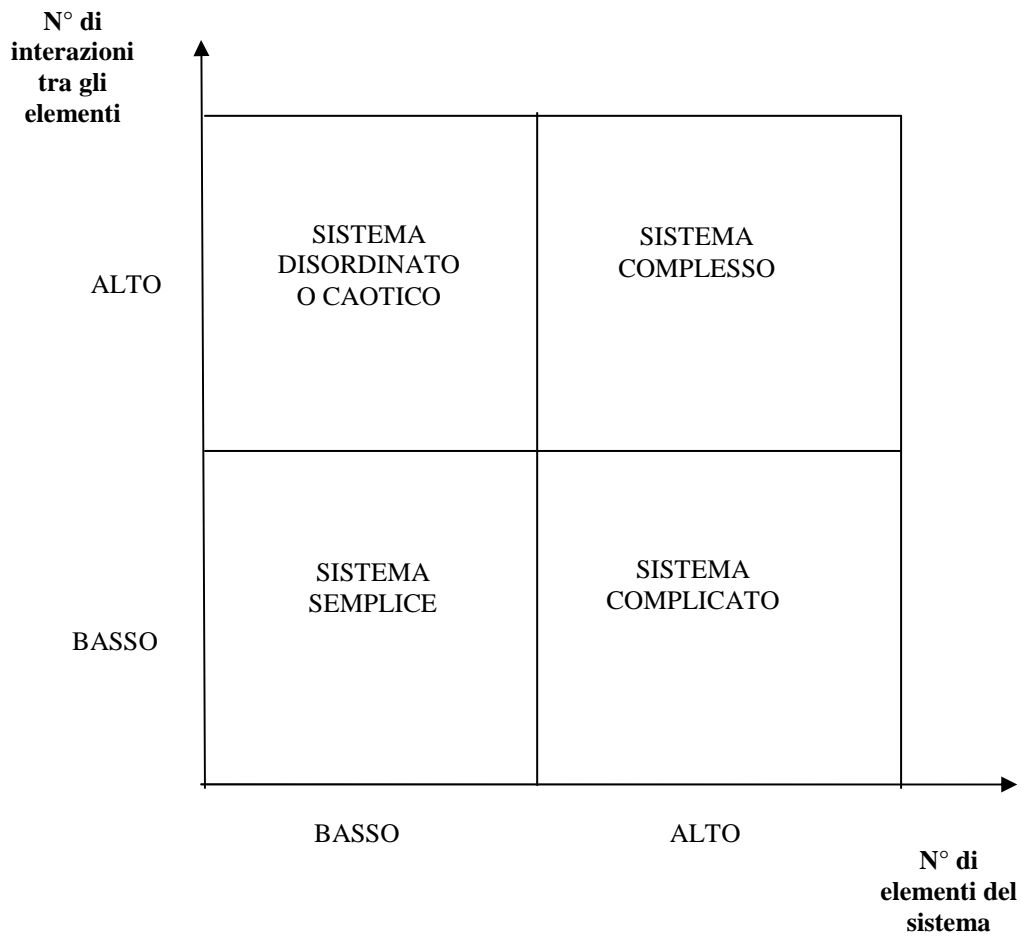
Non è facile dare una definizione generale di sistema da cui trarre la definizione delle caratteristiche di un sistema complesso. In un'opera divulgativa della scienza della complessità di A. Gandolfi (6), l'autore definisce come sistema un'entità organica, globale e organizzata composta da numerose parti mentre non attribuisce lo statuto di sistema a un insieme non organizzato di elementi, come ad esempio un mucchio di sabbia composto di granelli appoggiati disordinatamente l'uno sull'altro. Si tratta di una definizione naturalmente limitativa, poiché per sistema potremmo intendere qualsiasi porzione di universo reale o idealizzata che intendiamo studiare e quindi anche il caso di un mucchio di sabbia. L'autore comunque a partire dalla sua definizione arriva a una classificazione importante dei sistemi divisi in sistemi semplici, sistemi complicati e sistemi complessi. Un sistema composto da pochi elementi organizzati tra loro con delle relazioni in numero limitato può essere definito semplice, come ad esempio una macchina semplice come la carrucola. Se il sistema possiede molti elementi in cui le relazioni sono comunque limitate e ben conosciuto il sistema è complicato, è il caso dell'orologio meccanico. Un sistema complicato è prevedibile nella misura che

possiamo conoscere tutti gli elementi del sistema e le relazioni che legano questi elementi. In un sistema complesso, gli elementi e le relazioni sono in generale numerosi e non è praticamente possibile conoscerli tutti con la conseguenza che la prevedibilità del sistema risulta bassa se non addirittura impossibile. Nonostante questo molti sistemi complessi presentano comportamenti specifici che si possono conoscere e che permettono in alcuni casi una certa prevedibilità e possibilità di influenzare il loro comportamento.

Per le nostre applicazioni nel campo dei distretti e dell'innovazione tecnologica è utile partire da una definizione di sistema simile alla precedente considerandolo come un insieme di elementi che interagiscono tra di loro e quindi descrivili sulla base del numero degli elementi e dei vari tipi di interazioni possibili. Questo sistema è rappresentabile come un grafo in cui gli elementi sono dati dai nodi e le interazioni dalle connessioni tra i vari nodi. A seconda del numero di elementi e di interazioni il sistema si può considerare semplice, complicato o complesso come rappresentato indicativamente nei quadranti della Fig. 2.1. Se il sistema è composto da pochi elementi e poche interazioni esso sarà semplice. Se il sistema ha numerosi elementi ma un numero di interazioni limitate esso sarà complicato. Se invece il sistema è caratterizzato sia da numerosi elementi che da numerose relazioni esso diventa complesso. Infine, se il sistema ha un numero di interazioni molto elevato rispetto al numero degli elementi esso tende a diventare disordinato e caotico. Sulla base di queste definizioni è chiaro che un distretto industriale si presenta come un sistema complesso. Se si considerano semplicemente le aziende che ne fanno parte, il loro numero non è detto che sia conosciuto con precisione, anche se conosciamo molti tipi di interazioni che avvengono tra le aziende, non siamo sicuri di conoscerli tutti, inoltre è escluso che possiamo dare una descrizione completa delle interazioni esistenti tra le varie aziende e ancor meno seguire in dettaglio la loro dinamica nel tempo e misurarne la loro intensità. Potrebbe sembrare così impossibile studiare la complessità dei distretti per i quali la conoscenza degli elementi e delle interazioni è così largamente incompleta. Nella realtà il caso dei distretti è da un punto di vista della complessità simile a quello degli organismi pluricellulari, di cui non si ha ne una conoscenza precisa del numero di cellule ne delle loro interazioni, senza che questo però abbia impedito alla biologia di farne oggetto di studio e ottenere un buon numero di risultati osservando ad esempio l'esistenza in questi sistemi di comportamenti ricorrenti e fenomeni osservabili di auto-organizzazione. Lo stesso approccio può quindi essere effettuato anche nel caso dei distretti che naturalmente presentano accanto a un certo numero di analogie anche delle differenze importanti rispetto al modello biologico e che devono essere prese in conto nell'uso di concetti transdisciplinari.

Lo studio dei sistemi avviene generalmente attraverso l'elaborazione di modelli. Nel caso di sistemi semplici o complicati i modelli elaborabili possono essere molto precisi e dare previsioni di comportamento con un'attendibilità anche molto elevata. Nel caso di sistemi complessi i modelli che si possono sviluppare sono invece approssimati, spesso coprono solo alcuni aspetti del comportamento del sistema e hanno in genere una bassa capacità di previsione. Un modello sviluppato per un sistema complesso quindi raramente riesce a essere valido, pur con molte limitazioni, per l'insieme del comportamento del sistema ed è quindi interessante nella misura che riesce comunque a spiegare almeno alcuni suoi aspetti. Un modello di sistema molto usato nella scienza della complessità è chiamato *sistema complesso adattativo* (in inglese: Complex Adaptive System o CAS). Secondo J.H. Holland (3) esso ha le tre caratteristiche seguenti:

- Consiste in un grande numero di componenti interagenti, usualmente chiamati agenti, che a loro volta possono essere altrettanti sistemi complessi.
- Gli agenti utilizzano proprie strategie interagendo tra di loro in maniera non additiva e quindi non lineare facendo emergere comportamenti specifici al sistema

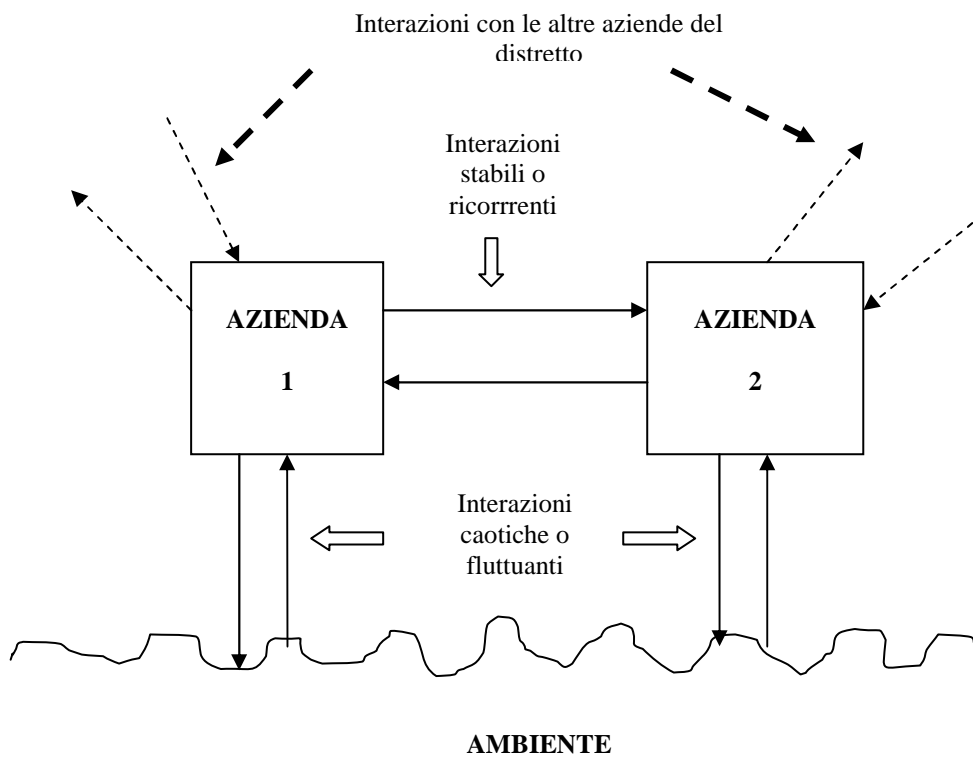


**Fig. 2.1. Tipo di sistema in funzione del numero di elementi e interazioni**



- Gli agenti del sistema possono apprendere e modificare le loro strategie e quindi adattare loro stessi e il sistema agli eventi esterni

L'applicazione del modello di sistema complesso adattativo ai distretti industriali italiani è stata studiata da Rullani (7) per spiegare il comportamento generale di queste entità. Nel nostro caso non utilizzeremo tuttavia questo modello ma uno simile basato sui *sistemi autopoietici* e che si adatta meglio, secondo la nostra esperienza, al caso specifico dell'innovazione tecnologica nei distretti. Un sistema autopoietico è un sistema la cui esistenza non può essere separata dalla sua attività. Ad esempio un'automobile non è un sistema autopoietico poiché essa può esistere anche quando è ferma e non ha attività di movimento, al contrario, sistemi come le forme viventi, i distretti industriali o anche le stesse aziende cessano di esistere quanto le loro attività interne o verso l'esterno si arrestano. Questo tipo di sistemi è stato studiato in particolare da due biologi cileni, H. Maturana e F. Varela, applicandolo ad esempio al comportamento degli organismi pluricellulari, e i cui studi sono stati riassunti in un'opera (8) molto conosciuta dagli studiosi della scienza della complessità. Un organismo pluricellulare è composto da numerose cellule che possono avere strutture diverse ma che appartengono a una stessa organizzazione. Esse sono strutturalmente connesse con interazioni soprattutto stabili o ricorrenti tra di loro, mentre l'ambiente esterno tende a perturbarle in maniera caotica o fluttuante. Questi sistemi manifestano comportamenti evolutivi sia verso l'espansione con l'incremento e la specializzazione delle cellule con un ambiente favorevole, sia verso il declino e l'estinzione in caso di perturbazioni esterne a cui il sistema non riesce a far fronte. Se sostituiamo nel sistema le cellule con le aziende del distretto e l'organismo pluricellulare con il distretto, avremo anche qui un ambiente esterno che li influenza costituito dalla situazione socio-economica e politica, dall'evoluzione tecnologica e da impatti come la globalizzazione del commercio e delle produzioni in grado di perturbare il sistema. In questo modo otteniamo un modello di sistema autopoietico valido per i distretti industriali. Un aspetto importante dei sistemi autopoietici, come anche di altri sistemi complessi, è la loro *robustezza*. Nei sistemi che si formano spontaneamente essa corrisponde alla resistenza che oppongono alle interazioni esterne che tendono a distruggerli, nel caso invece di sistemi progettati la robustezza è intesa invece come la resistenza a impatti a cui non sono stati progettati per resistere. Poiché i sistemi autopoietici spontanei hanno in generale una storia evolutiva fatta di cambiamenti e selezione a fronte di una grande variabilità dell'ambiente essi sono sovente più resistenti agli impatti esterni rispetto ai sistemi progettati per i quali è molto difficile prevedere nel progetto tutti gli impatti possibili che possono subire. Nella Fig. 2.2 abbiamo schematizzato una porzione di un sistema autopoietico costituito da due aziende del distretto con le loro interazioni interne e con l'ambiente.



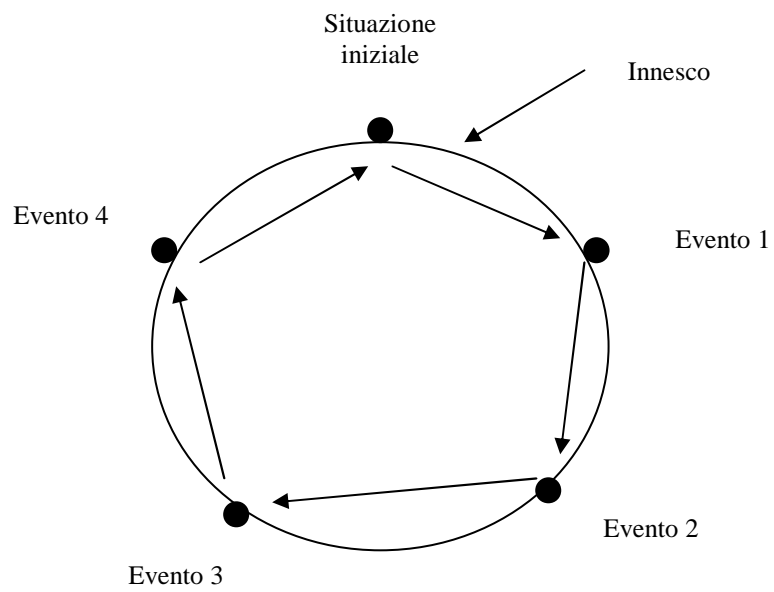
**Fig. 2.2. Modello autopoietico del distretto industriale**

## 2.2. Comportamenti non lineari

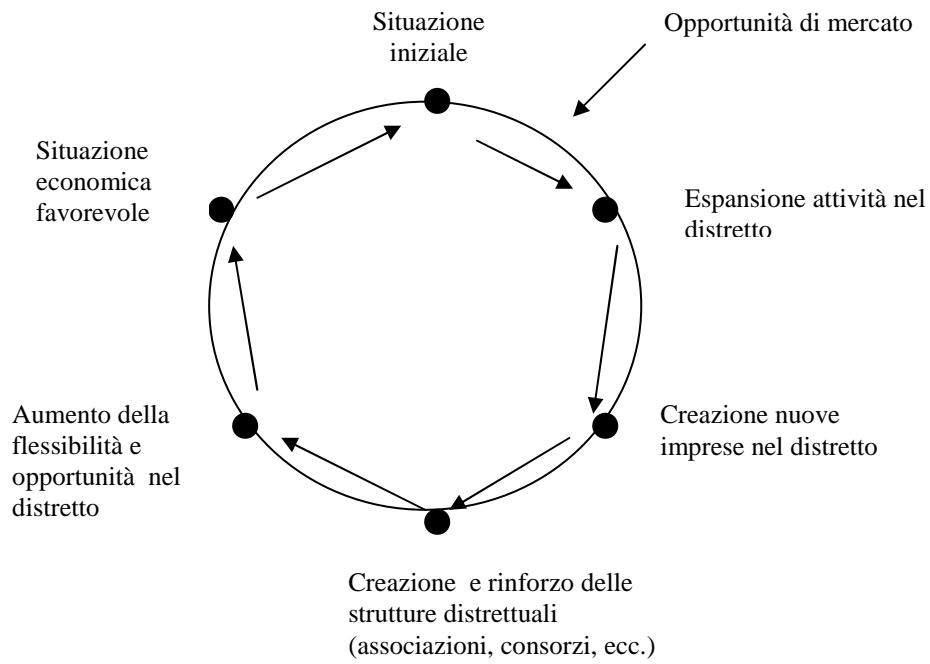
I comportamenti non lineari sono tipici dei sistemi complessi e quindi anche dei sistemi autopoietici. Essi si manifestano attraverso l'inesistenza di proporzionalità tra la dimensione della perturbazione e quella dell'effetto sul sistema. In altre parole il sistema riesce, attraverso processi interni a modificarsi poco anche in presenza di grandi perturbazioni ovvero ad avere effetti importanti a seguito anche di piccolissime cause che agiscono in presenza di particolari configurazioni del sistema. Si tratta in questo ultimo caso del famoso "effetto farfalla" in meteorologia che afferma che in particolari condizioni un battito d'ala di una farfalla nella foresta amazzonica è in grado di causare dopo qualche settimana, un uragano nel golfo del Messico. Sul piano delle perturbazioni un sistema autopoietico tende sempre a conservare una certa omeostasi reagendo in maniera non lineare alle perturbazioni e solo in certi casi l'importanza e la natura della perturbazione possono sconvolgere il sistema e portarlo all'estinzione. Questi comportamenti non lineari del distretto si possono osservare tutti i giorni come ad esempio nel caso di aumenti del costo delle materie prime o l'apparizione di concorrenze importanti sul mercato. Ad esempio, nel settore della rubinetteria, il prezzo dell'ottone è raddoppiato in pochi anni accompagnato dall'invasione di prodotti a basso costo dalla Cina senza però avere conseguenze di grande importanza sulla parte vitale del distretto. Queste perturbazioni possono essere fatali per alcune aziende ma non per l'insieme del distretto e solo in certi casi possono portare a un declino fino alla sparizione del distretto. Riguardo invece alle piccole cause che possono generare grandi effetti esse sono molto più difficile da scovare, tuttavia, gli autori hanno potuto sperimentare personalmente un effetto di questo tipo nei distretti della rubinetteria. Nella primavera del 1996, uno degli autori, Paolo Marengo, allora direttore del Tecnoparco del Lago Maggiore, incontrò un imprenditore del distretto della rubinetteria che gli sottopose un problema di corrosione alla ricerca di possibili soluzioni attraverso il Tecnoparco. Poco tempo dopo il direttore ebbe un incontro con l'altro autore, Angelo Bonomi, consulente nel campo dell'innovazione tecnologica, che, discutendo dell'incontro precedente, propose di condurre uno studio multicliente con le aziende del distretto. Infatti, per la loro similarità, esse dovevano avere sicuramente dei problemi comuni. Dopo un periodo di sondaggi e riunioni con questa industria, nel gennaio 1997 venne lanciato uno studio di identificazione di progetti innovativi sui materiali e trattamenti di superficie per questo settore che si concretizzò nel luglio del 1997. Lo studio terminò nel dicembre dello stesso anno raggiungendo un totale di 23 adesioni da parte delle aziende. Uno dei progetti identificati, riguardante l'eliminazione della contaminazione dell'acqua potabile da piombo dalla superficie dell'ottone dei rubinetti, venne giudicato importante e nel giugno 1998 venne fondata, da parte di sei aziende del settore, la società Ruvaris dedicata allo sviluppo di questa tecnologia, obiettivo che venne raggiunto dopo circa due anni con lo sviluppo della tecnologia RUVECO, brevettata e venduta in numerose aziende sia in Italia e all'estero. Dopo alcuni anni dedicati a problemi di controllo e di normativa nel campo dell'acqua potabile, nel 2005, Ruvaris decise di lanciare un secondo studio multicliente nella rubinetteria che venne condotto nel corso dell'anno con l'adesione di 19 aziende e che sfociò non solamente nell'identificazione di vari progetti innovativi ma anche nel 2006 nella trasformazione della società Ruvaris in un consorzio per la ricerca & sviluppo. Questo consorzio ha raggiunto un totale di 27 aziende aderenti e possiede un portafoglio di una decina di progetti per l'innovazione tecnologica in corso o in fase di lancio. Si tratta quindi un buon esempio come un semplice evento, come un incontro, possa generare dopo alcuni anni, se seguito convenientemente, un grande effetto come la realizzazione di un importante consorzio con numerose aziende.

### 2.3. Cicli e retroazioni

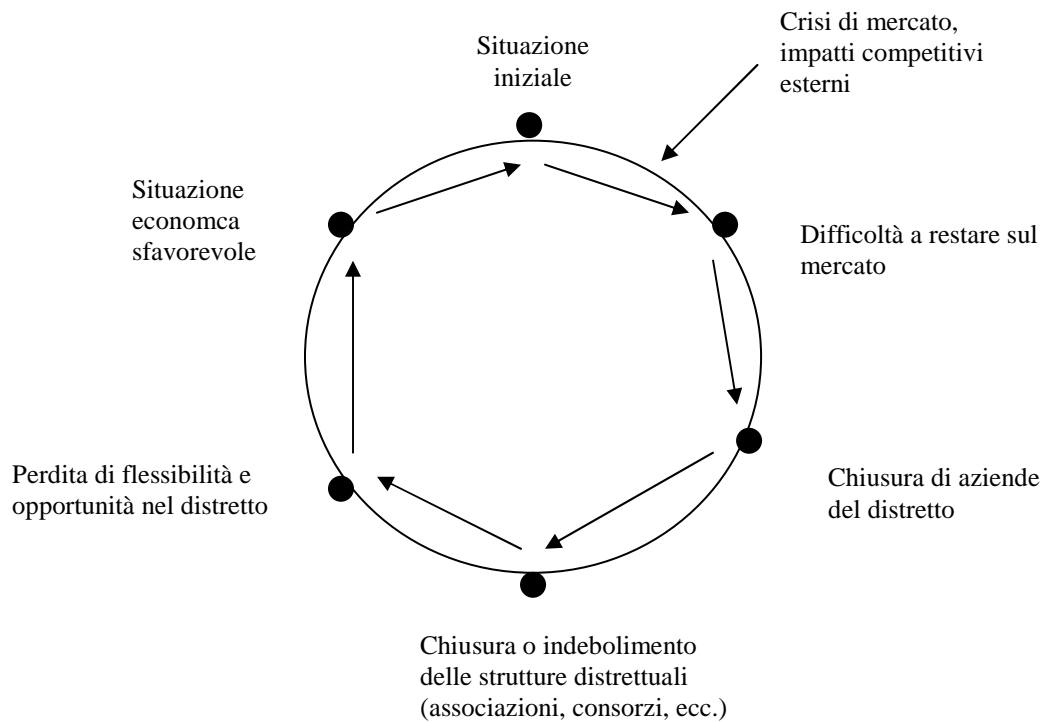
In un sistema complesso gli effetti prodotti da varie cause influenzano sovente le cause stesse che li producono. Questo avviene in molti casi attraverso cicli di eventi che equilibrano, rinforzano o degradano una situazione. Un ciclo di eventi inizia con un primo effetto, qualche volta innescato dall'esterno (trigger), che genera un primo evento a cui seguono una serie di eventi che alla fine influenzano lo stato della situazione iniziale del ciclo che riequilibra la situazione, oppure la rinforza amplificando gli effetti o la indebolisce provocando la degenerazione del sistema. Questo ciclo è schematizzato nella Fig. 2.3. In casi più complessi alcuni eventi di un ciclo possono a loro volta fare parte di altri cicli che si influenzano fra di loro costituendo un cosiddetto iperciclo. Gli ipercicli sono presenti ad esempio nei processi biochimici degli esseri viventi ma vi sono anche casi che ci possono interessare direttamente come per l'attività di ricerca & sviluppo che risulta un evento appartenente sia a un ciclo collegato alla disponibilità di informazioni che a quello di disponibilità di capitali. L'esempio classico di retroazione di equilibrio è quella del termostato: se la temperatura termoregolata diminuisce il termostato scatena una serie di eventi che riscaldano l'ambiente, una volta superata leggermente la temperatura voluta, il termostato interrompe il riscaldamento per riaccendersi, se necessario, quando la temperatura diminuisce di nuovo. Un fenomeno ben conosciuto invece di retroazione positiva è quello dell'incremento esponenziale della popolazione. Se la popolazione di un certo numero di individui genera un numero più elevato di nuovi individui, questi a sua volta genereranno ancora più individui con una crescita esponenziale del numero di individui della popolazione. Questa crescita raggiungerà a un certo punto dei limiti fisici per il suo incrementi (spazio, alimentazione, ecc.) e tenderà a stabilizzarsi o decrescere. L'andamento di questo tipo nello sviluppo dei distretti industriali italiani è stato studiato ad esempio dal Prof. M. Fortis usando l'equazione logistica tipica dell'evoluzione della popolazione negli ecosistemi biologici (9). La presenza di cicli di eventi sociali all'interno di grandi aziende in termini di cicli di retroazione ispirata a idee tipiche della scienza della complessità è stata descritta da due autrici, S. Kelly e M.A. Allison, in un loro libro (10) che descrive le metodologie usate nella ristrutturazione avvenuta con successo della Citibank, una delle più grandi banche americane, alla fine degli anni 90. Lo sviluppo e il declino dei distretti industriali può anch'esso essere descritto attraverso cicli di retroazione di questo tipo. Nella Fig. 2.4 abbiamo schematizzato un primo ciclo che porta allo sviluppo di un distretto e un secondo ciclo che lo porta invece verso un declino. Nel caso di sviluppo del distretto, una situazione iniziale di opportunità di mercato può essere sfruttata da un piccolo gruppo di aziende di un distretto per creare una situazione di espansione. Questa, in un distretto, porta, oltre che a un'espansione delle aziende, anche nella creazione di nuove aziende. La presenza di un numero più elevato di aziende porta alla creazione di nuove strutture distrettuali o al rinforzo di quelle esistenti come associazioni, consorzi, ecc. Il numero più elevato di aziende e la presenza di forti strutture distrettuali porta a un aumento della flessibilità del distretto con attività di subfornitura e di opportunità come lo scambio di persone o conoscenze, disponibilità maggiore di servizi, rendendo il distretto più efficiente e creando una situazione economica favorevole che fa ripartire di nuovo il ciclo nello stesso senso. L'espansione continuerà fino a dei limiti dettati ad esempio dall'accessibilità a nuovi mercati. Nel caso di declino del distretto, una situazione di aziende esistenti subisce un impatto negativo di crisi di mercato e di competizione esterna al distretto che non riesce a superare con le adatte strategie innovative entrando in una situazione di difficoltà a restare sul mercato. Questo produce la chiusura di un certo numero di aziende che a loro volta si ripercuoterà sulle strutture distrettuali con la perdita di importanza o chiusura ad esempio di associazioni o consorzi. La riduzione del numero di aziende e l'indebolimento delle strutture distrettuali farà perdere di flessibilità al distretto con maggiori difficoltà nella subfornitura e la riduzione o scomparsa di scambio di informazioni e servizi. Tutto questo renderà il distretto meno efficiente con ripercussioni economiche sfavorevoli che andranno a peggiorare la situazione difficile del mercato e della competizione esterna facendo ripartire il ciclo con ulteriore declino fino



**Fig. 2.3. Esempio schematico di un ciclo di retroazione**



**CICLO DI SVILUPPO DEL DISTRETTO**



**CICLO DI DECLINO DEL DISTRETTO**

**Fig. 2.4. Cicli di retroazione di sviluppo o declino di un distretto**

ad arrivare, se non si presentano nuovi fattori interni od esterni che bloccano il processo, a una disgregazione del distretto.

## **2.4. Strutture frattali e legge di potenza**

I frattali sono oggetti geometrici che si ripetono allo stesso modo nella struttura su scale diverse. Queste strutture si formano sovente in maniera spontanea nei sistemi complessi e quindi nella natura. Un esempio semplice di struttura frattale è rappresentata ad esempio dai rami di un albero con le sue ramificazioni secondarie, terziarie, ecc. sempre più piccole ma simili nell'aspetto. Le strutture frattali possono essere anche di natura temporale in cui le somiglianze si possono facilmente osservare nelle dinamiche, cioè riportando l'andamento di una certa grandezza in funzione del tempo su varie scale temporali. Un esempio tipico di struttura frattale temporale è l'andamento degli indici di borsa che si assomigliano se vengono riportati ad esempio su scala mensile, annuale o decennale. Nel caso dei distretti industriali una struttura frattale può essere osservata nel caso delle filiere di produzione che hanno schematicamente una struttura ad albero per le varie operazioni tecnologiche che differenziano alla fine i prodotti fabbricati. Infatti, se noi consideriamo le operazioni principali di una filiera di fabbricazione abbiamo una struttura ad albero corrispondente ai rami principali. Se ora andiamo esaminare più in dettaglio queste operazioni esse si differenziano nelle caratteristiche e condizioni in cui sono condotte come rami secondari, terziari, ecc. coprendo tutta la vasta differenziazione dei numerosi tipi di parti e prodotti che sono fabbricati ottenendo così una struttura ad albero tipicamente frattale. Un altro aspetto importante che ne consegue, tipico dei sistemi complessi, riguarda giustamente le varie scale di dettaglio con cui possono essere studiati i sistemi a seconda delle esigenze e quindi i modelli che li possono rappresentare. Si parla di grana grossa (gross grained) o grana fine (fine grained) per il modello che si prende in considerazione a seconda dei dettagli considerati. Un bel esempio di questo modo di vedere si ha negli ecosistemi biologici dove la grana grossa è rappresentata dall'ecosistema della flora e dalla fauna esistente da cui si può scendere in dettaglio considerando anche insetti, funghi, muffe ecc. fino a condizioni di grana fine prendendo in considerazione anche batteri e virus esistenti. Anche la grana della struttura frattale delle filiere tecnologiche può essere importante, ad esempio l'interesse di un nuovo materiale per una data operazione tecnologica può essere in certi casi stabilito solo se si considera nel dettaglio della struttura fine della filiera identificando le suboperazioni che possono avere problemi con il nuovo materiale.

Le strutture frattali sono spesso correlate dalla cosiddetta legge di potenza. Una legge di potenza è matematicamente una relazione polinomiale che presenta un'invarianza di scala nella descrizione di oggetti o fenomeni che quindi non cambiano anche quando la loro grandezza è moltiplicata per un fattore comune. Senza entrare negli aspetti matematici di questa legge, da essa deriva una legge statistica che stabilisce una relazione lineare tra il logaritmo della dimensione di un certo oggetto o fenomeno e il logaritmo della frequenza con cui si presentano oppure appaiono. Questo significa che nell'insieme di fenomeni od oggetti in un sistema complesso che segue dinamicamente questa legge vi saranno pochissimi fenomeni od oggetti di grande dimensione e moltissimi oggetti di piccola dimensione. Questa legge è seguita da moltissimi sistemi naturali o artificiali come la dimensione dei terremoti che avvengono sulla terra, l'oscillazione dei valori di borsa o la dimensione delle imprese presenti in un certo territorio. Una descrizione dei frattali e delle leggi statistiche che ne derivano applicata a sistemi naturali e sociali è riportata dal giornalista scientifico J. Gleick in un suo famoso libro (11) scritto verso la metà degli anni 80, e che è considerato antesignano di tutti i sviluppi di lavori nel campo della scienza della complessità avvenuti poi negli anni 90.

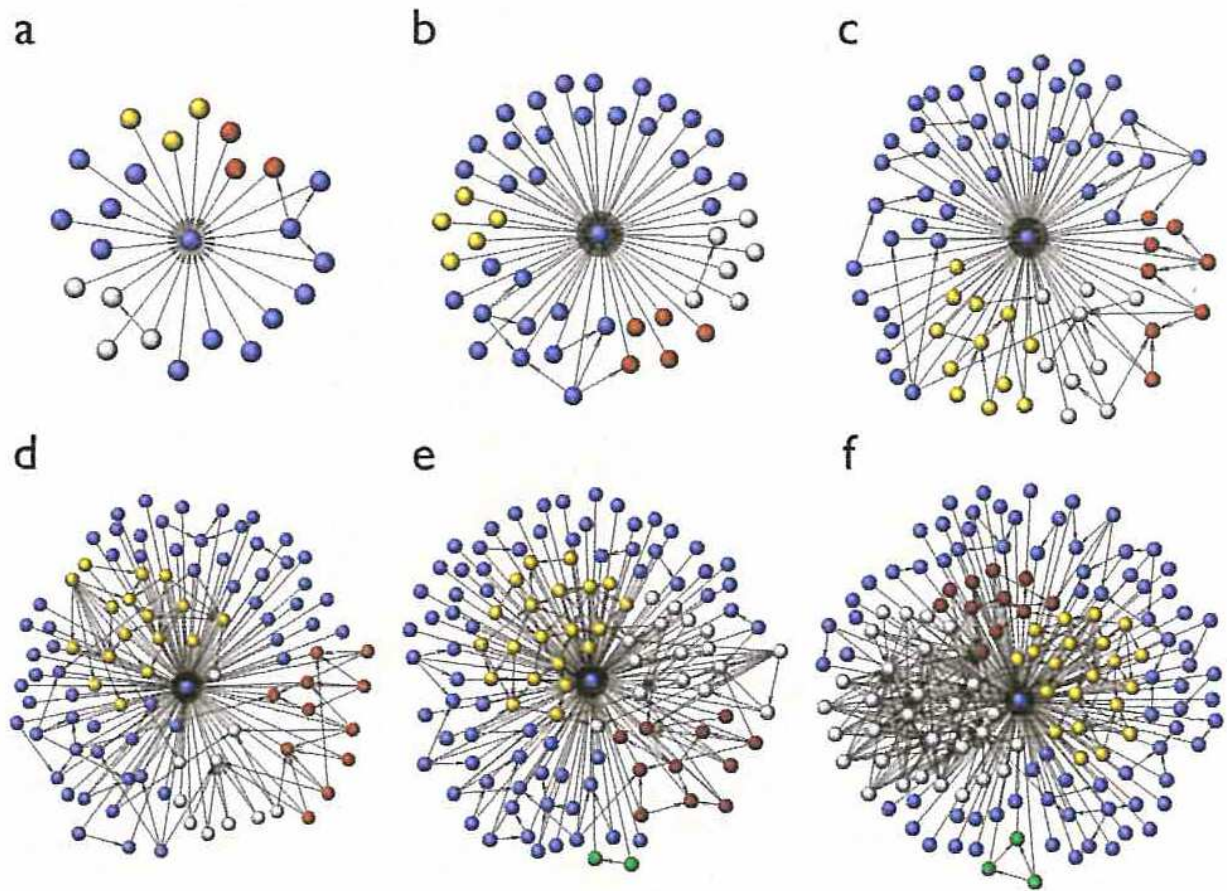
## 2.5. Reti

La rete, in inglese *network*, è un tipo di struttura importante presente nei sistemi complessi e che interessa direttamente i distretti poiché essi sono spesso visti come una rete di aziende. Una rete è essenzialmente un oggetto topologico che comprende elementi chiamati nodi che sono connessi tra di loro in vario modo attraverso tratti chiamati archi, che a loro volta possono essere eventualmente orientati in una certa direzione. Una rete è normalmente studiata matematicamente nella cosiddetta teoria dei grafi. Le reti reali sono spesso confrontate rispetto a due modelli ideali di rete che sono le *reti ordinate* e le *reti casuali*. Le reti ordinate si presentano tipicamente come reticoli che richiamano ad esempio le strutture cristalline, oppure come strutture gerarchiche che si sviluppano attraverso vari stadi. Le reti casuali sono invece caratterizzate da un insieme di nodi le cui connessioni sono ripartite in maniera puramente casuale tra di loro. Le reti reali non sono mai perfettamente ordinate o casuali ma possono essere considerate in alcuni casi delle reti ordinate che presentano un certo grado di connessioni disordinate ovvero delle reti casuali in cui però sono presenti anche strutture di collegamento ordinate tra i nodi. In questo ultimo caso, che è anche quello che ci interessa per i distretti, le reti reali si presentano con collegamenti casuali che integrano anche strutture di tipo gerarchico e nodi su cui si concentrano un grande numero di connessioni chiamati in inglese *hubs*. Una rete può essere caratterizzata in generale dal numero  $N$  dei nodi presenti e ogni nodo dal numero  $z$  delle connessioni che ha con altri nodi della rete. Esistono poi anche altri parametri importanti che hanno una definizione matematica ma di cui ci limiteremo a indicarne le caratteristiche. Con  $D$  si indica per una rete il numero minimo di connessioni che è necessario attraversare per collegare i due nodi più distanti della rete e che costituisce il cosiddetto *diametro della rete*. Con  $L$  si indica invece il numero medio di connessioni che è necessario attraversare per andare da qualsiasi nodo ad un altro qualsiasi nodo nella rete. Questo numero  $L$  è necessariamente un numero inferiore a  $D$ . Infine con  $C$  viene indicato il cosiddetto *coefficiente di clustering* che rappresenta la tendenza che ha la rete a possedere regioni in cui i nodi sono fortemente interconnessi. In certi casi due reti possono essere connesse tra di loro da solo una o poche connessioni costituendosi così una sola rete continua. Questa connessione particolare viene chiamata in inglese *red bond*. L'origine di questo nome è pittoresca e deriva dall'elettronica del passato in cui si collegavano due circuiti con un cavo e, se il calcolo delle intensità di corrente erano troppo approssimativo, si rischiava di scaricarne troppa sul cavo di collegamento che si riscaldava diventando rosso per la temperatura elevata raggiunta. Tipicamente le reti ordinate posseggono valori elevati di  $L$  mentre al contrario le reti casuali e molte reti reali presentano valori di  $L$  relativamente bassi anche quando sono molto grandi. Questo effetto è conosciuto come "effetto del piccolo mondo" in inglese *small world effect* ed è osservato anche in reti molto grandi composte da milioni di nodi come gli abitanti di un grande territorio uniti da conoscenze comuni o i collegamenti tra i siti del world wide web. In questi casi, sorprendentemente, una decina o meno di connessioni sono in generale sufficienti per raggiungere qualsiasi nodo di questi enormi sistemi. Anche le reti ordinate come i reticoli o le strutture gerarchiche presentano un effetto small world quando in queste strutture ordinate vengono stabiliti anche pochi legami casuali che hanno l'effetto di abbassare notevolmente il parametro  $L$  di queste reti. Questo approccio alla descrizione delle reti reali partendo dalle strutture ideali di reti ordinate o casuali, sviluppato al Santa Fe Institute, è stato studiato in particolare da M.E.J. Newmann (12) mentre una breve presentazione divulgativa di questo approccio comprendenti gli aspetti della crescita, forma e distruzione delle reti reali è stata fatta da C.R. Smalizi (13). La presenza di strutture ordinate nelle reti reali contribuiscono a dare a queste una certa morfologia e nelle Fig. 2.5 e 2.6 abbiamo riportato due esempi di reti reali con una morfologia molto differente. La Fig. 2.5 è tratta da un lavoro sull'evoluzione di tecnologie descritta attraverso la formazione di reti che riportano le dipendenze tra brevetti che appaiono a partire da un brevetto iniziale riguardante una particolare tecnologia come nel caso della tomografia computerizzata (14). La figura presenta sei stadi successivi della rete costituita dai collegamenti esistenti tra questi brevetti a partire dal brevetto iniziale del 1975,

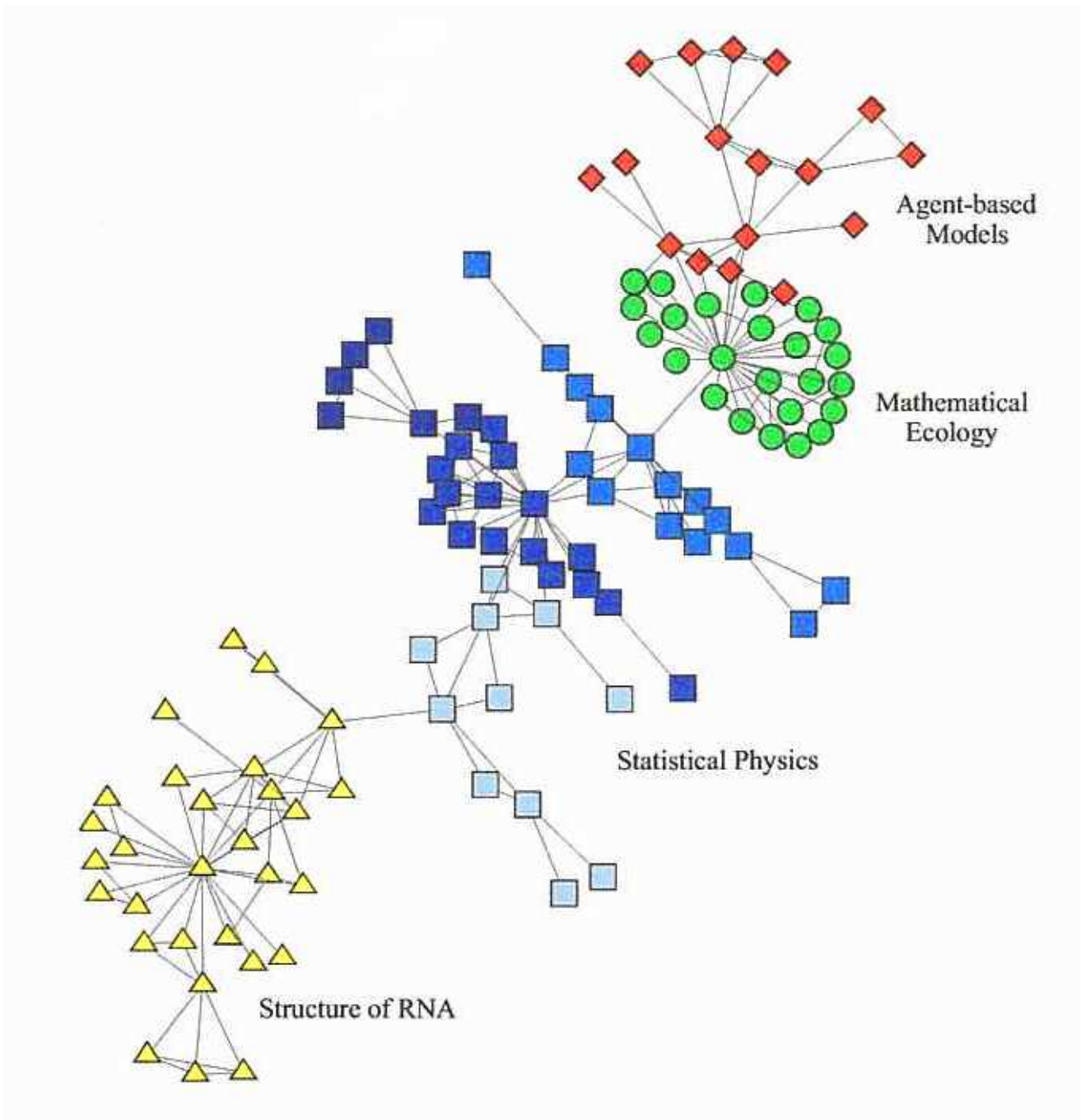


che è presente come hub al centro della rete, fino al 2005. Si può ben osservare in questa figura lo sviluppo della ramificazione delle dipendenze e la presenza di connessioni dirette anche tra brevetti all'esterno del nodo centrale. La Fig. 2.6 rappresenta invece una rete diversa e morfologicamente più complessa. In questa rete, tratta da uno studio su reti sociali e biologiche (15), i nodi sono rappresentati da ricercatori del Santa Fe Institute, che lavorano in vari campi della scienza della complessità, e che sono connessi tra di loro attraverso pubblicazioni in cui sono coautori. La rete riportata costituisce la componente più grande completamente connessa che può essere ricostruita dall'attività di pubblicazione dell'intero istituto. Possiamo osservare in questa rete la presenza di ben due red bond isolati che riuniscono tre settori della rete e la presenza di nodi hub e strutture gerarchiche più o meno sviluppate.

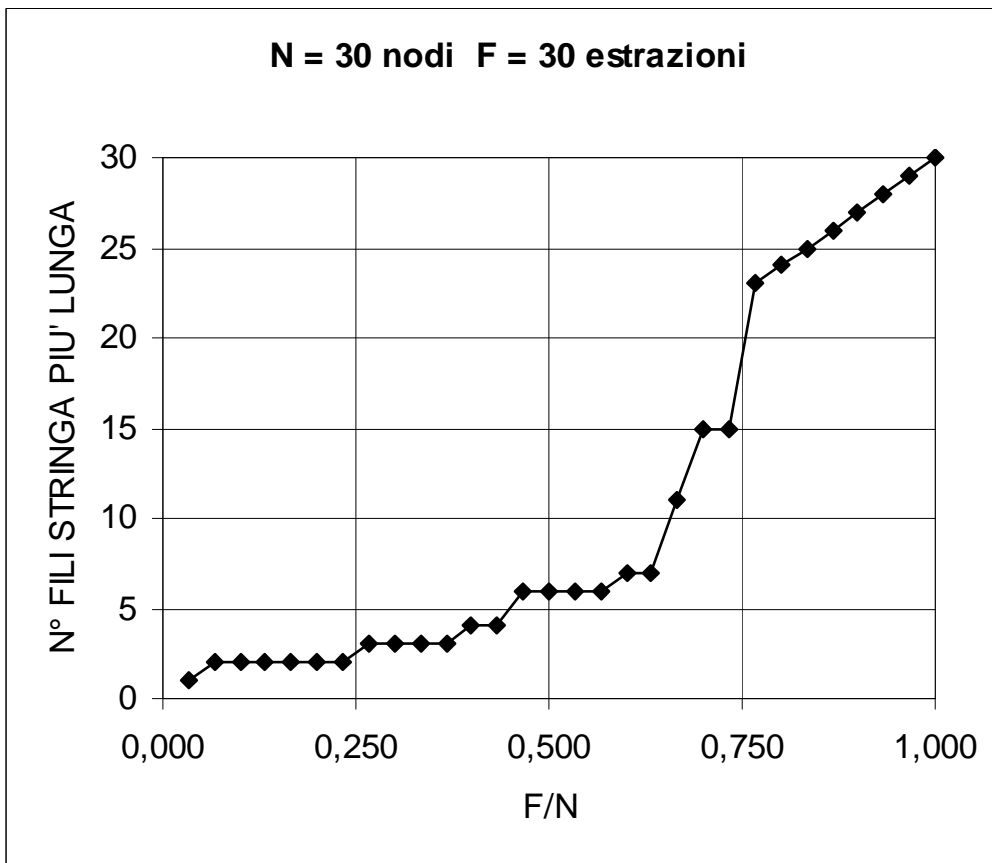
Un aspetto molto importante delle reti reali è la loro formazione o distruzione. Molti esempi di reti reali comprendenti un grande numero di nodi si presentano formate da un grande insieme di nodi collegati accompagnato da pochi cluster scollegati di dimensioni molto più piccole. Uno studio sulla collaborazione scientifica, citato in (13), condotto su una banca dati di articoli biomedici per un totale di 1.193.488 autori (nodi) che venivano collegati in forma di rete attraverso pubblicazioni in cui erano coautori, ha mostrato la presenza di un enorme cluster comprendente 87% degli autori considerati, e quindi circa un milione di nodi, mentre il secondo cluster presente in ordine di grandezza era composto da solo 56 autori. La formazione di una rete attraverso lo stabilirsi casuale di collegamenti tra i nodi è normalmente un processo altamente non lineare nel tempo. Questo fatto si può verificare facilmente con la cosiddetta esperienza dei bottoni. In una scatola contenente  $N$  bottoni separati si estraggono casualmente due bottoni che vengono collegati con un filo e rimessi nella scatola. Si continuano le estrazioni e i collegamenti anche quando si estraggono non solo bottoni isolati ma anche gruppi di bottoni collegati misurando ogni volta il numero di fili di collegamento del gruppo più grande. Se si riporta in un grafico il numero di fili del gruppo più grande in funzione del numero di estrazioni fatte espresso come rapporto tra il numero  $F$  di estrazioni su il numero  $N$  di bottoni o nodi presenti si ottiene una curva che presenta una forte transizione quando il numero di estrazioni è pari alla metà del numero di bottoni (o nodi) presenti ovvero quando il rapporto  $F/N$  è uguale a 0,5. Questa transizione è tanto più netta quanto più elevato è il numero di nodi considerato. Nella Fig. 2.7 abbiamo riportato i risultati ottenuti da un'esperienza fatta usando un numero relativamente limitato di 30 bottoni (nodi) che mostra comunque già una netta transizione. Dopo la transizione rimane nel sistema una grande rete di nodi collegati accompagnata da un certo numero di reti molto più piccole come osservato nello studio sulla banca dati biomedica citato precedentemente. Il processo può essere ripetuto al contrario partendo dalle reti ottenute e staccando a caso i bottoni. Si ottiene anche qui una transizione che in poche estrazioni distrugge la rete più grande formando piccole reti e nodi isolati. Occorre notare che questi risultati sono la pura conseguenza delle leggi della probabilità e non tengono conto di tendenze più o meno pronunciate dei nodi ad unirsi. Nelle reti reali la riunione di più nodi può modificare con un effetto di retroazione positivo la tendenza a unirsi favorendo la formazione rapida di una grande rete. Al contrario la riduzione della rete può scatenare un effetto di retroazione negativo che accelera invece la distruzione della rete. Questo processo di transizione è tipico dei fenomeni di agglomerazione, ad esempio di aziende nel campo di studi o progetti cooperativi nei distretti, dove si può osservare che l'adesione a studi e progetti nel tempo presenta un andamento simile a quello della Fig.2.7. e dipende molto probabilmente dalle interazioni che avvengono tra aziende che hanno già aderito e altre che prendono in considerazione l'adesione.



**Fig. 2.5. Rappresentazione dell'evoluzione di una rete reale di collegamento tra brevetti di una tecnologia come la tomografia computerizzata a partire dal brevetto iniziale.**



**Fig. 2.6. Rappresentazione di una rete reale riguardante le collaborazioni scientifiche in vari settori del Santa Fe Institute**



**Fig. 2.7. Esempio di formazione casuale di una rete di bottoni**

Per quanto riguarda i distretti non siamo a conoscenza di studi condotti sulle reti di aziende esistenti con gli approcci che abbiamo descritto precedentemente. Considerando un distretto industriale come una rete d'aziende dobbiamo notare subito che esistono molti tipi di relazioni tra queste ognuna delle quali darebbe adito a una sua rete specifica. Limitandoci alle relazioni continue o ricorrenti, come previsto nel modello autopoietico del distretto abbiamo comunque varie relazioni che riguardano ad esempio lo scambio di informazioni, di conoscenze di natura tecnica o commerciale e di subfornitura, quest'ultimo caso di rilevante importanza dal punto di vista tecnologico. Nei distretti industriali possiamo riconoscere facilmente l'effetto small world considerando la rapidità con cui informazioni e conoscenze si diffondono nella rete. La descrizione dettagliata della rete con i vari tipi di relazioni tra le aziende risulta in un lavoro immane e praticamente inaccessibile per l'impossibilità di avere disponibili tutte le informazioni necessarie per ricostruirla. Tuttavia si conoscono alcuni studi che hanno ricostruito, almeno parzialmente, delle reti di relazioni esistenti tra aziende nei distretti industriali come nel caso del sughero, del caseario e del granito del nord della Sardegna (16) e nel distretto di produzione delle piastrelle a Sassuolo (17). Gli schemi delle relazioni osservate corrispondono bene a strutture di rete casuali con la presenza di nodi hub e strutture parzialmente gerarchiche come nelle molte reti reali descritte in letteratura. Sulla base di queste informazioni è possibile stabilire alcune ipotesi ragionevoli sulle strutture a rete dei distretti industriali italiani. Considerando l'insieme delle relazioni possibili è probabile che tutte o quasi le aziende di un distretto siano collegate. Riguardo all'evoluzione delle specifiche relazioni è possibile che, quando queste sono assestate, ne risulti una grande rete connessa accompagnata da reti minori di dimensione molto più piccole. Infine, riguardo lo sviluppo o il declino di un distretto ci si aspetta un andamento non lineare con un periodo di forte accelerazione di questi processi, che non sono solo di natura casuale, ma accelerati per la presenza di cicli di retroazione positivi, nel caso dello sviluppo, e negativi, nel caso del declino, come abbiamo visto negli esempi riportati nel paragrafo dedicato ai cicli di retroazione.

## 2.6. Paesaggi di fitness

Il paesaggio di fitness è uno strumento concettuale, tipico della scienza della complessità, utile per rappresentare dinamiche che riguardano la ricerca di situazioni ottimali nei sistemi complessi. La sua origine è lontana nel tempo e risale agli anni trenta nel campo della genetica ed è stato concepito per dare una visione della dinamica di adattamento dei vari possibili genotipi di una specie nell'ecosistema in cui vivono. Negli anni ottanta, con lo sviluppo della scienza della complessità, è stato definito anche in forma matematica e applicato in vari campi dalla fisica alla tecnologia e all'economia oltre al campo biologico originale. Senza entrare nei dettagli matematici della sua definizione è possibile comprenderne il concetto considerando un sistema complesso composto da più *elementi*. Ogni elemento del sistema può essere un *componente* del sistema ovvero un *operazione* condotta nel sistema. I componenti o le operazioni del sistema possono avere rispettivamente varie *caratteristiche* ovvero seguire particolari *istruzioni* assumendo differenti valori o effettuando varie scelte. Per il sistema esiste quindi tutta una serie di configurazioni possibili a seconda delle caratteristiche o istruzioni che assumono i vari elementi, componenti od operazioni, che lo compongono. Da un punto di vista matematico è possibile codificare tutte le configurazioni possibili, ad esempio come stringhe composte da una sequenza di 1 o 0, e quindi misurare la dissomiglianza tra le varie stringhe, ovvero le configurazioni del sistema, usando la cosiddetta *distanza di Hamming*, sviluppata nel campo della matematica discreta. Questa è data dal numero di cambiamenti da effettuare nella stringa per renderla uguale a una presa come riferimento e che ne determina la distanza. In questo modo è possibile costruire uno spazio discreto in cui ogni punto corrisponde a una particolare configurazione del sistema e dove una configurazione sarà più o meno distante da un'altra a seconda se è più o meno simile. Lo *spazio delle configurazioni* è normalmente uno spazio multidimensionale che dipende dal numero di elementi del sistema, e dal

numero delle caratteristiche o istruzioni che li caratterizzano. Se ora ad ogni configurazione, e quindi ad ogni punto dello spazio delle configurazioni, associamo una grandezza che corrisponde in un certo modo a un'efficienza, ovvero in inglese *fitness*, della configurazione considerata, avremo una situazione in cui le varie configurazioni avranno valori più o meno elevati di *fitness* e rappresentandoli a partire dallo spazio delle configurazioni otteniamo il cosiddetto *paesaggio di fitness*. Il paesaggio di *fitness* possiede quindi una dimensione in più dello spazio delle configurazioni. La sua rappresentazione tridimensionale è possibile solo con uno spazio delle configurazioni bidimensionale il che corrisponde a un sistema con due elementi che possono avere ognuno due caratteristiche ovvero assumere due istruzioni. La *fitness* del paesaggio può corrispondere a vari tipi di parametri a seconda del sistema. Ad esempio essa potrebbe essere un valore di efficienza energetica per un sistema fisico o un costo per un sistema esaminato dal punto di vista economico o da vari tipi di efficienza che vi possono essere ad esempio nei sistemi tecnologici. La morfologia di un paesaggio di *fitness* dipende molto dalla natura dei vari elementi e dalla influenza che hanno le loro interazioni sul valore di *fitness* delle loro configurazioni. Si può dimostrare che, se la scelta di una qualsiasi caratteristica o istruzione per un elemento del sistema non influenza in nessun modo un altro elemento nel suo contributo per la formazione della *fitness* di una particolare configurazione, il paesaggio di *fitness* si presenta con una sola configurazione ottimale per la *fitness* del sistema che corrisponde a una specie di "picco" nel paesaggio tecnologico. Se invece esistono interazioni tra gli elementi nel determinare la *fitness* della configurazione, il paesaggio presenta più valori ottimali più o meno differenti che possono apparire come un cluster di "picchi" nel paesaggio come rappresentato indicativamente nella Fig. 2.8. Se le interazioni infine sono molto numerose, nel paesaggio appariranno moltissimi "picchi" con valori di *fitness* non molto elevati e piuttosto vicini tra di loro.

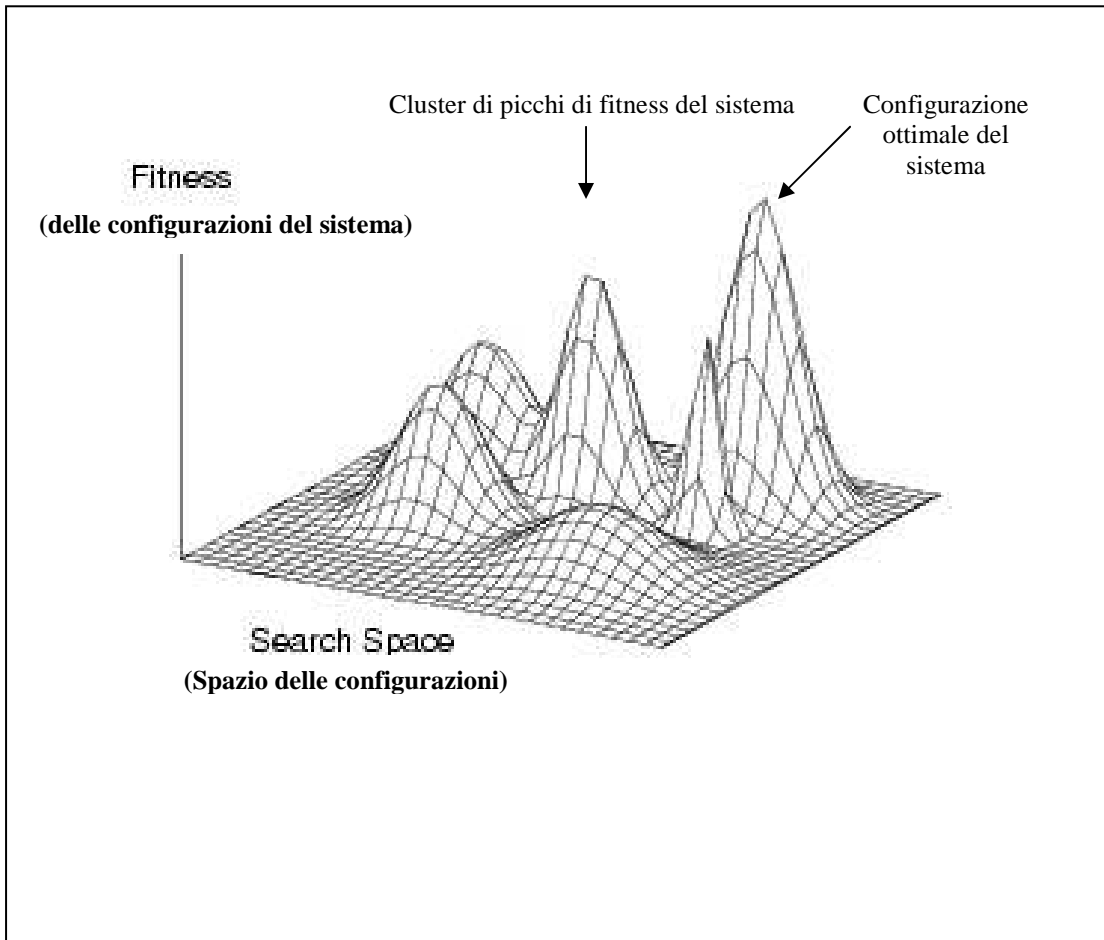
Il paesaggio di *fitness* trova un'utilizzazione ad esempio per spiegare dinamiche associate all'innovazione tecnologica e che verranno trattate in dettaglio nel capitolo dedicato alla tecnologia e alla sua innovazione. Come esempio di uso dello strumento concettuale del paesaggio di *fitness* in modo qualitativo presentiamo invece il caso delle strategie aziendali in termini di innovazione tecnologica che nel distretto industriale può essere perseguita anche da un gruppo di aziende che vogliono avere una strategia comune in questo campo cooperando tra di loro. Tradizionalmente le strategie di innovazione tecnologica si dividono in quattro grandi tipi che riguardano essenzialmente l'innovazione di prodotti e di mercati (17). Questi tipi sono rappresentati nei quattro quadranti della Fig. 2.9 e indicati con le lettere A, B, C e D.

*Strategia di tipo A* : prodotto attuale nel mercato attuale. Si tratta di una strategia di tipo status quo che implica pochi sforzi per l'innovazione limitandosi a effettuare miglioramenti di processo per ridurre costi di produzione e fare piccoli adattamenti ai prodotti per seguire l'evoluzione del mercato

*Strategia di tipo B* : prodotto attuale in un nuovo mercato. Questa strategia persegue gli stessi scopi della strategia A, tuttavia, possono essere necessari studi più approfonditi per rendere adatto il prodotto nel nuovo mercato

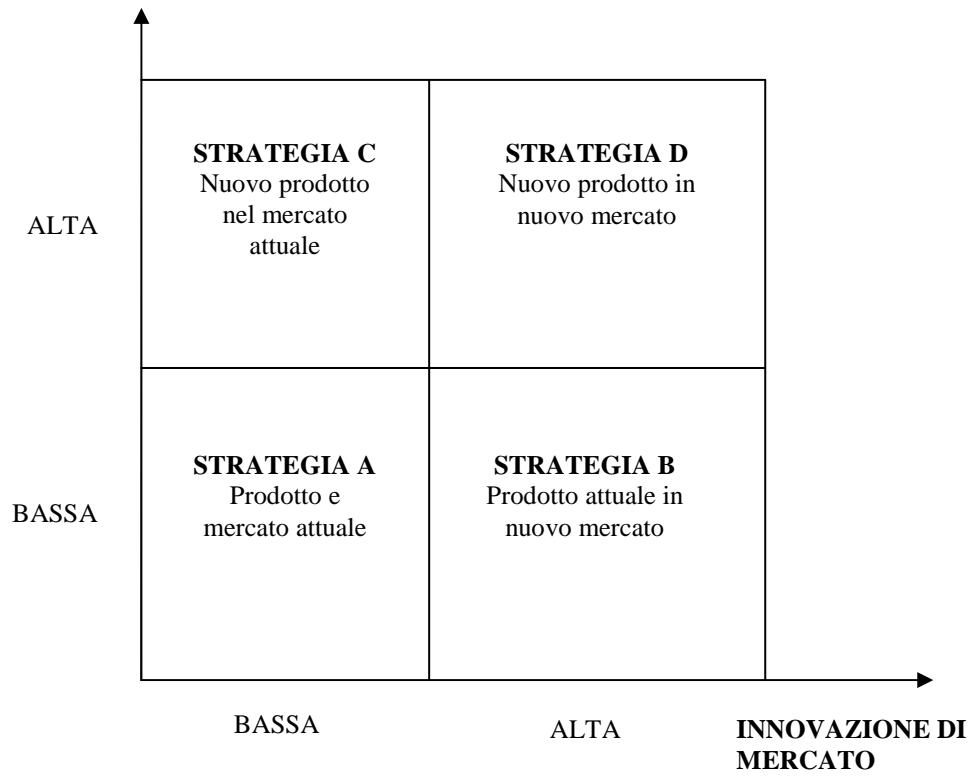
*Strategia di tipo C* : nuovo prodotto nel mercato attuale. Questa strategia richiede un progetto di R&S per sviluppare nuove tecnologie per il nuovo prodotto e adattarlo vantaggiosamente al mercato attuale.

*Strategia di tipo D* : nuovo prodotto in nuovo mercato. Si tratta di una strategia radicale atta a diversificare l'attività dell'azienda e che richiede uno sforzo importante di studi e progetti di R&S con elevati rischi di insuccesso ma anche forti ritorni di investimento in caso di successo.



**Fig. 2.8. Rappresentazione schematica di un paesaggio di fitness corrispondente a un sistema con elementi che si influenzano reciprocamente sulla formazione del valore di fitness**

**INNOVAZIONE  
DI PRODOTTO**



**Fig. 2.9. Strategie fondamentali di innovazione tecnologica**



Normalmente un'azienda può basare la sua strategia di innovazione tecnologica su uno solo di questi tipi di strategia ma anche su una combinazione di più tipi a seconda della sua visione di sviluppo dell'azienda. Considerando ora la strategia di innovazione tecnologica come un sistema, esso può essere considerato come risultante da una combinazione di uno o più tipi di strategie espone precedentemente e composta da vari progetti di implementazione della strategia. Dal punto di vista del paesaggio di fitness i vari progetti costituiscono le caratteristiche ovvero le operazioni della strategia scelta e assumere quindi vari valori che possono essere ad esempio i livelli di finanziamento attribuiti ad ogni progetto. Consideriamo ora un esempio molto semplice di un'azienda che per la sua strategia globale di innovazione prenda in considerazione solo le strategie di tipo C e B per la sua attività di innovazione, considerando la strategia A troppo conservatrice e la D troppo rischiosa per essere presa in considerazione. Supponiamo ora che per la strategia di tipo C l'azienda decida di perseguire due progetti di R&S per due nuovi prodotti (1 e 2) che indichiamo con la sigla rispettiva C1 e C2 mentre per la strategia di tipo B vi sia un solo progetto per studiare l'adattamento del prodotto al nuovo mercato che indicheremo con la sigla B1. Consideriamo ora i livelli di finanziamento possibili per i vari progetti e, per semplicità, supponiamo di definirli con tre gradi: alto, medio e basso. Possiamo quindi vedere che l'azienda ha a disposizione per implementare la sua strategia globale innovativa una grande scelta di opzioni a seconda dei livelli di finanziamento che decide per i vari progetti. Il calcolo combinatorio ci dice che nel nostro caso con un totale di tre progetti e tre livelli di finanziamento sono possibili ben 27 configurazioni strategiche. L'azienda naturalmente non conosce a priori con esattezza i risultati delle varie opzioni ma noi possiamo supporre per la nostra discussione che nella realtà il progetto C1 non dia buoni risultati a tutti i tre livelli di finanziamento, il progetto C2 dia un buon risultato solo con il livello alto di finanziamento e il nuovo prodotto ottenuto risulti, non solo migliore del vecchio prodotto, ma anche valido sia per il vecchio che il nuovo mercato. Per il progetto B1 immaginiamo invece che la possibilità di penetrazione, e quindi il ritorno di investimento, nel nuovo mercato sia proporzionale al livello di finanziamento che si sceglie per il lavoro di adattamento da fare. Se ora definiamo come fitness del sistema il ritorno di investimenti possibile per le varie configurazioni strategiche che si possono perseguire è facile vedere come certe configurazioni siano valide e altre molto meno. Consideriamo alcuni esempi rappresentativi delle 27 possibili scelte per una strategia innovativa:

*Esempio 1.* Consideriamo la scelta di puntare l'investimento più alto sul progetto C2 tenendo invece bassi gli investimenti per i progetti C1 e B1. Si tratta in effetti della strategia ottimale poiché investe sufficientemente nel progetto che avrà successo con un nuovo prodotto e minimizza gli investimenti negli altri due progetti che avranno risultati inferiori.

*Esempio 2.* Consideriamo la scelta di investire con un livello alto nel progetto C1 e medio per C2 mentre si abbia un finanziamento basso nel progetto B1. Questa scelta è in effetti la peggiore poiché nonostante gli investimenti elevati effettuati per i due progetti della strategia C non si avranno risultati utili mentre il basso investimento nel progetto B1 porterà solo magri risultati nel nuovo mercato per il vecchio prodotto.

*Esempio 3.* Consideriamo ora la scelta di effettuare un alto investimento per B1 e bassi investimenti per C1 e C2. In questo caso, anche se si avranno risultati inferiori a quelli dell'esempio 1 avremo comunque un buon ritorno di investimento nell'introdurre il vecchio prodotto nel nuovo mercato e la fitness della strategia sarà comunque superiore a quella dell'esempio 2 e di molti altri casi che potremmo considerare.

Possiamo quindi concludere che le varie scelte strategiche possibili non hanno un solo optimum ma anche una configurazione che pur non essendo la migliore in assoluto è comunque migliore di molte altre. Notiamo inoltre che la scelta di puntare alti investimenti per il progetto C2 renda inutili gli

investimenti per il progetto B1 che però d'altra parte risultano invece efficaci nel caso della scelta strategica dell'esempio 3. Si tratta qui di un semplice caso di come la scelta di particolari istruzioni per una caratteristica od operazione influenzi l'efficienza di un'altra caratteristica od operazione, fatto che è alla base dell'esistenza di più condizioni ottimali nelle possibili scelte come visto precedentemente. In casi più complessi di quello che abbiamo descritto la situazione può portare nel paesaggio di fitness a interi cluster di configurazioni ottimali come esemplificato nella Fig. 2.8. In questa figura dobbiamo immaginare in questo caso che il reticolo piano da cui si elevano i picchi di fitness non sia altro che la proiezione delle varie configurazioni possibili dello spazio multidimensionale che le rappresentano. Naturalmente l'azienda non conosce a priori come è strutturato esattamente il paesaggio di fitness della sue possibili scelte strategiche e il successo dell'implementazione di una strategia scelta dipenderà essenzialmente dall'efficienza in cui effettuerà l'esplorazione del paesaggio e delle modifiche che eventualmente adopererà in funzione dei risultati di esplorazione del paesaggio alla ricerca, se non proprio di una configurazione ottimale, almeno di una buona configurazione migliore di molte altre. Il paesaggio di fitness rappresenta quindi in questo caso uno strumento concettuale che è in grado di descrivere i risultati del comportamento dell'azienda in un quadro razionale utile per comprendere il successo o l'insuccesso di certe scelte fatte nell'implementazione di una strategia.

Vi è poi un aspetto importante riguardo la fitness del paesaggio che deve essere discusso. Il suo valore non è determinato solo dalla configurazione considerata ma dipende anche dall'ambiente in cui opera. Nelle discussioni precedenti non abbiamo preso in considerazione l'ambiente e lo abbiamo considerato prefissato nella determinazione della fitness. Nella realtà questo non è vero e l'ambiente si modifica nel tempo influenzando in maniera più o meno importante la fitness delle configurazioni. Ne risulta che il paesaggio di fitness è lungi dall'essere statico ma si modifica continuamente nel tempo rendendo inefficienti configurazioni ottimali e rendendo invece migliori configurazioni che si presentavano poco valide. Nel quadro poi di competizioni tra aziende ad esempio nelle tecnologie, occorre tener conto anche delle interazioni che avvengono quando innovazioni realizzate da un'azienda provocano reazioni di compensazione nelle aziende concorrenti tendenti a eliminare il vantaggio competitivo che l'innovazione ha creato nella prima azienda. Ne consegue che i rispettivi paesaggi di fitness delle aziende in competizione vengono modificati reciprocamente da queste interazioni. Questa situazione è conosciuta da tempo ad esempio tra predatori e prede in un ecosistema biologico i cui genotipi tendono a selezionarsi in maniera da compensare i vantaggi genetici che possono nascere nell'una o nell'altra specie. Questa interazione viene indicata come co-evoluzione dei sistemi ed è spesso pittorescamente chiamata "regime della regina rossa" in inglese *red queen regime*. Il nome è tratto da una frase del libro di "Alice nel paese delle meraviglie" (in realtà nella sua continuazione "Attraverso lo specchio") in cui la regina dice ad Alice: "*in questo paese bisogna correre ma correre molto forte per rimanere fermi*". In realtà il regime della regina rossa indica come la maggior parte delle innovazioni tecnologiche realizzate in un'azienda o in un distretto industriale non servano tanto per ottenere vantaggi competitivi ma piuttosto per sopravvivere all'evoluzione tecnologica che si manifesta nel suo settore. Naturalmente fanno eccezione a questo le innovazioni radicali, che distruggono vecchi prodotti e mercati creandone di nuovi, tuttavia bisogna osservare che le innovazioni radicali sono però alquanto rare nell'insieme delle innovazioni tecnologiche che si realizzano.

Vi sono infine alcune ultime considerazioni che si possono fare sul paesaggio di fitness e che riguardano la natura del concetto di adattamento e della natura della sua evoluzione. Queste osservazioni, fatte già da H. Maturana e F. Varela (8) in campo biologico, si possono facilmente estendere anche al campo delle tecnologie che ci possono interessare per i distretti. Correntemente si parla di tecnologie ottimali o più adatte assimilando il concetto di adattamento a quello di fitness. In realtà la fitness rappresenta essenzialmente un'efficienza che può essere di varia natura e misurabile come l'efficienza energetica o il costo corrispondente a una certa configurazione del

sistema. L'adattamento è invece una misura storica, esterna al sistema, che riguarda la diffusione delle tecnologie più adatte o la scomparsa di quelle meno adatte rispetto a una certa situazione ambientale. L'adattamento rappresenta quindi il risultato dell'evoluzione di una tecnologia che diventa competitiva rispetto ad altre. Il processo di adattamento è tuttavia essenzialmente dettato dall'ambiente con il suo impatto fluttuante e caotico e non è collegato in nessun modo con i parametri che configurano la tecnologia e che si modificano per adattarsi all'ambiente. Da questo punto di vista l'adattamento non è una quantità misurabile come l'efficienza poiché anche se in linea di principio le velocità di diffusione o abbandono delle tecnologie ne potrebbe essere una sua misura, essa avrebbe comunque ben poco significato, soprattutto a medio e lungo termine, a causa della dipendenza fluttuante e caotica dall'ambiente. Una conseguenza di queste considerazioni riguarda poi la definizione di tecnologia ottimale. Una tecnologia può essere migliore di altre riguardo a una certa situazione ambientale ma non rispetto ad altre situazioni. In effetti uno stesso prodotto può essere fabbricato efficacemente con diverse tecnologie che però sono utilizzate in ambienti diversi. D'altra parte non esiste nessuna dimostrazione che una tecnologia che prevale sia la migliore possibile. In un ipotetico paesaggio di fitness di varie tecnologie possibili, anche se questa tecnologia risulta la migliore di un percorso di esplorazione del paesaggio, essa potrebbe solo corrispondere a un "picco" minore di un cluster mentre potrebbero esistere "picchi" ancora migliori senza che questi siano conosciuti. Infine gli argomenti sollevati riguardo al processo di adattamento mettono in una nuova luce il fenomeno chiamato correntemente *evoluzione tecnologica*, sia in senso globale o limitatamente a quella di un distretto. Poiché la selezione delle tecnologie è controllata principalmente dall'ambiente caotico e fluttuante, e il fatto che le tecnologie sopravvissute alla selezione non sono necessariamente le migliori dell'insieme delle tecnologie possibili, la natura dell'evoluzione tecnologica risulta piuttosto quella di una *deriva tecnologica* perdendo quel carattere di processo di selezione ottimale a cui normalmente si associa il concetto di evoluzione.

### 3. TECNOLOGIA E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Prima di entrare nella discussione riguardo l'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani è importante dare una definizione su cosa intendiamo esattamente quando parliamo di tecnologia e innovazione tecnologica. Queste due parole sono usate largamente con significati più o meno precisi e più o meno ampi. Affronteremo dapprima la definizione di tecnologia e quindi quella di innovazione tecnologica per passare poi alla descrizione delle due attività che sono alla base dell'innovazione tecnologica e che sono la *ricerca & sviluppo* (R&S) e il *learning by doing* (LbyD) anche attraverso modelli rappresentativi che saranno poi usati negli altri capitoli. Infine discuteremo in un capitolo successivo altre due attività strettamente collegate alla tecnologia e che si prestano a differenti significati e che sono il *know how* e il *trasferimento di tecnologia*.

#### 3.1. Tecnologia

Una buona definizione di tecnologia adatta ai nostri scopi la troviamo in un lavoro di W.B. Arthur (19) che la considera semplicemente *un mezzo per soddisfare un bisogno umano*. Si tratta di una definizione molto ampia che comprende non sole le tecnologie esistenti in campo industriale e quindi di interesse economico ma anche tecnologie di interesse militare o scientifico come le tecnologie spaziali. Vi sono per i nostri fini due maniere di considerare una tecnologia: in una prima essa è considerata come un artefatto umano come ad esempio un'automobile, un televisore, nell'altra è invece considerata come un processo comprendente le varie operazioni che portano alla fabbricazione di un prodotto. In ambedue i casi una tecnologia può essere modellizzata attraverso i suoi elementi. Nel caso dell'artefatto la tecnologia può essere vista come un insieme di componenti dell'artefatto. Nel caso di un'automobile avremo il motore, le ruote, i freni, ecc. ognuno dei quali ha particolari caratteristiche che devono essere specificate in termini di dimensioni, di materiali che lo compongono, ecc. Nel caso della tecnologia vista come un processo, questa può essere considerata come un insieme di operazioni tecnologiche, in sequenza o in parallelo. Ad esempio in un trattamento termico avremo operazioni come un riscaldamento, un mantenimento in temperatura e un raffreddamento, ognuna delle quali ha particolari istruzioni o scelte come temperatura, tempo di trattamento, sistema di riscaldamento o di raffreddamento, ecc. La definizione di una tecnologia in termini di elementi con le loro caratteristiche permette di codificarli e costruire uno spazio delle loro possibili configurazioni come discusso nel capitolo precedente riguardo il paesaggio di fitness, e attribuire ad ogni configurazione una particolare efficienza ottenendo il suo paesaggio di fitness. Nel caso di modellizzazione di una tecnologia come artefatto questo approccio è stato ad esempio sviluppato da K. Frenken (20), nel nostro caso è più utile considerare la tecnologia come un insieme di operazioni analogamente alle filiere tecnologiche presenti nei distretti. Questo approccio in termini di operazioni con le loro istruzioni o scelte è stato affrontato da vari studiosi del Santa Fe Institute (21, 22) e anche da altri autori (23). Senza entrare in particolari dettagli matematici con i quali è possibile descrivere il modello possiamo semplicemente considerare le operazioni tecnologiche che portano alla fabbricazione di un prodotto. Queste possono essere rappresentate come un grafo con archi orientati nel senso in cui queste operazioni vengono eseguite nel tempo. Si tratta di una rappresentazione molto simile a quella usata nel metodo PERT per definire la sequenza temporale dei vari compiti del progetto. Come già affermato, ogni operazione è poi caratterizzata da un insieme finito di istruzioni o scelte e il tutto codificato in modo da costruire uno spazio delle configurazioni possibili per la tecnologia utilizzando la distanza di Hamming come spiegato nel capitolo precedente. Queste configurazioni di una tecnologia sono anche chiamate *ricette tecnologiche* mentre lo spazio di queste configurazioni è chiamato *spazio tecnologico*. Ogni ricetta avrà poi una sua fitness come ad esempio un suo costo unitario per il prodotto (ovvero la sua efficienza economica calcolata come l'inverso del costo unitario), oppure altri tipi di efficienza tecnica come l'efficienza energetica, la resa, ecc. Se associamo a ogni ricetta il valore della sua

fitness avremo un paesaggio di fitness per la tecnologia chiamato anche *paesaggio tecnologico*. Naturalmente potranno esserci vari tipi di paesaggi tecnologici a seconda del tipo di fitness scelta. Come già spiegato nel capitolo precedente dedicato al paesaggio di fitness nel caso in cui le istruzioni o scelte per ogni operazione non influenzino il contributo alla fitness di altre operazioni il paesaggio avrà una sola ricetta ottimale e il paesaggio sarà monotono con la presenza di un solo picco ottimale. Nel caso contrario si potranno avere più ricette ottimali che si potranno raccogliere sotto forma di un cluster di picchi nel paesaggio come rappresentato nella Fig. 2.8 del precedente capitolo. Infine, se le interazioni tra le operazioni riguardo la fitness sono molto numerose avremo o un paesaggio molto frastagliato con moltissimi picchi con valori di fitness mediamente molto vicini. Questa particolarità in cui le scelte delle condizioni in cui si svolgono le varie operazioni si influenzano tra di loro nel determinare l'efficienza di una ricetta viene chiamata *intranalità* della tecnologia. Un altro aspetto molto importante di un paesaggio tecnologico è rappresentato dall'influenza dell'ambiente in cui opera la tecnologia. Questa influenza si manifesta attraverso ad esempio cambiamenti nelle caratteristiche o costi di materie prime o componenti usati nelle operazioni, variazioni nelle specifiche dei prodotti dovute a nuove normative, ecc. Anche in questo caso è possibile codificare le varie caratteristiche che si vogliono prendere in considerazione ottenendo un insieme di configurazioni esterne che influenzano il paesaggio. Questa influenza delle variabili esterne sull'efficienza delle ricette viene chiamata *esternalità* della tecnologia. In conclusione, per ogni configurazione esterna considerata si avrà uno specifico paesaggio tecnologico corrispondente e quindi il numero di paesaggi tecnologici da prendere in considerazione per una tecnologia dipenderà, per ogni tipo di fitness del paesaggio, dal numero di configurazioni esterne che si vogliono prendere in considerazione.

#### *Esempio di utilizzazione del paesaggio tecnologico*

Al fine di illustrare con un esempio un possibile uso del paesaggio tecnologico abbiamo scelto un caso trattato per la tecnologia RUVECO®. Questa tecnologia è stata sviluppata per ridurre la contaminazione da piombo dell'acqua potabile da parte di rubinetti e valvole provocata dall'ottone che contiene, per ragioni di lavorabilità, dal 2 al 3% di questo metallo e così rispettare varie normative che limitano questa contaminazione. Il problema da affrontare era quello di stilare il miglior piano di esperienze per determinare le condizioni ottimali di trattamento, e cioè le condizioni in cui si può avere il rispetto delle normative al minor costo di trattamento delle varie parti in ottone fabbricate secondo vari procedimenti. I dettagli di questo studio sono riportati in un documento di lavoro già citato (23). La tecnologia consiste essenzialmente in tre operazioni di trattamento in opportuni bagni delle parti in ottone che costituiscono i rubinetti o le valvole e che sono le seguenti:

- Operazione 1 : trattamento nel bagno di sgrassaggio
- Operazione 2 : trattamento nel bagno di depiombatura
- Operazione 3 : trattamento nel bagno di neutralizzazione

Le varie istruzioni per ogni operazione con i loro valori o scelte conseguenti prese in considerazione sono le seguenti:

Operazione 1 (tre istruzioni) : temperatura (40° e 50°C), tempo di trattamento (5 e 10 minuti), concentrazione dello sgrassante (alta o bassa)

Operazione 2 (cinque istruzioni) : temperatura (40° o 50°C), tempo di trattamento (5, 10, 15, 20, 30 minuti), concentrazione dell'agente depiombante (alta o bassa), livello di agitazione del bagno (medio o forte), posizione delle parti trattate (due posizioni possibili)

Operazione 3 (una istruzione) : tempo di trattamento (lungo o corto)

Con un opportuno calcolo combinatorio, di cui tralasciamo i dettagli, è possibile calcolare il numero di configurazioni o ricette possibili con i vari parametri scelti e che risulta di 1280 ricette corrispondenti a uno spazio tecnologico di 1280 configurazioni.

Oltre ai parametri che determinano l'intranalità della tecnologia occorre considerare anche le variabili esterne che dipendono dal tipo di parti trattati e dalle varie normative da rispettare e che si possono riassumere in quattro variabili principali:

Variabile 1 : composizione della lega di ottone (tre tipi)

Variabile 2 : tipo di procedimento di fabbricazione (pezzo laminato o da fusione)

Variabile 3 : geometria del pezzo (semplice o complessa)

Variabile 4 : normativa (poco esigente o molto esigente)

Anche qui un semplice calcolo combinatorio permette di calcolare 28 configurazioni possibili per le variabili esterne che corrisponderanno a 28 possibili paesaggi tecnologici ognuno dei quali è ottenuto misurando le efficienze, per ogni configurazione esterna considerata, per le 1280 ricette dello spazio tecnologico. Il totale delle configurazioni da prendere in considerazione non è altro che il numero delle ricette dello spazio tecnologico (1280) moltiplicato per il numero dei paesaggi tecnologici da studiare (28) che fanno un totale di ben 30270 configurazioni.

Il numero di configurazioni da considerare per la misura di efficienza per il modello considerato è sicuramente troppo elevato per prenderlo in considerazione ed occorre semplificare il modello per ridurre convenientemente le ricette da studiare. Per far questo si possono fare alcune osservazioni sul piano tecnico e scientifico. Per la prima operazione di sgrassaggio come già considerato per la terza operazione di neutralizzazione, si può pensare che solo il tempo di trattamento è importante per l'efficienza dell'operazione mentre per la seconda operazione di depiombatura possiamo trascurare gli aspetti dell'agitazione e della posizione dei pezzi nel bagno considerando di usare già condizioni ottimali. Le operazioni risultano così modificate:

Operazione 1 (una istruzione) : tempo di trattamento (5 e 10 minuti)

Operazione 2 (tre istruzioni) : temperatura (40° o 50°C), tempo di trattamento (5, 10, 15, 20, 30 minuti), concentrazione dell'agente depiombante (alta o bassa)

Operazione 3 (una istruzione) : tempo di trattamento (lungo o corto)

Eseguendo l'opportuno calcolo combinatorio otteniamo in questo caso un totale di 80 ricette corrispondenti a uno spazio tecnologico di 80 configurazioni. Anche le variabili esterne si possono semplificare eliminando l'influenza della geometria del pezzo considerando solo il caso più complesso e quella delle normative considerando solo la normativa più esigente. In questo caso si ha un totale di solo 6 configurazioni esterne che generano 6 paesaggi tecnologici ognuno composto da 80 ricette per un totale quindi di 480 configurazioni da studiare. Questo numero, molto inferiore al precedente è accettabile per una pianificazione delle esperienze. Per ogni configurazione esterna è possibile determinare due tipi di efficienza per il paesaggio tecnologico, una è rappresentata dal costo della ricetta e l'altra dal livello di contaminazione che il campione genera dopo il trattamento corrispondente a una particolare ricetta. Le condizioni ottimali si determinano confrontando i paesaggi tecnologici per questi due tipi di efficienza e scegliendo la ricetta che ha il costo più basso ma che dal punto di vista della contaminazione è accettabile per il rispetto della normativa e questo per le sei configurazioni delle variabili esterne.

Occorre infine considerare che in questo esempio di applicazione abbiamo preso in considerazione l'esplorazione completa dell'intero paesaggio tecnologico del modello di tecnologia sviluppato. Non sempre ciò è possibile per l'ampiezza del paesaggio e in questo caso la ricerca di un buon optimum di ricetta tecnologica si deve condurre attraverso un'esplorazione limitata del paesaggio. Per far questo si possono adottare delle metodologie di esplorazione particolari che tendono ad ottenere buone ricette senza utilizzare lunghe esplorazioni casuali. Non entriamo comunque in merito a questi aspetti metodologici che esulano dagli scopi di questo libro

### *Spazio delle tecnologie*

Abbiamo finora discusso di spazi e paesaggi tecnologici che si riferiscono a una specifica tecnologia che può essere definita secondo uno schema preciso di operazioni. Tuttavia è possibile estendere questo approccio anche a una famiglia intera di tecnologie che competono o che comunque sono state sviluppate per soddisfare uno specifico bisogno umano. In questo caso la differenza tra le varie tecnologie della famiglia risulta nel numero e tipi di operazioni ma anche della sequenza temporale con cui vengono messe in atto per la loro realizzazione. Un metodo di codifica per poter calcolare una distanza di Hamming tra tecnologie della stessa famiglia è stato proposto (23) senza entrare in merito riguardo le istruzioni di ogni operazione. Sulla base di questa codifica è così possibile avere uno spazio delle tecnologie che rispondono a uno stesso bisogno umano. Questo spazio può comprendere tecnologie obsolete e ormai abbandonate, ovvero tecnologie attuali in competizione o tecnologie che sono solo allo stadio di sviluppo. La trasformazione di questo spazio in paesaggio non è tuttavia possibile poiché il valore dell'efficienza o fitness dipende dalla ricetta adottata per una particolare tecnologia e che non è definibile nello spazio considerato. Su questo spazio è tuttavia possibile fare alcune osservazioni, in particolare sulla distanza tra le tecnologie. Questa distanza permette di definire la dimensione del cambiamento di tecnologia che esiste nel quadro dell'adozione di un'innovazione tecnologica. Se questo cambiamento è limitato abbiamo le cosiddette innovazioni evolutive (24) o incrementali (25) in cui buona parte delle operazioni rimane la stessa, se invece è molto importante abbiamo le cosiddette innovazioni drastiche (24) o radicali (25) in cui solo poche operazioni rimangono comuni. Si noti che l'apparizione di un'innovazione radicale tende a eliminare le precedenti tecnologie con le loro innovazioni incrementali mentre l'innovazione radicale tende poi a generare un gran numero di innovazioni incrementali fino all'apparizione di un'ulteriore innovazione radicale che la rende anch'essa obsoleta. Un buon esempio di generazione di innovazioni incrementali a partire da un'innovazione radicale è riportata nella Fig. 2.5. nel caso della tomografia computerizzata. Si può osservare a questo punto come lo spazio delle tecnologie possa diventare un paesaggio di fitness analogo a quello biologico dei genotipi di una specie che compete in un ecosistema considerando la fitness come una misura dell'adattamento della specie, nel nostro caso della tecnologia. Si tratta di una visione interessante dell'evoluzione biologica di una specie, nel nostro caso dell'evoluzione tecnologica di una famiglia di tecnologie sviluppate per soddisfare un bisogno umano specifico, tuttavia, come abbiamo già avuto occasione di discuterne nel paragrafo 2.6. sul paesaggio di fitness, nella realtà non è possibile misurare in maniera affidabile questo tipo di fitness che dipende essenzialmente dall'ambiente esterno piuttosto che dall'intranalità della tecnologia generando quindi una *deriva tecnologica* piuttosto che un'*evoluzione tecnologica*.

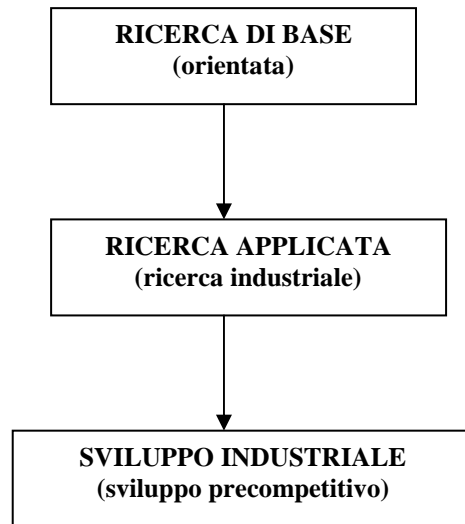
## **3.2. Innovazione tecnologica**

L'innovazione tecnologica può essere considerata come un miglioramento o adattamento di una tecnologia fino a un suo cambiamento. Considerando il nostro modello di tecnologia, questo può avvenire nel quadro delle istruzioni per le varie operazioni oppure cambiando in maniera più o meno importante anche le operazioni della tecnologia. Nel primo caso avremo essenzialmente del miglioramento di processo e il cambiamento può essere visto come un percorso nel paesaggio

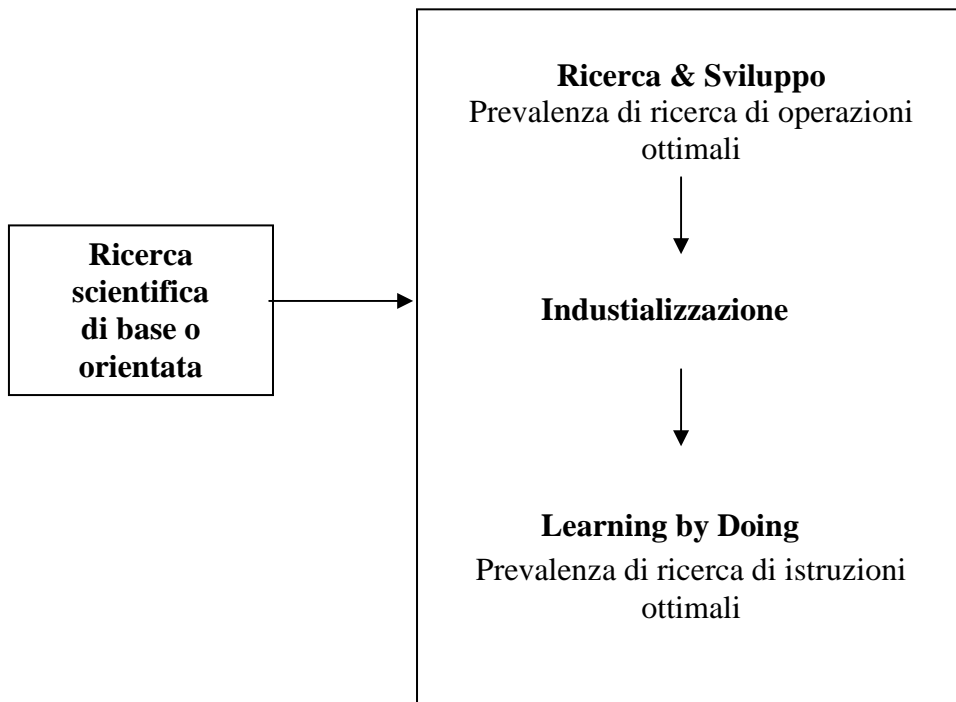
tecnologico, ma anche come adattamento a un nuovo paesaggio tecnologico che si genera per cambiamenti avvenuti nell'ambiente in cui opera la tecnologia e che incidono sulla sua esternalità. Se intervengono cambiamenti anche nelle operazioni, secondo il nostro modello avviene anche un cambiamento di tecnologia con un percorso che avviene nello spazio delle tecnologie. Se questo cambiamento coinvolge poche operazioni avremo un'*innovazione incrementale*, se coinvolge la maggior parte o tutte le operazioni avremo un'*innovazione radicale*.

L'innovazione tecnologica si genera essenzialmente attraverso due tipi di attività che sono la *ricerca & sviluppo* (R&S) e il *learning by doing* (LbyD). Il LbyD è un'attività che si svolge essenzialmente sugli impianti o sul processo industriale in funzionamento. Questa attività porta a un miglioramento del processo tecnologico con un guadagno di efficienza o a un adattamento del processo per effetto di cambiamenti esterni. Esso coinvolge generalmente cambiamenti nelle istruzioni delle varie operazioni fino anche modifiche generalmente minori nelle operazioni. Questo tipo di attività di innovazione tecnologica è molto importante nei distretti industriali italiani e si manifesta non solo attraverso il miglioramento dell'uso degli impianti ma anche con il loro rinnovo e con l'adattamento di nuove tecnologie usate in altri settori ai propri bisogni. Esso costituisce la base principale su cui avviene l'innovazione tecnologica nei distretti. La R&S invece interviene in genere come un'attività di laboratorio ovvero su impianto pilota o sviluppo di prototipi come pure di assistenza ai processi industriali. Essa coinvolge spesso non solo cambiamenti nelle istruzioni ma anche nelle operazioni tecnologiche generando non solo innovazioni incrementali ma anche radicali. Una tecnologia, da quando viene industrializzata, non rimane mai la stessa, essa è continuamente modificata per migliorarla e adattarla attraverso il LbyD e la R&S fino a quando, diventando obsoleta viene abbandonata. D'altra parte la R&S tende a modificarne le operazioni generando innovazioni incrementali che si formano a partire dalla tecnologia originale con una ramificazione che può diventare molto complessa come illustrato dalla Fig. 2.5. In definitiva l'evoluzione di una tecnologia, attraverso l'innovazione tecnologica, può essere rappresentata come un percorso esplorativo dapprima prevalentemente nello spazio delle tecnologie attraverso l'attività di R&S e, dopo industrializzazione, come percorso esplorativo prevalentemente nel paesaggio tecnologico attraverso l'attività di LbyD. A questo punto è interessante considerare il ruolo della ricerca scientifica o anche ricerca di base orientata che può avere nel quadro dell'innovazione tecnologica. Il ruolo della ricerca scientifica come sorgente di idee per l'innovazione tecnologica è stato riconosciuto da tempo ed è alla base di un ben noto schema di sviluppo della R&S a partire dalla ricerca di base, eventualmente orientata, alla ricerca applicata o industriale per terminare con lo sviluppo industriale precompetitivo riportato nella Fig. 3.1 e che risale a studi dell'OCSE del 1974 (26). Questo modello è corretto nella sequenza delle attività ma non tiene conto della complessità dell'attività di R&S e riconosce alla ricerca scientifica solo un ruolo di iniziatore dell'innovazione tecnologica e non di accompagnatore dell'evoluzione della tecnologia. D'altra parte non tiene conto dell'innovazione che può avvenire dopo l'industrializzazione della tecnologia attraverso ad esempio del LbyD. A partire del nostro modello è possibile considerare uno schema alternativo riportato nella Fig. 3.2. In questo schema l'innovazione tecnologica inizia con un'attività di R&S che comprende prevalentemente una ricerca delle operazioni ottimali per la tecnologia e termina con un'attività di LbyD che ricerca prevalentemente istruzioni ottimali per le operazioni tecnologiche, il tutto supportato da ricerche di base che possono aiutare il processo in tutte le sue fasi. Questo schema quindi presenta l'evoluzione di una tecnologia a partire dalle sue fasi iniziali di sviluppo per terminare con la tecnologia nel processo industriale che diventa obsoleta e viene abbandonata ma che, fino all'abbandono, può subire innovazioni ad esempio a seguito del LbyD. A questo punto se consideriamo l'innovazione tecnologica in termini di esplorazioni alla ricerca di un optimum nello spazio delle tecnologie o nel paesaggio tecnologico possiamo considerare i risultati della ricerca scientifica come una mappa che ci permette di individuare zone di esplorazione dello spazio o del paesaggio dove è più probabile trovare l'optimum o zone in cui





**Fig. 3.1. Modello OCSE della ricerca & sviluppo**

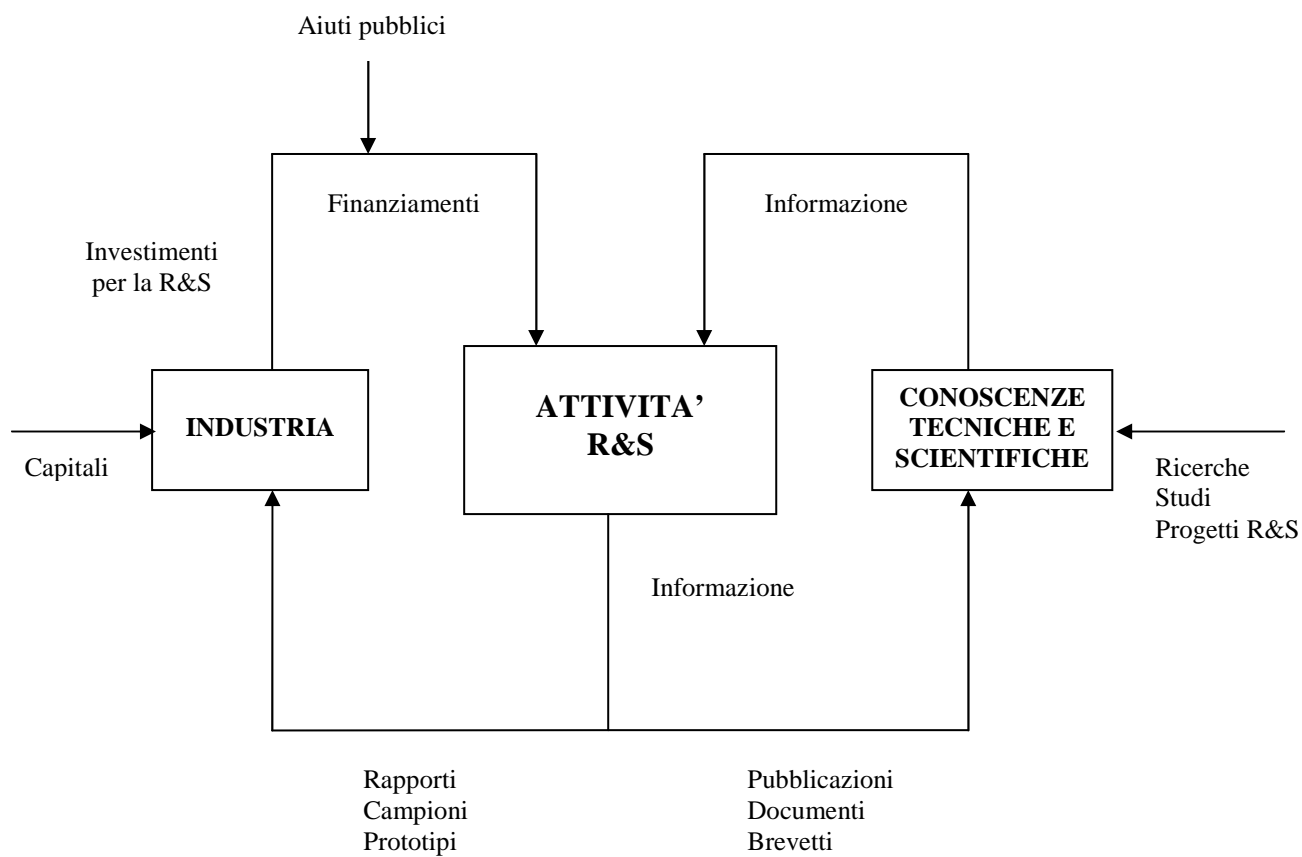


**Fig. 3.2. Modello del processo di innovazione tecnologica durante la vita di una tecnologia**

la possibilità di trovare un optimum è praticamente nulla. Questa visione della funzione della ricerca scientifica nella ricerca tecnologica è stata già riportata da altri autori (27).

### 3.3. Ricerca & sviluppo

La ricerca & sviluppo è un'attività di grande importanza per l'innovazione tecnologica ed è caratterizzata anche da una grande complessità. Al di là del modello di tecnologia considerato che la definisce come un'attività di esplorazione dello spazio delle tecnologie e del paesaggio tecnologico è possibile elaborare anche altri modelli per questa attività che si riferiscono ad altri importanti aspetti. Un approccio molto utile, già utilizzato da altri autori (18), è quello di considerarla come alimentata da capitali e informazioni con una produzione essenzialmente di informazione che può servire, con l'apporto di capitali, a industrializzare nuovi prodotti e tecnologie. Questi possono a loro volta generare profitti utilizzabili, almeno in parte, a finanziare nuova R&S. Parte dell'informazione prodotta dalla R&S è generalmente resa pubblica e va ad arricchire il bagaglio comune di conoscenze che sono disponibili per alimentare, con nuovi capitali, nuova attività di R&S. Nella Fig. 3.3 abbiamo riportato il ciclo descritto nel caso più semplice di un'attività di R&S interna ad un'azienda che ha propri laboratori di ricerca, situazione tipica della R&S intesa come attività industriale sviluppatasi nelle medie e grandi imprese già nella prima metà del XX secolo. Il prodotto dell'attività di R&S è essenzialmente dell'informazione che è utilizzata dall'industria sotto forma di rapporti, campioni o prototipi che, attraverso dei capitali, crea i presupposti per l'innovazione di prodotti e processi che a loro volta generano per l'industria margini di profitto e nuovi investimenti disponibili per l'attività di R&S a cui si aggiungono eventualmente finanziamenti provenienti da aiuti pubblici. Parte dell'informazione prodotta dall'attività di R&S diventa in generale pubblica, ad esempio sotto forma di brevetti, documenti e pubblicazioni, e va ad arricchire l'insieme delle conoscenze tecniche e scientifiche a disposizione di tutte le attività di R&S. Questo insieme di conoscenze è a sua volta alimentato da ricerche scientifiche e studi e di quanto è disponibile pubblicamente dall'attività di progetti di R&S. Come si può vedere dalla Fig. 3.3 l'attività di R&S è inserita come nodo in due cicli, uno che riguarda le informazioni e l'altro che riguarda i capitali e i finanziamenti. A sua volta questo sistema a doppio ciclo è collegato ad altri sistemi ciclici simili in termini di disponibilità di capitali e arricchimento delle conoscenze tecniche e scientifiche generando un grande iperciclo che copre e si autoalimenta a livello globale. A partire dagli anni trenta negli Stati Uniti e nel dopoguerra in Europa, l'attività di R&S si è arricchita di nuove figure che vengono chiamate Organizzazioni di Ricerca su Contratto (ORC). Esse sono essenzialmente laboratori di ricerca privati o pubblici che offrono servizi in forma di progetti che riguardano innovazioni tecnologiche per l'industria. In questa attività, in senso largo, si possono considerare anche i laboratori universitari nella misura che hanno contratti per progetti di R&S per l'industria. Nella Fig. 3.4 abbiamo riportato i cicli corrispondenti all'attività di R&S svolta da questo tipo di organizzazione. Apparentemente i cicli sono gli stessi che per l'attività di R&S svolta all'interno dell'industria rappresentata dalla Fig. 3.2, a parte i finanziamenti, che sono stabiliti da contratti specifici per progetti di R&S esterni all'azienda. Nella realtà le ORC svolgono un ruolo in una certa maniera differente da quello della semplice attività di R&S aziendale, prima di tutto esse offrono all'industria nuove competenze che non ha disponibili evitando di dover investire per acquisirle senza la sicurezza di utilizzarle poi in maniera continuativa. D'altra parte le ORC, non solo generano informazioni pubbliche limitatamente a quanto permesso dall'industria con cui hanno contratti di ricerca, ma accumulano anche un know-how e conoscenze dai vari progetti che, benché non siano direttamente pubbliche, sono utilizzabili in altri progetti di R&S per altre industrie o altre applicazioni favorendo così in generale lo sviluppo tecnologico. Queste differenze tra R&S svolta nell'industria e nelle ORC è stata alla base del grande sviluppo che esse hanno avuto come servizio per l'industria nella generazione di innovazioni tecnologiche.



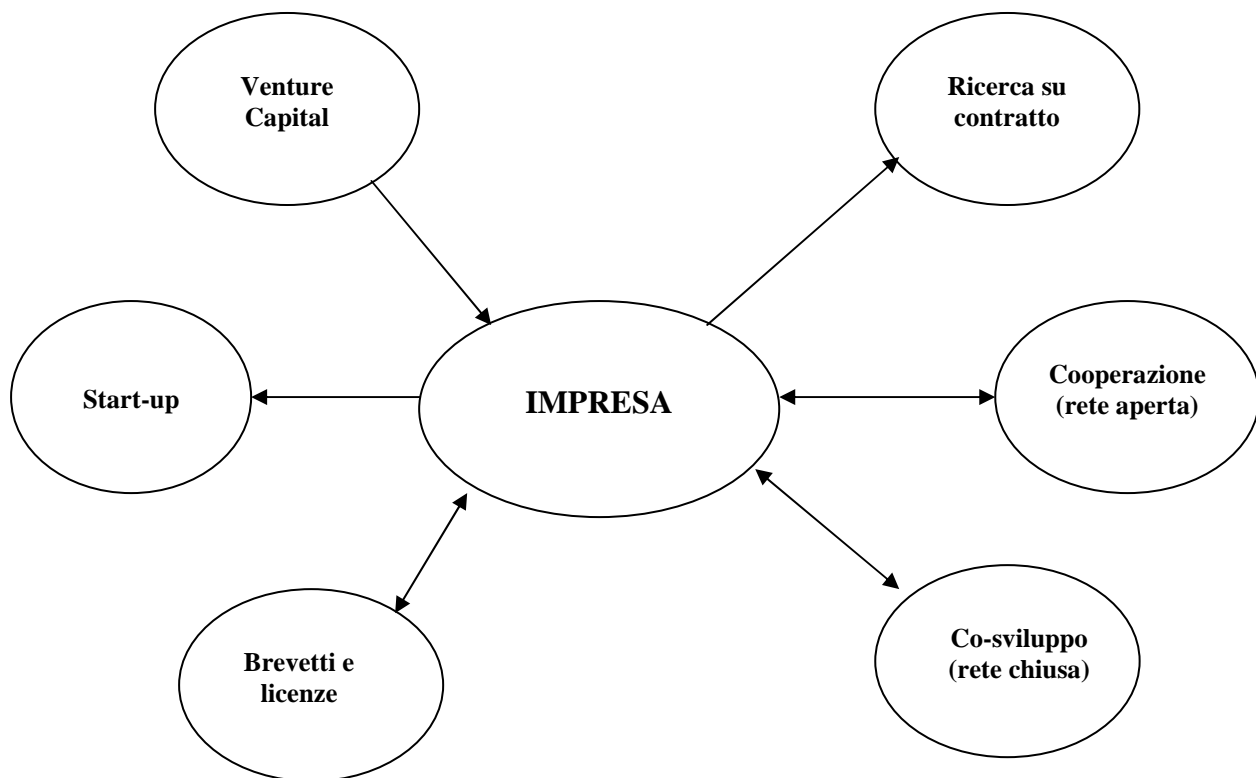
**Fig. 3.3. Modello di attività per la ricerca & sviluppo nell'industria**



**Fig. 3.4. Modello di attività per la ricerca & sviluppo delle organizzazioni di ricerca su contratto**

Volendo infine osservare come attualmente si svolge la R&S in campo internazionale, essa ha acquisito ormai da anni una struttura molto complessa arricchita da nuovi attori e strategie. Nella Fig. 3.5 abbiamo riportato la costellazione di attori che gravitano attorno a un'impresa e con la quale essa è confrontata nello sviluppo delle sue strategie di innovazione tecnologica secondo un modello chiamato dell'*innovazione distribuita* (28). In questo modello l'attività di impresa nel quadro dell'innovazione tecnologica si confronta con varie opzioni che devono costituire la sua strategia in questo campo. Al di là della R&S che può effettuare eventualmente nei propri laboratori, entra in considerazione la ricerca su contratto con organismi esterni (ORC), in particolare quando è alla ricerca di nuove competenze e idee per questa attività. Inoltre può prendere in considerazione per l'innovazione la cooperazione con altre aziende in forma di rete aperta, caso in genere gestito da ORC, e aperto alla partecipazione di qualsiasi partner, oppure il co-sviluppo in una rete chiusa, dove solo le aziende della rete hanno il diritto di decidere sull'adesione di nuovi partner. Nel quadro del processo di innovazione tecnologica, vi sono poi decisioni strategiche sulla politica della proprietà industriale e quindi sul deposito di brevetti ma anche di acquisizione o cessione di licenze. Infine, per lo sviluppo della tecnologia, si può ricorrere eventualmente a finanziamenti da parte del venture capital e alla creazione di start-up in vista della sua industrializzazione. Queste possibilità sono riportate nella Fig. 3.5 in cui le frecce indicano la direzione dei finanziamenti che sono dall'impresa verso le ORC o le start-up e, al contrario tra il venture capital e l'impresa. Nel caso della cooperazione o co-sviluppo la direzione è duplice poiché l'impresa finanzia la rete ma può anche ricevere finanziamenti dalla rete per lavori di ricerca per questa. Lo stesso vale per le licenze che possono essere sia cedute che acquisite. Può apparire sorprendente che nel modello dell'innovazione distribuita non appaiono come attori le organizzazioni che forniscono aiuti finanziari alla ricerca. Nella realtà l'aiuto finanziario, nella concezione attuale della R&S non entra direttamente in gioco per la sua strategia nel senso che l'aiuto è ricercato essenzialmente per espandere i programmi di un progetto o ridurre i costi ma non per decidere se condurre o no il progetto.

A questo punto è bene fare qualche osservazione riguardo l'attività di innovazione tecnologica nei distretti industriali. Abbiamo visto che questa comprende poca R&S ed è costituita essenzialmente da LbyD accompagnato da rinnovo di impianti e adattamento di nuove tecnologie alla propria produzione. Risulta evidente che lo sviluppo dell'innovazione tecnologica nei distretti non può fare a meno di un maggior contributo della R&S che, vista la disponibilità molto limitata di laboratori di ricerca interni alle aziende, deve ricorrere alla ricerca su contratto presso le ORC, che in Italia sono ben poco numerose, e quindi anche presso le università e i politecnici. D'altra parte non si può evitare di prendere in considerazione anche gli approcci attuali dell'innovazione distribuita e ricorrere quindi alla cooperazione o co-sviluppo, come pure al ricorso di venture capital e start up per l'industrializzazione e infine disporre di un'opportuna politica di acquisizione o cessione di licenze.

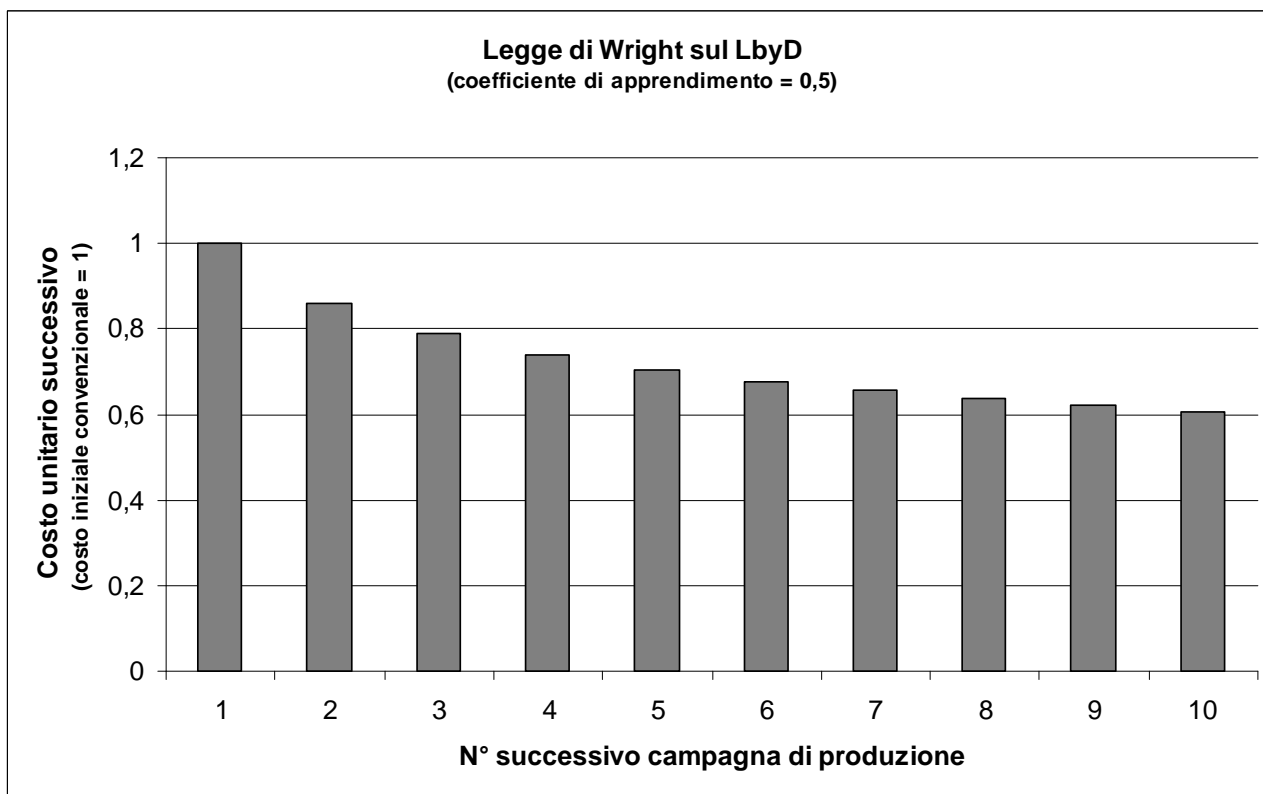


**Fig. 3.5. Attività di impresa secondo il modello dell'innovazione distribuita**

### 3.4. Learning by doing

Il learning by doing (LbyD) è l'altro importante tipo di attività che riguarda l'innovazione tecnologica e, a differenza della R&S che opera principalmente in laboratorio, in impianti pilota o su prototipi, il LbyD opera essenzialmente nell'attività industriale della tecnologia migliorandone continuamente l'efficienza ed adattandola alle nuove esternalità che si presentano e questo praticamente fino alla sua maturità e quindi abbandono per obsolescenza. Come abbiamo già notato nel modello di innovazione tecnologica rappresentato nella Fig.3.2 questa attività può comunque essere affiancata da utili attività di ricerca scientifica o anche progetti ausiliari di R&S. Il LbyD è un importante tipo di attività nei distretti industriali italiani, dove la R&S è meno diffusa, e quindi contribuisce in maniera importante all'innovazione tecnologica del distretto. L'importanza del LbyD nelle attività economiche di impresa non è stato nel passato molto considerato fino al lavoro di K. Arrow, premio Nobel per l'economia, che in un articolo del 1962 (36) osservava, da studi statistici sull'economia americana, che vi era riduzione dei costi unitari di produzione anche in assenza di accumulo di capitali o attività di R&S attribuendo questo fatto a un aumento dell'esperienza di produzione da cui il termine di learning by doing. In realtà, da un punto di vista ingegneristico, si era già osservato da tempo questo effetto sui costi unitari di produzione ed espresso dalla cosiddetta *curva dell'esperienza*. Questo effetto venne studiato già negli anni trenta, da T.P. Wright (37) osservando l'evoluzione dei costi nella produzione di parti aeronautiche. Questo autore delineò inoltre una legge statistica che collega il lavoro unitario necessario per un prodotto al numero successivo di campagne di produzione che si esprime come una curva esponenziale decrescente. Senza presentare nel dettaglio l'equazione della legge di Wright per il LbyD, nella Fig. 3.6 abbiamo riportato il tipico andamento decrescente di un costo unitario di produzione, preso convenzionalmente pari a 1 per la prima campagna di produzione, in funzione di dieci campagne successive. Nell'equazione della legge di Wright appare un coefficiente esponenziale, detto *coefficiente di apprendimento*, che nel nostro caso è stato preso pari a 0,5. Statisticamente i coefficienti di apprendimento si situano tra 0,2 e 0,5 secondo i vari tipi di tecnologia e tendono ad essere più elevati per le tecnologie su cui vengono condotti più sforzi per l'innovazione. Possiamo osservare nel diagramma che il costo unitario cade sensibilmente nelle prime campagne per poi stabilizzarsi nelle campagne successive con riduzioni minori decrescenti. La legge di Wright sul LbyD è stata confermata da molti studi statistici sulle più svariate tecnologie e si può considerare che la riduzione dei costi unitari osservati si situi tipicamente tra il 20% (coefficienti di apprendimento attorno allo 0,2) e il 40% (coefficienti di apprendimento attorno a 0,5) dei costi iniziali nella maggioranza dei casi. La legge di Wright naturalmente è valida per una tecnologia che rimane sostanzialmente la stessa nella serie di campagne e in cui si tende a cambiare essenzialmente le ricette tecnologiche sia per miglioramenti che per limitati adattamenti all'evoluzione dell'esternalità in cui la tecnologia opera.





**Fig. 3.6. Esempio tipico dei costi risultanti dalla legge di Wright sul LbyD**

#### 4. TRASFERIMENTO DI TECNOLOGIA E KNOW HOW

Trasferimento di tecnologia e know-how sono termini largamente usati, qualche volta anche in senso improprio, e che devono essere definiti precisamente per gli scopi di questo libro. Il termine *know-how* significa essenzialmente *saper fare* ed è entrato nel linguaggio comune da molto tempo. Si tratta essenzialmente di una conoscenza largamente pratica che è posseduta da operai e tecnici che operano su un impianto o un processo produttivo e che fondamentalmente gli permette di farlo funzionare al meglio, operando miglioramenti attraverso un'attività di LbyD e adattando il processo ai cambiamenti dovuti all'esternalità della tecnologia. Come conoscenza pratica essa non è fondamentalmente trasferibile, quello che è possibile trasferire sono solo informazioni che, per la complessità pratica, non possono essere in grado da sole di descrivere in maniera completa il know-how necessario per il funzionamento di una tecnologia. Poiché il know-how è legato indissolubilmente alla tecnologia e senza il quale essa non può realmente operare, questo discorso vale anche per il trasferimento tecnologico che nella maggior parte dei casi non è altro che una fornitura di informazioni in maniera più o meno estesa. Per le ragioni precedenti, non si può parlare di know-how neanche quando si parla di brevetti che sono in realtà una semplice descrizione di una tecnologia e, come vedremo nel paragrafo dedicato ai brevetti, non necessariamente precisa e direttamente utilizzabile. In ogni caso ogni trasferimento di tecnologia comporta un certo trasferimento anche di know-how sotto forma di informazioni e altri interventi per renderlo operativo.

Con il termine trasferimento di tecnologia si intendono in generale processi di trasferimento che possono essere anche fondamentalmente diversi che possiamo riassumere in tre casi principali:

1. Trasferimento integrato di tecnologie e know-how.
2. Trasferimento di tecnologie già industrializzate
3. Trasferimento di tecnologie in fase di industrializzazione che possono essere realizzate dal laboratorio a impianti pilota o prototipi e quindi fino ai primi impianti o prodotti industriali

Il termine di trasferimento di tecnologia in quest'ultimo caso è entrato nel linguaggio comune in particolare nel campo del linguaggio burocratico della promozione dell'innovazione tecnologica. Si tratta in realtà di una denominazione impropria poiché a livello di laboratorio e in una certa misura anche nel caso di impianti pilota o prototipi non è possibile un vero e proprio trasferimento di tecnologia. In effetti, in questo caso, è assente il know how per il suo uso industriale e ci si può chiedere se esiste una vera e propria tecnologia da trasferire al di là di una mera informazione. La tecnologia, essendo queste fasi in sviluppo, è destinata a modificarsi ulteriormente per diventare industriale e rispondere ai bisogni per cui è stata sviluppata.

##### *Trasferimento integrato di tecnologia e know-how*

Si tratta di un trasferimento attualmente raramente praticato nella sua forma completa ma di cui vi sono vari esempi nel passato. Possiamo ad esempio citare il caso dei fratelli Müller, del cantone svizzero dell'Argovia, che ottennero, nel 1808, il permesso dall'amministrazione napoleonica per trasferire le loro macchine per la filatura del cotone e una quindicina di operai dalla Svizzera a Intra, ora Verbania, che ebbe così il primo impianto italiano di filatura meccanica del cotone. Una versione attuale di questo tipo di trasferimento completo di tecnologia è in un certo senso quella dell'acquisto di un'azienda o parte di essa con i suoi impianti e il suo personale che possiede il know-how per farli funzionare. In questo caso vi è in realtà più che altro un trasferimento di proprietà della tecnologia e non necessariamente accompagnato da un trasferimento geografico, tuttavia questo può essere sfruttato poi per un trasferimento anche geografico della tecnologia, all'interno dell'azienda, in condizioni ottimali. Questo tipo di trasferimento, comprendendo il know-how, ha problematiche molto limitate. Nel caso di trasferimenti geografici è possibile che vi

siano variazioni nell'esternalità della tecnologia che impongano un certo adattamento delle condizioni operative che vengono comunque affrontate da operai e tecnici che conoscono già bene la tecnologia che usano. Un altro aspetto di questo trasferimento riguarda l'eventuale necessità di istruire ulteriore personale per il funzionamento dell'impianto che però risulta generalmente facile poiché è possibile un continuo il contatto con personale che già possiede un know how per la tecnologia.

#### *Trasferimento di tecnologie già industrializzate*

Questo tipo di trasferimento di tecnologia è largamente diffuso ed è accompagnato spesso da modifiche riguardo la dimensione degli impianti e da miglioramenti e adattamenti della tecnologia. Come abbiamo già discusso precedentemente il trasferimento di tecnologia è essenzialmente una fornitura di informazioni e, per il necessario trasferimento anche di know-how indispensabile per il funzionamento dell'impianto, si rende generalmente necessario anche un supporto iniziale costituito da personale in grado di istruire gli operatori a sviluppare un proprio know how e adattare eventualmente la tecnologia alle nuove condizioni in cui è trasferita. Dal punto di vista del modello di tecnologia la messa in opera della tecnologia trasferita richiederà una messa a punto delle operazioni tecnologiche in funzione della nuova esternalità in cui la tecnologia si troverà ad operare. Vi potrà essere quindi la necessità di cambiare anche in una certa misura la struttura delle operazioni con la ricerca di nuovi optimum nel paesaggio tecnologico. Il successo del trasferimento di tecnologia dipende naturalmente dall'efficienza in cui vengono fornite le informazioni ma soprattutto dall'abilità, e quindi dalla motivazione, del personale che deve operare il nuovo impianto e quindi acquisire il know-how necessario. Minori sono le informazioni disponibili maggiore è il lavoro da effettuare per sviluppare il know-how adatto che avviene anche attraverso un processo di imitazione del lavoro del personale per il supporto iniziale al trasferimento.

#### *Trasferimento di tecnologie in fase di industrializzazione*

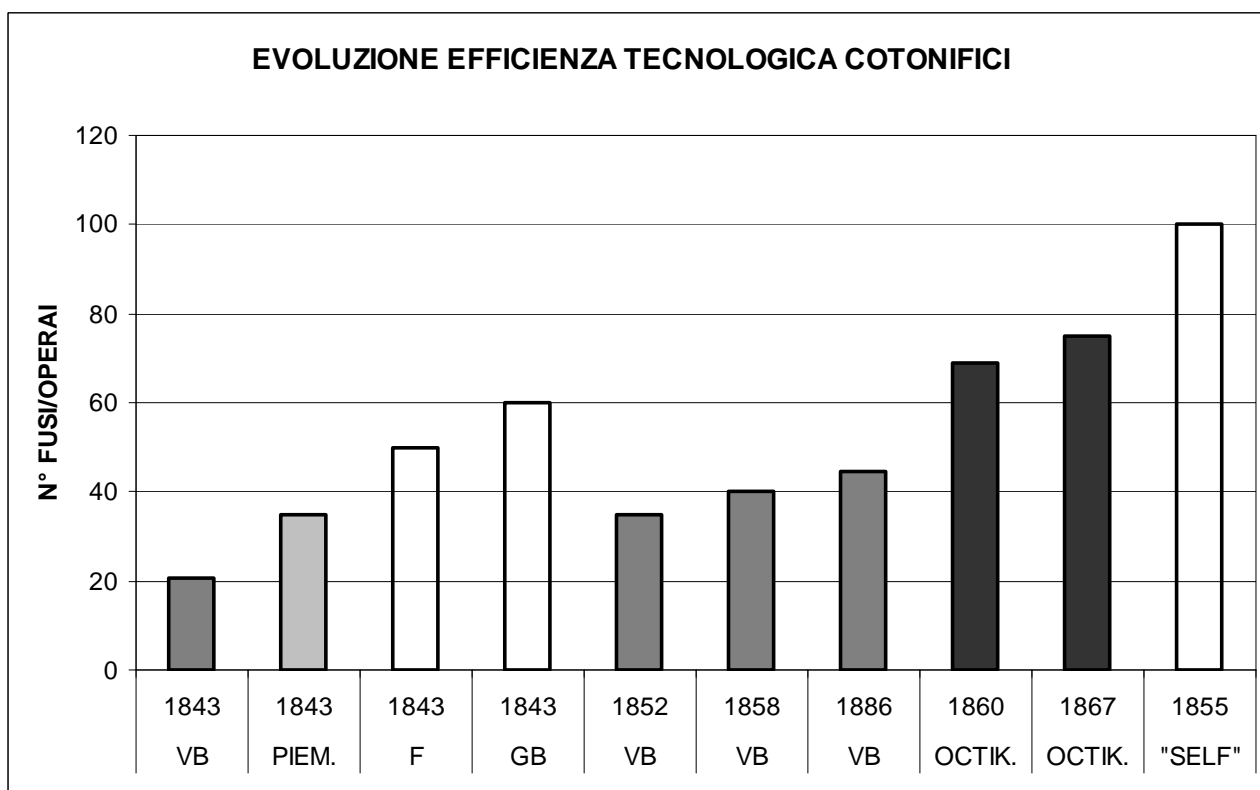
Il passaggio di una tecnologia sviluppata a livello di laboratorio a un livello superiore di sviluppo in una fase di impianti pilota o prototipi non può essere considerato un vero e proprio trasferimento di tecnologia. Al di là della fornitura di informazioni, non vi è praticamente know-how industriale da trasferire. Nel caso invece di una fase di passaggio tra impianto pilota o prototipo alla fase industriale, oltre alla fornitura di informazioni vi può essere anche un certo know-how da trasferire. In realtà, a rigore, sia in fase laboratorio che in impianto pilota o prototipo è stato sicuramente sviluppato un certo know-how che ha permesso di sviluppare la tecnologia in queste fasi, il fatto è che questo know-how non è utilizzabile per la fase industriale o lo è solo marginalmente nel caso di impianti pilota o prototipi. La lacuna di informazioni e know-how che esiste in questo tipo di trasferimento di tecnologia rende questa operazione molto delicata. Un punto critico è rappresentato dalla decisione di interrompere l'attività di R&S per procedere verso l'industrializzazione della tecnologia con gli importanti aspetti finanziari che la accompagnano. La domanda che ci si pone in questo caso è se la R&S è stata sufficientemente portata avanti da avere sufficienti informazioni e parte di know-how per industrializzare con successo la tecnologia. La correttezza di questa decisione è molto importante poiché la tecnologia è giudicata nella maggior parte dei casi sulla base del primo impianto industriale realizzato (in inglese *demonstration plant*) o sui primi prodotti fabbricati. L'insuccesso di questa operazione tende a far perdere alla tecnologia tutto il suo interesse e quindi la sua eventuale vendibilità o diffusione indipendentemente dal fatto che un ulteriore sforzo di R&S avrebbe potuto evitare questo insuccesso.

In definitiva il processo di trasferimento di tecnologia è nella realtà una fornitura di informazione e know-how, quest'ultimo, per la sua natura pratica, non è descrivibile completamente come informazione ma richiede un'attività di imitazione da parte del ricevente della tecnologia. Un'attività di LbyD, se non anche di R&S addizionale, è quasi sempre necessaria per completare il trasferimento e l'adattamento della tecnologia trasferita alla nuova esternalità in cui deve operare.

L'entità di questa attività è tanto maggiore quanto minori saranno le informazioni disponibili e le possibilità di imitazione per lo sviluppo del know-how. Quindi questa attività risulta minima nel caso di un trasferimento integrato della tecnologia per aumentare nel caso di un trasferimento di tecnologie già industrializzate e ancor più nel caso di tecnologie in fase di industrializzazione. Dal punto di vista del nostro modello di tecnologia il trasferimento è rappresentato da un processo di esplorazione del paesaggio tecnologico effettuato dall'azienda che riceve la tecnologia attraverso il lavoro di LbyD per adattare la nuova tecnologia all'esternalità che la caratterizza. Da un certo punto di vista le informazioni che l'azienda riceve per il trasferimento, e il know-how che è reso disponibile per l'imitazione, corrisponde semplicemente a una mappa utile per ricercare le condizioni ottimali di utilizzazione della tecnologia trasferita. Occorre infine notare che il processo di trasferimento di tecnologia, che avviene tipicamente attraverso opportuni contratti per la sua cessione, non è dissimile a quello che avviene in un'azienda che intende acquisire autonomamente una nuova tecnologia, usando le informazioni che riesce ottenere ed eventualmente il know-how, che riesce ad avere disponibile.

### *Trasferimento e diffusione di tecnologie nei distretti industriali*

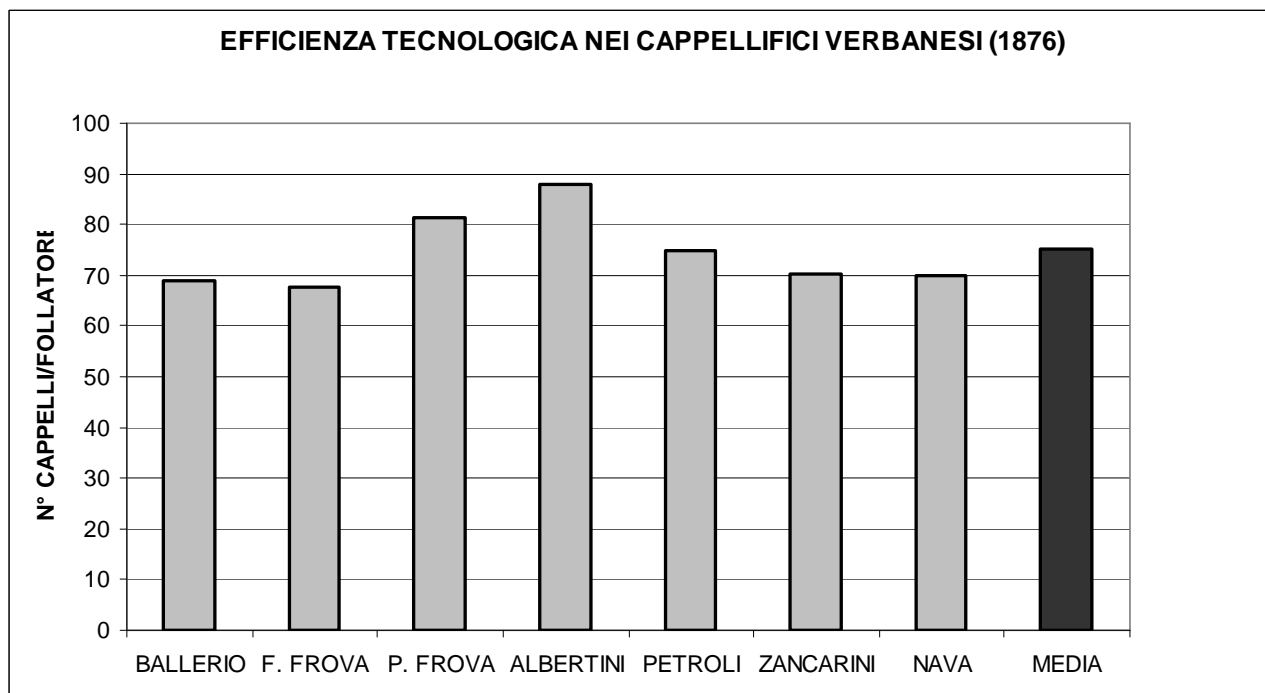
Nei distretti industriali italiani, l'attività limitata esistente nel campo della R&S, fa sì che il trasferimento e diffusione avvenga prevalentemente su tecnologie già industrializzate. Il processo principale di trasferimento è legato soprattutto alla mobilità del personale tra le varie aziende e facilitato in particolare dalla debolezza della protezione industriale esistente, la cui causa verrà discussa nel capitolo dedicato alle strutture e processi esistenti nei distretti industriali. L'esistenza di numerose possibilità di trasferimento e quindi la disponibilità di varie tecnologie nei distretti non deve però far credere che nel distretto la scelta delle migliori tecnologie sia la più diffusa e l'efficienza tecnologica delle varie aziende sia quindi molto simile. In realtà studi fatti indicano l'esistenza di possibili differenze importanti in questo campo. In uno studio dettagliato condotto dalla Prof.ssa Russo dell'Università di Modena e Reggio (31) nel distretto delle piastrelle di Sassuolo ha dimostrato come un'innovazione tecnologica importante, come la monocottura delle piastrelle sviluppata da un'azienda del distretto, non si dia diffusa che molti anni più tardi per varie cause tra cui quelle di tipo sociale. Riguardo l'efficienza tecnologica è difficile dimostrare oggi le differenze per la complessità e la diversificazione delle tecnologie attuali, tuttavia, in uno studio (50) condotto nel distretto verbanese della filatura del cotone e dei cappellifici esistente nella seconda metà del XIX secolo in cui le tecnologie usate erano abbastanza semplici da poter essere comparate, sono state evidenziate queste differenze che sono riportate nella Fig. 4.1, per la filatura del cotone, su dati esistente dal 1843 al 1867, e nella 4.2 per i cappellifici, con dati disponibili per il 1876. L'efficienza tecnologica riportata nelle due figure è stata stimata sulla base del rapporto tra numero di fusi prodotti giornalmente e numero di operai impiegati nel caso della filatura del cotone e del rapporto tra il numero di cappelli prodotti giornalmente e il numero di operai follatori impiegati. Possiamo vedere nella Fig. 4.1. che l'efficienza tecnologica del distretto della filatura verbanese, pur progredendo negli anni, era alquanto inferiore a quella presente nella filatura piemontese e ancor più rispetto alla filatura francese e britannica. Possiamo notare tuttavia che lo stabilimento Octiker del distretto verbanese aveva un'efficienza molto più elevata della media avvicinandosi alle efficienze esistenti in altre aree industriali. Nel caso dei cappellifici l'efficienza tecnologica nel distretto verbanese era molto più simile nei vari stabilimenti anche se la differenza di efficienza tra i migliori e i peggiori superava comunque il 20%. Sulla base di questi dati e della nostra esperienza riteniamo che la situazione della diffusione della tecnologia e delle efficienze tecnologiche nei distretti industriali non sia attualmente molto differente da quanto osservato nel distretto di Sassuolo o dagli studi del distretto verbanese del XIX secolo. Nella realtà è probabile che l'esistenza di differenze importanti venga compensato nel quadro della sopravvivenza delle varie aziende da altri fattori non tecnologici in un regime di "regina rossa" che abbiamo già descritto precedentemente discutendo la co-evoluzione dei paesaggi tecnologici.



**LEGGENDA**

VB	Media del distretto della filatura del cotone verbanese
PIEM.	Media dell'industria della filatura del cotone piemontese
F	Media dell'industria della filatura del cotone francese
GB	Media dell'industria della filatura del cotone britannica
OCTIK.	Dati dell'efficienza dello stabilimento Octicker del distretto verbanese
"SELF"	Nuova tecnologia di filatura del cotone diffusasi a partire dal 1855 in Europa

**Fig. 41. Evoluzione dell'efficienza tecnologica della filatura del cotone del distretto verbanese rispetto alle filature di altri territori**



**Fig. 4.2. Efficienza tecnologica nei cappellifici verbanesi del 1876**

## 5. BREVETTI E LICENZE

Lo sviluppo di un'innovazione tecnologica, la sua industrializzazione, trasferimento e diffusione è accompagnato, spesso già allo stadio di progetto di R&S, dal problema di decidere per un eventuale deposito di brevetti e più avanti anche eventualmente dalla possibilità di concedere delle licenze.

I brevetti e le licenze rappresentano il modo con cui si regolano vari aspetti legali riguardo allo sfruttamento e trasferimento delle tecnologie. Nella realtà i brevetti e le licenze assumono grande importanza nel quadro delle strategie dell'impresa come nei progetti cooperativi che vanno ben al di là degli aspetti legali e normativi ad essi collegati e che vedremo in seguito.

### 5.1. Brevetti

Un brevetto rappresenta *un titolo giuridico descritto in un linguaggio tecnico, rilasciato da un'amministrazione, e che stabilisce un diritto reale su un'invenzione*. Una "invenzione" rappresenta un'innovazione tecnologica che permette di migliorare tecnologie esistenti e creare nuove pratiche, essa si distingue da una "scoperta" che rivela cose che già preesistono o che arricchiscono la conoscenza in generale di natura scientifica.

Dal punto di vista della definizione di tecnologia come sequenza di operazioni ciascuna associata ad un insieme di istruzioni il brevetto di un'invenzione può essere considerato come uno spazio riservato del paesaggio tecnologico, nel quale agisce una proprietà industriale, e dove sono incluse le istruzioni che caratterizzano l'innovazione rappresentate dagli esempi e rivendicazioni del brevetto. Si noti che l'efficienza di una ricetta considerata nel paesaggio tecnologico non è generalmente presa in considerazione in maniera dettagliata e quantitativa dal brevetto che indica normalmente molto genericamente gli aspetti migliorativi dell'invenzione sovente parlando semplicemente di risultati di nuove pratiche ottenute modificando operazioni ed istruzioni (cambiamento di tecnologia) o anche solo istruzioni in maniera comunque che la ricetta o l'insieme di ricette tecnologiche che rappresentano l'invenzione abbiano un'efficienza tecnica superiore a quelle in uso precedentemente. Questa rappresentazione dell'invenzione la rende nettamente differente da una scoperta che non è caratterizzata da operazioni ed istruzioni tecniche ma da un aumento delle conoscenze, in genere scientifiche, che si hanno riguardo a un certo fenomeno. Un'invenzione è quindi tipicamente il risultato di un'attività tecnologica mentre la scoperta è tipicamente il risultato di un'attività scientifica anche se può costituire la base di conoscenze per immaginare applicazioni pratiche che possono costituire l'invenzione.

L'utilità di brevettare un'invenzione è molteplice e si può riassumere nei punti:

- Proteggere l'invenzione da contraffazioni
- Servire da oggetto per una vendita o concessione d'uso (licenza) dell'invenzione
- Migliorare l'immagine tecnologica dell'impresa in generale

Brevettare un'invenzione può anche avere aspetti negativi come:

- Rendendo pubblica l'invenzione con il brevetto questo può dare spunti per sviluppi di altre invenzioni, eventualmente migliori, presso la concorrenza o anche a contraffazioni molto difficili da scoprire e da eliminare
- L'operazione di brevettare un'invenzione può essere molto costosa soprattutto se si vuole coprire l'invenzione in un'ampia zona geografica costituita da molti paesi.

Per queste ragioni la decisione di brevettare un'invenzione deve essere considerata con molta attenzione nel quadro della strategia dell'impresa.

Affinché un'invenzione possa essere brevettata essa deve obbedire a due caratteristiche essenziali che sono:

- Novità rispetto a quanto è già stato fatto (stato dell'arte)
- Miglioramento riguardo ai risultati tecnici che sono già stati ottenuti

Dal punto di vista tecnologico questo significa che non basta trovare un nuovo insieme di ricette di produzione non contemplate in precedenti brevetti ma occorre dimostrare che queste ricette siano più efficaci. Ad esempio: non è sufficiente trovare una nuova formulazione differente da quanto brevettato per eseguire un certo trattamento ma occorre dimostrare, per poterla brevettare, che essa dia risultati migliori della precedente.

La struttura di un brevetto (*patent*) è composta essenzialmente da tre parti:

- Una descrizione generale dell'invenzione (*invention*)
- Il riporto di uno o generalmente più esempi (*examples*) di applicazione dell'invenzione
- Una lista di rivendicazioni (*claims*) dedotta dagli esempi riportati

Le rivendicazioni riportate in un brevetto, strettamente collegate agli esempi, sono la parte più importante del brevetto poiché sono in genere queste che vengono contestate riguardo la brevettabilità (esistenza dell'invenzione) o l'antiorizzazione (esistenza di brevetti o pratiche anteriori) dell'invenzione.

Dal punto di vista del paesaggio tecnologico un brevetto copre, attraverso le rivendicazioni, un insieme di ricette tecnologiche del paesaggio tra le quali dovrebbe esistere quella corrispondente ad un massimo (locale) di efficienza tecnologica. Le istruzioni riguardo le ricette dell'invenzione che appaiono nelle rivendicazioni, vengono in genere definite in un campo il più largo possibile, sia perché al momento della redazione del brevetto non si hanno conoscenze sufficienti per essere più precisi (sviluppo ancora limitato dell'innovazione e del LbyD su di essa) ma si desidera coprire tutto il campo in cui si pensa si trovino le ricette specifiche più efficienti, sia perché non si vuole rendere pubbliche le condizioni reali ottimali di esecuzione dell'invenzione e, al contrario, si vuole estendere il più possibile il campo della protezione per comprendere possibili ricette che possono trovarsi su altri massimi locali di efficienza. Occorre notare che, in caso di contestazione, la dimostrazione che le ricette desunte dagli esempi e rivendicazioni del brevetto non apportino le migliori rivendicate può costituire causa di limitazione o invalidità del brevetto. Un altro aspetto che la descrizione di un brevetto deve rispettare, pena l'invalidità, è che l'uomo dell'arte sia in grado, attraverso la descrizione generale e gli esempi del brevetto, di mettere in esecuzione l'invenzione e verificare le migliori rivendicate. La natura e l'ampiezza delle rivendicazioni costituiscono quindi i punti essenziali di un brevetto. Sul piano legale, in caso di contestazioni, i giudizi possono essere più o meno restrittivi andando da una parte ad accettare come campo dell'invenzione solo le ricette riportate negli esempi e non quelle desumibili dalle estensioni riportate nelle rivendicazioni, d'altra parte possono essere accettate nel campo dell'invenzione estensioni non riportate ma desumibili naturalmente dagli esempi da parte dell'uomo dell'arte purché questo non comporti ulteriore attività inventiva.

Un caso interessante è quello di un brevetto che oltre proteggere le ricette dell'invenzione che operano in certi campi di istruzioni protegge anche come attività inventiva la sequenza delle operazioni. In questo caso la realizzazione di un'invenzione che riguarda ricette di produzione con



configurazioni di istruzioni fuori del campo di questo brevetto ma che utilizzano la stessa sequenza di operazioni (stessa tecnologia) è brevettabile ma crea una cosiddetta dipendenza tra i due brevetti. Si rende quindi necessaria una licenza per lo sfruttamento del brevetto da cui dipende. Anche se le legislazioni di molti paesi prevedono, in caso di disaccordo sulla cessione della licenza per lo sfruttamento del brevetto originario della dipendenza, la possibilità di sfruttarlo ugualmente pagando dei diritti legali abbastanza contenuti, la dipendenza non è mai in genere desiderata per varie ragioni come la conseguente mancanza di segretezza sulle proprie attività verso un eventuale concorrente che si viene a creare attraverso il pagamento dei diritti. Una possibilità di uscita dalla dipendenza è quella di trovare altre sequenze simili di operazioni non brevettabili poiché già conosciute da molto tempo e costruire un brevetto come miglioramento di queste.

Un'altra possibilità importante per un brevetto esistente in alcuni paesi importanti come gli USA è la facoltà di proteggere ad esempio una composizione materiale senza necessariamente citarne l'applicazione. In questo caso il brevetto crea dipendenze su tutte le possibili applicazioni che potrebbero essere trovate per quel materiale. Un'estensione analoga di questa possibilità riguarda la brevettabilità di nuovi organismi biologici realizzabili in laboratorio, come ad esempio gli organismi geneticamente modificati (OGM), senza citarne l'utilizzazione.

La procedura di deposito di una domanda di brevetto comincia di solito con una verifica della brevettabilità dell'invenzione attraverso un controllo dei brevetti esistenti nello stesso campo. Questa operazione non è obbligatoria ma fortemente consigliabile, essa vuole verificare l'eventuale esistenza di brevetti che anteriorizzano o creano dipendenze per l'invenzione esaminata. Si noti che non è necessario che esista un brevetto anteriore valido per impedire la brevettabilità di un'invenzione. Anche un brevetto non più valido, poiché esiste già da un tempo superiore a quello in cui è assicurata la protezione legale, o qualsiasi pubblicazione, articolo tecnico od opuscolo che descriva una tecnologia e che sia stato divulgato può costituire anteriorizzazione per l'invenzione esaminata. Naturalmente nei casi in cui non esiste un brevetto valido ma vi è anteriorizzazione è comunque possibile utilizzare l'invenzione ma non brevettarla.

Sulla base dei documenti trovati nella ricerca di anteriorità e della descrizione tecnica ed esempi riguardanti l'invenzione si effettua la redazione del brevetto scegliendo gli esempi e la natura e l'ampiezza delle rivendicazioni in modo da ritagliarsi un nuovo campo inventivo rispetto a quello già esistente in altri brevetti preesistenti ed evitando se possibile una dipendenza. Una volta redatto il brevetto esso farà oggetto di una domanda presso un'amministrazione di un paese ovvero presso l'European Patent Office (EPO) di Monaco ovvero presso il World Patent Office (WPO) di Ginevra. Molte legislazioni prevedono l'obbligatorietà di deposito prioritario nel paese in cui avviene l'invenzione, anche per esercitare eventuali diritti nazionali di priorità di sfruttamento dell'invenzione stabiliti dalla legge. Mentre la domanda presentata all'EPO può trasformarsi dopo esame favorevole in un vero proprio brevetto che necessita solo la registrazione nei paesi europei che fanno parte dell'EPO, la domanda presso il WPO costituisce solo un esame di brevettabilità e deve poi essere eventualmente seguita da una procedura normale di deposito della domanda di brevetto nei paesi desiderati. La data di deposito della domanda è molto importante poiché essa costituisce la data prioritaria alla quale ci si riferisce per le questioni di anteriorità e quindi di validità di eventuali brevetti in concorrenza. In generale la domanda di brevetto è valida come priorità per tutto un insieme di paesi che fanno parte dell'Unione (Convenzione di Parigi). Questi rappresentano quasi tutti i paesi esistenti. Trascorso il termine di un anno è necessario estendere la domanda a tutti i paesi in cui si desidera proteggere il brevetto, pena il decadimento della protezione nel paese per il quale non si effettua l'estensione. L'esistenza di un periodo di un anno in cui una domanda di brevetto possiede una priorità ma non è allo stesso tempo di pubblico dominio fa sì che le ricerche di anteriorità non possono assicurare l'inesistenza di brevetti anteriorizzanti l'invenzione considerata nell'anno che precede la ricerca e fino alla data della domanda di brevetto.

A seconda delle amministrazioni la domanda di brevetto è sottoposta o no ad un esame di brevettabilità con ricerca di eventuali anteriorità. L'esame è previsto ad esempio all'EPO, in Germania e negli USA mentre non è fatto ad esempio in Francia ed in Italia. A parte i vizi formali che possono essere sollevati da parte delle amministrazioni, nel caso di esame possono arrivare osservazioni riguardo all'accettabilità delle rivendicazioni fatte. Questo può portare a modifiche più o meno importanti al testo e al campo delle rivendicazioni per rendere accettabile il brevetto ovvero, nel caso in cui non sia possibile rispondere validamente o che le modifiche proposte non siano poi accettate, al rigetto della domanda di brevetto. Questo esame varia a seconda del paese considerato e, ad esempio, lo stesso brevetto accettato negli USA può essere rigettato in Giappone. Il lavoro di discussione con le amministrazioni e la conseguente revisione del brevetto costituisce una parte importante dell'attività di protezione e dei costi di un brevetto. La concessione di un brevetto in un paese con esame non costituisce una garanzia della validità del brevetto verso possibili anteriorizzazioni o brevetti opponibili. Essi quindi possono quindi subire procedimenti giudiziari di contestazione ed essere alla fine anche giudicati non validi.

Una volta accordato il brevetto inizia il periodo di validità della protezione che, a seconda dei paesi, dura da 15 a 20 anni. Il brevetto è assoggettato nei vari paesi in cui è protetto ad una tassa annuale, in genere più alta nei primi anni e meno negli ultimi anni. Il non pagamento della tassa in un paese oltre certi limiti di ritardo può provocare la perdita irreversibile dei diritti di protezione in quel paese.

Come si può comprendere il deposito di un brevetto e la sua protezione nei vari paesi è un processo complesso e costoso che necessita l'intervento di un buon ufficio di consulenza per la proprietà industriale che conosce tutti gli aspetti legali e procedurali nei vari paesi che sono tra l'altro sottoposti a frequenti cambiamenti. Senza entrare nel dettaglio di questa attività di consulenza è utile invece considerare il problema dei brevetti nel quadro delle strategie industriali esistenti in un'impresa e più precisamente i criteri che si devono considerare per decidere se procedere o no alla protezione di un'invenzione. Naturalmente la prima domanda da chiedersi è se l'innovazione considerata ha le caratteristiche di attività inventiva, novità e miglioramento tecnico. In caso di risposta positiva bisogna allora considerare l'interesse o no di procedere al deposito di una domanda di brevetto nel quadro della strategia d'impresa attuata considerando una serie di fattori che possono essere riassunti nella Tabella 3.1. La decisione di procedere o no verso la domanda di un brevetto dipende quindi generalmente dal bilancio dei fattori pro e contro espressi in questa tabella.

## **5. 2. Licenze**

La licenza costituisce un accordo per il quale il possessore dei diritti di sfruttamento di un brevetto concede all'acquirente, in cambio di una contropartita, l'utilizzazione di tutto o parte dell'invenzione protetta da un brevetto. Da un punto di vista legale si tratta quindi essenzialmente di un contratto.

Il campo e la durata della licenza può essere più o meno ampio. La licenza può essere totale o parziale (limitata solo a una parte delle applicazioni del brevetto), può essere globale o limitata a una zona geografica di sfruttamento ed inoltre può essere esclusiva o non esclusiva se il possessore dei diritti si riserva di cedere anche ad altri tutto o parte dei diritti. Una licenza può inoltre riguardare i soli diritti del brevetto o anche la cessione del know how. Si noti che se un contratto prevede la sola cessione del know how (per l'inesistenza di un brevetto valido) ci si ritrova nel campo della sola cessione di tecnologia.

**TABELLA 5.1. Fattori per la decisione sulla protezione di un'invenzione**

<i>FATTORI A FAVORE DELLA PROTEZIONE</i>	<i>FATTORI CONTRO LA PROTEZIONE</i>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Intenzione di cedere il brevetto o licenze</li><li>2. Facile difesa contro le contraffazioni</li><li>3. Rinforzo di brevetti già posseduti</li><li>4. Possibile apertura per ulteriori brevetti</li><li>5. Immagine per l'impresa</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Difficoltà a proteggersi dalle contraffazioni</li><li>2. Volontà di mantenere la più grande segretezza sul know how dell'invenzione</li><li>3. Insicurezza riguardo a possibili anteriorizzazioni</li><li>4. Costo elevato della protezione rispetto ai benefici ottenibili</li></ol>

Sul piano della contropartita gli accordi possibili sono i più vari e si possono dividere in due grandi categorie:

- Pagamento di una somma fissa (lump sum) eventualmente rateizzata
- Pagamento di diritti (royalties) collegati al livello di sfruttamento dell'invenzione (produzione)

Il primo caso è interessante quando non si vuole entrare in merito a controlli sulla produzione perché difficili o fastidiosi per ragioni di segretezza. La somma è il risultato in genere di un compromesso tra le due parti in cui il cedente rinuncia a maggiori introiti in caso di grande successo dello sfruttamento mentre l'acquirente prende il rischio di pagare comunque delle somme anche in caso di mancato o debole sfruttamento dell'invenzione. Nel secondo caso l'introito del cedente e il costo corrispondente per l'acquirente sono più aderenti al successo dello sfruttamento dell'invenzione ma necessita di controlli che, come abbiamo visto, possono essere incerti o non desiderati. Questo problema non esiste nel caso di cessione di licenze tra società appartenenti a uno stesso gruppo.

Concludendo è utile fare qualche riferimento all'aspetto del LbyD nel quadro delle licenze. Come abbiamo già discusso precedentemente il trasferimento di tecnologia, che avviene nel quadro di una licenza, comporta un lavoro di LbyD per la messa a punto dello sfruttamento industriale dell'invenzione da parte dell'acquirente. Questo lavoro, come l'abbiamo già segnalato, potrebbe portare a miglioramenti sostanziali della ricetta tecnologica che risulterà quindi più efficiente di quella usata dal cedente l'invenzione o addirittura ad attività inventiva brevettabile. Per queste ragioni molto spesso nei contratti di licenza e cessione di tecnologia si introducono clausole che obbligano l'acquirente a informare il cedente delle migliorie e, nel caso che queste possano fare oggetto di brevetto, a rilasciargli una licenza gratuita non esclusiva o addirittura cederne la proprietà.

## 6. STRUTTURE E PROCESSI NEI DISTRETTI INDUSTRIALI

I distretti industriali italiani appartengono al campo delle agglomerazioni industriali studiate dalle scienze economiche e sociali e hanno caratteristiche specifiche sia per quanto riguarda la loro struttura che per i processi che avvengono sul piano tecnologico. Questi li distinguono dai molti altri tipi di agglomerazioni industriali esistenti nei paesi industrializzati e anche in misura minore in Italia. Vedremo quindi di definire la struttura dei distretti industriali italiani attraverso i vari tipi di agglomerazione considerati in campo socio-economico e descrivere le reti che li caratterizzano per poi presentare i processi tecnologici che avvengono nelle filiere di produzione dei distretti.

### 6.1. Agglomerazioni industriali

Convenzionalmente le agglomerazioni industriali sono classificate secondo cinque tipi principali (29) che sono definiti qui di seguito:

#### *Agglomerazioni orizzontali diversificate*

Sono rappresentate da aziende di piccola o media dimensione che fabbricano uno stesso tipo di prodotto e di cui ne esiste una grande varietà in Italia costituendo la produzione comunemente indicata come “made in Italy” e riguardante ad esempio abiti, tessuti, gioielli, ceramiche, ecc.

#### *Agglomerazioni verticali con attività disaggregate*

Si tratta di agglomerazioni di aziende con attività di produzione in cascata che si integrano verticalmente nella fabbricazione del prodotto finale lungo la sua filiera di produzione e le cui economie sono controllate dalla specializzazione e dalla subfornitura.

#### *Agglomerazioni gerarchiche localizzate*

Sono aziende agglomerate tipicamente di subfornitura che in genere dipendono da grandi aziende per le loro commesse e la tecnologia. In questa categoria si possono far rientrare anche laboratori e aziende di servizi che si agglomerano vicino a sedi di grandi amministrazioni pubbliche e da cui dipendono per le loro attività.

#### *Agglomerazioni basate sulla conoscenza*

Sono agglomerazioni che si formano attorno a centri universitari importanti attraverso *spin off* da laboratori di ricerca e formazione di *start up* attraverso l'intervento di *venture capital* e di cui la “Silicon Valley” ne è un famoso esempio. Queste agglomerazioni possono avere una formazione spontanea, al più promossa da parte di un centro di ricerca universitario locale, come lo è stato la Stanford University per la Silicon Valley, oppure largamente pianificato da parte di amministrazioni pubbliche che elargiscono importanti aiuti per questo scopo come ne esistono numerosi esempi in Francia e Germania. Questo tipo di agglomerazione è quasi inesistente in Italia e viene spesso indicato come *distretto tecnologico*.

#### *Agglomerazioni casuali*

Ritratte di agglomerazioni che trovano origine da processi di nascita e morte di aziende in un territorio che alla fine risultano in un conglomerato di attività diverse che non traggono particolari vantaggi dalla loro vicinanza.

I distretti industriali italiani non corrispondono esattamente a nessuna di queste agglomerazioni ma si possono considerare prevalentemente formati da agglomerazioni orizzontali combinate con agglomerazioni verticali che costituiscono per il distretto un'importante attività di subfornitura e di

servizio. Questa combinazione gioca un ruolo molto importante anche da un punto di vista tecnologico come vedremo discutendo delle filiere tecnologiche.

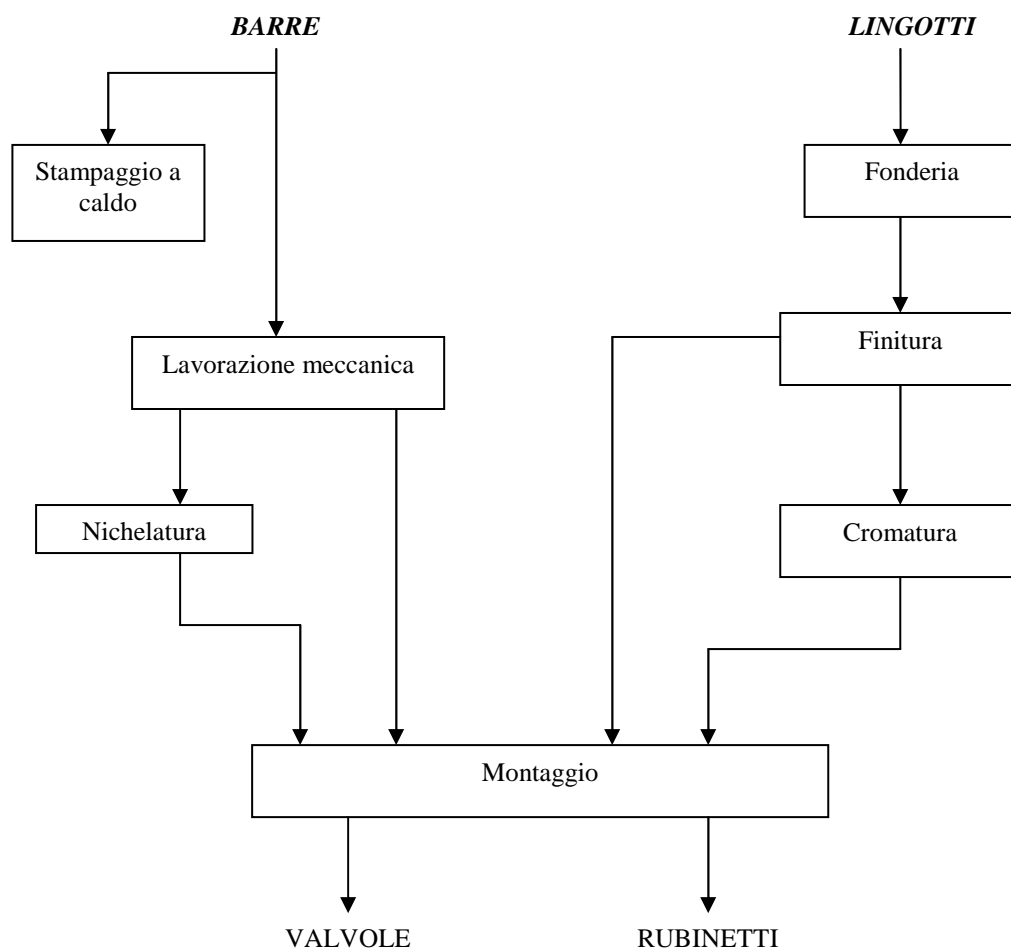
## 6.2. Distretti industriali come reti

I distretti industriali sono correntemente considerati come una rete di aziende anche se nella realtà la loro struttura a rete è più complessa. Un modello di distretto molto vicino alla realtà italiana di questo tipo di agglomerazione industriale è stato proposto dal Prof. Lane (4). Questo modello considera, oltre alla rete di aziende comunemente presa in considerazione nella descrizione di un distretto, anche l'esistenza di una rete di persone costituite da imprenditori ma anche da personale dipendente potenzialmente interessato a iniziare attività imprenditoriali. L'esistenza di questa rete di persone è anche più importante della rete di aziende nella dinamica del distretti. Infatti, nei periodi di espansione delle attività elementi del personale dipendente tendono a staccarsi dall'azienda in cui lavorano e a iniziare attività imprenditoriali che possono essere complementari o diversificate, ma anche qualche volta in concorrenza con le attività dell'azienda da cui derivano. In conseguenza l'espansione delle attività di un distretto è caratterizzata soprattutto da un aumento del numero di aziende piuttosto che da un aumento dei fatturati aziendali. Nei periodi invece di recessione si ha un effetto inverso con una contrazione nel numero di aziende e imprenditori che, abbandonata la loro impresa, possono a loro volta eventualmente adattarsi a un impiego come personale dipendente. Un altro aspetto importante del modello che affianca le reti di aziende e di persone è l'esistenza di strutture portanti nel distretto che ne permettono il corretto funzionamento. Queste strutture possono essere formali o informali. Le strutture formali possono essere ad esempio associazioni di categoria, fiere e mostre periodiche, consorzi dedicati alle varie attività aziendali del distretto, tra cui il caso di attività dedicate all'innovazione tecnologica, centri di formazione o di ricerca specificatamente attivi per il distretto. Le strutture informali sono anche loro importanti per il distretto, esse possono essere costituite da riunioni periodiche tra imprenditori e manager del distretto, conversazioni informali durante incontri periodici e altro che hanno la funzione di scambio di informazioni, di accordi e di elaborazione di decisioni comuni per le varie strategie aziendali. Nel dopoguerra lo sviluppo di distretti con produzioni simili, ma territorialmente separati, accompagnata da una maggiore facilità di comunicazione e di trasporto, ha fatto nascere importanti relazioni tra distretti simili anche se distanti geograficamente. Esempi di questo tipo sono i distretti della rubinetteria e valvolame che si sono sviluppati sia nell'alto novarese che in provincia di Brescia ovvero il casalingo che è presente nel Cusio ma anche nella provincia di Brescia e in certe zone delle Marche. Lo stabilirsi di queste relazioni ha modificato l'aspetto tipicamente territoriale delle reti su cui è basato un distretto con lo sviluppo di relazioni, scambio di informazioni, personale e anche in parte di subfornitura, assumendo una dimensione più ampia. L'esistenza di queste relazioni interdistrettuali è molto importante per la tecnologia e l'innovazione per la possibilità di avere a disposizione una rete di aziende e di competenze e supporto finanziario molto più ampia per progetti di innovazione tecnologica il cui sviluppo non è particolarmente penalizzato dalla distanza tra le aziende. Questo aspetto evolutivo dei distretti è stato discusso in un articolo riguardante ad esempio il settore della rubinetteria e valvolame nel quadro del cosiddetto *virtual district* (30).

## 6.3 Filiere tecnologiche

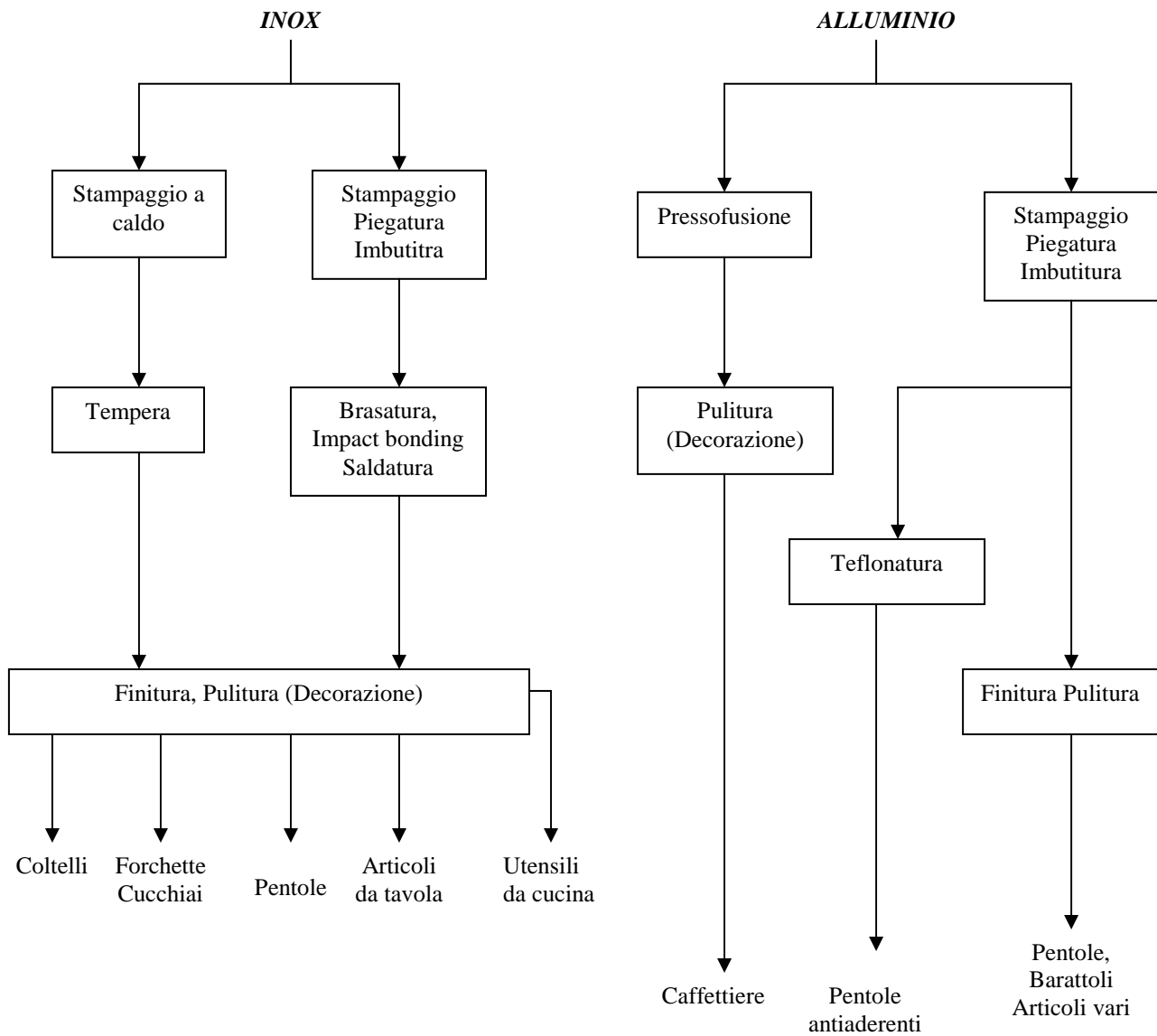
Dal punto di vista della tecnologia il processo più importante che avviene nei distretti è rappresentato dalla filiera tecnologica di produzione. Questa filiera è composta dalla sequenza delle operazioni tecnologiche che sono necessarie per fabbricare il prodotto finale che verrà commercializzato. Nelle figure 6.1 e 6.2 sono riportate a grandi linee le tipiche filiere di produzione caratteristiche rispettivamente del distretto della rubinetteria e valvolame e del casalingo.

## LEGHE DI OTTONE



**Fig. 6.1. Filiera di produzione di valvole e rubinetti**

## MATERIALI METALLICI



**Fig. 6.2. Filiera di produzione di casalinghi**



Nel caso della rubinetteria e valvolame il materiale di partenza è l'ottone in forma di barre quando è destinato allo stampaggio e alla lavorazione meccanica o in lingotti se destinato alla fonderia per la produzione di parti di rubinetto. I pezzi semilavorati subiscono poi tutta una serie di lavorazioni fino al montaggio del prodotto finale. Nel caso dei casalinghi si ha qui la presenza di due tipi principali di materiali metallici che sono l'acciaio inossidabile (inox) e l'alluminio, in genere in forma di lamiera, salvo per la pressofusione, dove l'alluminio è in pani, e la coltelleria dove si usa del tondino. Anche qui vi sono varie lavorazioni in serie che portano alla fase finale di pulitura o depositi superficiali per avere il prodotto finito. Gli schemi riportati nelle Fig. 6.1 e 6.2 sono naturalmente ampiamente semplificati e di cui possono esistere altre varianti. Ogni operazione tecnologica riportata può essere inoltre suddivisa in ulteriori operazioni più semplici secondo una struttura di tipo frattale simile alla ramificazione di un albero e a una conseguente ulteriore differenziazione dei prodotti finali. Un aspetto molto importante dei distretti industriali italiani risiede nel fatto che generalmente le aziende del distretto, tipicamente quelle della struttura orizzontale che commercializzano il prodotto, non conducono tutte le operazioni tecnologiche che portano al prodotto finale ma ricorrono alla subfornitura. anche se nella loro azienda hanno gli impianti per la lavorazione da fare, utilizzando la subfornitura per coprire in questo caso ad esempio i loro surplus di produzione. Vi sono poi operazioni tecnologiche che sono tipicamente fatte in subfornitura da aziende della struttura verticale come lo stampaggio a caldo, la fonderia e la cromatura nel caso dei rubinetti e valvole o la pulitura e il deposito di strati antiaderenti nel caso del casalingo. In altri casi si ricorre alla subfornitura per intere produzioni per completare un catalogo di prodotti con accordi tra aziende orizzontali eventualmente ricorrendo anche allo scambio di forniture riguardante vari prodotti di entrambi i cataloghi. Questo importante intreccio tecnologico riguardante le operazioni di produzione è essenziale per la flessibilità delle attività del distretto. La subfornitura, al di là dei vantaggi intrinseci che può avere, permette, nei momenti di espansione dei mercati di fornire il surplus necessario di produzione alle aziende orizzontali senza che queste debbano prendere il rischio di nuovi investimenti con l'insicurezza che questi non siano giustificabili più tardi. D'altra parte in caso di contrazione dei mercati le aziende verticali di subfornitura tendono a perdere commesse, tuttavia, non dipendendo in genere da una sola azienda committente, possono tamponare meglio la situazione. Questo intreccio tecnologico che da flessibilità al distretto ha tuttavia i suoi svantaggi in particolare nel campo dell'innovazione tecnologica e dei brevetti. Se da una parte l'intreccio tecnologico permette una buona diffusione di informazioni e know how sulle produzioni, nel caso di sviluppo di un'innovazione tecnologica brevettabile, l'azienda che la sviluppa può avere difficoltà ad applicarla per il coinvolgimento di subfornitori di varie operazioni di produzione che, essendo indipendenti, possono non accettare di fare modifiche nelle pratiche o gli investimenti necessari per rendere utilizzabile l'innovazione. Questo tipo di limitazione è stata studiata in dettaglio dalla Prof.ssa Russo nel distretto della ceramica di Sassuolo (17) riportando anche il caso di un'innovazione tecnologica promettente per la fabbricazione delle piastrelle che non ha potuto trovare la diffusione aspettata per le dinamiche tecnologiche e sociali esistenti in quel distretto (31). Questo stato di cose riduce l'interesse delle aziende dei distretti a sviluppare politiche di proprietà industriale, limitandosi al solo know how, inoltre, è di ostacolo allo sviluppo di innovazioni tecnologiche radicali che modificano profondamente le filiere di produzione. Dal punto di vista dei progetti cooperativi di innovazione tecnologica la conoscenza della filiera tecnologica e la presenza nel gruppo di cooperazione di tutte le competenze e quindi di tutti i tipi di aziende coinvolte nel processo di produzione è molto importante, non solo per l'efficienza con cui è possibile condurre il progetto, ma anche per la possibilità di applicare poi industrialmente l'innovazione sviluppata.

## 7. GENERAZIONE DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA NEI DISTRETTI

Questo capitolo è molto importante poiché descrive la parte più complessa e delicata del processo di innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani che riguarda la generazione di progetti, la loro messa in forma e adattamento alle esigenze dell'industria, la formazione di una rete di cooperazione efficiente per il progetto che opera secondo regole equilibrate. Sarebbe scorretto pensare che nei distretti industriali italiani non esista innovazione tecnologica. Nella realtà le tecnologie utilizzate nei distretti sono nella maggioranza dei casi il meglio di quanto si può utilizzare nel campo della fabbricazione dei prodotti e finora si possono considerare allo stesso livello, se non meglio di tecnologie di produzione esistenti in grandi imprese concorrenti in altri paesi industrializzati. L'innovazione tecnologica tuttavia avviene secondo vari processi che usano in maniera molto limitata la R&S in laboratorio. Essenzialmente l'innovazione tecnologica avviene sovente per trasferimento di nuove tecnologie utilizzate in altri campi e, quando necessario, adattate ai bisogni specifici delle produzioni del distretto. D'altra parte nella concezione del prodotto i distretti industriali italiani hanno sempre avuto una forte vitalità per innovazioni che, pur restando nell'uso delle tecnologie disponibili, hanno reso famoso il "made in Italy" nel mondo. Inoltre molta innovazione è realizzata direttamente sugli impianti con attività di LbyD senza dimenticare il contributo innovativo realizzato dalle aziende costruttrici di impianti che si manifesta nella costruzione di nuovi impianti per le aziende del distretto. Un esempio notevole di questo ultimo tipo di innovazione è stata l'introduzione, negli anni 70 del secolo scorso, dei forni elettrici ad alta potenza e della colata continua, ambedue sviluppati da aziende impiantistiche italiane per il distretto bresciano dell'acciaieria elettrica del tondino per cemento armato, e che ha fortemente contribuito all'espansione di questo settore generando anche chiusure in Europa e nel resto del mondo di acciaierie produttrici di tondino con tecnologie ormai obsolete partenti dal minerale di ferro e con colata in lingotti. Come possiamo constatare quindi l'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani è essenzialmente incrementale e non fa ricorso in maniera sistematica a progetti di R&S. Questa situazione è messa in difficoltà da produzioni concorrenti in paesi in via di sviluppo, come la Cina, dove il basso costo della manodopera rende concorrenziali i prodotti anche con tecnologie non ottimali. Questa differenza di livello tecnologico eventualmente esistente tra i distretti industriali italiani e l'industria di questi paesi non riesce però a compensare, almeno per i prodotti di più bassa gamma, gli altri fattori di minor costo. Il problema più grave che però si potrebbe presentare non è tanto la competizione con i bassi prezzi delle industrie dei paesi in via di sviluppo, ma piuttosto l'apparizione di innovazioni tecnologiche radicali in aziende esterne al distretto che renderebbero obsolete le tecnologie attuali dando un duro colpo alla sua competitività. Una situazione di questo tipo si è già presentata nel caso dell'orologeria svizzera nella seconda metà degli anni 70 del secolo scorso. Questo settore era costituito da un grande distretto industriale sviluppato principalmente nei cantoni nord occidentali e subiva in quegli anni una certa concorrenza negli orologi meccanici prodotti nel sud est asiatico, tuttavia l'impatto più importante venne dal Giappone con la produzione di orologi a quarzo con indicazione digitale dell'ora basata sull'uso dei cristalli liquidi. La grave crisi venne poi risolta con una riorganizzazione sotto forma di holding delle società e marchi del distretto e il lancio di una nuova concezione vincente di orologio come lo SWATCH®. Questo fu possibile grazie a un buon livello di conoscenza dell'orologio al quarzo nei laboratori di ricerca orologiera svizzera che permise l'industrializzazione dello SWATCH® nel giro di pochi anni. Occorre notare che l'arretratezza delle conoscenze nel campo dell'indicazione digitale dell'ora in Svizzera non venne mai recuperata e questo tipo di indicazione è praticamente tuttora inesistente nella sua produzione orologiera. Infine bisogna notare che l'orologeria di lusso non venne praticamente toccata da questa crisi ed è tuttora organizzata in forma di distretto nell'area ginevrina. Queste riflessioni ci indicano come per i distretti industriali italiani sia necessaria innovazione tecnologica con un grado di radicalità superiore a quello normalmente esistente nelle innovazioni correnti da cui la necessità di aumentare l'attività di R&S nei distretti. Il costo elevato della R&S e il bisogno di competenze rendono poi essenziale lo sviluppo di progetti

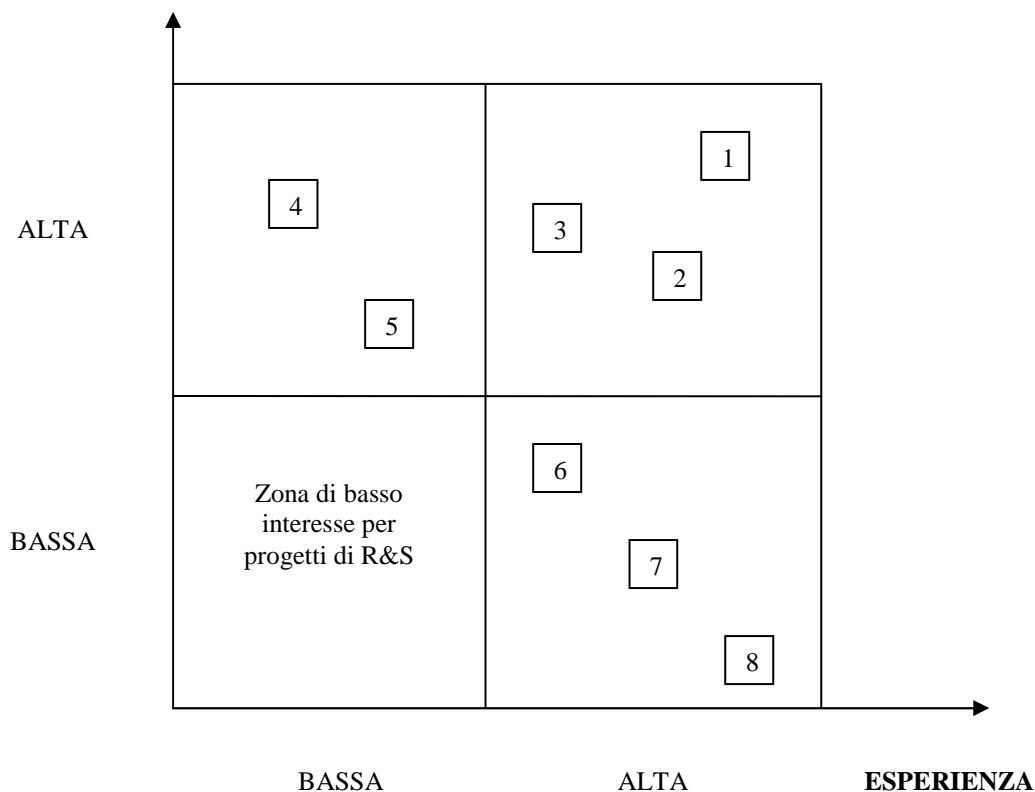
cooperativi in grado di assicurare la vitalità de progetto e che costruiscono l'argomento centrale di questo capitolo.

Al di là della possibile ma non frequente generazione e sviluppo di innovazione tecnologica all'interno di una piccola azienda, esistono due tipi fondamentali di approcci alla generazione di innovazione che ci interessano. Il primo, che può essere definito *top down*, riguarda l'innovazione tecnologica originata in centri di ricerca o laboratori universitari che è proposta alla singola azienda ovvero a un gruppo di aziende per un progetto cooperativo. Il secondo, che può essere definito *bottom up*, riguarda invece progetti di innovazione nati in un'azienda e proposti a laboratori di ricerca per una collaborazione per il suo sviluppo ovvero progetti nati da studi specifici a un settore che hanno l'obiettivo di identificare progetti di R&S cooperativi che meglio rispondono alle esigenze del settore. In ambedue i casi, una volta definite le innovazioni, inizia un lavoro di messa in forma a adattamento del progetto i termini di obiettivi, programma di lavoro, durata e costi che lo devono portare all'accettazione da parte di un'azienda o un gruppo di aziende. Accanto a questi sviluppi occorre poi prendere in considerazione in molti casi anche un lavoro di valutazione e selezione per la scelta dei migliori progetti da condurre. Gli approcci presentati sono descritti in dettaglio nei prossimi paragrafi.

### **7.1. Approccio top down**

I laboratori universitari e in particolare i centri di ricerca delle organizzazioni di ricerca su contratto sono generatori di possibili innovazioni tecnologiche che possono essere proposte all'industria per lo sviluppo. Nei laboratori universitari, l'attività è volta soprattutto verso la ricerca scientifica che però può essere sorgente di idee innovative e molte volte la stessa ricerca scientifica è orientata in settori che toccano grandi temi di sviluppo tecnologico. Nel caso dei centri di ricerca delle organizzazioni su contratto lo sviluppo di progetti di R&S per l'industria rappresenta l'attività principale mentre la ricerca scientifica, anche se generalmente orientata verso applicazioni, rimane piuttosto marginale. In Italia le organizzazioni di ricerca su contratto sono poco numerose e spesso orientate verso servizi di analisi, controllo e consulenza piuttosto che vere attività di R&S su prodotti o processi innovativi e quindi molte delle idee innovative e progetti di R&S provengono da laboratori di università e politecnici. Tipicamente le ricerche condotte in laboratorio identificano aree di interesse per progetti di R&S che però devono essere specificati, mentre d'altro canto è necessario trovare anche dei partners industriali che si interessano allo sviluppo e che possano partecipare al finanziamento del progetto. Le innovazioni che in genere nascono dai laboratori di ricerca hanno generalmente un grado di radicalità piuttosto elevato e, dal punto di vista industriale interessano soprattutto due caratteristiche che riguardano da una parte l'esperienza che il laboratorio ha nel campo scientifico e tecnico a cui appartiene l'innovazione e, d'altra parte, il livello competitivo e cioè una competitività bassa o alta a seconda se esistono molti o pochi laboratori che lavorano sullo stesso tipo di innovazione. Questi due aspetti infatti rappresentano i due fattori importanti per il possibile successo dei progetti che si possono condurre. A titolo di esempio abbiamo riportato nella Fig. 7.1. i risultati di un breve studio sulle aree potenziali per la R&S svolto nel 2006 presso il NIS, il centro di ricerche di eccellenza dell'Università di Torino nel campo delle nanotecnologie.

**COMPETITIVITA'**



**LEGGENDA : CAMPI DELLA RICERCA SCIENTIFICA E DEI PROGETTI DI R&S**

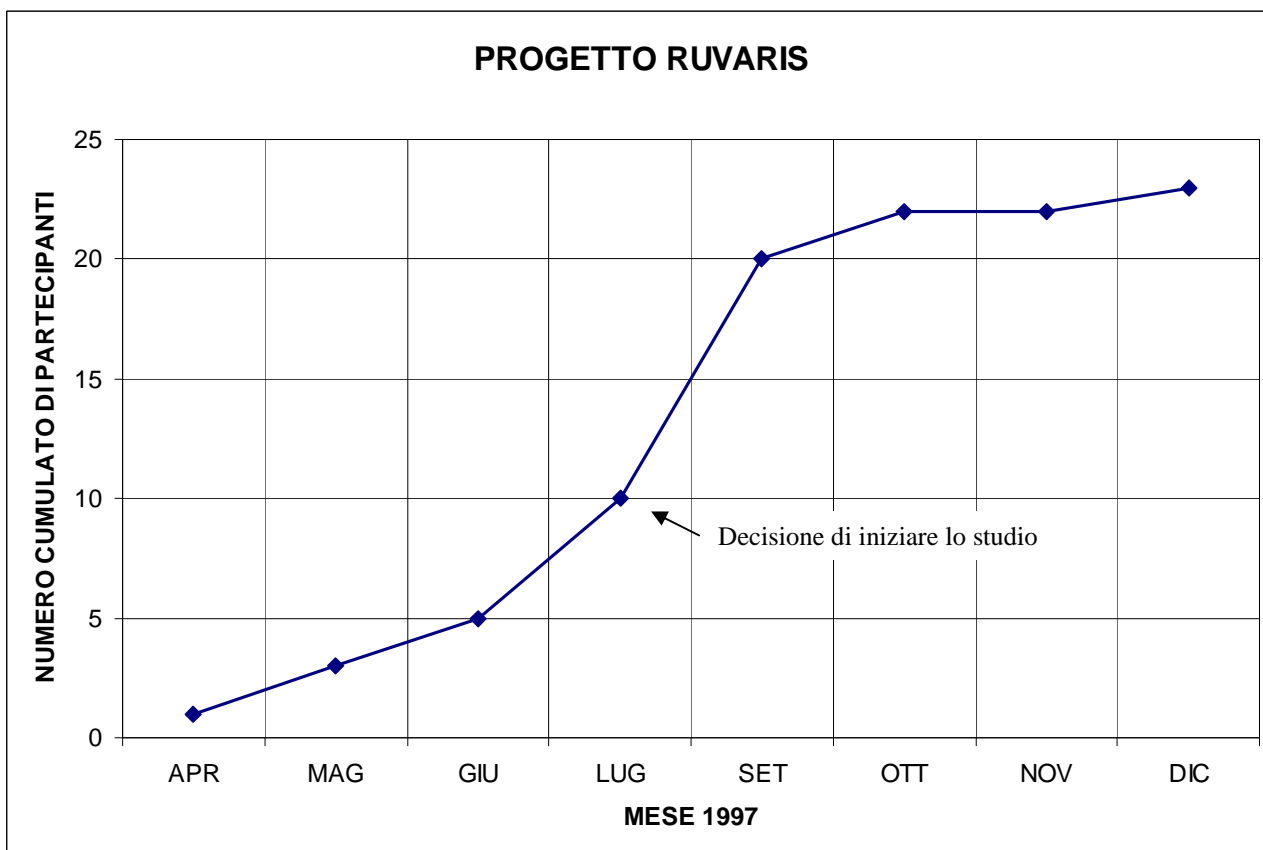
CAMPO DELLA RICERCA SCIENTIFICA	CAMPO DEI PROGETTI DI R&S
1. Depositi catalitici di nanotubi di carbonio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinforzo fibre</li> <li>• Materiali nanoporosi</li> </ul>
2. Sintesi di cromofori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotovoltaico (cellule di Grätzel)</li> <li>• Fibre ottiche</li> <li>• Analisi ad alta sensibilità</li> <li>• Imaging</li> </ul>
3. Sintesi di tensioattivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione biologica nanoparticelle</li> <li>• Carrier DNA alternative ai virus</li> </ul>
4. Polimeri nanostrutturati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali strutturali</li> </ul>
5. Polimeri compositi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali strutturali</li> <li>• Plastiche impermeabili ai gas</li> </ul>
6. Fotocatalisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cementi autopulenti e disinfettanti</li> </ul>
7. Assorbimento gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoccaggio idrogeno (energia)</li> </ul>
8. Materiali e depositi metallici nanostrutturati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali strutturali e depositi superficiali (cromatura chimica)</li> </ul>

**Fig. 7.1. Campi dei progetti di R&S derivabili dalle ricerche del NIS**

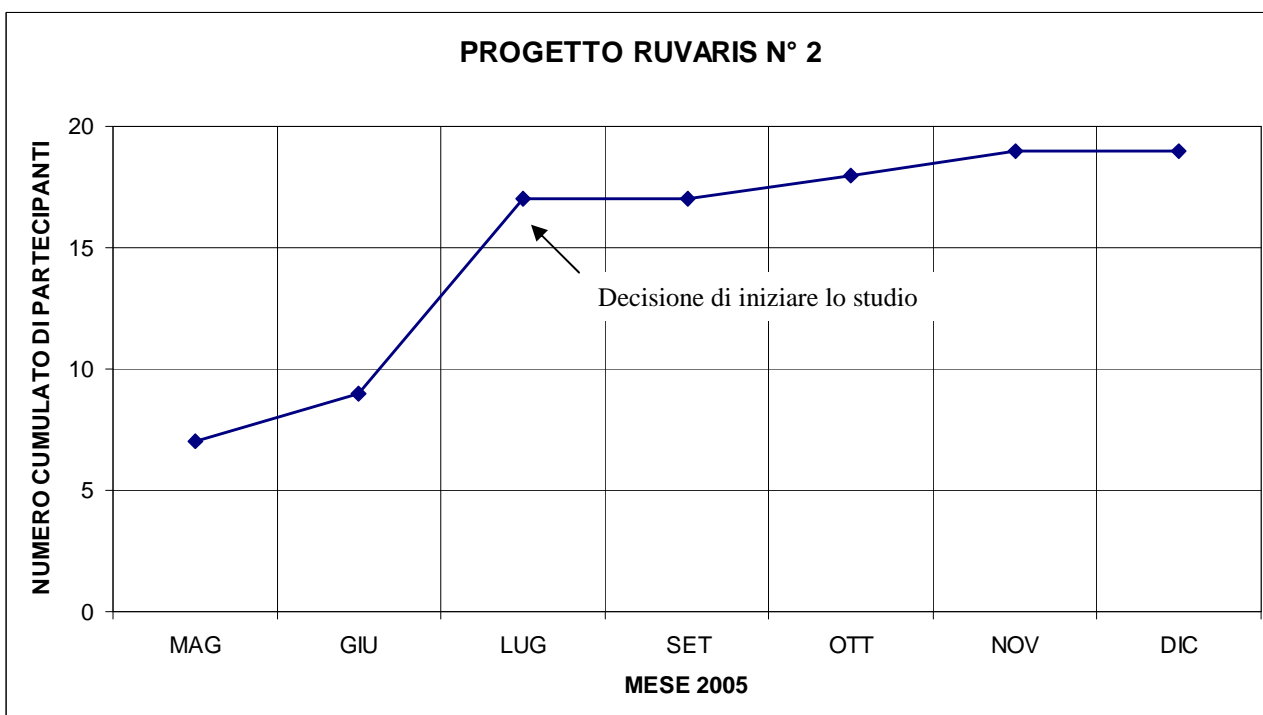
Come possiamo vedere dalla Fig. 7.1 sono stati identificati otto aree della ricerca scientifica che possono essere collegate a un totale di 14 campi che si prestano alla generazione di progetti di R&S. I settori che sono toccati dai campi dei progetti di R&S sono dei più vari e vanno dal settore dei materiali strutturali e dell'energia ai settori biotecnologici e della medicina. Se da una parte l'approccio top down può dare luogo a innovazioni molto interessanti, d'altra parte, dal punto di vista dei distretti industriali, esso è attivo su un largo spettro di settori, che non coincidono necessariamente con quelli dei distretti industriali italiani, inoltre, anche quando si genera un'idea di progetto per i distretti, non necessariamente essa è la migliore nell'interesse generale del distretto ne ha necessariamente un impatto economico importante. Questi due ultimi limiti dell'approccio top down sono in una certa misura superabili invece in un approccio bottom up.

## **7.2. Approccio bottom up**

Nell'approccio bottom up l'idea innovativa può nascere in azienda che eventualmente ricerca un laboratorio in grado di condurre tutto o in parte il progetto di R&S che ne consegue. Si tratta di una situazione abbastanza comune che tuttavia, nel caso dei distretti industriali, non ha in genere impatti socio-economici importanti e la stessa innovazione tecnologica può avere difficoltà nella sua diffusione e perfino risultare insufficiente a salvare poi l'azienda da eventuali difficoltà che possono sorgere (31). Per queste ragioni il nostro interesse per questo approccio è soprattutto rivolto alla generazione di progetti cooperativi, che, come abbiamo già discusso precedentemente, possono avere impatti socio-economici molto più importanti nei distretti. Lo sviluppo di un approccio bottom up per progetti di R&S cooperativi nei distretti non è semplice e raramente spontaneo ma richiede piuttosto un intervento che può essere opera di una struttura portante del distretto o di una organizzazione che opera temporaneamente come struttura portante. L'approccio bottom up più razionale ed efficace è sicuramente quello di condurre uno studio con l'obiettivo di identificare i migliori progetti di R&S cooperativi che necessita il distretto. Questo studio può essere convenientemente condotto sulla base di una partecipazione di aziende del distretto che finanziano tutto lo studio o in parte se sono disponibili aiuti pubblici per questo scopo. Dal punto di vista metodologico lo studio utilizza informazioni documentarie e da banche dati combinate con interviste con le aziende partecipanti allo studio e anche laboratori o altre aziende che possono essere importanti per lo studio. Tipicamente lo studio si basa su relazioni generative che si stabiliscono durante interviste e riunioni e la fertilizzazione incrociata delle informazioni raccolte, argomenti che verranno descritti in dettaglio più avanti. La parte più delicata dell'approccio rimane comunque il lancio dello studio con la formazione della rete di aziende che accettano di partecipare e il modo in cui si possono agglomerare in un numero sufficientemente elevato da coprire il budget dello studio. Il gruppo deve poi essere sufficientemente diversificato per assicurare tutte le competenze necessarie per lo studio. Nelle Fig. 7.2 e 7.3 abbiamo riportato l'evoluzione del numero di partner durante il lancio di due studi di questo tipo realizzati rispettivamente nel 1997 e 2005 nei distretti della rubinetteria e valvolame. Il primo studio, che ha poi portato alla creazione della società Ruvaris S.r.l. di proprietà di sei aziende del distretto e dedicata allo sviluppo di progetti innovativi, è stato lanciato dal Tecnoparco del Lago Maggiore nel 1995 che ha agito come struttura portante temporanea del distretto e richiedeva l'adesione di un minimo di 16 partners. Un secondo studio dello stesso tipo, chiamato Progetto Ruvaris N°2, venne poi lanciato dalla Ruvaris S.r.l. stessa nel 2005, agendo in un certo modo come una struttura portante, per poi trasformarsi, dopo questo studio, in un consorzio per la R&S con oltre venti aziende socie che avremo occasione di presentare più avanti. Una breve storia del lancio del primo studio e della fondazione della società Ruvaris è descritta in un articolo del Club dei Distretti (32).



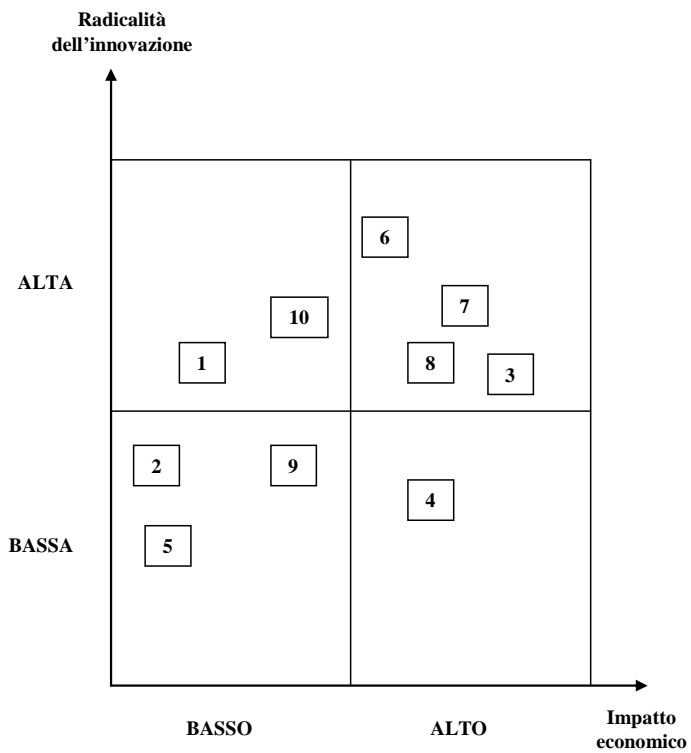
**Fig. 7. 2. Evoluzione del numero di partecipanti dello studio lanciato dal Tecnoparco del Lago Maggiore**



**Fig. 7. 3. Evoluzione del numero di partecipanti nello studio lanciato da Ruvaris S.r.l.**

Come possiamo vedere dalle figure la crescita del numero di partecipanti allo studio è del tipo logistico (curva a S) e inizia con la formazione di un nocciolo di un piccolo numero di aziende interessate allo studio. Possiamo notare nella Fig. 7.2 come la decisione di far partire lo studio anche con un numero di adesioni minore di quello necessario a coprire il budget sia un forte stimolo ad ulteriori adesioni che possono coprire ampiamente il budget dello studio. Questo effetto è ben conosciuto nel campo del lancio di studi multiclienti nei più svariati campi e sfruttato per raggiungere rapidamente un numero sufficiente di adesioni fissate anche in questo caso a 16. Nel caso del secondo studio questo non è stato necessario poiché la notorietà delle sei aziende che componevano la Ruvaris S.r.l., promotrice dello studio, è stata sufficiente per aggregare rapidamente un numero sufficiente di adesioni.

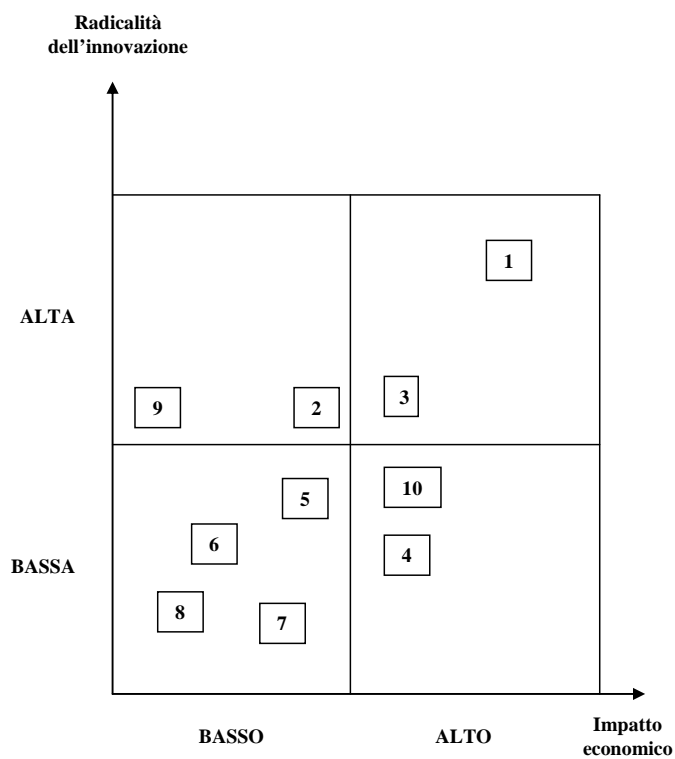
Nel caso dell'approccio bottom up esistono poi degli aspetti specifici per le aree riguardanti i progetti di R&S identificate e che devono poi essere presi in considerazione nella selezione e valutazione dei progetti cooperativi di R&S che ne derivano. Mentre nel caso dell'approccio top down contava soprattutto l'esperienza e la competitività del laboratorio di ricerca, in questo caso bisogna soprattutto considerare il grado di radicalità dell'innovazione e il suo impatto economico nel distretto. Un grado elevato di radicalità può essere fonte di importanti impatti socio-economici ma anche di incertezze nei risultati che possono essere percepite come dei rischi. D'altra parte l'impatto economico dipende dalla natura dell'innovazione e dalla diffusione che può avere nel distretto. Nelle Fig. 7.4 e 7.5 abbiamo riportato una valutazione di questo tipo per alcuni esempi di aree di innovazione tecnologica ottenute da studi nel quadro di approcci bottom up rispettivamente nei distretti della rubinetteria e valvolame e in quelli del casalingo. I progetti di aree con elevato impatto economico e bassa radicalità sono quelli più facili per raccogliere l'adesione delle aziende. Al contrario i progetti con basso impatto economico e alta radicalità sono sfavoriti per l'elevata percezione di rischio e il limitato ritorno di investimento. Un ultimo aspetto da considerare è il fatto che la posizione delle varie innovazioni nei diagrammi delle figure è sensibilmente approssimativa e che la raccolta di ulteriori informazioni, o risultati di studi e ricerche, in un'area innovativa identificata può modificare sensibilmente la sua posizione.



Indice	Innovazione tecnologica
1	Fonderia acciaio inox
2	Depositi decorativi (PVD, CVD, ecc.)
3	Lavorazione ottone senza piombo
4	Recupero nichel galvanico
5	Nuove tecnologie di fonderia
6	Cromatura chimica
7	Nanodepositi trasparenti protettivi
8	Eliminazione contaminazione nichel
9	Rubinetto domotico
10	Compositi polimerici nelle valvole

**Fig. 7.4. Esempio di valutazione delle aree innovative nei distretti della rubinetteria**





Indice	Innovazione tecnologica
<b>1</b>	Titanio (colorato)
<b>2</b>	Multistrati metallici
<b>3</b>	Depositi antiaderenti minerali su alluminio
<b>4</b>	Miglioramento strati antiaderenti (nuove cariche minerali)
<b>5</b>	Miglioramento pulitura inox (robotizzazione)
<b>6</b>	Trattamenti superficiali non galvanici (PVD, ecc.)
<b>7</b>	Eliminazione corrosione (inox ferritico)
<b>8</b>	Eliminazione corrosione (inox austenitico)
<b>9</b>	Materie plastiche resistenti al forno
<b>10</b>	Miglioramento stampi per pressofusione

**Fig. 7. 5. Esempio di valutazione delle aree innovative nei distretti del casalingo**

### 7.3. Figure e relazioni nella generazione di attività cooperative

Lo sviluppo di studi o progetti di R&S cooperativi nei distretti industriali è un processo largamente spontaneo che avviene in un sistema complesso e necessita la presenza di figure particolari promotrici del processo e lo stabilirsi di relazioni generative che identificano e sviluppano le attività di innovazione tecnologica. Per quanto riguarda le figure promotrici di processi spontanei in organizzazioni sociali esse sono state identificate e descritte da S. Kelly e M.A. Allison (10) nel quadro del loro lavoro di ristrutturazione della Citibank alla fine degli anni 90. Per le relazioni generative esiste invece un modello sviluppato da D. Lane e R. Maxfield e presentato in due lavori riguardanti l'innovazione tecnologica di due aziende americane (33) (34) e di cui esistono anche qualche altro esempio di applicazione in Italia (35). Infine è utile discutere della comunicazione che rappresenta un aspetto molto importante nel campo delle relazioni.

#### *Figure promotrici nei distretti industriali*

Nel loro libro (10) sulla ristrutturazione di un importante istituto bancario americano, le autrici descrivono tre importanti figure utili per promuovere e gestire i processi spontanei che portano a condizioni ottimali di attività un'organizzazione complessa. Naturalmente un'istituzione bancaria è alquanto differente da un distretto industriale e l'autonomia del personale, per quanto stimolata nel quadro della ristrutturazione è ben lontana da quella che posseggono le aziende di un distretto, inoltre, in un'organizzazione bancaria non è possibile eliminare un minimo di struttura gerarchica e di controllo che invece praticamente non esiste in un distretto. Tuttavia alcuni ruoli fondamentali identificati per le tre figure sono simili a quelli che si ritrovano nella promozione di attività di innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani. La prima figura è quella del *leader* che nel caso dei distretti è rappresentato da uno o anche più imprenditori di aziende medio grandi, non necessariamente le più grandi, che assicurano un ruolo di modello per le altre aziende e che promuovono, con il loro esempio e convincimento, le opportunità di collaborazione che si presentano per il distretto. La loro azione assicura credibilità ai progetti di collaborazione ed è praticamente indispensabile per il successo della cooperazione. La seconda figura è quella del *catalizzatore*. Si tratta di una figura che tipicamente non appartiene alle aziende del distretto ma ne è indipendente ovvero appartenente a una struttura portante del distretto. Il suo ruolo è quello di catalizzare i processi di formazione delle reti di collaborazione e gestirli attraverso tutta un'attività di comunicazione, coordinamento, mediazione e promozione che il leader, per la sua posizione e gli impegni della sua attività imprenditoriale non gli consentono di effettuare né di assicurarne la continuità necessaria. La terza e ultima figura è un po' particolare ed è chiamata in inglese dalle autrici *eco-technician* e può essere tradotto in italiano nel nostro caso come *eco-tecnologo* nel senso di una figura che interpreta e agisce sugli ecosistemi tecnologici e sociali dei distretti. Il suo ruolo è quello di elaborare i modelli e fornire le metodologie più adatte all'azione di innovazione tecnologica cooperativa e quindi fornire le basi necessarie per proposte di studi e ricerche, programmi di lavoro e strutture di reti di collaborazione nel quadro delle attività di innovazione dei distretti. Si tratta anch'essa di una figura indipendente dalle aziende eventualmente appartenente a una struttura portante del distretto e può anche avere la funzione di catalizzatore ovvero esserne separata.

#### *Modello Lane-Maxfield delle relazioni generative*

Nelle attività di R&S all'interno delle aziende come tipicamente avveniva nel passato ma che ancora permane in una certa misura, la creatività individuale costituiva un fattore molto importante nella generazione di innovazioni e quindi di progetti di R&S. Questi aspetti di creatività individuale per la R&S aziendale sono stati ad esempio descritti in dettaglio nell'opera sul management della R&S high-tech di J. Dumbleton (18). Tuttavia, lo svilupparsi della R&S in forma di collaborazione tra più imprese e l'attività di studi di mercato alla ricerca di innovazioni, ha spostato l'attenzione della generazione di idee innovanti dalla creatività individuale a quella delle relazioni generative

che si possono instaurare nel rapporto tra più individui. Questo tipo di relazione è stato studiato in particolare da D. Lane e R. Maxfield e ha portato all'elaborazione del modello delle relazioni generative che porta il loro nome. La relazione generativa studiata da D. Lane e R. Maxfield copre un campo molto vasto che tocca praticamente tutte le idee innovative di mercato, prodotto o processo che possono nascere da discussioni tra due o più individui che non appartengono necessariamente alla stessa organizzazione. Nel nostro caso questo modello si applica in tutto lo sviluppo delle attività di generazione di studi e progetti di R&S quant'anche nel loro svolgimento dal momento che essi coinvolgono più individui di organizzazioni differenti che devono interagire tra di loro nel raggiungere degli obiettivi comuni. Così le relazioni generative entrano in gioco nel rapporto tra ricercatori di un laboratorio con interlocutori aziendali a cui propongono un progetto di ricerca, in un approccio top down, con lo scopo di trovare un terreno comune di intesa. Nell'approccio bottom up lo si trova nei colloqui tra ricercatori o intervistatori e aziende nel lancio di studi e progetti cooperativi come nel loro svolgimento. Il modello delle relazioni generative di Lane-Maxfield è stato elaborato negli anni novanta studiando la storia nello sviluppo presso una piccola azienda californiana, la ROLM, riguardante il suo debutto nel campo delle applicazioni del computer al telefono (33) nel 1975. Questo tipo di innovazione era trascurata dalle grandi società telefoniche americane del tempo che preferivano sfruttare semplicemente le loro rendite di posizione. Lo sviluppo di un prodotto innovativo in cui il telefono diventa uno strumento di comunicazione computerizzato, quale poi è stato sviluppato e commercializzato con successo dalla ROLM, è stato principalmente il risultato di relazioni generative tra il personale tecnico-commerciale della ROLM e i responsabili degli acquisti telefonici di aziende medio-grandi americane. Questo modello è stato poi ulteriormente applicato all'analisi dello sviluppo di strategie innovative della ECHELON, una società della Silicon Valley fondata come start-up nel 1990 e attiva nelle tecnologie di sistemi di sicurezza e controllo per grandi edifici (34). Una visione semplificata del modello comprende una serie di definizioni degli elementi del modello e i processi che avvengono tra gli elementi. Gli elementi principali del modello sono i seguenti:

*agente*: si tratta di qualsiasi individuo o gruppo di individui che agiscono nel sistema (aziende, dipartimenti di aziende, rappresentanti, intermediari, clienti, ricercatori, intervistatori, ecc.)

*artefatto*: qualsiasi prodotto, processo o servizio progettato, fabbricato, scambiato tra gli agenti inclusi progetti di lavoro, strumenti finanziari, mezzi di comunicazione e altro.

*attribuzione*: qualsiasi interpretazione che un agente ha di se stesso, degli altri agenti e degli artefatti.

*spazio delle relazioni* : insieme strutturato costituito dagli agenti che operano per una stessa attività e delle idee che questi agenti hanno sugli artefatti. La struttura di questo spazio è costituita dai tipi di relazione che esistono tra gli agenti e gli artefatti.

*relazione generativa*: relazione tra agenti, o anche tra artefatti, in grado di indurre cambiamenti tra le parti riguardo le attribuzioni verso agenti, artefatti e in grado di creare nuove entità (innovazioni)

Il processo generativo che avviene è fondamentalmente il seguente: all'inizio della relazione gli agenti, che tipicamente non appartengono alla stessa organizzazione, hanno idee alquanto differenti sugli artefatti e riguardo ai loro attributi. Nella relazione generativa gli agenti convergono nello spazio delle relazioni verso un artefatto comune che possiede attributi condivisi e che risulta infine in un'innovazione concordata. Un esempio di questa relazione che ci può interessare direttamente è il caso di un ricercatore che discute con un interlocutore di un'azienda per proporre uno studio o un progetto di R&S. All'inizio il ricercatore ha alcune idee su cosa possono essere i bisogni in termini di studi o ricerche di questa azienda pur non essendone sicuro non facendone parte. D'altra parte il

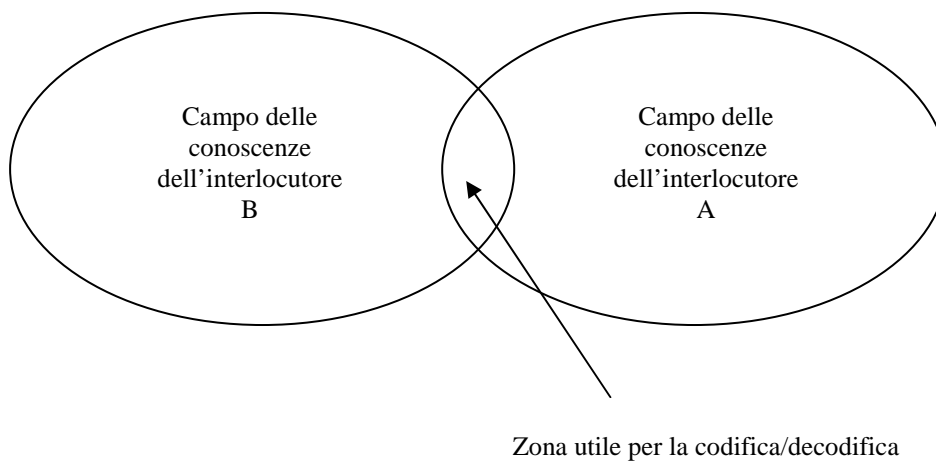
suo interlocutore è ben al corrente dei bisogni della sua azienda mentre ha una conoscenza solo superficiale della natura e dei benefici che lo studio o il progetto potrebbe portare alla sua azienda. Lo studio o il progetto, che costituisce nel nostro caso l'artefatto, è visto all'inizio in maniera piuttosto differente dagli agenti. Nel caso del ricercatore esso è visto come una sorgente di lavoro e quindi di finanziamento della sua attività. Nel caso di un ricercatore universitario l'artefatto può essere visto ulteriormente come possibilità di tesi e attività di ricerca scientifica per il suo laboratorio. L'interlocutore aziendale vede invece l'artefatto come un investimento che deve essere coerente con le strategie dell'azienda ed avere una possibilità di ritorno finanziario adeguato all'investimento previsto. Inoltre, il ricercatore e l'interlocutore aziendale possono avere idee alquanto differenti sulle specifiche tecniche e i bisogni che ad esempio il progetto deve soddisfare. La relazione generativa permette, attraverso le discussioni tra il ricercatore e l'interlocutore aziendale, di definire meglio l'artefatto, ovvero lo studio o il progetto, di adattarlo alle specifiche richieste e infine definire un programma di lavoro e dei costi accettabili come anche altri attributi che possono portare al successo la relazione. Occorre notare che in questo tipo di relazione il tipo di artefatto, che ad esempio il ricercatore intende proporre, ne può uscire completamente trasformato in maniera inaspettata ma con il vantaggio di avere attributi comuni che possono costituire la base del successo della relazione.

### *Comunicazione nella R&S*

Abbiamo già visto come nel modello della R&S il prodotto di questa attività sia essenzialmente dell'informazione. Questa è anche alla base di molte altre attività legate alla generazione di progetti di R&S come nelle interviste usate per gli studi di identificazione di progetti di innovazione tecnologica, contatti per la ricerca di finanziamenti di progetti di R&S, elaborazione di proposte di ricerca e loro modifica per renderle accettabili da parte dell'industria, e in generale in tutte le relazioni generative che richiedono comunicazione di informazioni sia livello di discussioni o di documenti e presentazioni. La comunicazione nella R&S si estende poi anche come vedremo alla presentazione dei risultati di un progetto di R&S attraverso riunioni e rapporti intermedi o finali e infine all'attività di promozione dell'innovazione tecnologica nell'industria. La comunicazione di informazione nell'attività di R&S non è fondamentalmente differente dalla comunicazione in generale i cui aspetti teorici vennero affrontati per la prima volta da C.E. Shannon in un articolo e poi un libro, pubblicato nel 1949, sulla teoria matematica della comunicazione. In questo libro Shannon elabora un modello del processo di comunicazione che è valido anche per la comunicazione nel campo della R&S e che merita di essere presentato brevemente. Il modello di comunicazione di Shannon applicato all'attività di R&S è riportato schematicamente nella Fig. 7.6. In questa figura abbiamo due interlocutori A e B in cui A desidera comunicare un'informazione a B. Questa informazione deve essere prima di tutto codificata e cioè trasformata in un messaggio che può raggiungere B attraverso un canale di comunicazione. Nel caso più corrente di una discussione la codificazione consiste semplicemente nell'esprimere l'informazione attraverso parole che nascono spontaneamente o dopo riflessione ma l'informazione può anche essere in forma scritta o di immagini e codificata su un supporto cartaceo o elettronico da trasmettere a B. L'informazione può inoltre essere veicolata anche attraverso oggetti o campioni che costituiscono essi stessi il messaggio trasmesso. Il messaggio viene quindi decodificato da B che lo interpreta e lo tratta come informazione ricevuta. A questo punto è interessante definire cosa sia esattamente una comunicazione. Per le attività di R&S è utile definire la comunicazione evitando di identificarla con il messaggio ma piuttosto considerarla l'effetto che il messaggio produce sull'interlocutore che lo riceve. Si tratta di una visione della comunicazione particolare che è stata avanzata da Maturana e Varela (8) nel campo dei sistemi biologici e che costituisce un utile punto di vista anche nelle relazioni che interessano l'attività di R&S. A differenza della comunicazione a distanza, nel nostro caso i problemi non sono tanto generati dal rumore che disturba il canale di comunicazione e distorce i messaggi ma piuttosto dalla codifica e decodifica dei messaggi come presentato schematicamente nella Fig. 7.7.



**Fig. 7.6. Il processo di comunicazione nella R&S**



**Fig. 7.7. Campi delle conoscenze e zona utile per la codifica/decodifica**

In questa figura sono rappresentati il campo delle conoscenze dell'interlocutore A, che può essere ad esempio un intervistatore o un ricercatore che vuole comunicare un'informazione, e quello dell'interlocutore B, che può essere ad esempio un tecnico o un imprenditore. I due campi sono naturalmente differenti ma esiste però una in generale zona di conoscenze che è comune ai due interlocutori, rappresentata dalla sovrapposizione dei due campi, e questa è la zona che deve essere utilizzata nella codifica dell'informazione da parte di A per essere sicuri che essa possa essere decodificata e quindi compresa dall'interlocutore B. Questa attenzione alla codifica dell'informazione da trasmettere è molto importante e merita attenzione. Tipico è ad esempio l'errore di usare formulazioni matematiche complesse o cognizioni scientifiche o tecniche molto specializzate nell'informazione che non sono comprese dall'interlocutore che riceve il messaggio. Bisogna anche notare che i mezzi visivi e di trasmissione attuali permettono delle presentazioni delle informazioni molto elaborate ed efficaci e meritano di essere sfruttati nella codifica. Occorre infine ricordare che errori di codifica che portano a incomprensioni nella comunicazione orale possono essere in una certa misura corretti durante delle discussioni, ma nel caso di comunicazioni scritte o per immagini queste non possono essere così facilmente corretti. La scrittura di proposte e rapporti è quindi in questo senso un'operazione delicata che deve essere ben condotta se si vuole un messaggio efficace che raggiunge il suo effetto e cioè la comunicazione voluta.

#### **7.4. Valutazione e selezione dei progetti di R&S**

La valutazione e quindi la eventuale selezione di progetti di R&S rappresenta uno dei più importanti passi nello sviluppo di innovazione tecnologica poiché tende ad assicurare ai progetti i migliori ritorni di investimento e impatti socio-economici positivi come anche le migliori possibilità di realizzazione. Nel nostro caso svilupperemo l'attività di valutazione e selezione dal punto di vista dell'interesse dell'azienda ovvero di un gruppo di aziende che cooperano nel campo dell'innovazione tecnologica mentre non prenderemo in considerazione i metodi di valutazione e selezione dei progetti usati dalle amministrazioni pubbliche, nel quadro di bandi di concorso, e che sono caratterizzati da pronunciati aspetti burocratici, spesso variabili da amministrazione ad amministrazione, e che avremo occasione di discutere nel capitolo sulla promozione dell'innovazione tecnologica. La valutazione dei progetti è essenzialmente una valutazione di tecnologie diverse in una scelta di progetti da sviluppare ovvero di tecnologie alternative in competizione per una stessa applicazione. Essa interviene tipicamente nell'approccio bottom up durante gli studi di identificazione ma può accompagnare anche tutte le altre fasi di sviluppo, lancio ed esecuzione dei progetti inclusa anche l'accettabilità dei progetti nell'approccio top down. Esiste una regola di base importante, che riguarda le valutazioni comparative di tecnologie, e che deve essere fatta assumendo lo stesso livello di sviluppo tecnologico per tutte le tecnologie considerate. Questo vale anche per tecnologie già industrializzate poiché, come sappiamo, il LbyD può modificare sensibilmente le condizioni tecnico-economiche di una tecnologia fino alla sua maturità e abbandono per obsolescenza. In molti casi si paragonano nuove tecnologie e tecnologie già industrializzate ed è quindi, mentre nel caso delle tecnologie industrializzate vi sono molti dati disponibili, nel caso delle nuove tecnologie può essere necessario estrapolare i dati per avere le stesse condizioni di paragone. In alcuni casi, soprattutto quanto lo sviluppo della tecnologia è al suo esordio, un'estrapolazione dei dati non è ragionevolmente possibile per la grande incertezza che esiste su di essi, in questo caso è comunque possibile fare valutazioni comparative utilizzando dati che sono in realtà degli obiettivi che si pensa di raggiungere nel quadro dello sviluppo della nuova tecnologia.

Esistono fondamentalmente tre tipi di valutazione di una tecnologia che sono: la valutazione economica, la valutazione ambientale e la valutazione tecnologica che quindi confluiscono in una

valutazione globale finale che tiene conto dei vari aspetti della tecnologia e in particolare la coerenza con le strategie attuate o prese in considerazione dall'impresa.

#### *Valutazione economica*

Tipicamente la valutazione economica di una tecnologia è fatta in termini di determinazione di costi unitari di produzione ma può assumere anche altre forme come la determinazione del RDI (ritorno di investimento) e cioè il numero di anni necessario perché i margini di profitto ottenuti con l'uso della tecnologia ripaghino gli investimenti fatti. In ogni caso è necessario effettuare calcoli di costi di produzione che sono composti da vari tipi di costi che dipendono in maniera più o meno complessa dal livello di produzione e dalle condizioni in cui viene utilizzata la tecnologia. Abbiamo prima di tutto dei costi che sono generalmente proporzionali al livello di produzione e che sono i costi di materie, prime, semilavorati, componenti, ecc. usati per la produzione e i costi energetici. Abbiamo poi i costi di manodopera che sono in funzione della produzione ma anche da come è organizzato il lavoro, dalla produttività ricercata per l'impianto (lavoro su turni, ecc.) e può essere anche in certi casi largamente indipendente dalla dimensione dell'impianto come ad esempio nelle tecnologie chimiche o metallurgiche. Un discorso particolare meritano poi gli oneri finanziari che sono collegati agli investimenti e contano in termini di ammortamenti e interessi passivi. Gli investimenti legati al dimensionamento dell'impianto sono poi collegati ai risultati degli studi di mercato che cercano di definire il livello di domanda del prodotto e quindi il livello necessario di produzione. Tipicamente gli investimenti non aumentano linearmente con le capacità produttive e questo costituisce un elemento importante nelle valutazioni economiche comparative per i suoi riflessi sugli oneri finanziari (effetto scala). Dal punto di vista ingegneristico si utilizza spesso per questa stima una relazione esponenziale che collega gli investimenti  $I$  con le capacità di produzione  $C$  del tipo:

$$I/I_0 = (C/C_0)^n$$

Dove  $I_0$  e  $C_0$  rappresentano rispettivamente l'investimento per una capacità di produzione conosciuta e  $I$  l'investimento che si vuole stimare per una capacità di produzione  $C$ , mentre  $n$  è un fattore esponenziale che tipicamente è compreso tra 0,9 e 0,6. Più basso è questo esponente più sensibile è la riduzione dell'investimento necessaria per un'unità di prodotto. Coefficienti vicini a 0,9 si hanno in impianti in cui l'aumento di capacità di produzione si effettua principalmente aumentando il numero di unità produttive (tipico esempio è l'elettrolisi industriale in cui l'aumento di capacità produttiva si effettua aumentando il numero di celle) mentre valori di  $n$  vicini a 0,6 si hanno in impianti in cui l'aumento delle capacità produttive si può effettuare principalmente aumentando le dimensioni dell'unità produttiva (tipici esempi sono gli impianti chimici e metallurgici). Un discorso a parte deve poi essere fatto sugli investimenti per nuove tecnologie in cui si vuole tener conto degli investimenti, non solo per gli impianti industriali, ma anche quelli fatti per la R&S. Poiché tipicamente gli investimenti per la R&S si estendono su vari anni, non è corretto, dal punto di vista finanziario, tenerne conto del solo loro ammontare totale registrato nel tempo. In questo caso si effettua una correzione utilizzando un metodo contabile chiamato VAN (Valore Attuale Netto). Questo metodo permette di calcolare il valore dell'investimento tenendo conto di un apprezzamento sulla base di un tasso di interesse scelto di riferimento che remunererebbe i capitali utilizzati per l'investimento in R&S nell'arco di tempo in cui sono stati investiti. Dal punto di vista pratico per le valutazioni economiche di tecnologie è utile realizzare dei semplici modelli di calcolo su foglio elettronico che permette rapidi studi parametrici in cui si possono studiare gli effetti dei livelli di produzione e di altri costi e fattori di calcolo. Occorre notare che una valutazione economica dettagliata è alquanto complessa e generalmente viene eseguita solo nella fase di industrializzazione della tecnologia mentre negli altri casi ci si limita a delle semplici stime. Vi è infine un'ultima osservazione importante riguardo la valutazione economica di nuove tecnologie che risulta dalla presenza di un ecosistema tecnologico in cui le nuove tecnologie devono operare. Se infatti la nuova tecnologia si diffonde ampiamente con

successo essa può modificare l'ecosistema tecnologico con un effetto a cascata su tutte le tecnologie con cui è in relazione facendo apparire effetti scala, con riduzione di costi e investimenti, risparmi da LbyD e rinnovato interesse per la R&S in tecnologie collegate, ovvero fattori limitanti da reperibilità di materie prime, ecc. Questo effetto è ad esempio presente quando si vogliono fare previsioni su nuove tecnologie energetiche che per la loro natura sono previste doversi diffondere su larga scala. In questo caso calcoli economici effettuati sulla base dell'ecosistema tecnologico attuale risultano sovente in costi molto più elevati di quelli delle tecnologie utilizzate attualmente. Tuttavia, in questi calcoli non si tiene conto delle modifiche che queste nuove tecnologie potrebbero indurre a loro vantaggio nell'ecosistema tecnologico, effetto a cascata che tra l'altro è ben difficile da valutare. Una critica di questo tipo a questi modelli di previsione energetici è stata fatta ad esempio in un lavoro presentato a un workshop dell'OCSE tenuto a Parigi nel 2001 (38), mentre considerazioni generali sulla R&S per le tecnologie ambientali in questo senso sono ad esempio riportate anche in un recente articolo (39).

### *Valutazione ambientale*

Questo tipo di valutazione era praticamente sconosciuta in passato ma è diventata sempre più importante sotto la pressione ambientalista. Questo tipo di valutazione è utile nel campo delle tecnologie che generano inquinanti o sono forti consumatrici di energia e spesso è richiesta dalle amministrazioni in particolare nelle fasi di industrializzazione. Il metodo di valutazione più completo esistente in questo campo è il chiamato LCA (Life Cycle Assessment) e prende in considerazione i bilanci materiali ed energetici e le sorgenti di inquinamento di tutto il ciclo che parte dalle materie prime, alla produzione industriale fino allo smaltimento o riciclo dei prodotti e sottoprodotti e in cui è inclusa la tecnologia in oggetto. La completezza del metodo rende i suoi risultati molto validi dal punto di vista ambientali, tuttavia, essendo molto esteso e complesso nella sua attuazione, esso viene raramente utilizzato se non in particolari studi. Una descrizione di questo metodo, che è stato sviluppato alla fine degli anni settanta in Inghilterra, esiste anche in un'opera italiana promossa dall'ANPA – Istituto per l'Ambiente (40). Nella maggior parte dei casi le valutazioni ambientali sono fatte in relazione al rispetto di normative e leggi e riguardano soprattutto le concentrazioni di emissione di inquinanti. Tuttavia negli ultimi anni sotto la spinta di una direttiva europea chiamata IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) sono state introdotte nuove norme che pongono limiti non solo alle concentrazioni ma anche alle quantità annuali di inquinanti emessi, inoltre introducono il concetto di BAT (Best Available Technologies) che obbliga l'industria ad usare le migliori tecnologie disponibili per il rispetto dell'ambiente. Come nel caso della valutazione economica, per questo tipo di valutazione è molto utile realizzare modelli di impianto su fogli elettronico in maniera di poter studiare parametricamente le concentrazioni e le quantità di inquinanti emessi nelle varie condizioni di funzionamento di un impianto, i consumi energetici corrispondenti per verifiche riguardo alle norme IPPC. Un altro aspetto delle valutazioni ambientali riguarda i costi dell'inquinamento che in linea di principio potrebbero essere presi in considerazione nelle valutazioni di impatto ambientale. Si tratta di un calcolo estremamente complesso poiché gli inquinanti agiscono su vari livelli che sono:

- impatto diretto con effetti tossicologici delle emissioni immediati sull'uomo e l'ambiente
- impatto locale che si manifesta più tardi attraverso effetti come le piogge acide, l'eutrofizzazione dei laghi e la formazione di smog
- impatto globale che avviene su tutto il pianeta come l'effetto serra o l'assottigliamento dello strato di ozono

Per queste valutazioni economiche l'Unione Europea ha avviato da tempo il progetto CAFE (Clean Air for Europe) che tenta di valutare economicamente i costi generati dall'emissione dei principali inquinanti a livello locale. Sono attualmente disponibili alcuni risultati in termini di costi in euro per tonnellata di inquinante emessa. Per quanto questi costi siano controversi per la grande difficoltà di



stima ad esempio in termini di costi sulla salute della popolazione locale vi è qualche esempio di utilizzazione in valutazioni ambientali (41). Per terminare occorre infine tener conto in una valutazione ambientale, quando è prevista una localizzazione precisa per l'industrializzazione di una nuova tecnologia anche della percezione ambientale della popolazione locale. Questa può essere distinta dai dati obiettivi di impatto ambientale e quindi essere differente a seconda dei luoghi. L'assenza di una valutazione della percezione ambientale locale può generare molte difficoltà all'uso della nuova tecnologia.

### *Valutazione tecnologica*

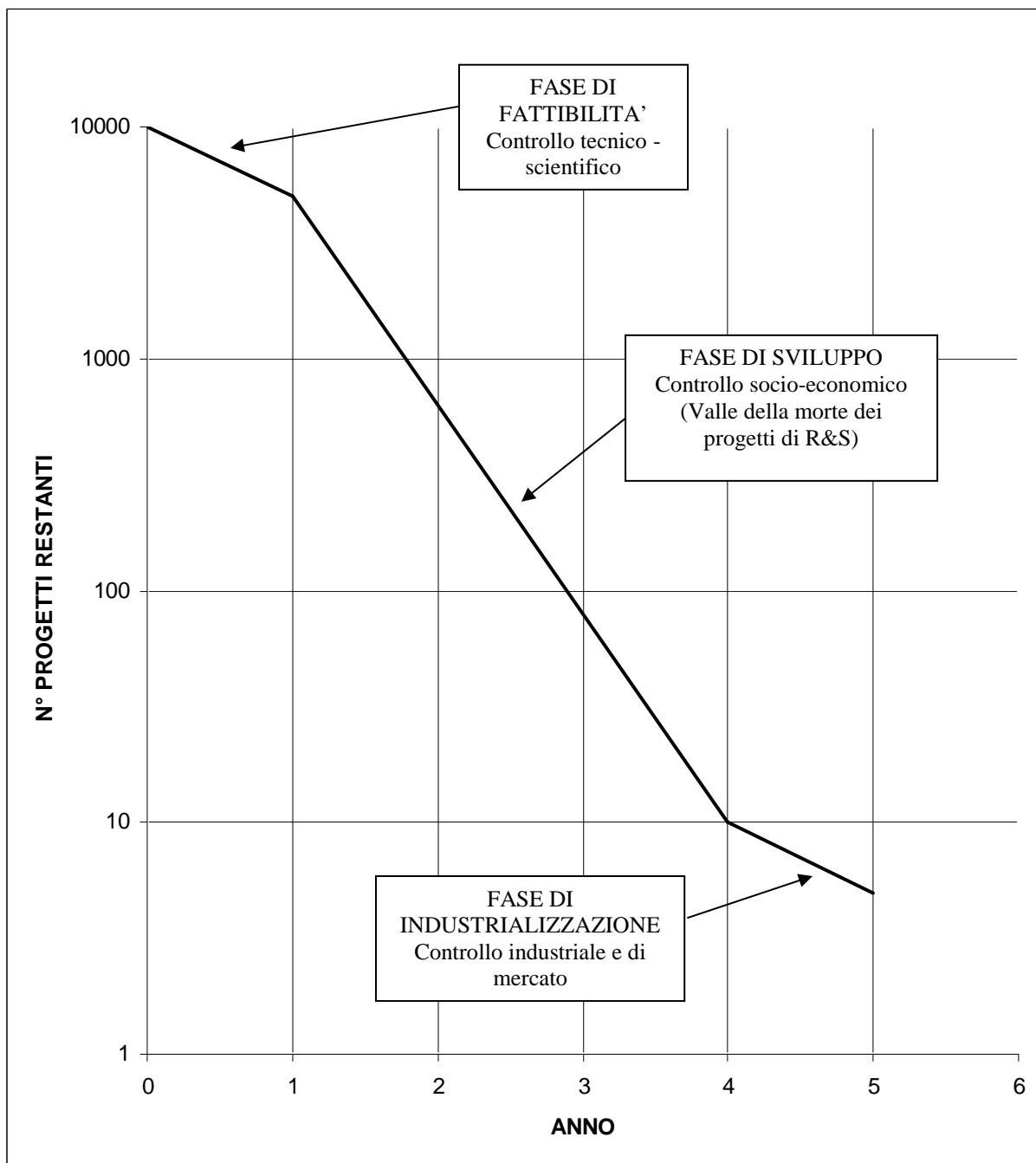
Questo tipo di valutazione è sicuramente il più complesso e difficile poiché ha come obiettivo di fornire una base razionale di valutazione sulle possibilità di successo dello sviluppo di una nuova tecnologia da un punto di vista tecnico e scientifico. La fattibilità tecnica di un'innovazione tecnologica inoltre non dipende solo dagli aspetti scientifici ma anche da aspetti socio-economici e di mercato che impongono precise specifiche tecniche che deve soddisfare. Gli aspetti scientifici di un'innovazione non danno necessariamente delle risposte sicure e sono soggetti ad incertezze che vanno ad aggiungersi a quelle socio-economiche e di mercato rendendo la valutazione tecnologica in termini di possibilità di successo dell'innovazione particolarmente complessa. Naturalmente nella professione giudizi di valutazione tecnologica vengono dati continuamente, tuttavia, essi sono sovente basati più sull'intuizione e l'esperienza piuttosto che su basi razionali di giudizio. Il fatto è che una valutazione dovrebbe dare una stima del rischio di insuccesso cosa che non è razionalmente possibile di fronte a un forte grado di incertezza. La differenza tra incertezza e rischio è molto importante e venne definita e studiata già negli anni venti del secolo scorso dall'economista americano F. Knight (42). Questo autore definì l'incertezza come l'impossibilità di valutare un rischio. Psicologicamente si associa facilmente l'incertezza a un valore elevato di rischio di fallimento, questo tuttavia si tratta di un atteggiamento emotivo e non razionale anche se ben comprensibile in molti casi. Poiché le decisioni si basano razionalmente su valutazioni di rischio occorre fare attenzione alla differenza tra rischio e incertezza poiché abbandonando un progetto associato a incertezza si evita un rischio ma si può anche perdere un'opportunità. Sotto certi punti di vista la R&S serve appunto a trasformare l'incertezza in un rischio permettendo quindi una valutazione razionale sull'interesse di continuare o interrompere un progetto. Un interessante documento sulla gestione dei rischi tecnologici nelle decisioni per progetti di R&S è stato elaborato nel 2000 dal US Department of Commerce (43) nel quadro del programma ATP (Advanced Technology Program) a cui hanno partecipato importanti aziende industriali, società di venture capital e università americane e che ha fruito dell'estesa e un'esperienza USA nel campo dell'innovazione tecnologica e della R&S.

Esistono due possibili approcci che possono aiutare una valutazione tecnologica di un'innovazione: il primo è basato sugli aspetti statistici che riguardano lo sviluppo di innovazioni tecnologiche, il secondo, seguendo il modello delle tecnologie presentato precedentemente, è basato invece sulla storia delle operazioni che caratterizzano la nuova tecnologia che, pur essendo conosciute generalmente nell'uso in altre tecnologie, possono dare indicazioni su come possono condizionare il successo della nuova tecnologia.

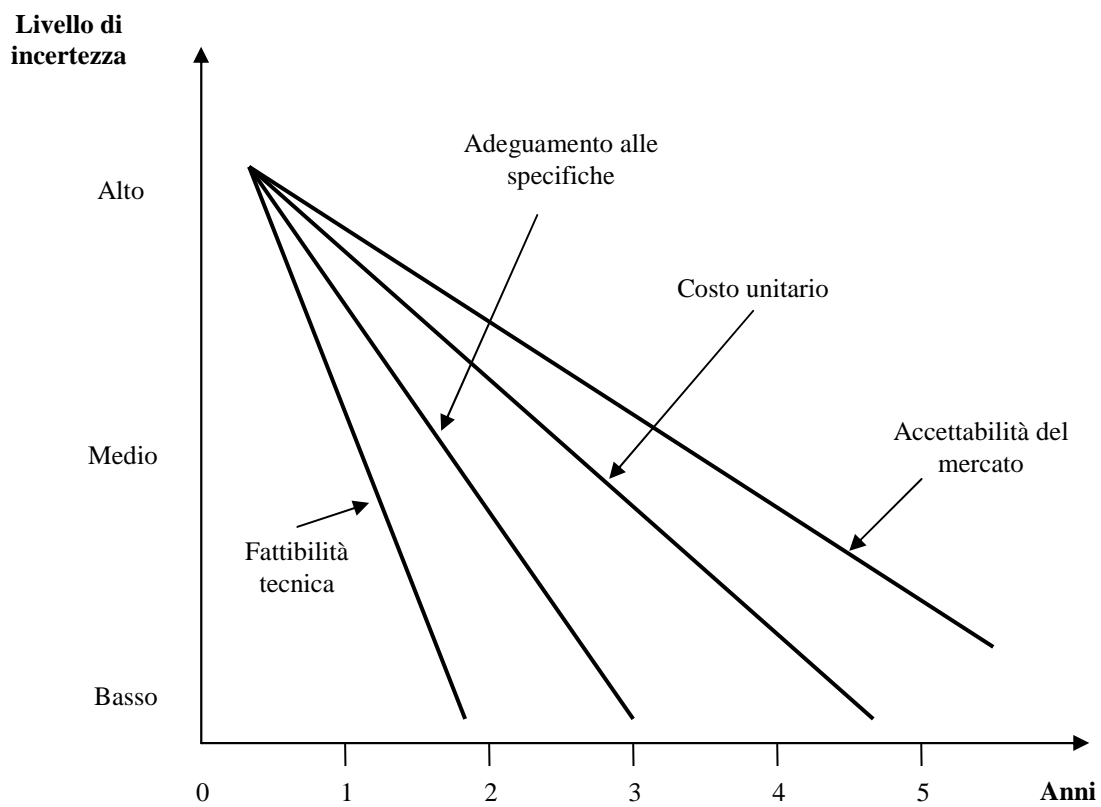
#### a) Approccio statistico

Anche se i risultati statistici non possono essere trasferiti con certezza, quando si parla di singole innovazioni tecnologiche da valutare, essi possono dare comunque utili elementi di giudizio. Gli studi statistici sul successo dello sviluppo di innovazioni tecnologiche sono rari anche se vi è qualche opera su questo argomento (44), e una lunga esperienza in questo campo è disponibile (43) e mostra come il successo di un'innovazione tecnologica con un elevato carattere radicale a partire da un'idea innovativa sia statisticamente ben poco frequente. Possiamo illustrare la situazione indicativamente in un grafico. Consideriamo in un'ampia area di attività innovativa la nascita di

10.000 idee di innovazione con un buon grado di radicalità da necessitare ricerche di laboratorio per dimostrare la fattibilità e consideriamo la riduzione in numero di questi progetti nel tempo come riportato nel grafico della Fig. 7.8. in un periodo di cinque anni che può essere considerato un periodo tipico necessario per portare un'innovazione tecnologica dal laboratorio alla sua industrializzazione. In questo periodo possiamo distinguere tre fasi principali: la prima riguarda gli studi di fattibilità. In questa fase il successo o l'abbandono di un progetto sono essenzialmente dipendenti e quindi controllati da fattori di tipo tecnico e scientifico. In questo periodo l'innovazione prende forma di invenzione e spesso conduce anche al deposito di brevetti. Nel secondo periodo si entra in una fase di sviluppo e l'innovazione deve soddisfare tutta una serie di specifiche dettate da fattori economici e sociali come pure alle indicazioni del mercato ed essere coerente con le strategie delle aziende che la sviluppano per cui le decisioni di continuare o abbandonare il progetto dipendono piuttosto da fattori di tipo socio-economico che tecnico-scientifico. Anche se il numero di progetti restanti riportato dalla figura è puramente indicativo, questa fase è comunque caratterizzata da una riduzione molto importante di progetti, molto maggiore della fase precedente e quella successiva di industrializzazione, e può raggiungere una dimensione anche di due ordini di grandezza come indicato nel diagramma. Questo fenomeno di moria di progetti in questa fase è ben conosciuto nella professione e chiamato la Death Valley (Valle della Morte) dei progetti di R&S (43). Infine nella terza fase si ha l'industrializzazione dell'innovazione. In questo caso il successo dell'innovazione dipende principalmente da fattori industriali e di mercato. I fattori industriali possono essere di natura tecnica come problemi di scale up dimensionale della tecnologia o di natura finanziaria o di strategia industriale, inoltre l'innovazione deve affrontare a questo punto la realtà del mercato con le sue incertezze sempre presenti. Le conseguenze di questo tipico andamento delle innovazioni permette di fare alcune considerazioni sui progetti di R&S. Questi hanno più probabilità di riuscire quando sono legati a miglioramenti o soluzioni di problemi nella fase di industrializzazione dell'innovazione. D'altra parte il successo relativamente più probabile che si ha nei progetti di fattibilità non deve far dimenticare che le difficoltà principali si presentano in realtà nella fase di sviluppo. Un altro modo di considerare come i vari tipi di incertezza varino in funzione del tempo, considerato tipicamente di 5 anni per lo sviluppo di un progetto è riportata nella Fig. 7.9. tratta da sempre dal rapporto ATP (43) in cui è riportata indicativamente la riduzione del livello di incertezza per i vari tipi di rischio come la fattibilità tecnica, l'adeguamento del prodotto alle specifiche, il suo costo unitario e l'accettabilità del mercato. Possiamo osservare in questo grafico come la fattibilità tecnica è la prima incertezza che viene eliminata seguita dall'adeguamento del prodotto alle specifiche, il costo unitario e per ultima l'accettabilità del prodotto da parte del mercato, incertezza che rimane alta fino alla fase di industrializzazione. Vi è poi un ultimo aspetto statistico che può essere considerato interessante per la valutazione tecnologica e che riguarda il successo di un'innovazione tecnologica in termini finanziari. Anche in questo caso le indagini sono difficili per il numero statisticamente elevato di innovazioni da prendere in esame e il lungo periodo che bisogna considerare per confermare i risultati che rendono difficili e rari gli studi di questo tipo. Possiamo comunque citare un interessante studio condotto su circa mille brevetti tedeschi tenuti validi con il pagamento delle annuità per un periodo di dieci anni (45). Questo studio ha dimostrato che per il campione statistico considerato solo 5 brevetti risultavano un grande successo finanziario mentre solo circa il 10% poteva considerarsi come un successo medio-alto e circa il 15% avevano avuto un ritorno finanziario medio e il rimanente 75% un ritorno finanziario debole se non quasi nullo. Se ora consideriamo che accanto a questi brevetti di cui è stata mantenuta la validità ve ne sono sicuramente, nello stesso periodo preso in considerazione, altri brevetti che sono stati invece abbandonati per non parlare poi di progetti di innovazione che sono stati condotti senza poi arrivare a brevetti validamente sostenibili, come indicano i numeri del grafico della Fig. 7.8, si comprende come il successo finanziario di innovazioni con un certo grado di radicalità sia così raro. Ciononostante questa situazione non è mai stata un fattore limitante negli investimenti in R&S nei paesi industrializzati che comunque continuano a dare alla luce nuove tecnologie che rendono



**Fig. 7.8. Evoluzione indicativa del numero di progetti di R&S restanti nel tempo**



**Fig. 7.9. Riduzione dei livelli dei vari tipi di incertezza nel tempo**

obsolete vecchie tecnologie e a distruggere mercati di vecchi prodotti fornendone dei nuovi. Un'ultima considerazione, che deriva dalla rarità dei successi delle innovazioni radicali, riguarda la strategie finanziarie di investimento. Infatti, il numero limitato di innovazioni di successo rende una strategia di investimento basata su un portafoglio numeroso di progetti e che conta su alcuni di questi che, per il loro successo, ripaghino le perdite degli altri, strategia di tipo borsistico, poco efficace poiché nessuna finanziaria è in grado di prendere in carico un numero così elevato di progetti da sperare statisticamente di averne qualcuno di grande successo. Il venture capital, che ha per la sua attività questo tipo di problemi, preferisce una strategia di coaching dei progetti, selezionandone un numero limitato, ma sforzandosi di aiutarli e orientarli nel modo migliore. In queste condizioni tipicamente il venture capital americano (43) prendendo in carico progetti, nel grande maggior parte dei casi già in fase di sviluppo, e selezionandoli e aiutandoli opportunamente sulla base della loro esperienza riesce ad avere tassi di successo che si situano tra il 40% e il 60% dei progetti che sostiene.

#### b) Approccio storico

Questo approccio si basa sul fatto che le tecnologie nuove o già in uso sono composte, come indica il modello discusso in un precedente capitolo, da un insieme di operazioni tecnologiche che possono essere comuni a varie tecnologie. Una nuova tecnologia comprende quindi operazioni tecnologiche che sono già in uso o state in uso in altre tecnologie usate sulle quali, in alcuni casi, si hanno molte informazioni storiche sul loro comportamento, e quindi dare utili informazioni sui punti più delicati o complessi della nuova tecnologia. Nel fare questo lavoro occorre tener conto però di un certo numero di limitazioni. La prima riguarda il fatto che il campo delle istruzioni in cui opera la nuova tecnologia può essere molto differente da quello delle operazioni tecnologiche usate in altre tecnologie conosciute da cui il problema della validità delle estrapolazioni che possono essere fatte. Una seconda limitazione riguarda invece l'intranalità della tecnologia e cioè il fatto che la nuova tecnologia possiede una combinazione di operazioni tecnologiche che è generalmente differente da quelle prese come riferimento in altre tecnologie conosciute. Questo porta a interazioni differenti nel quadro delle ottimizzazioni delle varie operazioni che portano a situazioni che non sono ben prevedibili. Un'utilizzazione di questo approccio è riportata ad esempio in un lavoro (46) che tratta dei possibili problemi di una nuova tecnologia di smaltimento dei rifiuti che comprende operazioni tecnologiche ben conosciute come la gasificazione del carbone e altre che appartengono al campo siderurgico.

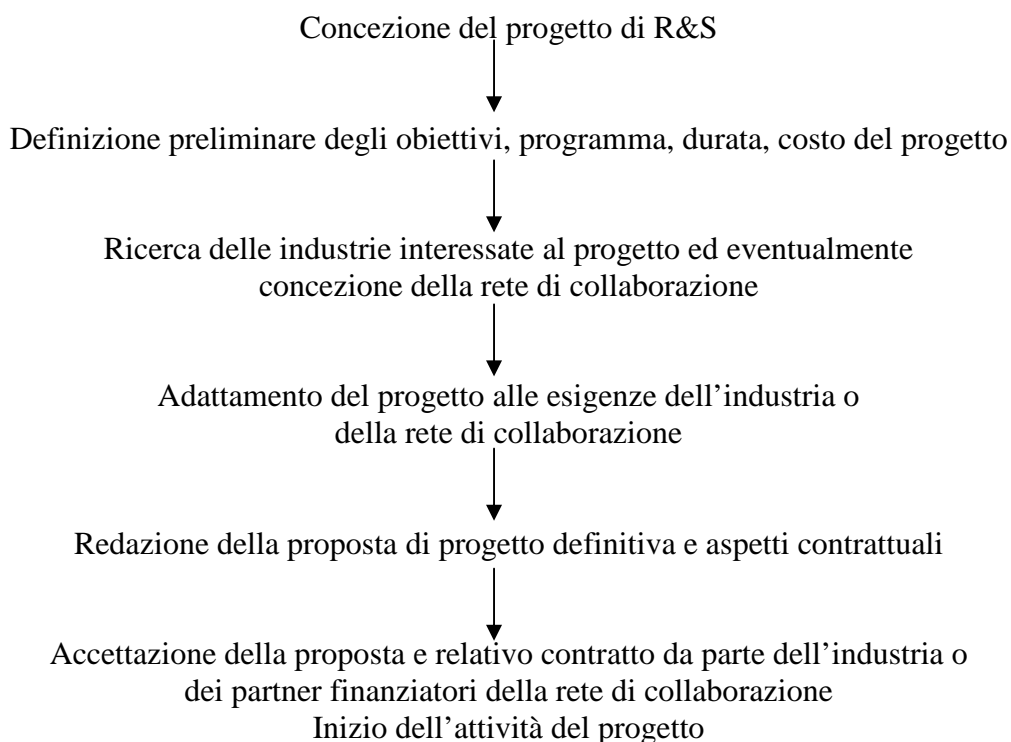
#### *Valutazione globale*

Il compito della valutazione globale consiste nell'integrazione dei vari tipi di valutazione in una graduatoria per la scelta dei progetti da sviluppare. Esistono numerosi metodi per questo compito sviluppati e adottati tipicamente da grandi o medie imprese. Nella sua opera sul management della R&S il Dumbleton (18) ne riporta tutta una serie e anche il rapporto ATP (43) ne riporta alcuni. Si tratta di metodi anche abbastanza differenti tra di loro che vanno da un approccio largamente intuitivo a metodi quantitativamente molto sofisticati. Questi metodi risentono in effetti molto del tipo di cultura dell'impresa che li ha sviluppati per il proprio uso e delle tipiche strategie di innovazione che adopera. Per queste ragioni nessuno di questi metodi è veramente di grande utilità nella selezioni di progetti cooperativi destinati a PMI dei distretti industriali italiani. Tuttavia è possibile fare alcune considerazioni utili per una valutazione globale sulla base delle valutazioni descritte precedentemente. La valutazione economica, che tra l'altro è strettamente collegata agli aspetti del mercato con le sue incertezze, è in grado di stabilire una graduatoria che tipicamente viene espressa in termini di ritorno di investimento. La valutazione ambientale, quando essa è necessaria, è collegata piuttosto agli aspetti tecnici e tende a dare una risposta netta di accettabilità o inaccettabilità dell'innovazione secondo i criteri ambientali stabiliti sul piano normativo. E' chiaro che l'inadeguatezza di una tecnologia sul piano ambientale la rende inaccettabile indipendentemente dalle valutazioni economiche o tecniche risultanti. D'altra parte i tentativi di

integrare gli aspetti ambientali in termini economici tendono a portare a situazioni molto complesse con le difficoltà e i dubbi che ne conseguono. Nella valutazione dell'adeguatezza ambientale di una tecnologia, visto il lungo periodo che generalmente riguarda il suo sviluppo e utilizzazione, è tuttavia importante valutarla non solo rispetto alla normativa vigente ma anche su una sua possibile evoluzione che in generale tende a rendere più restrittive le norme. La valutazione tecnica è sicuramente la più importante per una graduatoria globale ed è anche quella in cui può esistere un elevato grado di incertezza. Tipicamente in una tecnologia a uno stato avanzato di sviluppo il fattore rischio può essere valutato con un certo grado di certezza ed è normale che si preferisca un progetto a basso rischio piuttosto che uno con un elevato grado di incertezza. Tuttavia non è una buona strategia a medio e lungo termine quella di considerare solo progetti a basso rischio che sono anche quelli che normalmente incidono meno sul piano economico tralasciando progetti innovativi con un certo grado di radicalità che, per la loro natura, hanno un elevato grado di incertezza ma che costituiscono il motore dell'evoluzione tecnologica. In effetti l'assenza di attività su progetti innovativi con un certo grado di radicalità espone un settore al rischio dell'obsolescenza tecnologica. In presenza di un elevato grado di incertezza, è comunque possibile stabilire una graduatoria considerando che il fattore più importante in questo caso è rappresentato dalla coerenza del progetto con le strategie innovative perseguite dall'impresa o dal gruppo di imprese che cooperano e quindi dall'importanza potenziale del suo impatto socio-economico.

### **7.5. Lancio e formazione della rete per un progetto cooperativo**

Una volta stabilito, attraverso valutazioni e selezioni, un progetto di R&S si può passare al lancio del progetto che deve portarlo all'accettazione da parte dell'industria o dalla rete di aziende interessata a condurre il progetto. Le fasi comprese in questa fase di lancio possono essere presentate schematicamente come segue:



La concezione del progetto è la naturale conseguenza della sua selezione e deve portare alla definizione preliminare degli obiettivi, del programma e quindi alla stima della durata e al calcolo del costo. Un aspetto molto importante nello stabilire il programma del progetto riguarda la sua suddivisione in varie fasi alla fine delle quali è possibile prendere una decisione di continuare, modificare o abbandonare il progetto. In particolare il programma della prima fase è molto importante poiché deve definire il livello di incertezza, o se si vuole di rischio, relativo al successo del progetto accettabile da parte dalle aziende. La suddivisione in fasi di un progetto è essenziale per graduare questo rischio e ridurre passo per passo le incertezze sul successo del progetto. Una volta stabilita una proposta preliminare per il progetto è possibile passare alla ricerca delle industrie interessate al progetto e quindi alla concezione della possibile rete di collaborazione. Questa fase è caratterizzata da contatti diretti con le aziende e riunioni di presentazione della proposta. Essa è caratterizzata largamente da relazioni generative, che abbiamo discusso precedentemente, e che sono indispensabile per l'opera di adattamento del progetto alle esigenze dell'industria e a definire il grado di incertezza accettabile dall'industria nella prima fase del progetto. Nella formazione della rete di collaborazione, le sue strutture e processi verranno discussi in dettaglio nel prossimo capitolo sulla gestione dei progetti, e che riguardano il raggiungimento di un numero sufficiente di aziende finanziatrici per coprire il budget del progetto, la presenza nella rete di tutte le competenze industriali necessarie per svolgere e valutare i risultati del progetto, la partecipazione di aziende partner incaricate di condurre compiti specifici necessari al progetto e la presenza nella rete di aziende o laboratori esterni che svolgono attività specifiche necessarie al progetto. Si raggiungono quindi le condizioni per la redazione di una proposta definitiva, e quindi il relativo contratto, che ha le migliori possibilità di essere accettato dalle aziende e permettere di iniziare le attività del progetto. In queste ultime fasi di lancio vi sono argomenti importanti che devono essere messi a punto correttamente come la determinazione del budget e la durata del progetto e gli aspetti contrattuali e di proprietà industriale che sono dettagliati qui di seguito.

#### *Determinazione del budget e durata del progetto*

La determinazione del budget necessita in primo luogo l'individuazione dei vari compiti (task) che sono necessari al progetto. Questi compiti, di cui si può stimare la durata, possono essere poi riportati in un cronogramma (diagramma di Gantt) in cui per ogni compito si stabilisce la sua durata e posizione nel tempo rispettando le varie priorità temporali dei compiti e quindi dare una prima idea della durata del progetto. Un altro approccio più sofisticato consiste nell'utilizzare il metodo PERT per stabilire una rappresentazione dei vari compiti in un grafo orientato. Questo metodo, acronimo di Project Evaluation and Review Technique, venne sviluppato alla fine degli anni cinquanta negli Stati Uniti per progetti riguardanti la marina trovando poi una larga diffusione in molti altri campi. Esso è molto utile in presenza di progetti importanti e complessi composti da numerosi compiti che si susseguono e si sovrappongono permettendo una visione globale del progetto utile per la sua gestione attraverso una stima attendibile del tempo di esecuzione e dei costi. L'applicazione di questo metodo a progetti di R&S non è indispensabile nelle fasi degli studi di fattibilità o di sviluppo preliminare dove i progetti, in termini di compiti, non sono in genere molto complessi mentre può diventare utile nelle fasi finali di sviluppo e di industrializzazione dell'innovazione. Il metodo PERT è descritto in numerose opere e fa parte correntemente di corsi sulla gestione di progetti, non necessariamente di R&S, e quindi non riteniamo necessario dilungarsi qui in una sua descrizione, inoltre esistono numerosi programmi informatici di gestione di progetto, basati su questo metodo, che permettono di stabilire facilmente tempi di esecuzione e budget di progetti. Vi sono comunque due aspetti di questo metodo che sono interessanti da citare e che riguardano i tempi di esecuzione del progetto o di suoi compiti. Per un progetto composto da numerosi compiti in sequenza e sovrapposizione tra di loro il tempo di esecuzione è calcolabile come somma dei tempi di esecuzione dei compiti che si trovano sul suo cosiddetto *cammino critico*. Questo cammino è in genere facilmente individuabile, osservando la rappresentazione come grafo orientato del progetto, e rappresenta il percorso limitante di tempo minimo di esecuzione del

progetto. Il secondo punto riguarda invece la stima del tempo di esecuzione del progetto o di un suo compito. Per questo si stabilisce un tempo che si ritiene minimo  $t_{\min}$ , un tempo che si ritiene massimo  $t_{\max}$  e un tempo che intuitivamente si ritiene probabile  $t_p$ , il metodo PERT suggerisce che il tempo più probabile  $t_{\text{prob}}$  per il compito o il progetto sia dato dalla formula:

$$t_{\text{prob}} = (t_{\min} + 4t_p + t_{\max})/6$$

Questa formula si può derivare considerando la possibile distribuzione statistica dei tempi di realizzazione. La distribuzione gaussiana, con la sua tipica forma a campana, non è adatta a questo scopo poiché la distribuzione dei tempi, nel caso di progetti, non è asintotica nelle sue estremità ma limitata da un valore massimo e uno minimo. Inoltre, la curva è asimmetrica poiché la probabilità di avere tempi di esecuzione prossimi del tempo massimo è maggiore di quella di avere tempi vicini al tempo minimo. Questo tipo di distribuzione è chiamata *distribuzione  $\beta$*  e da questa si può ricavare la formula riportata precedentemente. Occorre dire che non esiste una prova statistica della sua validità anche perché i progetti sono attività uniche e irripetibili, tuttavia essa è considerata di una certa utilità per la stima dei tempi e utilizzata nella gestione dei progetti.

Considerando ora la determinazione del budget del progetto abbiamo prima di tutto il costo del lavoro che è determinato dal numero di persone e dei tempi necessari per terminare i vari compiti del progetto e dal livello di retribuzione delle persone coinvolte. Occorre subito notare che i tempi di lavoro non sono direttamente in relazione con la durata del progetto o di un compito che abbiamo discusso precedentemente e che tipicamente la durata del progetto o di un compito è fatalmente più lunga dei tempi necessari per l'esecuzione dei lavori. Altri posti importanti del budget di un progetto sono poi i costi dei materiali consumabili, delle apparecchiature da costruire ed eventualmente della strumentazione da acquistare. Vi sono poi i costi dei viaggi e costi di acquisizione di documenti inclusi costi di interrogazione di banche dati e infine costi di eventuali consulenze esterne. Altri tipi di costo da considerare sono le riunioni di progetto e l'edizione di rapporti intermedi o finali. Nel caso di progetti di R&S nelle fasi di fattibilità o sviluppo iniziale i costi del lavoro sono in generale preponderanti mentre i costi in materiali e apparecchiature diventano importanti nelle fasi in cui sono coinvolti impianti pilota o prototipi. A questi costi, che potremmo chiamare diretti, occorre aggiungere poi i costi generali, come segretariato, comunicazione, gestione, ecc. Questi non sono specificabili in maniera univoca poiché dipendono anche dalla natura dell'organizzazione che conduce i lavori e dai metodi contabili che adotta. Tipicamente i costi di gestione di un progetto si situano tra il 5% e il 10% del valore del progetto, che aggiunte alle spese generali a cui però si può arrivare al 20% - 30% del valore del progetto. Nel campo dei progetti di R&S. e in particolare nel campo della R&S su contratto, vi è poi un particolare costo che può essere caricato tipicamente sul costo del lavoro chiamato nel linguaggio americano di gestione *overhead*. Si tratta di un costo che deriva dal fatto che un ricercatore, che vive sui contratti di R&S che svolge, non può dedicarsi per tutto il suo tempo a questi ma deve riservarsi un certo tempo per la preparazione e lancio di progetti che poi potranno essere, in caso di successo, finanziati da clienti. Il costo di questo lavoro deve quindi necessariamente essere ricaricato sui costi dei progetti condotti e dipenderà, oltre dal tempo e altri costi necessari per preparare i progetti, anche dal successo nel trovare un loro finanziamento. Nel caso di un'organizzazione di ricerca su contratto che vive sulla base di progetti di R&S, il ricarico è calcolato in maniera da poter riequilibrare i conti sulla base di una ripartizione prevista tra lavoro da effettuare su progetti e lavoro da effettuare per la preparazione dei progetti. In questo caso esiste contabilmente un valore di equilibrio, chiamato *tasso di occupazione*, che rappresenta il rapporto tra il tempo passato da un ricercatore su progetti e il suo tempo lavorativo totale. Questo tasso di equilibrio deve essere rispettato per l'equilibrio dei conti. Tipicamente nelle organizzazioni di ricerca su contratto questo tasso si situa, per avere l'equilibrio nei conti, tra il 60% e 80%.



Evidentemente tanto più basso è il tasso di occupazione considerato per l'equilibrio dei conti, tanto più elevato sarà l'overhead da ricaricare sul costo del progetto.

#### *Aspetti contrattuali e di proprietà industriale*

La proposta per un progetto di R&S con i suoi obiettivi e programmi di ricerca costituisce una parte integrante di un ulteriore documento: il contratto di ricerca. Questo regola i diritti e i doveri delle parti e cioè tra chi esegue o gestisce le ricerche e chi le finanzia. Il contratto di ricerca non è fondamentalmente differente da qualsiasi contratto di prestazioni, tuttavia presenta qualche aspetto particolare dovuto al fatto che deve regolare possibili situazioni future su cui esiste una grande incertezza ma che riguardano diritti che economicamente possono risultare anche in importanti sia in termini di profitti che di perdite. Nel caso che ci interessa, e cioè i contratti di ricerca che riguardano progetti cooperativi, la situazione è ancora più complessa poiché è necessario mantenere tra gli aderenti un delicato equilibrio tra diritti e doveri mentre i compiti di eseguire le ricerche, finanziarle e gestire il progetto possono essere ripartiti in varie maniere in rete nel quadro del progetto. Un altro aspetto importante nei progetti cooperativi è la figura che assume il gestore del progetto che quindi prepara e segue i suoi aspetti contrattuali. Questo compito può essere assunto, in linea di principio, anche da un'azienda partner, ma questa è una soluzione generalmente difficile da realizzare e gestire, soprattutto se il progetto è di una certa importanza, ed è preferibile che questo compito sia assunto da un'organizzazione esterna alle aziende del progetto, caso che qui prenderemo qui in considerazione per discutere i vari aspetti contrattuali. Questa organizzazione esterna può appartenere alla struttura portante del distretto, come nel caso di un consorzio o un'associazione, ma anche essere esterna al distretto come un laboratorio di ricerca o un ente di promozione dell'innovazione tecnologica. Inoltre, l'organismo di gestione può condurre tutto o in parte i lavori del progetto ovvero assicurarne solo la gestione. Esistono due tipi fondamentali di rapporto tra le aziende aderenti e l'organismo di gestione che regolano le adesioni delle aziende al progetto. In un primo caso il progetto cooperativo è aperto e le regole di adesione sono fissate dall'organismo di gestione e le aziende partecipanti non possono opporsi a un'azienda accettata dal gestore che desidera aderire al progetto. Nel secondo caso il progetto cooperativo è chiuso al momento in cui si forma la rete di cooperazione e l'eventuale adesione di ulteriori aziende è decisa dalle aziende della rete iniziale in genere sulla base dell'unanimità. Il primo caso è tipico delle organizzazioni di ricerca su contratto che lanciano studi e progetti multiclienti mentre il secondo caso è tipico di quanto si può realizzare nei distretti industriali e su cui porteremo una particolare attenzione. Il tipico contratto di ricerca per un progetto cooperativo comprende generalmente vari punti che dettagliamo qui di seguito:

*Oggetto del contratto:* in questo punto viene definito l'argomento del progetto e i riferimenti alla proposta che costituisce parte integrante del contratto.

*Effetti del contratto:* per evitare complicazioni nell'ottenimento delle firme di adesione è consigliabile che vi sia un contratto tra l'organizzazione che lo gestisce e l'azienda singola committente e che si stabilisca quindi che il contratto diventerà effettivo solo se si raggiungerà un certo numero di adesioni fissate nel contratto. In generale in questa clausola l'organizzazione di gestione si riserva il diritto di iniziare il progetto, e quindi di impegnare le aziende che lo hanno accettato, anche con un numero di adesioni inferiore a quanto stabilito contrattualmente. In questo caso però l'organizzazione di gestione si impegna a effettuare il progetto secondo il programma e budget stabilito dal contratto indipendentemente se poi verrà raggiunto o meno il numero minimo di adesioni. Questa clausola è utile quando si vuole utilizzare l'inizio del progetto per promuovere nuove adesioni tenendo conto naturalmente dei rischi riguardo agli impegni che l'accompagnano.

*Durata del contratto:* in questo punto viene definita la durata del contratto e la sua eventuale divisione in varie fasi compresa la validità dell'offerta e la riserva per un suo eventuale prolungamento.

*Costo:* in questo punto viene definita l'entità della partecipazione finanziaria delle aziende committenti e i tempi della ripartizione dei pagamenti. I costi possono essere definiti su base forfetaria e quindi fissi, ovvero sulla base dei costi reali contabilizzati. In quest'ultimo caso si introducono generalmente delle clausole di rimborso ovvero di pagamenti addizionali che in genere sono limitati al 5% - 10% del budget del progetto.

*Inizio e avanzamento dei lavori:* in questo paragrafo vengono definiti eventuali diritti dei committenti riguardo decisioni di procedere verso fasi ulteriori del progetto e il loro obbligo di nominare una propria persona mandataria che sarà l'interlocutrice per il progetto. Vengono poi stabiliti gli impegni che dovranno essere presi dal gestore e il campo della sua libertà di manovra e infine la maniera in cui potranno essere trattati eventuali suggerimenti sullo svolgimento del programma da parte dei committenti.

*Segretezza:* questo aspetto riguarda l'impegno a non rivelare a terzi informazioni e risultati dello studio da parte di tutti i partecipanti al progetto inclusi eventualmente organismi esterni che in qualche modo contribuiscono alle attività del progetto. Questo impegno può essere limitato nel tempo, tipicamente 5-10 anni. In generale questa clausola non può essere sollevato nel caso in cui informazioni siano già di dominio pubblico o che vengano rese pubbliche senza un intervento diretto delle parti. Tipicamente questo impegno è esteso anche ad aziende che sono proprietà per almeno il 51% di aziende del progetto e che fruiscono degli stessi diritti dell'azienda madre.

*Responsabilità:* questa clausola stabilisce le responsabilità del gestore e il suo impegno a far eseguire i lavori da personale qualificato con le necessarie competenze e secondo lo stato dell'arte, tuttavia, essendo la natura dei progetti di R&S esplorativa, normalmente il gestore non assume responsabilità riguardo i risultati dello studio o la possibilità di avere brevetti e quindi si libera di qualsiasi responsabilità riguardo l'uso o non uso dei risultati da parte dei committenti.

*Adesioni ulteriori al progetto :* in questo paragrafo viene stabilito come gestire il modo in cui nuove aziende possono partecipare al progetto durante una sua fase o all'inizio di una nuova fase e anche come possa essere gestita l'uscita di aziende partecipanti che non desiderano continuare il progetto nelle fasi successive. Come abbiamo già citato precedentemente nei progetti cooperativi chiusi, tipici dei distretti, l'accettazione avviene generalmente con l'approvazione unanime dell'insieme delle aziende partecipanti. Un altro aspetto riguarda poi le condizioni, in particolare quelle finanziarie, che devono essere soddisfatte per l'accettazione. In linea di principio si considera che le aziende che partecipano al gruppo hanno in vario grado, a seconda dello stadio dello sviluppo del progetto, assunto dei rischi dovuti all'incertezza dei risultati che le nuove aziende che intendono partecipare non hanno assunto fruendo quindi con l'adesione dei risultati ottenuti fino a quel momento. Per queste ragioni è normale richiedere in costo di adesione superiore al costo sostenuto dai partecipanti che vale come compenso per questo rischio sostenuto. Tipicamente l'entità del costo di entrata richiesto è deciso dal gruppo di partecipanti, inoltre, è utile regolare anche la destinazione del surplus budgetario generato da nuove entrate di aziende e come può essere ripartito tra i partecipanti al progetto. Per il caso invece di aziende che lasciano il progetto occorre stabilire le condizioni ed eventuali diritti che rimangano acquisiti, in particolare se vi è stata generazione di brevetti.

*Aiuti finanziari:* tipicamente un progetto cooperativo può fruire di aiuti finanziari da enti promotori dell'innovazione tecnologica. Questi aiuti possono assumere varie forme ed essere erogati a vari

tipi di attori della rete di collaborazione come le aziende partecipanti, l'organismo di gestione o anche laboratori di ricerca che partecipano al progetto. In linea di principio è bene che la forma e le richieste che sono riportate nei bandi per l'erogazione di aiuti non influenzino più di tanto i programmi e la gestione del progetto affrontando in maniera separata il problema di come rispettare le forme e soddisfare queste richieste in vista di ottenere gli aiuti. Nel contratto è quindi utile prevedere la parte di aiuto finanziario che deve essere messa a disposizione per il progetto da parte del componente la rete che lo riceve tenendo presente che l'ottenimento di un aiuto finanziario ha in generale un costo da parte del componente che ne fa richiesta per riceverlo.

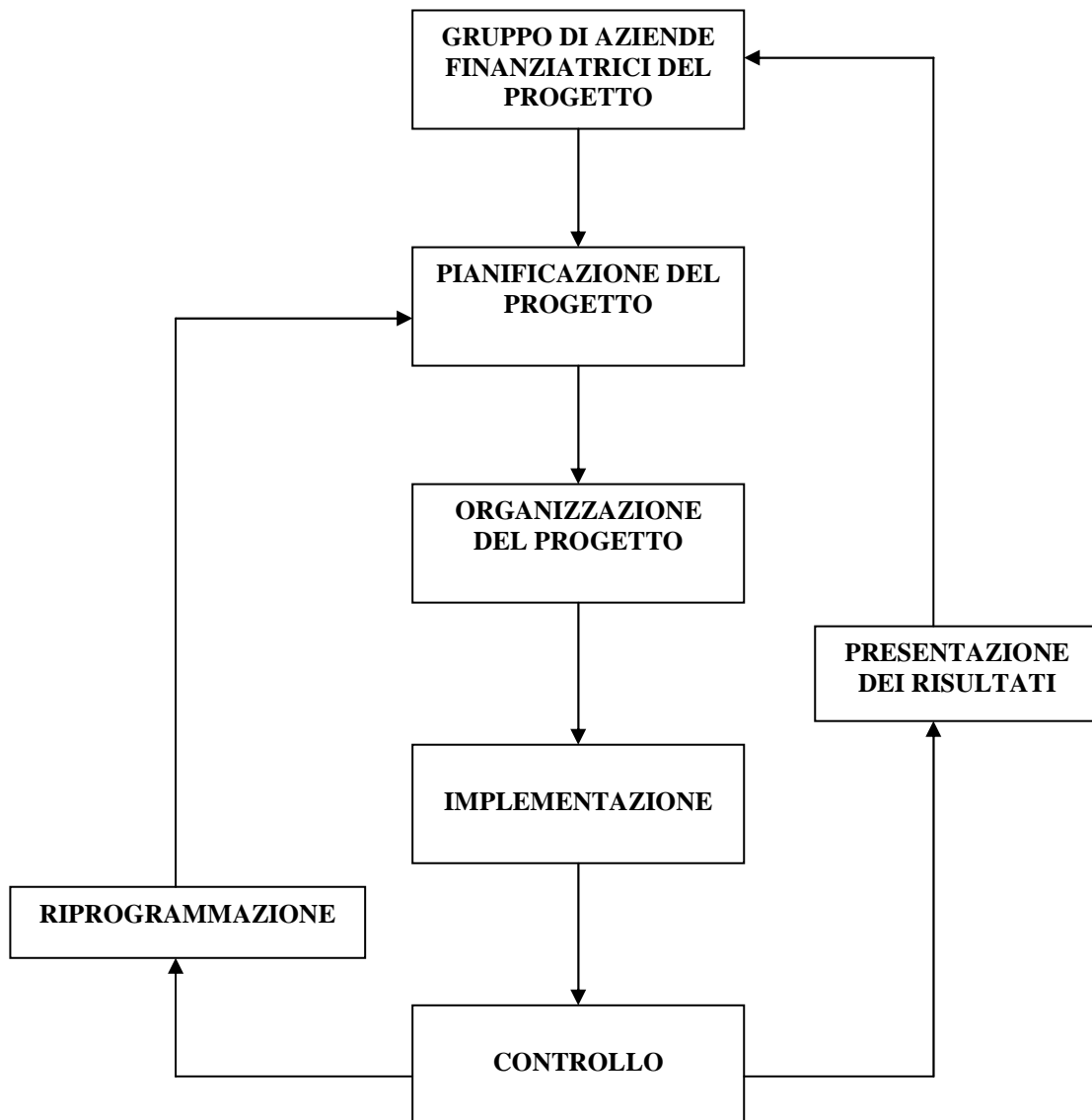
*Proprietà industriale:* un progetto cooperativo può generare, se non nelle prime fasi, nelle fasi ulteriori materia brevettabile. Tipicamente la decisione di procedere a una domanda di brevetto che, una volta ottenuto, deve essere poi esteso ai paesi in cui si desidera proteggerlo e sostenere quindi i costi per mantenerlo valido per la durata prevista, è presa dal gruppo di aziende che finanziano il progetto. I diritti sui brevetti sono in genere ripartiti in funzione degli investimenti fatti dai vari partner e possono eventualmente tener conto di differenze riguardo la presa in carico di rischi nello sviluppo del progetto come già discusso. Tipicamente nei progetti cooperativi dei distretti le aziende partecipano in maniera paritaria al finanziamento del progetto ed eventuali aziende entrate più tardi nel progetto hanno già compensato le differenze che possono essere attribuite ai rischi nel costo delle loro adesioni. In questo caso le aziende del progetto avranno quindi pari diritti sulla proprietà industriale generata. Poiché la multiproprietà di brevetti è molto macchinosa e difficile da gestire è consigliabile che la proprietà dei brevetti sia assunta da un organismo esterno come l'organismo di gestione che non ha interesse nello sfruttamento proprio dei brevetti. In questo caso l'organismo cederà una licenza esclusiva e irrevocabile di uso dei brevetti alle aziende del progetto che equivale, come diritti, alla proprietà del brevetto. Naturalmente le aziende che ricevono la licenza dovranno assumere tutti i costi che il gestore deve sostenere per l'ottenimento, estensione e mantenimento dei brevetti che gestisce. Un caso particolare si può presentare nel caso di aziende che lasciano il progetto ma che per la loro partecipazione acquisiscano parte della proprietà industriale generata. Tipicamente una riduzione dei diritti di proprietà industriale può essere fatta sulla base della non esclusività, sulla base di limitazioni nelle applicazioni possibili del brevetto e su base geografica limitando i paesi in cui si ha diritto di sfruttare il brevetto.

*Legge applicabile e risoluzione delle controversie:* si tratta qui di clausole tipiche che esistono in tutti i tipi di contratto e che riguardano il diritto applicabile e il foro competente per il giudizio. In generale è consigliabile, in caso di controversie, stabilire la forma di un ricorso arbitrale prima che la controversia sia rimessa all'Autorità giudiziaria.

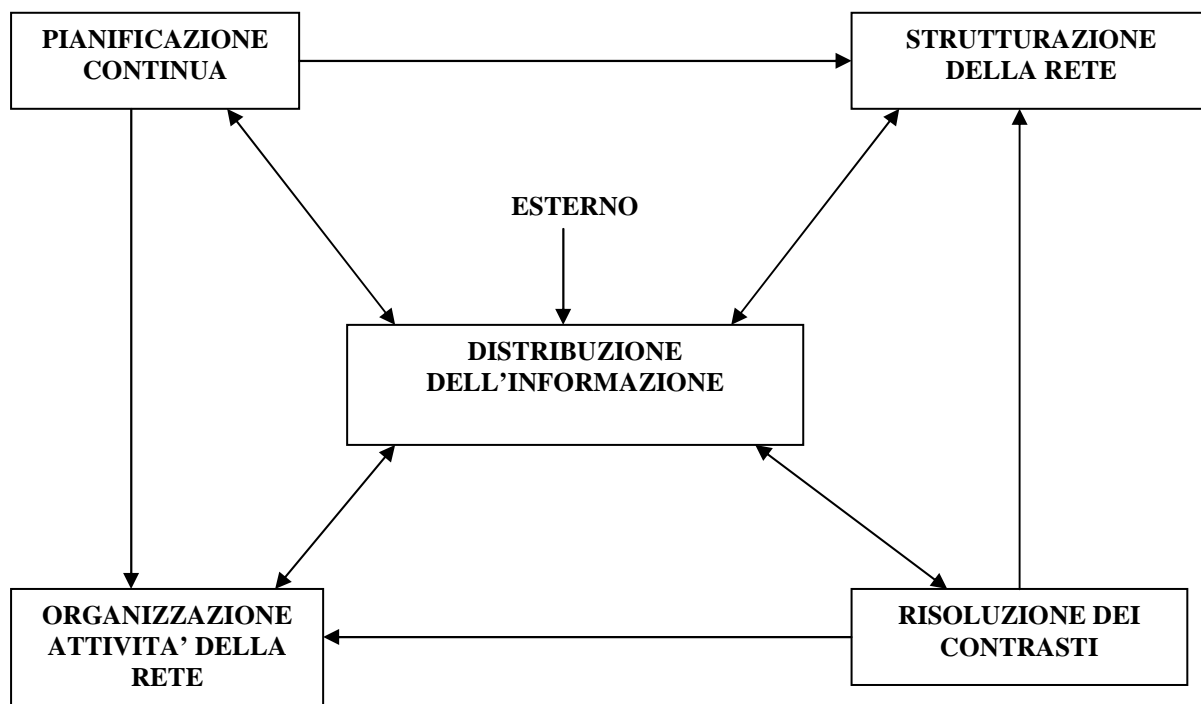
## 8. GESTIONE DEI PROGETTI COOPERATIVI DI R&S

Una volta realizzate le condizioni per l'inizio di un progetto cooperativo di R&S occorre affrontare la sua gestione per raggiungimento dei suoi obiettivi. La gestione di un progetto cooperativo non si discosta molto dalla tipica gestione di progetto anche se ha alcune caratteristiche specifiche che necessitano di un'attenzione particolare per la loro gestione. Come abbiamo già segnalato per la gestione di un progetto valgono quindi le tipiche regole insegnate nei manuali e corsi dedicati a questo argomento con l'uso di metodi come il PERT o programmi informatici specifici che, come abbiamo già segnalato, si rivelano veramente utili soprattutto nelle fasi più avanzate del progetto dove vi sono molti compiti correlati tra di loro. Come in tutte le attività di management generali o di progetto si può anche qui evidenziare un ciclo delle attività di gestione, largamente adottato in questo campo, e attribuito a studi sul management di Fayol agli inizi del XX secolo. Nella Fig. 8.1. abbiamo riportato uno schema di questo ciclo adattato al caso di progetti cooperativi di R&S. L'attività di progetto inizia con la pianificazione dei lavori seguita dall'organizzazione del lavoro con i mezzi disponibili e quindi da una fase di implementazione del lavoro (dall'inglese *implementing*) che corrisponde al lavoro del gestore nel coordinare, aiutare e risolvere i problemi che si presentano durante la fase di esecuzione vera e propria del progetto. Questa fase è poi seguita da una fase di controllo e quindi di presentazione dei risultati, nel nostro caso al gruppo di aziende finanziatrici del progetto. Nel caso della R&S è possibile che nella fase di controllo venga effettuata, a seguito dei risultati ottenuti, una riprogrammazione dei lavori che riprende di nuovo le attività di pianificazione e seguenti ripetendo il ciclo, se necessario, fino all'esaurimento del budget e del tempo disponibile con la presentazione finale dei risultati.

Un aspetto particolare dell'attività di R&S riguarda dei limiti che vi sono alla rigidità della struttura dei compiti come stabilita ad esempio nel metodo PERT. In effetti, soprattutto nelle fasi iniziali del progetto, è possibile che i risultati che vengono ottenuti rendano del tutto inadatti i compiti ulteriori previsti nel programma e suggeriscano nuovi compiti e strutture per lo svolgimento del lavoro completamente differenti. Questa situazione può essere generata anche da fattori esterni come l'apparizione di nuove tecnologie e nuove situazioni di mercato e richiedono una grande flessibilità nei progetti. Non siamo a conoscenza di studi che hanno affrontato questo tipo di problematiche per i progetti di R&S. Tuttavia esiste uno studio (47) effettuato nel 2000 da ricercatori della Columbia University sulla gestione di progetti nel campo dell'ITC, e in particolare nella realizzazione di siti commerciali in Internet per clienti aziendali, che, nel quadro della loro durata, tipicamente da sei mesi a un anno, dovevano affrontare innovazioni tecnologiche, sia in termini di hardware che di software, e cambiamento nei mercati da rendere anche in questo caso una rigida programmazione del progetto inadatta agli scopi prefissati. Questo studio, condotto con metodologie antropologiche su un insieme di aziende di questo settore di servizi esistente nella zona della cosiddetta "Silicon Alley" di New York, ha portato a definire delle procedure di gestione dei progetti, nate spontaneamente in questo settore, e rivelatesi adatte ad affrontare i rapidi cambiamenti in cui dovevano essere condotti i progetti. Nella Fig. 8.2 abbiamo riportato uno schema delineato sulla base dei risultati di questo studio e adattato ai tipici progetti di R&S. In questo schema l'informazione, di cui già conosciamo l'importanza dai modelli sull'attività della R&S, gioca un ruolo centrale nella gestione del progetto. L'operazione principale che avviene in maniera continua riguarda appunto la distribuzione di questa informazione che può provenire sia dall'esterno che dalle altre operazioni di gestione interne al progetto. Le operazioni che ne conseguono, condotte sia in maniera continua o ripetute nel tempo di esecuzione del progetto, sono quindi: una pianificazione continua che determina la strutturazione della rete e la sua organizzazione che sono a loro volta influenzati dalla risoluzione dei contrasti che possono nascere nel quadro di questo tipo di gestione.



**Fig. 8.1. Ciclo di gestione dei progetti cooperativi di R&S**

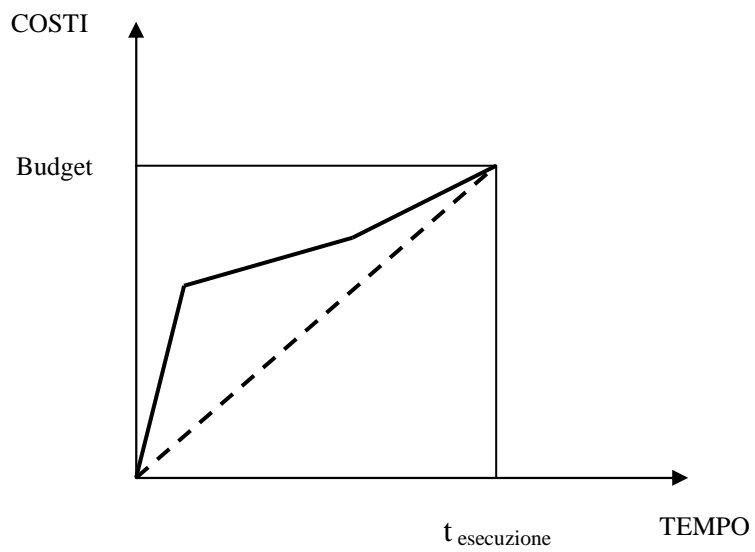


**Fig. 8.2. Gestione flessibile dei progetti cooperativi di R&S**

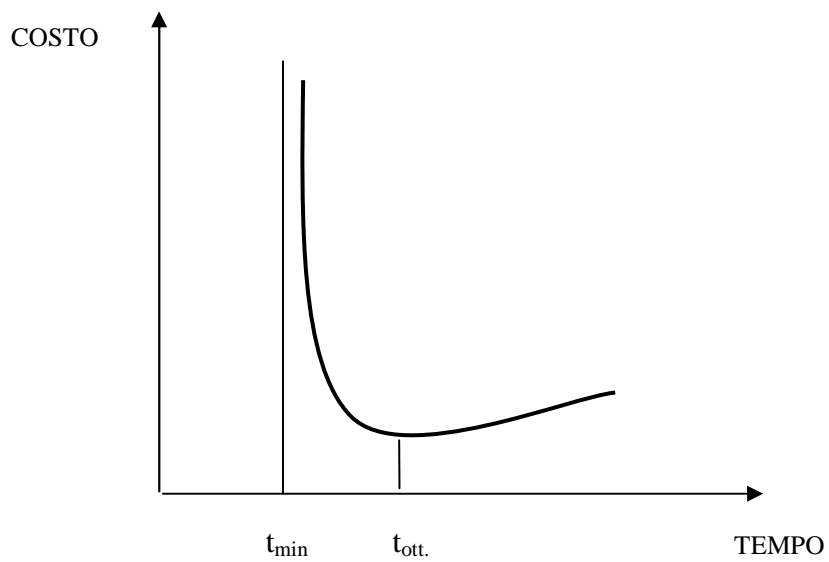
Un altro aspetto importante della gestione dei progetti riguarda il controllo delle spese rispetto al budget e la dipendenza dei costi di esecuzione dei compiti o dell'intero progetto dal loro tempo di esecuzione. Nella Fig. 8.3 abbiamo riportato il tipico andamento delle spese che avviene in un progetto gestito correttamente in funzione del tempo rispetto a un consumo lineare del budget del progetto. Possiamo osservare che tipicamente le spese iniziali di un progetto sono nettamente più elevate per poi ridursi e convergere alla fine verso il valore previsto nel budget. Bisogna notare che sovente la dilazione dei tempi di esecuzione di compiti o dell'intero progetto è spesso associata a costi superiori al budget previsto. Questo aspetto, come il problema di conoscere quanto cambiano i costi nel caso in cui si vogliono accelerare le esecuzioni, è trattato nella gestione dei progetti dal cosiddetto metodo CPM, acronimo inglese di Cost Project Management, e trattato tipicamente nel quadro del metodo PERT. In questo metodo si definisce il tempo minimo  $t_{\min}$  di esecuzione di un compito o un progetto dettato dai suoi limiti fisici e si dimostra che esiste un tempo ottimale,  $t_{\text{ott}}$ , superiore al tempo minimo in cui i costi sono al minimo. Se si usano tempi di esecuzione superiori al  $t_{\text{ott}}$ , i costi aumentano gradualmente e aumentano ancora di più se si vuole ridurre il tempo di esecuzione diventando esorbitanti man mano che ci si avvicina al  $t_{\min}$ . Questa situazione è riportata schematicamente nella Fig. 8.4. Infine nella gestione di un progetto cooperativo è utile esaminare i tipi di rete che si formano e i riflessi che le loro strutture hanno sulla gestione, argomento discusso qui di seguito.

### *Tipi di reti di cooperazione*

I progetti cooperativi si possono basare su vari tipi di reti e di componenti la rete di cui ne presentiamo i principali. Oltre le aziende che partecipano al progetto possono far parte della rete l'organizzazione che gestisce il progetto, laboratori o anche aziende esterne al progetto che svolgono ricerche o compiti particolare su mandato per il progetto. Una maniera di rappresentare questa rete prende in considerazione il modello di attività di R&S descritto in un capitolo precedente e il fatto che l'attività di R&S genera essenzialmente dell'informazione e necessità, per poter essere svolta, dei finanziamenti. La rete di cooperazione per la R&S è naturalmente più complessa di una semplice azienda che conduce nei suoi laboratori un progetto di R&S come considerato nel modello ma può anch'essa essere descritta in termini di flussi di finanziamento e di informazioni che vengono generate dall'attività del progetto e che si ripartiscono fra i vari nodi della rete. Il caso più semplice di rete è rappresentato dalla Fig. 8.5 dove abbiamo un'azienda A che commissiona una ricerca a un laboratorio L stabilendo quindi un flusso di finanziamenti dall'azienda al laboratorio e un flusso di informazioni dal laboratorio all'azienda. Gli eventuali aiuti per il progetto possono anch'essi generare flussi finanziari verso l'azienda o verso il laboratorio ma, come abbiamo già osservato precedentemente, non è conveniente integrarli direttamente nella gestione nel progetto, ma presi in considerazione a parte come previsto nel contratto di ricerca discusso precedentemente. Un caso di rete più elaborata è quella in cui il laboratorio L è in relazione con più aziende (A1, A2, A3 ...) che cooperano insieme, come rappresentato nella Fig. 8.6, e che corrisponde ad esempio ai tipici progetti CRAFT promossi dall'Unione Europea. Nei distretti i tipici progetti di cooperazione ben sviluppati comprendono tipicamente un organismo di gestione, oltre alle aziende (A1, A2, A3, A4, A5 ...) e vi possono essere ulteriori laboratori (L1, L2, ...) per condurre ricerche o anche semplici analisi e controlli come anche aziende esterne AE che conducono lavori per il progetto su mandato. Inoltre possiamo osservare che anche azienda partecipanti, ad esempio la A1, possono svolgere anch'esse lavori per il progetto. La Fig. 8.7 rappresenta questa rete con i flussi finanziari e di informazioni che la caratterizza. Vi è infine un altro tipo di rete che si forma sovente nei distretti e che nasce dall'iniziativa di un'azienda B esterna al distretto ma che ha tecnologie che potrebbero interessare il distretto e che offre le sue competenze e il suo lavoro per un progetto cooperativo su un'innovazione tecnologica utile al distretto. La rete che si forma, e che può comprendere, oltre alle aziende partecipanti del distretto (A1, A2, A3 ...) anche un organismo gestore G ed un eventuale collaborazione con un laboratorio esterno L, è rappresentata nella Fig. 8.8.

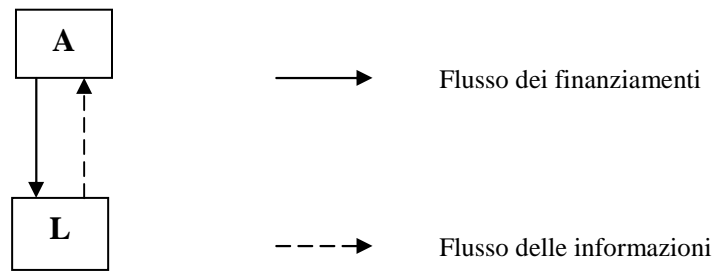


**Fig. 8.3. Evoluzione tipica dei costi rispetto al budget di progetto**

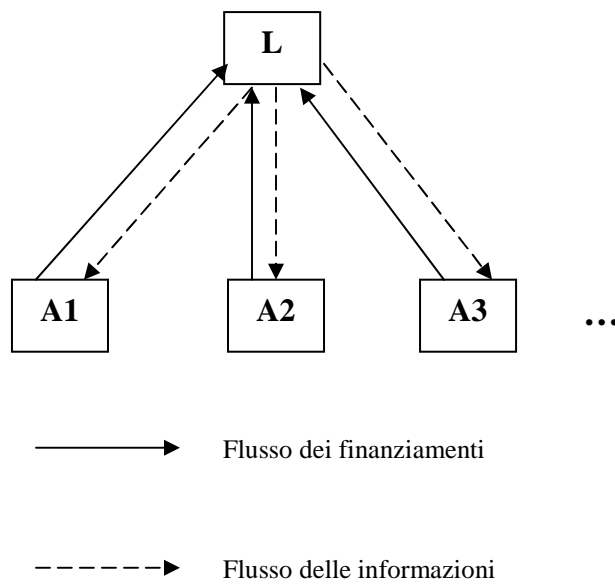


**Fig. 8.4. Andamento dei costi di un compito (progetto) in funzione dei tempi di esecuzione**

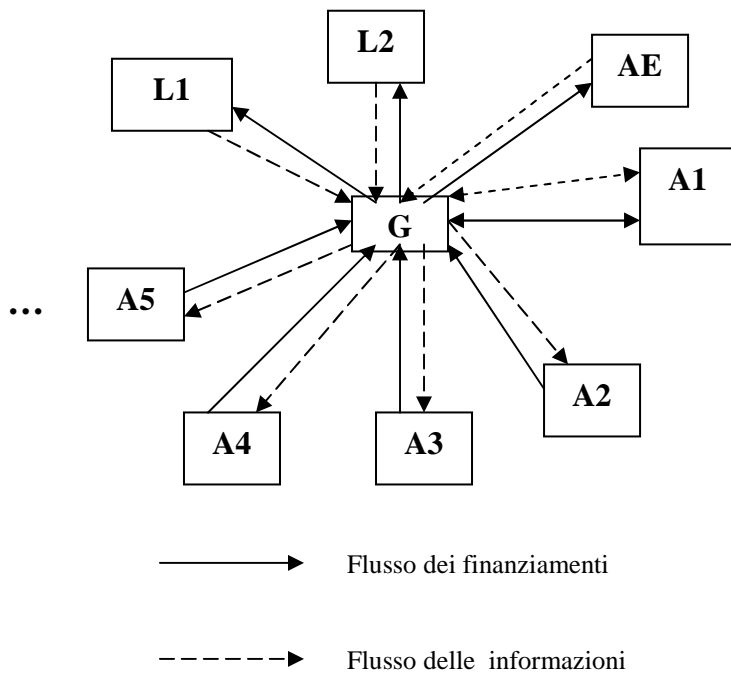




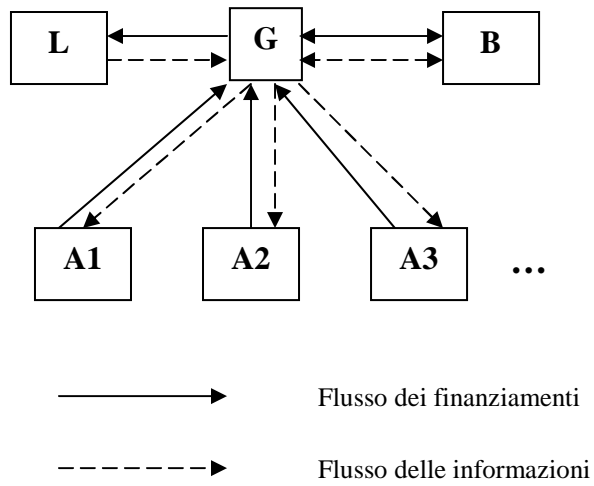
**Fig. 8.5. Semplice rete di rapporti tra un'azienda e un laboratorio di ricerca**



**Fig. 8.6. Rete di rapporti tra più aziende e un laboratorio di ricerca**



**Fig. 8.7.** Tipica rete di cooperazione per l'innovazione tecnologica nei distretti



**Fig. 8.8.** Tipica rete di cooperazione con azienda esterna al distretto

I principali aspetti gestionali di queste reti consistono quindi nel coordinare e controllare i flussi di finanziamento, e quindi i ratei di pagamento e i flussi di informazione, e cioè i risultati attesi dai vari compiti, che sono poi integrati generalmente dal gestore nel rapporto finale del progetto. Tipicamente le partecipazioni, e quindi i flussi finanziari, da parte delle aziende che cooperano sono paritarie. Vi sono comunque dei casi, segnalati nei grafici delle Fig. 8.7 e 8.8 da una freccia in ambedue le direzioni, in cui i flussi finanziari, avvengono nei due sensi. Questo è il caso in cui un'azienda partecipante esegue anche lavori per il progetto, tuttavia è buona norma gestire i due flussi in maniera separata senza stabilire a priori la compensazione. Un altro caso importante è quello riportato nella Fig. 8.8. dove vi è un'azienda che cerca di sviluppare una nuova tecnologia in cooperazione con aziende che poi potranno essere sue clienti in termini di nuovi prodotti o servizi. In questo caso vi è chiaramente un'asimmetria di interesse nei partner e tipicamente l'azienda futura fornitrice di prodotti o servizi offre una partecipazione al budget del progetto più elevata, con valori ad esempio del 50%. Un ultimo aspetto riguarda il flusso delle informazioni. Anche qui nel caso in cui un'azienda esegue lavori per il progetto e allo stesso tempo vi partecipa, i flussi di informazione saranno nei due sensi (freccia in due direzioni) poiché l'azienda fornisce le informazioni riguardo il suo lavoro ma riceve anche informazioni dal lavoro eseguito da altri nel progetto. I flussi di informazione si formano naturalmente in maniera separata nel tempo e un'importante funzione del gestore del progetto è quindi di integrarli in risultati finali che, presentati in un rapporto e in una riunione finale, siano in grado di mettere in condizioni le aziende partecipanti a prendere una decisione riguardo la continuazione o l'arresto del progetto. Si tratta quindi di effettuare una comunicazione efficace, argomento già discusso in un capitolo precedente dove si è dimostrato che la comunicazione è efficace solo se per la codifica dell'informazione si usa la zona di sovrapposizione tra il campo di conoscenze degli interlocutori che vogliono trasmettere l'informazione e quelli che la devono ricevere, da cui un'attenta scelta della forma e presentazione degli argomenti che si vuole sviluppare ad esempio durante la redazione di un rapporto finale o nell'organizzazione di una riunione di fine progetto.

## 8. PROMOZIONE DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NEI DISTRETTI

La promozione dell'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani è un'attività che ha grande importanza per la generazione di progetti di R&S, il loro sviluppo e successo. Come nel caso della generazione dell'innovazione tecnologica anche la promozione può avvenire attraverso processi di tipo bottom up, poco diffusi, o di tipo top down che sono quelli largamente usati dagli enti e amministrazioni pubbliche che sono incaricate di questa attività di promozione. In questo capitolo discuteremo dapprima i processi di tipo bottom up che sono i più interessanti sotto certi punti di vista per poi parlare dei processi di tipo top down e degli attori che sono in gioco in questi processi e cioè le aziende, gli enti promotori e i laboratori di ricerca universitari come anche le organizzazioni di ricerca su contratto. Termineremo infine con una breve discussione sugli aspetti della formazione nel campo della R&S riguardante la sua promozione e gestione.

### 8.1. Approccio bottom up nella promozione dell'innovazione

Questo tipo di approccio nei distretti industriali si basa sulla formazione spontanea di strutture portanti, tipicamente dei consorzi, atti a promuovere, generare e gestire progetti di innovazione tecnologica generalmente in forma cooperativa. Non si tratta di approcci comunemente diffusi, tuttavia, avendo avuto l'occasione di seguire la formazione di uno di questi, il Consorzio Ruvaris, nei distretti della rubinetteria e valvolame, è interessante discutere il suo processo di formazione, la sua struttura e le sue attività che possono servire da esempio per possibili sviluppi in altri distretti.

Storicamente il Consorzio Ruvaris è nato nel 2006 a seguito di uno studio multicliente condotto dalla Ruvaris S.r.l. nel campo dell'identificazione di progetti di R&S utili al settore nel 2005 di cui si è già fatto cenno in un precedente capitolo. Questo studio aveva portato all'identificazione di sei progetti di interesse per la rubinetteria e il valvolame e i sei soci di Ruvaris, che già avevano una decennale storia di collaborazione nel campo della R&S, decisero, unitamente ad altre aziende che avevano partecipato allo studio, di dare una continuità all'attività di promozione, generazione e gestione di progetti cooperativi di R&S attraverso la formazione di un consorzio dedicato esclusivamente alle attività di innovazione tecnologica. Nella Fig. 9.1 abbiamo riportato l'evoluzione della formazione del consorzio. A partire dai sei soci di Ruvaris S.r.l. si è formato rapidamente un nucleo di 19 soci che sono stati i soci fondatori del consorzio. Tecnicamente la formazione del consorzio è avvenuta per trasformazione della Ruvaris S.r.l. in Consorzio Ruvaris e questo spiega i tre mesi di stasi presenti nel grafico richiesti dalla legge prima di poter iniziare le attività. Nel giro di due anni il numero dei soci è aumentato fino alle attuali 27 unità. Attualmente il consorzio gestisce una decina di progetti di R&S sia in fase di lancio che di attuazione. La sua struttura è composta da:

*Assemblea dei soci:* composta dalle aziende che partecipano al consorzio a cui sono presenti anche soci sostenitori costituiti tipicamente da associazioni di settore e associazioni industriali locali e che delibera sull'attività del consorzio.

*Consiglio Direttivo:* composto da rappresentanti di aziende consorziate elette dall'assemblea dei soci e che gestisce l'attività del consorzio

*Comitato Tecnico-Scientifico:* composto da un rappresentante tecnico di tutte le aziende consorziate e dei soci sostenitori e da consulenti e figure accademiche che sono interessate all'attività del consorzio. Il Comitato ha lo scopo di discutere le linee di ricerca e i possibili progetti di R&S da sviluppare creando gruppi di progetto composti dalle aziende interessate a sviluppare una specifica innovazione tecnologica che sbocca eventualmente su un progetto effettivo da svolgere.

*Presidente*: eletto dal Consiglio Direttivo rappresenta legalmente il consorzio. Nel caso del Consorzio Ruvaris vi sono anche due Vice-Presidenti, uno con delega per gli aspetti finanziari e l'altro per le relazioni del consorzio.

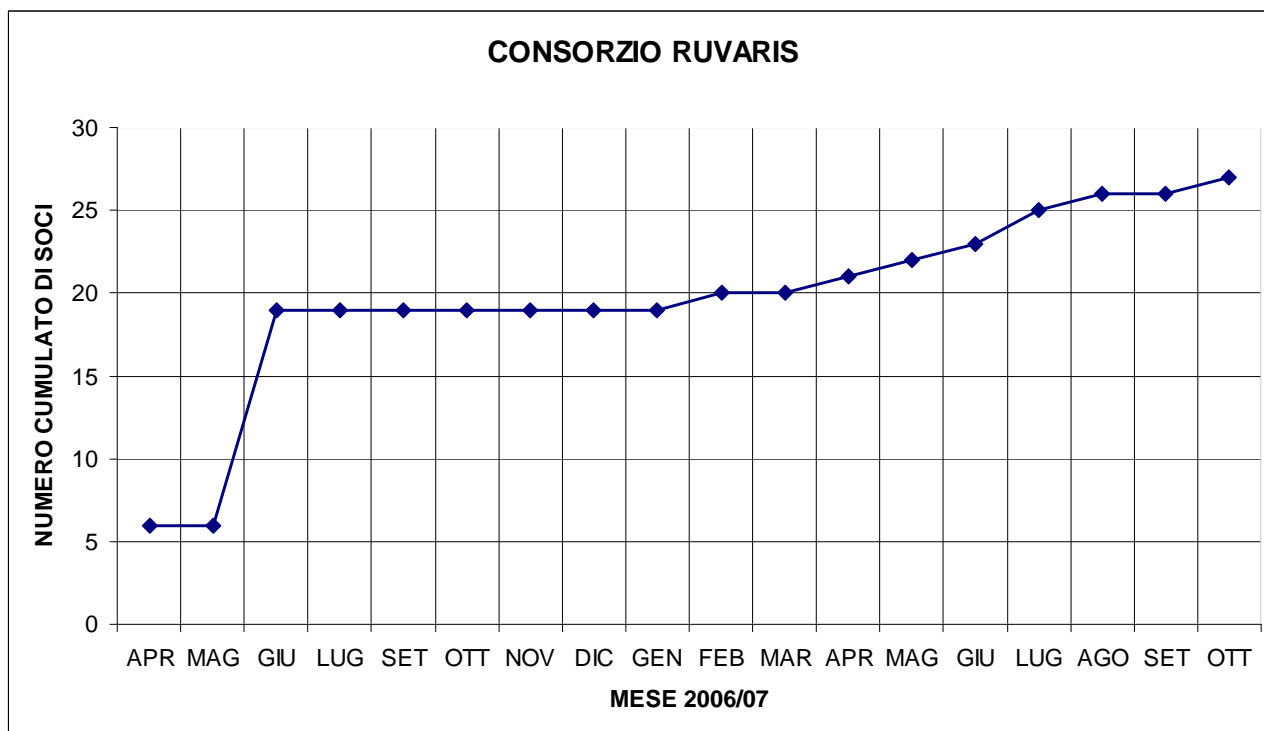
L'organigramma comprende inoltre, nel caso del Consorzio Ruvaris, un direttore come consulente esterno che si occupa degli affari correnti e delle relazioni esterne del consorzio e di un laureato, unico dipendente del consorzio, che assicura la coordinazione e il segretariato delle attività del consorzio, e in particolare del comitato tecnico scientifico e dei gruppi di progetto e quindi della gestione dei progetti di R&S svolti. Vi è infine un numero limitato di consulenti che aiutano nella generazione, lancio e gestione dei vari progetti di R&S che interessano il consorzio. Come si può vedere il consorzio ha una struttura estremamente snella, fondata sulla gestione piuttosto che nell'esecuzione della R&S, e che si basa per questa su laboratori e aziende consorziate o no sulla base di contratti di prestazione mentre i progetti sono finanziati dalle aziende consorziate che si interessano a un'innovazione tecnologica specifica del particolare gruppo di progetto creato appositamente. Come si vede il consorzio non ha laboratori di ricerca specifici e, per statuto, non si occupa di controlli e certificazioni toccando indirettamente i problemi normativi nella misura che questi interessano l'innovazione tecnologica del settore. In questo modo si evita la miscela di due attività che riguardano la R&S e il controllo e certificazione che sono molto differenti in termini di gestione e di attitudine mentale.

## **8.2. Approccio top down nella promozione dell'innovazione**

L'approccio top down nella promozione dell'innovazione tecnologica rappresenta il tipico approccio condotto attualmente da enti, amministrazioni pubbliche e altri organismi, come le fondazioni, che hanno questa attività come missione. Questi enti agiscono a vari livelli territoriali e abbiamo quindi promozioni a livello europeo, a livello nazionale, a livello regionale e alcune volte anche a livello provinciale. Tipicamente l'aiuto è effettuato con la creazione di strutture che forniscono vari tipi di servizi per l'innovazione o l'emissione di bandi che forniscono finanziamenti per progetti di innovazione tecnologica.

Le strutture create sono di vario tipo e vanno da semplici sportelli per l'innovazione aperti nei vari enti o amministrazioni, ad agenzie vere e proprie per la promozione dell'innovazione fino a strutture importanti come i parchi scientifici e tecnologici. Tipicamente queste strutture forniscono aiuti in termini di informazioni su bandi di concorso per progetti per l'innovazione tecnologica, aiuti collaterali su costi per il personale o attrezzature per la R&S, ovvero contatti con possibili partner per progetti o anche informazioni su laboratori disponibili per effettuare lavori per la R&S. Nel caso dei parchi scientifici e tecnologici gli aiuti si estendono anche alla fornitura di spazi per laboratori di R&S o di controllo e certificazione, aziende start up anche di piccole dimensioni nei cosiddetti incubatori. In alcuni casi offrono anche aiuti come leasing agevolati e vari altri servizi utili alla R&S. La nascita e gestione di parchi scientifici e tecnologici non è mai stata facile in Italia che ha iniziato tardi in questo tipo di approccio. Uno studio della situazione finanziaria dei parchi scientifici e tecnologici nel Nord Italia è stata recentemente studiata da ricercatori dell'Università di Pavia (48) mentre il rapporto tra distretti industriali e i parchi scientifici e tecnologici è stato oggetto di una tesi della Facoltà di Economia dell'Università del Piemonte Orientale (49). Tipicamente le strutture di promozione dell'innovazione tecnologica in Italia non si interessano all'approccio bottom up, in particolare per i distretti, anche se vi è stata qualche eccezione come il Tecnoparco del Lago Maggiore che ha favorito uno studio che ha portato poi alla fondazione della Ruvaris S.r.l. disinteressandosi però in seguito della sua evoluzione verso la creazione di un consorzio per la R&S. Nella realtà si assiste spesso a un proliferare di un numero forse eccessivamente elevato di

strutture di promozione che però hanno molte difficoltà a innescare importanti processi di innovazione che possono generare ricadute socioeconomiche interessanti per il territorio e finalmente la loro utilità, in particolare per i distretti industriali italiani, rimane alquanto limitata. Un discorso particolare riguarda poi i bandi. Questi forniscono finanziamenti per progetti innovativi sotto varie forme come prestiti con tassi agevolato e con o assenza di fidejussioni o garanzie reali, prestatiti restituibili in caso di successo, forma non usata in Italia ma usata in una certa misura in Francia, e infine come fondi perduti che coprono generalmente il 50% e più raramente fino al 75% dei costi di un progetto. Da segnalare nel campo dei fondi perduti anche i cosiddetti voucher che sono somme di aiuto contenute spendibili dall'azienda eventualmente sono per servizi ottenibili da laboratori di ricerca per studi preliminari di fattibilità. Se consideriamo l'efficacia che hanno i bandi attuali per i distretti industriali italiani e in particolare per progetti cooperativi, la situazione non è molto favorevole e si presta a numerose critiche. Prima di tutto bisogna osservare che i bisogni di innovazione dei distretti tendono a mal inquadrarsi nel campo degli aiuti europei. I distretti italiani coprono sovente ampi spazi dei mercati mondiali in concorrenza con qualche grande azienda europea e pochi altre piccole industrie sparse in Europa. Questo limita molto le possibilità di collaborazione e rende le proposte per i programmi europei poco attrattivi poiché l'Unione Europea tende a premiare per i finanziamenti collaborazioni tra numerosi stati della comunità e gruppi di aziende ben strutturate sul piano verticale e orizzontale delle produzioni cosa difficilmente organizzabile per le attività dei distretti. Un'altra limitazione importante risiede invece nel fatto che, pur favorendo a livello dei bandi la collaborazione tra aziende, in alcuni casi non si riconoscono strutture portanti del distretto come i consorzi come controparte per i finanziamenti né si riconoscono aiuti per la formazioni di reti di collaborazione. Vi sono poi altri limiti ai bandi come le limitazioni geografiche a livello regionale o addirittura provinciale delle aziende che possono fruire degli aiuti e che non tiene conto del fatto che i distretti si formano su territori spesso interprovinciali e che si collegano fortemente anche a livello interregionale. Altri limiti riguardano l'uso della definizione europea di PMI che è restrittiva ed esclude molte aziende medio grandi dei distretti che invece avrebbero interesse a cooperare con le più piccole. Infine nei bandi vi sono alcune volte limitazioni nella scelta dei laboratori con cui si può collaborare, senza tenere conto di possibili necessità di competenze al di fuori di questi, o l'obbligo di far gestire il progetto da organismi universitari che, come vedremo più avanti, non sono necessariamente sempre la miglior scelta per l'efficienza dell'esecuzione del progetto. Aggiungiamo infine una limitazione generale dei bandi, che non è necessariamente limitata al caso italiano ma che è particolarmente acuta in questo paese e che riguarda il fatto che le amministrazioni tendono a sovente a ritardare sia l'emissione dei bandi ufficiali annunciati, sia i tempi nei quali prendere le decisioni per i finanziamenti e sul come e quando metterli realmente disponibili per le aziende. Questi ritardi penalizzano fortemente innovazioni il cui sviluppo è in competizione con altri e dove il ritardo, e quindi poi l'impossibilità nel prendere gli opportuni brevetti, può essere fatale per lo sfruttamento futuro delle innovazioni che si vuole sviluppare. Un altro problema che rende i bandi poco adatti alla promozione dell'innovazione nei distretti è rappresentato dall'incertezza della loro numero e definizione. Nella Fig. 9.2 abbiamo riportato una rappresentazione geografica dei vari tipi dei distretti industriali esistenti in Italia come descritta dal Club dei Distretti. Questa rappresentazione è tuttavia troppo generalizzata soprattutto se si considera l'aspetto tecnologico dei prodotti che è dopo tutto quello che ci interessa per promuovere l'innovazione tecnologica. Limitandoci ad esempi di distretti che conosciamo in dettaglio possiamo notare come ad esempio nella mappa della Fig. 9.2 i distretti del casalingo e delle rubinetterie esistenti nel nord est del Piemonte sono riconosciuti dalla come un generico distretto della meccanica mentre i due distretti sono largamente differenti in termini di mercato dei prodotti, tecnologie e materiali che utilizzano per le produzioni. In realtà la definizione di distretto usata dalle amministrazioni è lungi da essere ben stabilita e soprattutto poco aderente alla realtà dei distretti.



**Fig. 9.1. Evoluzione del numero di membri del Consorzio Ruvaris per la R&S**

# I DISTRETTI INDUSTRIALI IN ITALIA

## INDUSTRIAL DISTRICTS IN ITALY

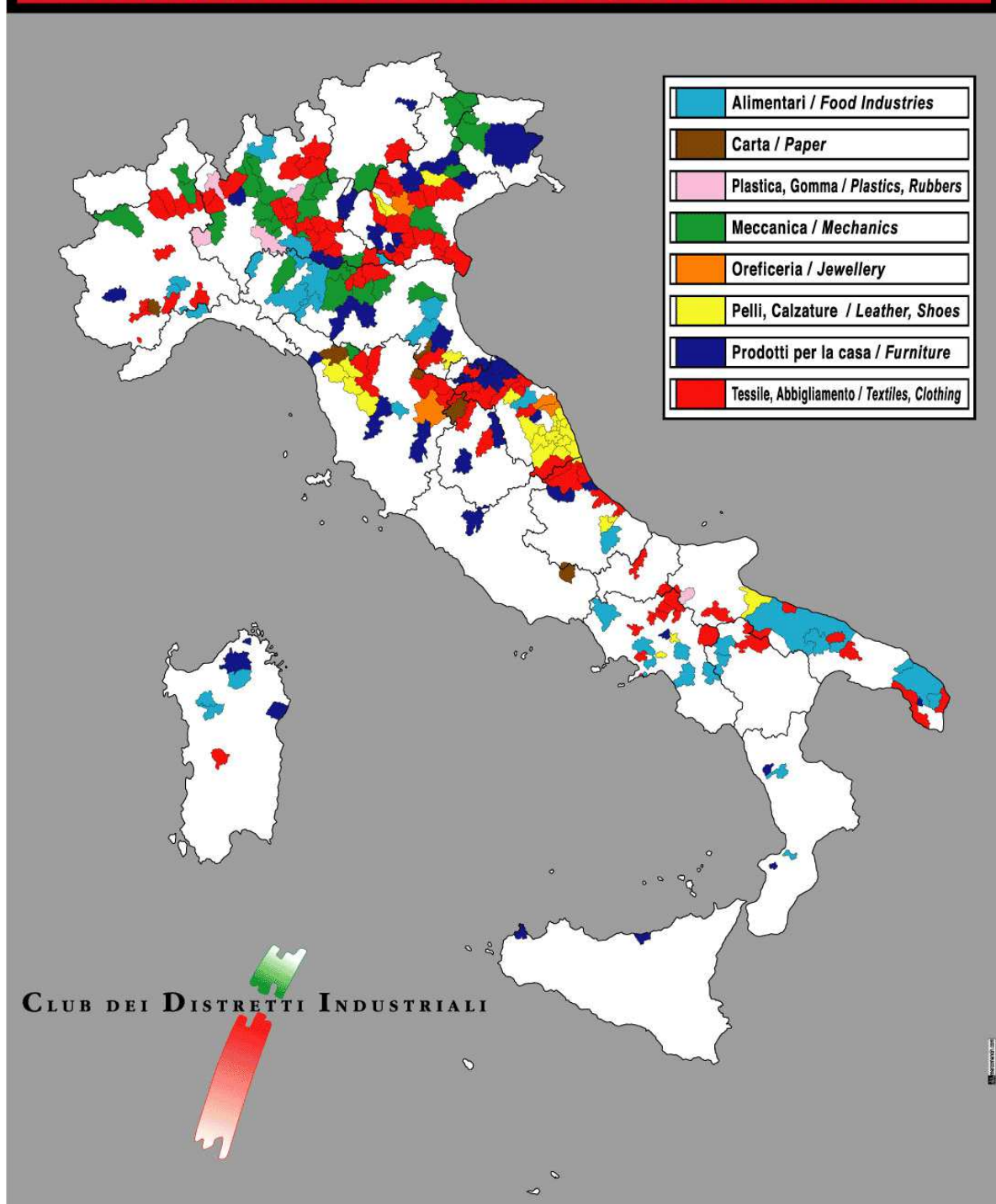


Fig. 9.2. Localizzazione dei distretti industriali in Italia



In una tesi svolta sui distretti e i parchi scientifici e tecnologici (49) sono state raccolte ben 11 definizioni da parte di amministrazioni pubbliche o istituzioni accademiche e di ricerca che portano al calcolo di un numero di distretti industriali in Italia variabile da un minimo di 31 a un massimo di 238. Queste grandi differenze di valutazione sono dovute in gran parte a un tipo di definizione di distretto basato sulle dimensioni dell'agglomerato industriale in termini di numero di aziende, addetti o fatturati e non su una definizione funzionale che tiene conto soprattutto dei processi che caratterizzano un distretto. Anche se è evidente che un agglomerato molto piccolo di aziende simili non è in grado di innescare i tipici processi distrettuali, non esiste un numero fisso limite di aziende al di sopra del quale il distretto si forma ma questo è variabile in funzione del tipo di prodotto e di vari altri aspetti industriali che lo caratterizzano. Questa mancanza di definizione funzionale non aiuta a comprendere bene i bisogni di innovazione dei distretti e a emanare bandi che sono adatti a questo tipo di industria.

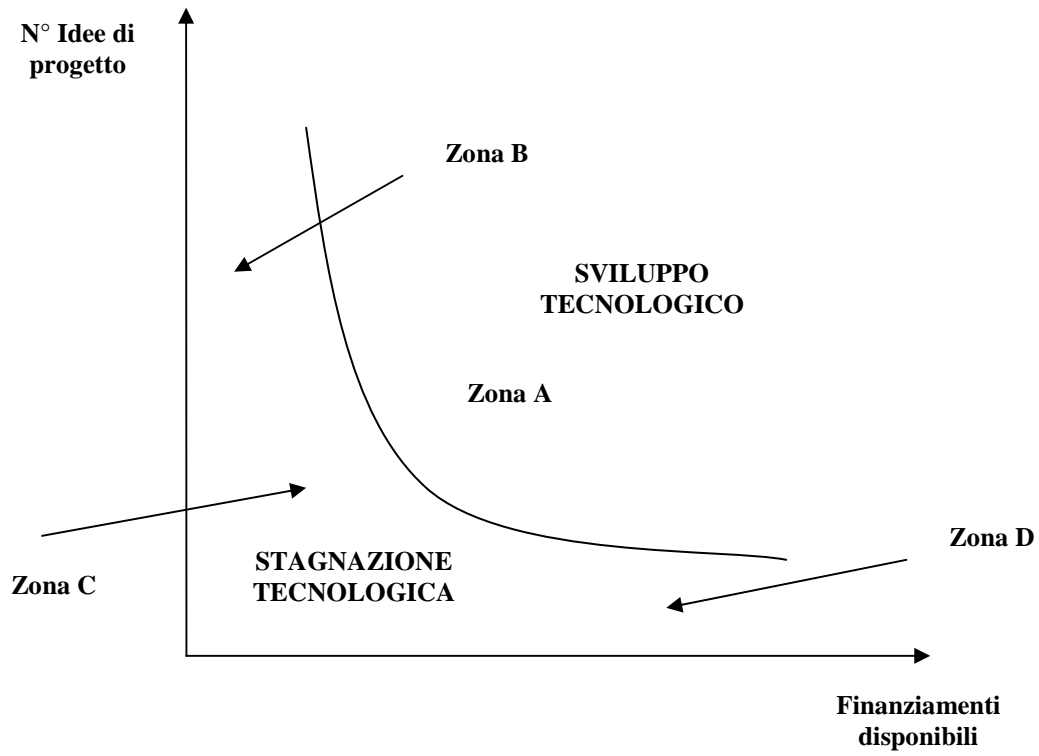
Un altro aspetto che riguarda la promozione dell'innovazione tecnologica nei distretti industriali ma anche l'industria in generale riguarda il tipo di rapporto che si costituisce tra i vari attori che sono in Italia, dove è scarsa la presenza di organizzazioni di ricerca su contratto, principalmente l'università come fornitrice di servizi per la R&S, l'industria come cliente di questi e gli organismi di promozione che devono favorire questo rapporto. L'università per sua natura ha come attività principale la didattica e la ricerca scientifica e l'interesse verso le applicazioni possibili del suo lavoro varia notevolmente a seconda dei casi ed è comunque in generale secondario rispetto alle sue attività principali. L'industria vede la R&S in maniera molto differente poiché legata alle sue strategie industriali, inoltre, nel caso della PMI, e quindi nei distretti industriali, essa può mancare di esperienza nella gestione di questa attività e avere una percezione irrazionale dell'incertezza degli investimenti assimilata a un rischio elevato di insuccesso. In questi termini la relazione tra università e industria rischia di perseguire obiettivi troppo differenti senza arrivare a un buon compromesso che rende efficiente l'attività di R&S. L'università tenderà infatti a premiare progetti che si inquadrano nelle proprie esigenze didattiche e di ricerca attraverso ad esempio tesi o borse di studio, mentre l'industria tenderà a ottenere dalla R&S risultati rapidi con attività fortemente orientate, non necessariamente di interesse per la ricerca scientifica, e atte a minimizzare l'investimento per ottenere un risultato chiaro per le sue strategie. In questo quadro si immette l'attività degli enti promotori ed erogatori di aiuti che sembrano avere difficoltà a visualizzare la complessità del processo che vorrebbero promuovere. In molti casi essi si appoggiano all'università, considerata in una visione semplificata delle cose come il luogo in cui si genera e si può gestire la R&S. Se è vero che la R&S si può generare nell'università, essa non può però assicurare una gestione efficiente di un progetto soprattutto quando esso si sviluppa verso una fase industriale. Bisogna considerare che la R&S non è un tipo di attività di ricerca universitaria ma una vera e propria attività industriale che l'industria deve gestire e anche, se necessario, imparare a gestire in proprio. Gli aspetti scientifici e tecnici di un progetto di R&S, come abbiamo visto in un capitolo precedente, controllano solo la sua fattibilità iniziale, dopo di che sono i fattori socio-economici e soprattutto di mercato, di pertinenza essenzialmente dell'industria, che ne controllano lo sviluppo verso la fase ulteriore di industrializzazione. In questo contesto la creazione di laboratori in grado di generare e condurre progetti derivati dall'attività scientifica universitaria e la creazione di consorzi a livello distrettuale in grado di gestire progetti di R&S, come nel caso del Consorzio Ruvaris descritto precedentemente, non può essere che di benefico effetto sulla promozione di attività efficienti di R&S nei distretti.

Vi sono poi alcune considerazioni importanti che riguardano l'efficacia della promozione e degli aiuti finanziari disponibili per l'innovazione tecnologica nel raggiungere l'obiettivo di generare un impatto socio-economico positivo nel territorio. Come abbiamo visto nel modello dell'attività di R&S questa dipende essenzialmente dalla disponibilità di finanziamenti e di informazioni. Quest'ultime provengono da attività di ricerca scientifica ma in maniera importante anche da altri

progetti di R&S con cui si stabiliscono relazioni e scambio di informazioni. Queste informazioni vengono tipicamente da relazioni personali, pubblicazioni, brevetti e conferenze sul tema della R&S ed è riconosciuto come la migliore sorgente di idee di progetto siano gli stessi progetti di R&S. Il numero di idee di progetto che può nascere dipende quindi in larga misura dal contesto in cui si generano e il calcolo combinatorio mostra facilmente che il numero di relazioni possibili tra gli elementi, nel nostro caso i progetti, aumenta in modo molto più che proporzionale rispetto all'aumento del numero dei che si svolgono in un territorio. La massa di informazioni disponibili aumenta anch'essa in modo più che proporzionale e così l'attività di R&S se vi sono sufficienti finanziamenti per alimentarla. Questa situazione è caratterizzata da una parte da un ciclo di retroazioni positivo che tende ad aumentare sempre più l'attività di R&S. Infatti, un incremento dell'attività di R&S crea un aumento delle informazioni disponibili ma anche di margini positivi derivati dall'utilizzazione industriale delle innovazioni e quindi maggiore disponibilità a sua volta di finanziamenti per la R&S. Tutto questo porta a una situazione tipica di criticità che dipende dal numero di idee di progetto e dai finanziamenti disponibili e che è indicata schematicamente nella Fig. 9.3. In questa figura è rappresentata una curva critica che separa le condizioni con forte sviluppo tecnologico della zona A, in cui vi è un numero sostenuto di idee di progetto e finanziamenti disponibili per queste, da zone con invece una stagnazione tecnologica e precisamente una zona B, caratterizzata dalla presenza di numerose idee di progetto ma insufficienti finanziamenti per svilupparli, una zona C, caratterizzata da scarse idee di progetto e di finanziamenti e infine un'ipotetica zona D in cui vi è larga disponibilità di finanziamenti ma poche idee di progetto. Una conseguenza di questa situazione è nel fatto che un aumento di finanziamenti e quindi di progetti di R&S non genera necessariamente uno sviluppo tecnologico nel territorio se questo non è sufficientemente importante da superare la curva critica riportata nella Fig. 8.3. Purtroppo in Italia molti distretti industriali e territori si trovano in condizioni di stagnazione tecnologica con aiuti finanziari disponibili che non riescono a creare la criticità di sviluppo tecnologico. Un altro aspetto è nel fatto che anche l'eventuale disponibilità di finanziamenti non necessariamente porta a superare le condizioni di criticità se non è disponibile un adeguato numero di idee di progetti da sviluppare. Una grande disponibilità di idee di progetto non è così evidente quando si parte da bassa un'attività di R&S con relativamente pochi progetti poiché, come abbiamo visto, sono i progetti di R&S la migliore sorgente di nuove idee di progetto. Un esempio di questa situazione l'abbiamo proprio considerando la situazione generale della R&S in Italia. Le statistiche ci dicono che il divario dei finanziamenti rispetto a quello dei paesi industrializzati raggiunge circa 1% del prodotto interno lordo (PIL). Questo in Italia vale circa 1500 miliardi di Euro e quindi il divario nei finanziamenti risulta di circa 15 miliardi di Euro. Se però traduciamo questo divario in termini di numero di progetti da finanziare, ammettendo un valore medio dell'ordine di 100.000 Euro ciascuno limitato dal fatto che si tratta di nuovi progetti che non possono avere budget molto elevati, risultano necessarie circa 15.000 nuove idee valide di progetto, un numero decisamente elevato che mostra come i limiti dello sviluppo tecnologico italiano siano non sole di finanziamenti ma anche di possibili progetti validi. Ci si può chiedere a questo punto se l'Italia potrà mai raggiungere comunque, attraverso un aumento dei finanziamenti i livelli di R&S degli altri paesi industrializzati che a loro volta tendono comunque ad aumentare il livello di questa attività. Esiste però un'altra via, accanto all'aumento dei finanziamenti che permette di migliorare il livello tecnologico di un territorio che è quella di migliorare il tasso di successo dei progetti attraverso un aumento della generazione di idee, un'efficiente valutazione e selezione di queste e una buona gestione dei progetti. Questa via per lo sviluppo tecnologico è spesso trascurata anche se i margini su cui essa può operare sono molto ampi. Come abbiamo visto in studi statistici sul successo di innovazioni tecnologiche tipicamente solo il 5-10% di queste genera un importante ritorno di investimento (45). D'altra parte il venture capital americano, con la sua lunga esperienza riesce ad avere tassi di successo nei suoi investimenti in progetti di R&S che si situano tra il 40-60%. Questo è ottenuto come abbiamo visto attraverso strategie di selezione ottimale e di coaching dei progetti (43). Anche se le condizioni in cui opera il venture capital americano sono molto

differenti da una situazione di sviluppo tecnologico ad esempio in un distretto industriale italiano, resta il fatto che una generazione, valutazione, selezione e gestione ottimale di progetti possano essere più efficaci che un'ampia disponibilità di finanziamenti che si disperdono in progetti mal valutati e che non corrispondono ai bisogni reali del settore industriale considerato. Il problema di incrementare il coaching e quindi il successo dei progetti apre poi un altro discorso che riguarda la comunicazione e la formazione nel campo della R&S in Italia,.

La promozione dell'innovazione tecnologica racchiude anche un problema di comunicazione e quindi di formazione. Abbiamo già visto come nella promozione intervengono attori come l'università e l'industria che hanno spesso, nel quadro di progetti di R&S obiettivi e interessi differenti ma anche linguaggi differenti. In un precedente capitolo abbiamo discusso la comunicazione tra due interlocutori definendo i due campi rispettivi di conoscenze e affermando che la comunicazione è efficace solo se il messaggio è espresso nella parte dei campi dove le conoscenze sono comuni. Un ruolo quindi della promozione dovrebbe essere quello allora di intervenire tra gli interlocutori e fare da interprete allargando il campo comune nel quale è possibile fare una comunicazione efficace. L'altro aspetto riguarda invece il problema della formazione riguardo la gestione dell'innovazione tecnologica e in particolare nella PMI e quindi nei distretti industriali. L'innovazione tecnologica con la sua gestione e integrazione nelle strategie aziendali è un argomento largamente studiato e insegnato in campo accademico e soprattutto nelle grandi scuole di management internazionale. Tuttavia l'attenzione è soprattutto portata sui bisogni della grande industria che tra l'altro si può permettere le costose consulenze di queste organizzazioni ma tocca marginalmente le PMI dove le soluzioni valide per la grande impresa non sono sempre applicabili ma richiedono adattamenti e modifiche. In particolare se studi e corsi che riguardano essenzialmente la gestione dell'innovazione tecnologica in termini di strategia di impresa sono abbastanza frequenti, il tema della gestione propriamente detta della R&S in termini di miglioramento della sua efficienza e del coaching dei progetti, che come abbiamo visto dovrebbe permettere un maggiore successo e un minore bisogno di finanziamenti per l'attività di R&S, sono poco considerati, in particolare in Italia dove su questi tipi di interventi vi è poca esperienza, mentre meriterebbero, proprio per la situazione della R&S in Italia, maggiore attenzione.



**Fig. 9.3. Criticità delle idee e finanziamenti per i progetti di R&S**

## 10. CONCLUSIONI

In questa opera abbiamo passato in rivista a molti aspetti che caratterizzano il problema dell'innovazione tecnologica nei distretti industriali italiani. Abbiamo prima di tutto cercato di descrivere la complessità dei distretti e la natura della tecnologia e dell'innovazione tecnologica presentando vari modelli interpretativi, in particolare quello sull'attività della R&S con i suoi riflessi utili per la generazione e gestione dei progetti cooperativi. Siamo poi passati a descrivere gli approcci possibili nella generazione di idee innovanti sottolineando in particolare i processi bottom-up come particolarmente importanti per lo sviluppo tecnologico dei distretti. Il percorso che porta dalle idee di progetto alla sua messa in forma e adattamento per renderlo viabile in forma cooperativa per le aziende di un distretto è certamente la fase più complessa e difficile del percorso dell'innovazione tecnologica che, d'altra parte, se condotta correttamente essa rende poi molto più facile la gestione del progetto stesso aumentandone anche le possibilità di successo. Abbiamo infine affrontato il problema della promozione dell'innovazione tecnologica nei distretti industriali e dei limiti delle strutture italiane incaricate di questi compiti e dei vari aspetti problematici presentati dai bandi per aiutare finanziariamente l'innovazione nel caso particolare dei distretti, sottolineando in particolare il problema di sviluppare un'opportuna comunicazione tra industria e università, indispensabile in Italia dove le organizzazioni di ricerca su contratto che tipicamente fanno da ponte tra ricerche accademiche e R&S sono poco numerose. Abbiamo infine toccato il problema della formazione nella gestione dell'innovazione tecnologica e dei bisogni di sviluppare esperienza nel campo della valutazione, selezione e coaching dei progetti di R&S per aumentarne il tasso di successo e compensare in parte la penuria di finanziamenti che vi è in Italia per questo tipo di attività. In definitiva questo libro non vuole essere un manuale di come condurre l'innovazione tecnologica nei distretti industriali ma piuttosto una sorta di riflessioni e considerazioni nate dall'esperienza che dovrebbero agire da stimolo per sviluppare una nuova via verso l'innovazione tecnologica in Italia che tenga conto della sua struttura industriale così differente da quella di altri paesi con cui è in competizione.

## NOTE BIBLIOGRAFICHE

1. "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002.
2. M. Gell-Mann "What is complexity" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp.13 - 24
3. J.H. Holland "Complex adaptive systems in spontaneous emergence" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp. 25 - 34
4. D.A. Lane "Complexity and local interactions: toward a theory of industrial districts" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp. 65 - 82
5. M.M. Waldrop "Complexity: the emerging science at the edge of order and chaos" Simon & Schuster, 1992. Trad. it. "Complessità" Instar Libri 1995
6. A. Gandolfi "Formicai, imperi, cervelli : introduzione alla scienza della complessità" Bollati Boringheri, 1999
7. E. Rullani "The industrial cluster as a complex adaptive system" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp. 35 - 61
8. H. Maturana, F. Varela "The tree of knowledge" Shambhala, Boston, 1987. Trad. it. "L'albero della conoscenza" Garzanti , 1992
9. M. Fortis, M. Maggioni "Competitive and Synergic Behaviours in the Development of Industrial Clusters: Ecological Modelling and Empirical Evidence" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp. 123 - 165
10. S. Kelly, M.A. Allison "The Complexity Advantage" BusinessWeek Books, McGraw Hill 1998
11. J. Gleick "Chaos" Viking Penguin Inc. 1987. Trad. It. "Caos" RCS Rizzoli Libri 1989
12. M.E.J. Newman "Small Worlds: the structure of social networks" Santa Fe Institute Working Paper 99-12-080, Dec. 1999
13. C.R. Shalizi "Growth, Form, Function, and Crashes" SFI Bulletin Vol. 15 N°2, 2000
14. S. Valverde, R.V. Solé, et al. "Topology and Evolution of Technology Innovation Networks" Santa Fe Institute Working Paper 06-12-054, Dec. 2006
15. M. Girvan, M.E.J. Newman "Community structure in social and biological networks" Santa Fe Institute Working Paper 01-12-077, Dec. 2001
16. M. Tarantola, G. Lorenzoni et al. "I Distretti Industriali del Nord Sardegna " Rapporto di ricerca, Maggio 1996
17. M. Russo "Innovation processes in industrial districts" ISCOM Project, Venezia, 8-10 Novembre 2002 (revised version 07.02.2003)
18. J.H. Dumbleton "Management of High Technology Research and Development" Elsevier, 1986
19. W.B. Arthur "The Logic of Invention" Santa Fe Institute Working Paper 05-12-045, Dec. 19, 2005
20. K. Frenken "Understanding Product Innovation using Complex System Theory" Tesi, Università di Amsterdam e Università Pierre Mendès France, Grenoble, 2001
21. P. Auerswald, S. Kauffman, J. Lobo, K. Shell, "The Production Recipes Approach to Modeling Technology Innovation: An Application to Learning by Doing" Santa Fe Institute Working Paper 98-11-100, September 1998. Published on Journal of Economic Dynamics and Control, 2000, 24, 389-450.

22. S. Kauffman, J. Lobo, G.W. Macready, "Optimal Search on a Technology Landscape" Santa Fe Institute Working Paper 98-10-09E, October 1998. Published on Journal of Economic Behaviour and Organization, (2000), 43, 141-166
23. A. Bonomi, A. Riu, M. Marchisio "Modelling Technologies for Experimental Planning" (2007) disponibile come Documento di lavoro nel sito [www.complexitec.org](http://www.complexitec.org)
24. R.R. Nelson, S.G. Winter "An Evolutionary Theory of Economic Change" Harvard University Press, 1977
25. G. Dosi "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and direction of technical change" Research Policy, 11, 1982, pp. 147-162
26. C. Freeman "The Economics of Industrial Innovation" Penguin 1974 (OECD Report: The Measurement of Scientific and Technical Activity)
27. L. Fleming, O. Sorenson "Science as a map in technological research" Strategic Management Journal 25, 2004, pp. 909-928
28. G. Haour "Resolving the Innovation Paradox" Palgrave MacMillan, 2004
29. G. Bottazzi, G. Dosi, G. Fagiolo "On the Ubiquitous Nature of Agglomeration Economies and Their Diverse Determinants" in "Complexity and Industrial Clusters" A. Quadrio Curzio and M. Fortis Editors, Physica Verlag, Heidelberg, 2002. pp. 167 – 191
30. P. Marengo, C. Saccani "Rubaris – Virtual District nel settore della rubinetteria e valvolame" Sistemi e Impresa, 2, Marzo 2004, pp. 1-11
31. M. Russo "Complementary innovations and generative relationships: an ethnographic study" Econ. Innov. New Tech., 9, pp. 517-557
32. A. Bonomi, P. Marengo "Il Progetto Rubaris" Club dei Distretti Newsletter, Dicembre 2000
33. D. Lane, R. Maxfield "Foresight, Complexity and Strategy" Santa Fe Institute Working Paper 95-12-106, December 16, 1995
34. D. Lane, R. Maxfield "Ontological uncertainty and innovation" Santa Fe Institute Working Paper 04-06-014, April 2006
35. M. Russo, F. Rossi "Stimolare l'innovazione con strumenti innovativi" Rassegna Italiana di Valutazione, 2005, IX, 32, pp. 7-43
36. K.J. Arrow "The economic implications of learning by doing" Review of Economic Studies, 29, 1962, pp. 155-173
37. T.P. Wright "Factors affecting the cost of airplanes" Journal of the Aeronautical Science, 2, 1936, pp. 122-128
38. M. Grubb, J. Koehler "Technology Change and Energy Environmental Modelling" Workshop on Technology Policy and Environment, Parigi 2001, OECD 2002.
39. A. Bonomi "Ricerca & Sviluppo e le Tecnologie per l'Ambiente" L'Ambiente, Periodico tecnico-scientifico di cultura ambientale, Gennaio-Febbraio 2006, pp. 24-31
40. G.L. Baldo "LCA Life Cycle Assessment" Ipaservizi Editore, 2000
41. A. Bonomi "Influenza dell'Uso delle Migliori Tecnologie Disponibili sui Costi Ambientali alla luce della Direttiva Europea IPPC. Caso studio: Termovalorizzatore Silla 2" Atti dei Seminari di ECOMONDO 2005, Rimini 26 – 29 ottobre 2005, Vol. 1, pp. 322-332
42. F. Knight "Risk and Uncertainty" 1921, Houghton Mifflin, New York
43. L.M. Branscomb, K.P. Morse, M.J. Roberts "Managing Technical Risk" NIST GCR 00-797, US Department of Commerce, April 2000.
44. O. Giardini, H. Lubergé "la delusione tecnologica" Edizioni Scientifiche e Tecniche, Mondadori 1978.
45. F.M. Scherer, D. Herhoff "Technology Policy for a World of Skew-Distributed Outcomes" Research Policy 23, (4-5), 2000, pp. 559-566.
46. A. Bonomi "Selezione di Tecnologie Appropriate per lo Smaltimento dei Rifiuti Urbani", Atti dei Seminari di RICICLA 2001, Rimini 26-29 Settembre 2001, pp. 447-460

47. M. Girare, D. Stark “Distributing Intelligence and Organizing Diversity in new Media Project” Santa Fe Institute Working Paper 01-12-082, December 2001
48. M. Balconi, A. Passannanti “I Parchi Scientifici e Tecnologici nel Nord Italia” Franco Angeli Editore, 2006
49. S. Borghi “Distretti Industriali e Parchi Scientifici e Tecnologici: la collaborazione possibile” Tesi, Università del Piemonte Orientale, Facoltà di Economia, Novara, Anno Accademico 1999/2000.
50. A. Bonomi “Innovazione e trasferimenti tecnologici nell’industria verbanese del XIX secolo” “Il Cobianchi”, Verbania 2003, pp. 8-23
- 51.