

**GESTIONE
DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA**

LEZIONE 2

Angelo BONOMI

INNOVAZIONE TECNOLOGICA

L'innovazione tecnologica rappresenta un processo in grado di migliorare tecnologie e svilupparne delle nuove.

L'innovazione tecnologica si realizza attraverso due attività principali:

- la ricerca & sviluppo, abbreviata come R&S
- l'apprendimento con il fare (learning by doing), abbreviato come LbyD

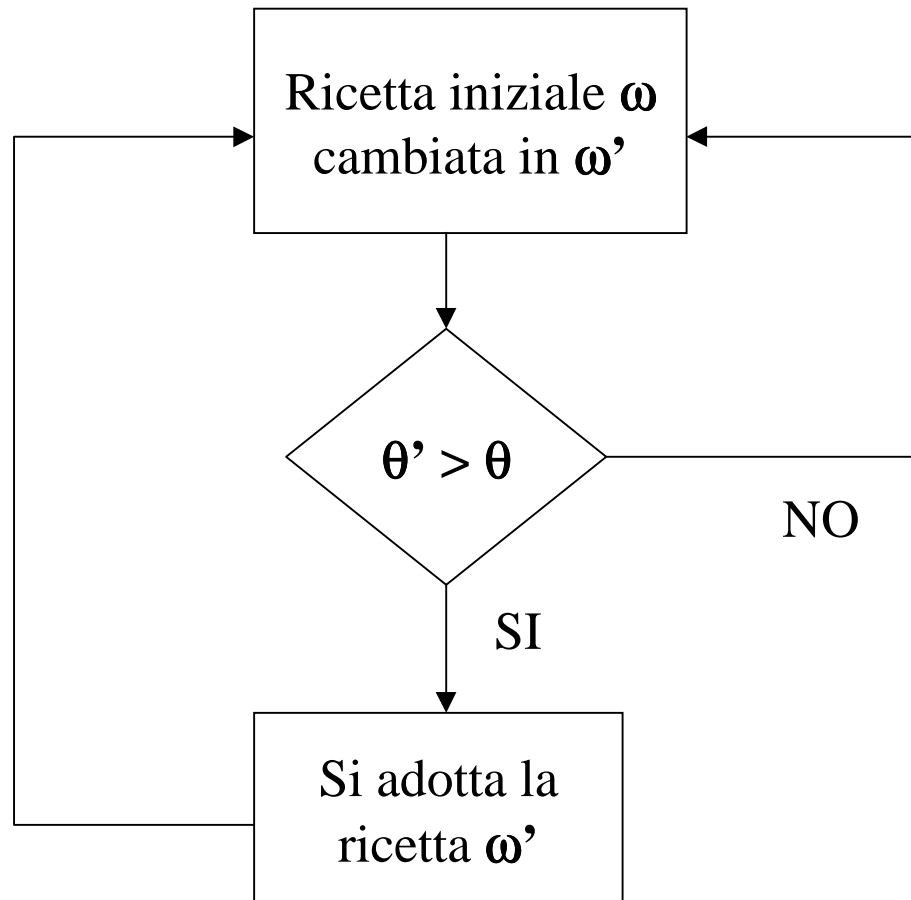
LEARNING BY DOING

Il LbyD rappresenta un'attività di ricerca di ricette di produzione sempre più efficienti nel quadro di una tecnologia

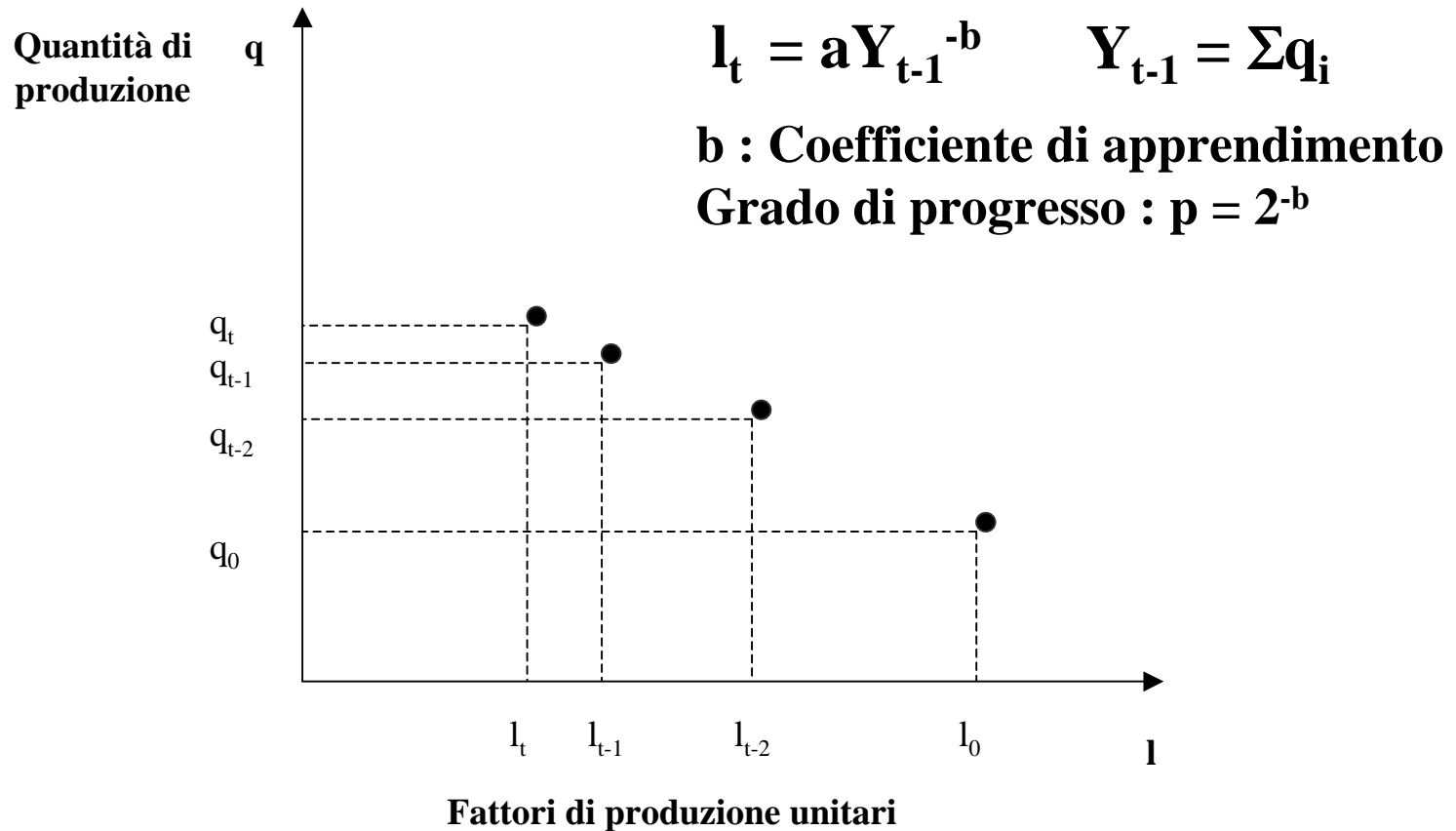
Dal punto di vista del Paesaggio Tecnologico l'attività di LbyD rappresenta un percorso esplorativo alla ricerca di una ricetta ottimale posta su un "picco" del paesaggio

L'attività di LbyD utilizza nella sua esplorazione del Paesaggio Tecnologico prevalentemente percorsi casuali scelti sulla base dell'esperienza acquisita

PROCESSO DI LbyD



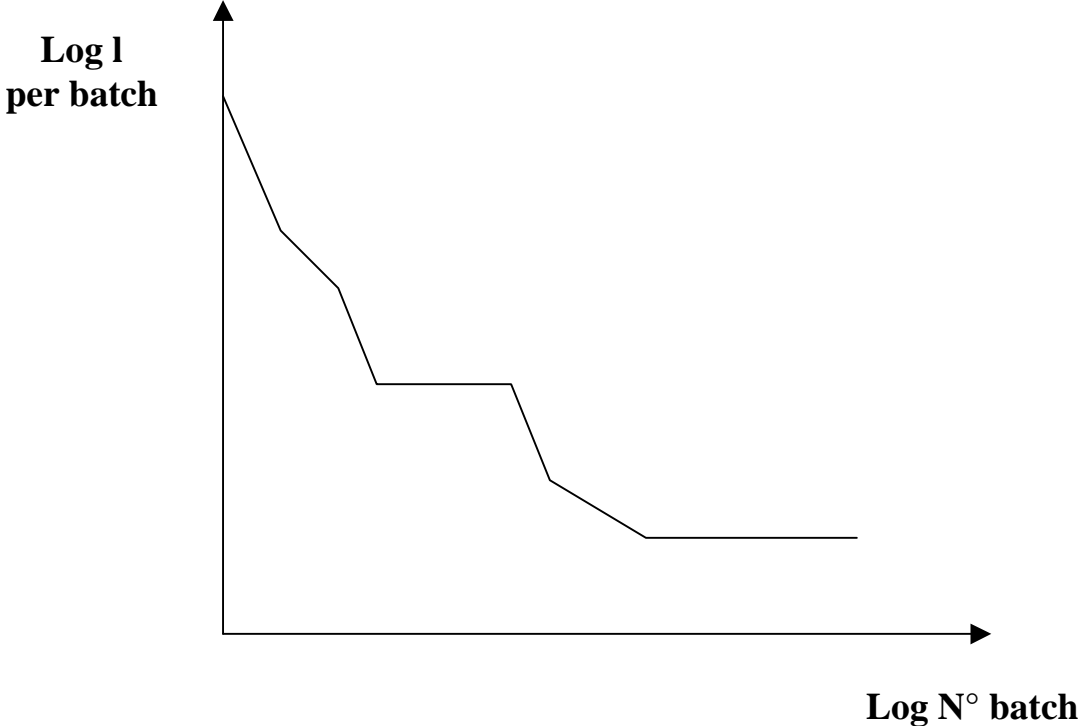
LEGGE DI WRIGHT



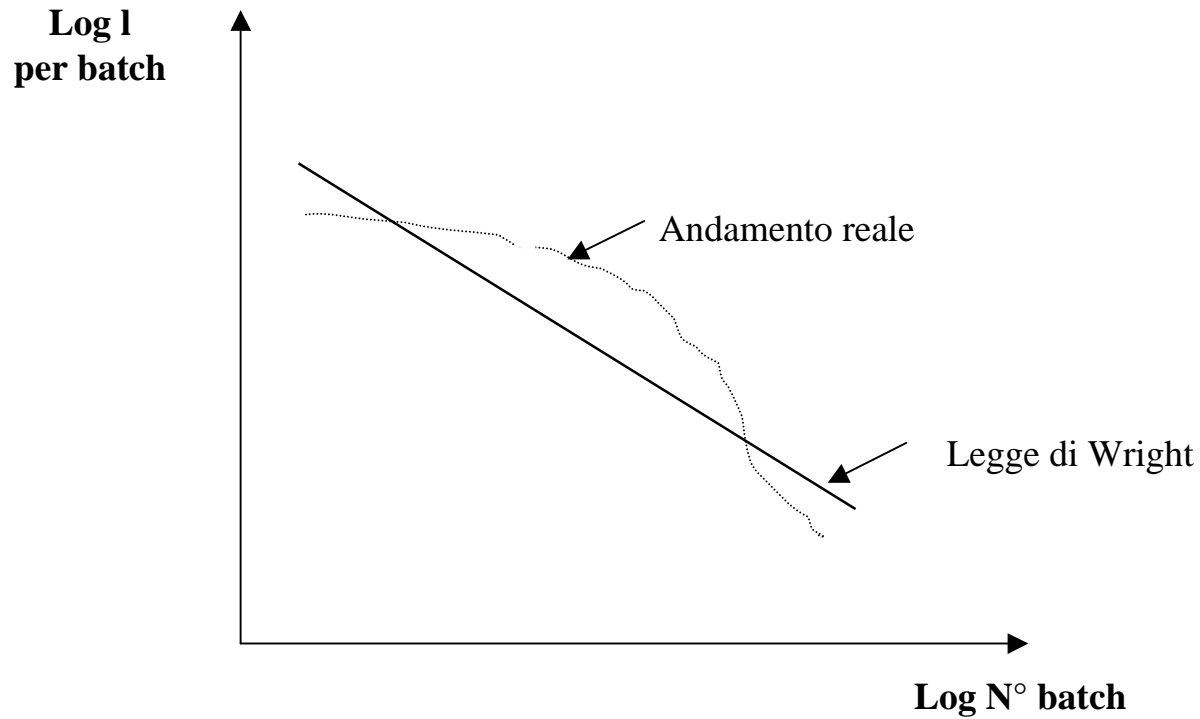
In pratica $1 - p$ rappresenta la riduzione del costo unitario l che si ha quando la produzione Y raddoppia

Settore Industriale	Grado di progresso medio p in %	Coefficiente di apprendimento medio b	N° di casi studiati	Coefficiente di correlazione R2	Tipo di misura del costo	Riferimento
Semiconduttori	79	0,34	42	0,77	prezzo	Gruber (1994)
Semiconduttori	75	0,41	127	0,95	prezzo	Webbink (1977)
Semiconduttori	81	0,42	257	0,94	prezzo	Irwin et al. (1994)
Energia nucleare	73	0,46	41	N.D.	costo totale	Zimmerman (1982)
Processi chimici	77	0,38	300	N.D.	valore aggiunto	Lieberman (1987)
Prodotti metallici	90	0,15	200	0,47	valore aggiunto	Didley (1972)
Tessile (iuta)	94	0,09	243	0,82	valore aggiunto	Kibria et al. (1985)
Strumenti musicali	89	0,17	78	0,95	ore di lavoro	Baloff (1971)
Ricami	77	0,37	33	0,94	ore di lavoro	Baloff (1971)
Diamanti	93	0,10	212	0,70	ore di lavoro	Levhari et al. (1973)
Fabbricazioni	89	0,17	438	0,75	valore aggiunto	Sheshinski (1967)
Fabbricazioni	98	0,03	1281	0,81	ore di lavoro	Bahk et al. (1993)
Veicoli industriali	91	0,14	99	0,98	ore di lavoro	Epple et al. (1991)

FENOMENO DEI PLATEAUX



DEVIAZIONE DALLA LEGGE DI WRIGHT



RICERCA & SVILUPPO

La R&S rappresenta un'attività che comprende oltre che la ricerca di ricette di produzione ottimali come percorso esplorativo in un Paesaggio Tecnologico anche la combinazione ottimale di operazioni alla ricerca di nuove tecnologie più efficienti attraverso l'esame dei loro paesaggi.

La R&S utilizza nelle sue esplorazioni dei Paesaggi Tecnologici prevalentemente conoscenze scientifiche che permettono di orientare in maniera efficiente l'esplorazione

DEFINIZIONI DI RICERCA & SVILUPPO

J.H. Dumbleton “Management of High Technology Research and Development” (1986)

Sebbene non esclusivamente confinata nell'industria, la Ricerca & Sviluppo può essere vista come il metodo principale con il quale un'azienda promuove una crescita attraverso l'innovazione tecnologica

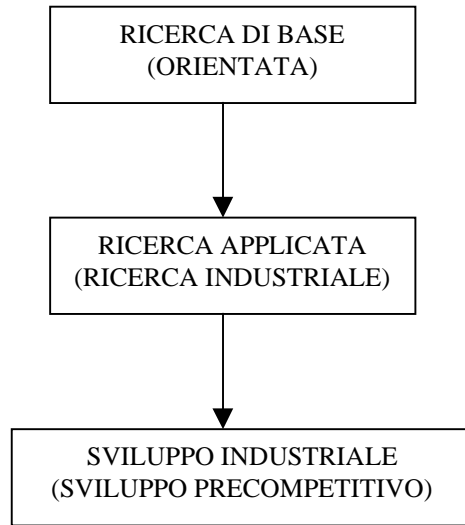
Enciclopedia Generale De Agostini (1988)

Attività finalizzata alla messa a punto di miglioramenti o innovazioni nei prodotti di un'impresa e nella soluzione di problemi tecnici relativi alla produzione di questi prodotti nuovi o migliorati. La ricerca può implicare un certo numero di attività di ricerca di base e non solamente di ricerca applicata.

NUOVA DEFINIZIONE DI RICERCA & SVILUPPO

Definizione dal concetto di Paesaggio Tecnologico

Attività finalizzata allo sviluppo di una nuova tecnologia efficiente sulla base di combinazioni di operazioni e sintonizzazione di istruzioni nel quadro di un percorso esplorativo nel Paesaggio Tecnologico alla ricerca di un massimo di efficienza per la nuova tecnologia, esplorazione che avviene in parte casualmente ed in parte aiutata dalle conoscenze scientifiche.



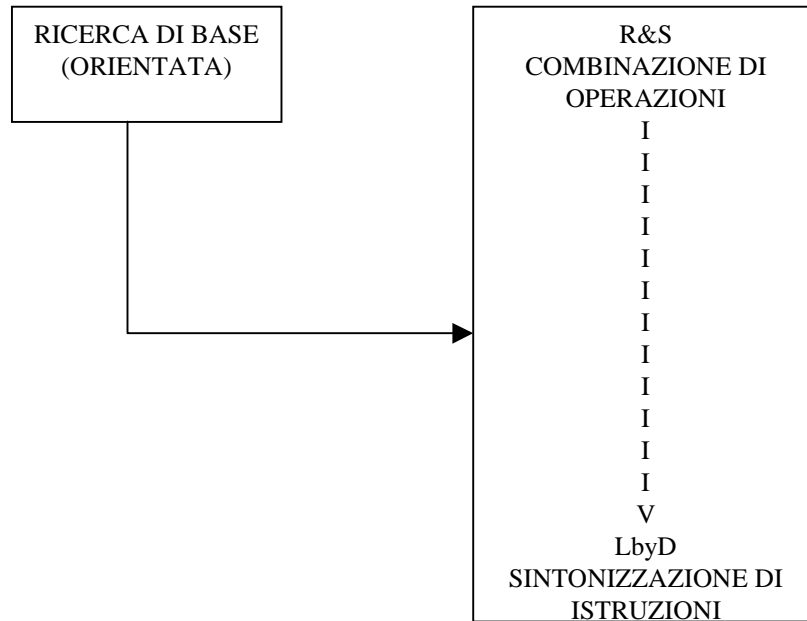
MODELLO OCSE DELLA RICERCA & SVILUPPO

CRITICHE AL MODELLO OCSE DELLA RICERCA & SVILUPPO

- La non linearità del processo di R&S
- L'utilità della ricerca scientifica in ogni fase dello sviluppo dell'innovazione
- La differenza del tipo di obiettivo tra ricerca scientifica e ricerca applicata

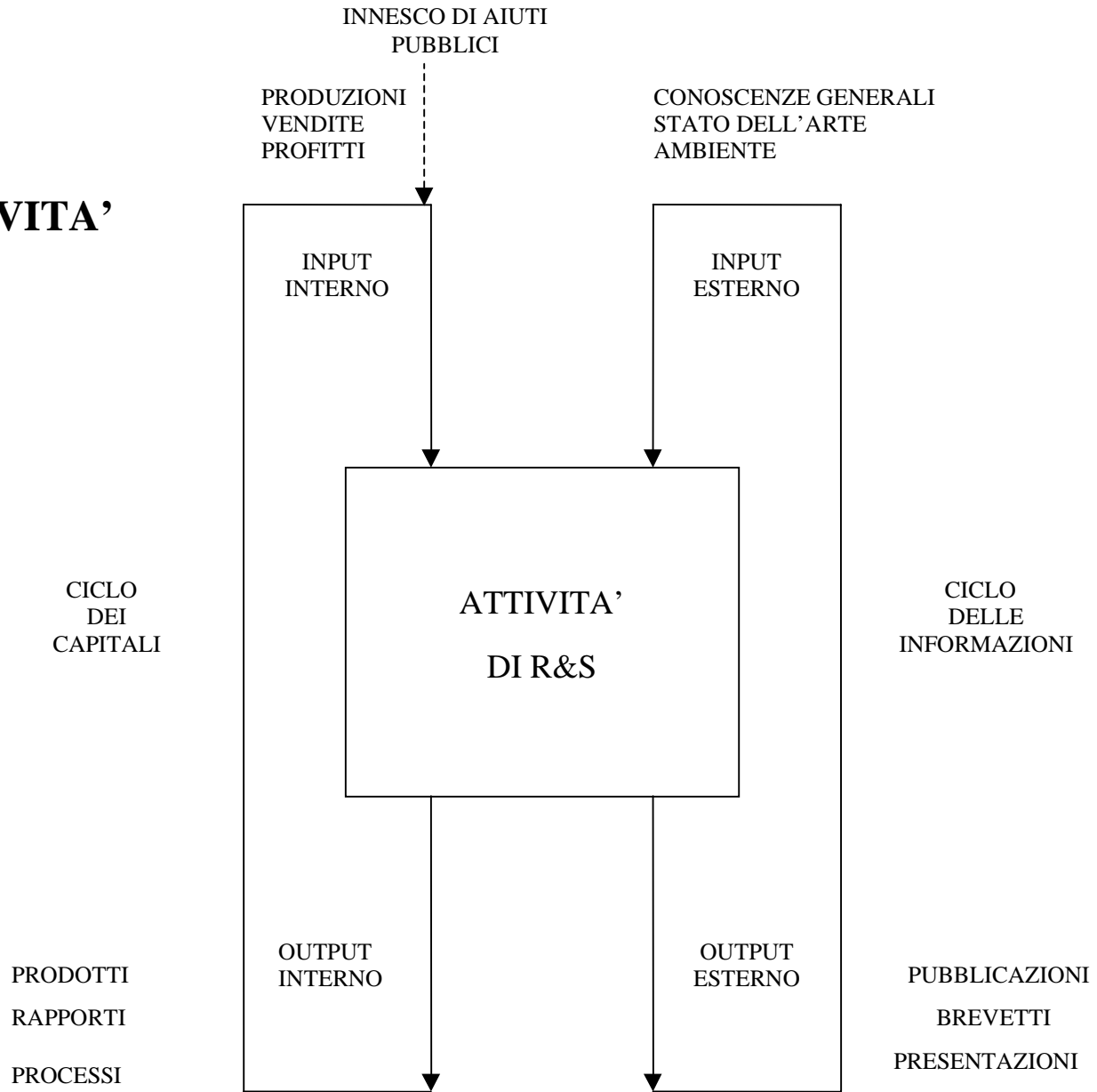
NATURA DELLA RICERCA SCIENTIFICA DI BASE ORIENTATA

La ricerca scientifica di base orientata
può essere vista come un'attività di
ricerca di conoscenze scientifiche utili
per l'esplorazione del Paesaggio
Tecnologico dell'innovazione studiata

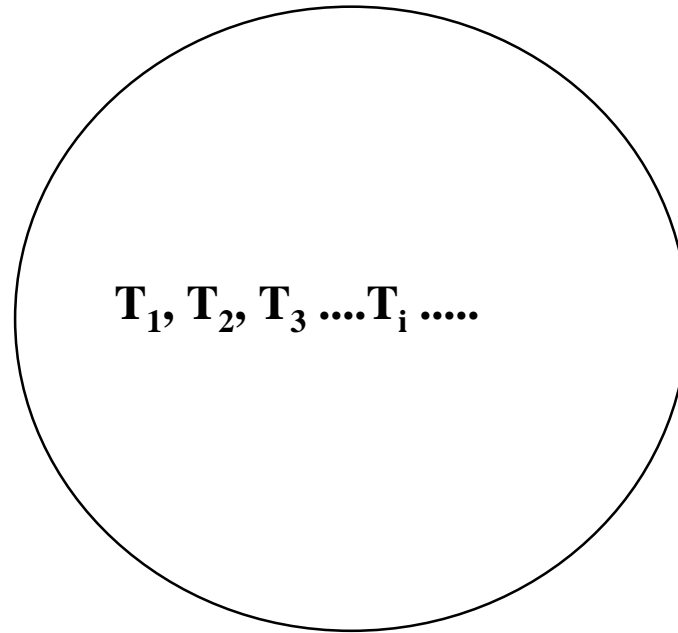


MODELLO DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

IL DOPPIO CICLO DELL'ATTIVITA' DI R&S



INSIEME DELLE TECNOLOGIE

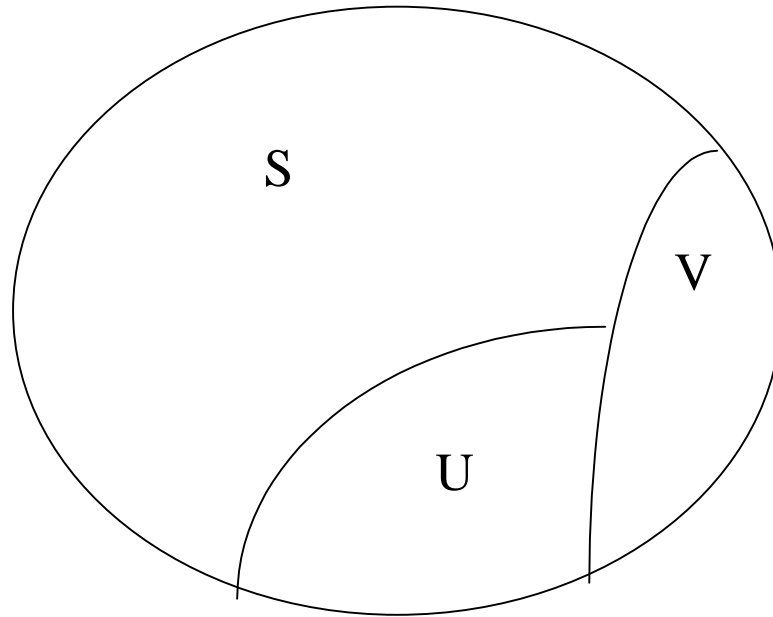


**OGNI ELEMENTO T E' A SUA VOLTA UN INSIEME DELLE SUE
RICETTE TECNOLOGICHE**

L'INSIEME DELLE TECNOLOGIE

- Insieme di tutte le tecnologie possibili o comunque risultanti da tutte le combinazioni e sequenze di operazioni possibili **T** e costituito dai tre insiemi complementari seguenti:
- Insieme delle tecnologie esistenti attualmente utilizzate **U**
- Insieme delle tecnologie obsolete **V** non più in uso e realizzate dall'uomo dagli inizi della civiltà ad oggi
- L'insieme delle tecnologie sconosciute **S** ancora da inventare o comunque definibili come combinazioni e sequenze di operazioni possibili non ancora utilizzate

INSIEME T DELLE TECNOLOGIE



$$T = S \cup U \cup V$$

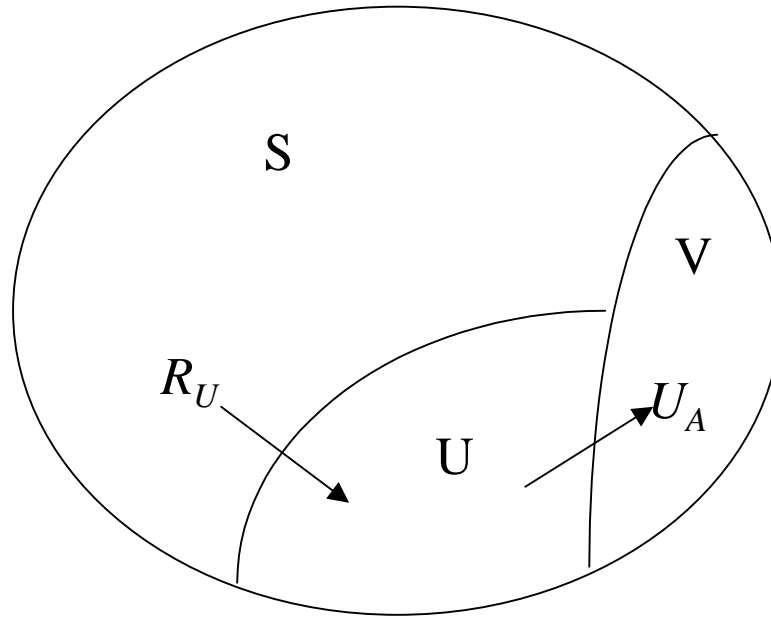
$$\#T \gg \#S \gg \#U \gg \#V$$

SVILUPPO TECNOLOGICO

L'insieme delle tecnologie in uso cambia nel tempo per effetto delle tecnologie nascenti che entrano in uso e per effetto delle tecnologie obsolete che vengono abbandonate.

Tanto più il numero delle tecnologie nascenti sarà maggiore del numero delle tecnologie abbandonate tanto più ci sarà sviluppo tecnologico

SVILUPPO TECNOLOGICO

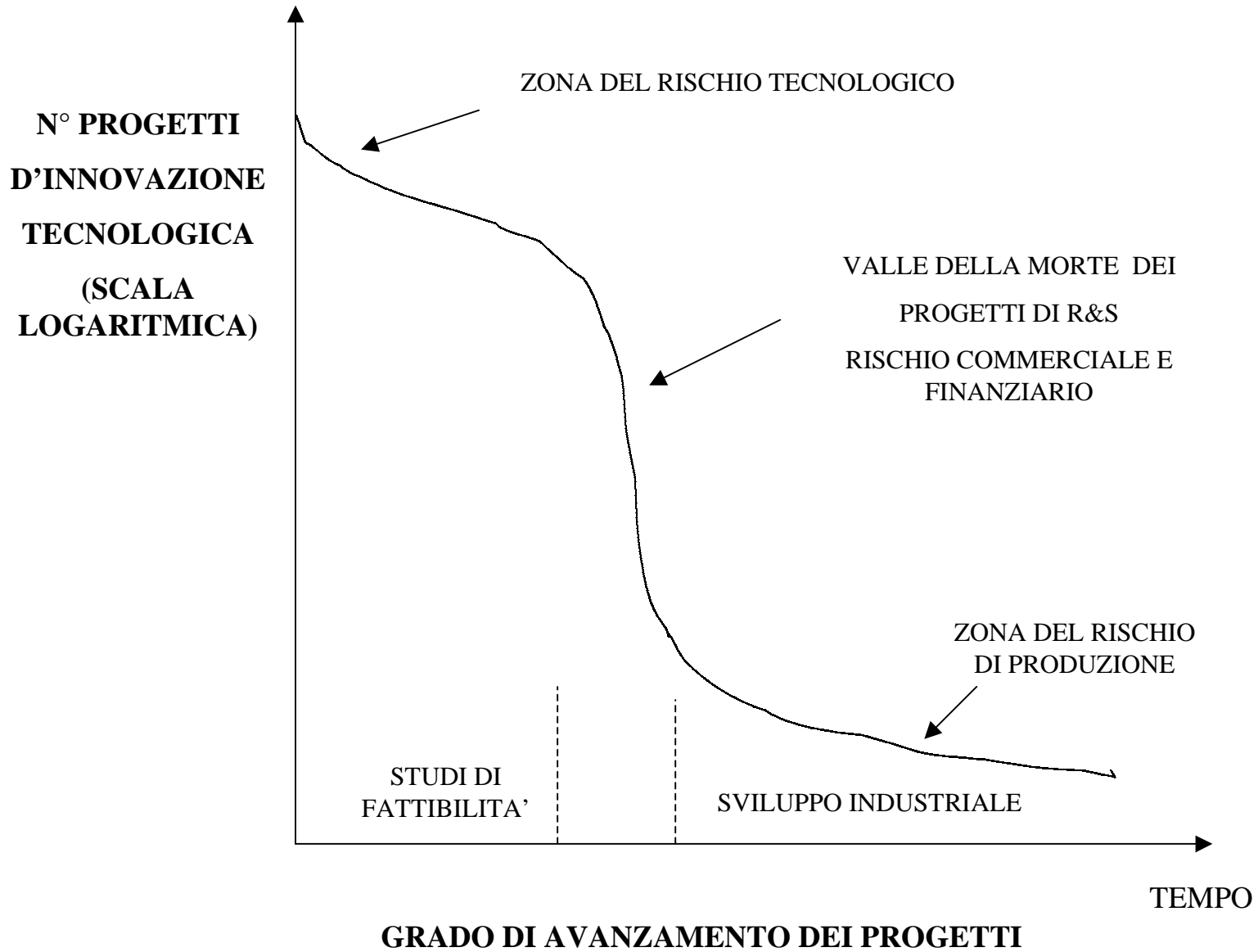


$$R_{t+\Delta t} - R_t = \Delta R = R_S - R_A - R_U$$

$$R_A \gg R_U \gg U_A$$

ABBANDONO DI TECNOLOGIE IN SVILUPPO

L'esperienza mostra che il numero R_A di tecnologie in sviluppo che sono poi abbandonate nel lasso di tempo Δt è molto maggiore di quello delle tecnologie che entrano in uso nello stesso lasso di tempo e questo numero è tanto più grande quanto più basso è il loro corrispondente grado di sviluppo.



ORIGINE DELLO SVILUPPO TECNOLOGICO ATTUALE

La grande efficacia delle conoscenze scientifiche nell'esplorazione del Paesaggio Tecnologico, rispetto all'esplorazione casuale suggerita dall'esperienza, ha permesso l'enorme sviluppo tecnologico che osserviamo da quando è nata la Scienza

ATTIVITA' DI INNOVAZIONE ED INTERAZIONI NEL PAESAGGIO TECNOLOGICO

- Se le interazioni previste tra le operazioni sono numerose è abbastanza inutile continuare in maniera estensiva l'esplorazione poiché si troveranno molti optimum con efficienza simile.
- Se le interazioni previste tra le operazioni sono poche potrebbe essere utile continuare in maniera estensiva l'esplorazione alla ricerca di un optimum con efficienza elevata in un cluster.

ATTIVITA' DI INNOVAZIONE ED ESPLORAZIONE DEL PAESAGGIO TECNOLOGICO

- Se l'efficienza relativa del punto di partenza è bassa conviene ricercare punti ottimali a distanze elevate nel paesaggio
- Se l'efficienza relativa del punto di partenza è alta conviene ricercare punti ottimali a distanze vicine nel paesaggio

TECNOLOGIA COME INSIEME DI OPERAZIONI ED ISTRUZIONI

Ogni tecnologia è rappresentabile da una sequenza di operazioni ciascuna caratterizzata da un insieme di istruzioni. Le operazioni possono essere temporalmente in serie o in parallelo. Possono esistere più operazioni identiche ma in posizioni differenti nella sequenza.

L'insieme delle operazioni può essere rappresentato usando la teoria dei grafi dove ogni operazione è rappresentabile da un arco che unisce due punti del grafo.

Questa rappresentazione è del tutto analoga a quella delle operazioni che caratterizzano un progetto (Metodo PERT) in cui ogni operazione però non è caratterizzata da un tempo probabile di esecuzione ma piuttosto dal suo numero di istruzioni utilizzabili.

ESEMPI DI TECNOLOGIE COME INSIEME DI OPERAZIONI ED ISTRUZIONI

- **RICETTE CULINARIE**
- **CAM (Computer Assisted Machining)**
- **TRATTAMENTI GALVANICI**
- **CIRCUITI ELETTRICI/ELETTRONICI**
- **PROGRAMMI INFORMATICI**

RICETTA CULINARIA

ESEMPIO : TECNOLOGIA PRODUZIONE PASTASCIUTTA

OPERAZIONI $N = 2$

1. RISCALDARE L'ACQUA A UNA CERTA TEMPERATURA
2. GETTARE LA PASTA E MANTENERE LA TEMPERATURA PER UN CERTO TEMPO

ISTRUZIONE PER L'OPERAZIONE 1: TEMPERATURE TRA 50 E 100°C, TOTALE $S = 50$ ISTRUZIONI POSSIBILI

ISTRUZIONI PER L'OPERAZIONE 2: TEMPI TRA 1 E 50 MINUTI, TOTALE $S = 50$ ISTRUZIONI POSSIBILI

TOTALE RICETTE DI PRODUZIONE POSSIBILI : S^N OVVERO $50^2 = 2500$ RICETTE POSSIBILI

CAM

- OPERAZIONI : costituite dal tipo di lavorazione (fresatura, foratura, ecc.)
- ISTRUZIONI : quote di lavorazione

TECNOLOGIE GALVANICHE

- OPERAZIONI : riscaldamento, mantenimento in temperatura, decapaggio, trattamento superficiale, lavaggio, asciugatura, ecc.
- ISTRUZIONI : composizione bagni, temperatura riscaldamento, temperatura di mantenimento, tempo di trattamento, ecc.

CIRCUITI ELETTRICI/ELETTRONICI

- **OPERAZIONI** : elementi del circuito (capacità, resistenze, diodi, triodi, ecc.)
- **ISTRUZIONI** : valori di capacità, resistenza, caratteristiche di diodi, triodi ecc.

PROGRAMMI INFORMATICI

- OPERAZIONI : righe del programma in linguaggio macchina
- ISTRUZIONI : set di istruzioni caratteristico del microprocessore

OPERAZIONI DI UNA TECNOLOGIA

Ogni tecnologia può essere analizzata in termini di operazioni principali o secondarie secondo un certo ordine gerarchico. Le operazioni principali sono composte da più operazioni secondarie e possono essere caratterizzate da numerose istruzioni. Per operazione tecnologica si intende però un'operazione che è caratterizzabile da un solo tipo di istruzione. Le operazioni principali devono quindi essere suddivise in operazioni sufficientemente semplici da essere caratterizzate da un solo tipo di istruzione per essere rappresentative della tecnologia

STORICA DELLE OPERAZIONI TECNOLOGICHE

Le operazioni di una tecnologia sono spesso presenti in tecnologie precedenti anche se sovente utilizzate in campi differenti di istruzioni

La ricerca delle storiche delle operazioni in precedenti tecnologie e del loro comportamento secondo le varie istruzioni è di grande importanza per effettuare previsioni sullo sviluppo di nuove tecnologie caratterizzate da operazioni già conosciute in precedenti tecnologie.

TELEFONO CELLULARE

- **TASTIERA:** da calcolatrice portatile, miniaturizzazione tasti calcolatrice elettrica a sua volta derivata da tastiera calcolatrice meccanica
- **SCHERMO LCD:** da calcolatrice portatile
- **SISTEMA TRASMISSIONE:** da radiotrasmettitore portatile
- **SOFTWARE DI GESTIONE:** innovazioni complesse

VETTURA ELETTRICA

- FUEL CELL: inversione del processo di elettrolisi dell'acqua, sostituzione dell'idrogeno con metano o altri combustibili
- MOTORE: da tecnologie ferroviarie di trazione elettrica
- CAROZZERIA: evoluzione della carrozza a cavallo
- BATTERIE DI TRAZIONE: da batterie di trazione per sottomarini

Tabella 1. Operazioni ed istruzioni della tecnologia Thermoselect

OPERAZIONE	TECNOLOGIA ORIGINARIA (dell'operazione)	MODIFICHE ISTRUZIONI (rispetto tecnologia originaria)
Compressione RSU e pirolisi	Trattamento RSU per riduzione volume	Temperatura più elevata (600°C) per pirolisi
Gasificazione residuo carbonioso	Gasificazione carbone (sintesi del metanolo)	Temperatura più elevata (2000°C), uso di lance
Lancia metano/ossigeno	Fusione acciaio al forno elettrico	Fiamma nel reattore di gasificazione, ciclo cont.
Lancia a ossigeno	Acciaieria a ossigeno (convertitore LD)	Combustione residuo carbonioso, ciclo continuo
Lavaggio gas povero	Gasificazione carbone (sintesi metanolo)	Presenza di impurezze metalliche da eliminare
Scarico scorie liquide e granulazione	Granulazione scorie d'alto forno (produzione ghisa)	Temperatura più elevata e scorie acide
Produzione energia elettrica con motori a gas povero	Motori diesel ed alternatori (energia da biogas)	Gas povero invece di metano e anidride carbonica

EVOLUZIONE E SELEZIONE DELLE TECNOLOGIE

- BICICLETTA
- CENTRALI NUCLEARI
- TV COLOR

CENTRALI NUCLEARI

- GRAFITE/GAS
- ACQUA BOLLENTE (BWR) *
- ACQUA PRESURRIZZATA (PWR) *
- LIQUIDO ORGANICO
- SALI FUSI
- GAS/ALTA TEMPERATURA
- AUTOFERTILIZZANTE/SODIO LIQUIDO

TELEVISIONE A COLORI

- NTSC
- PAL
- SECAM

LOCK-IN

- VHS/BETAMAX
- DOS/MACINTOSH
- EXPLORER/NETSCAPE
- MOVIMENTO ORARIO DEGLI OROLOGI
(Orologio Cattedrale Santa Maria in Fiore 1443)
- TASTIERA QWERTY

Tabella 1. Corrispondenze tra biologia e tecnologia

FUNZIONE	BIOLOGIA	TECNOLOGIA
TRASMETTITORE	GENE	OPERAZIONE
LINGUAGGIO	ALLELI	ISTRUZIONI
CONFIGURAZIONE	GENOTIPO	RICETTA DI PRODUZIONE
ATTIVITA'	FENOTIPO	ATTIVITA' TECNOLOGICA
GRUPPO ATTIVO	SPECIE	TECNOLOGIA
BASE FISICA	BIOMOLECOLARE	NEURONICA