

**GESTIONE DELLE TECNOLOGIE AMBIENTALI  
PER SCARICHI INDUSTRIALI ED EMISSIONI NOCIVE**

**LEZIONE 4**

**Angelo Bonomi**

# LA COMPLESSITA' DELLE TECNOLOGIE

Uno dei problemi riguardanti la valutazione delle tecnologie risiede sicuramente nella loro complessità. Una tecnologia non è mai un sistema statico ma al contrario in continua evoluzione. Un'attività tecnologica, attraverso il LbyD, si modifica continuamente con la ricerca di ricette sempre migliori. Inoltre, la variazione dei fattori che determinano l'esternalità di una tecnologia modifica in continuo il paesaggio tecnologico rendendo necessaria una ricerca continua di condizioni ottimali.

La R & S determina poi l'apparizione di innovazioni incrementali o addirittura radicali che cambiano le regole del gioco della situazione competitiva di una data tecnologia

# ASPETTI ECONOMICI DELLA COMPLESSITA'

La complessità delle tecnologia si manifesta in particolare sulla valutazione economica delle tecnologie attraverso due effetti che sono la *curva di apprendimento* e *l'effetto scala*.

La curva di apprendimento è quel fenomeno per cui i costi di produzione si riducono nel tempo attraverso l'attività di LbyD. Questa riduzione, che avviene nel giro di qualche anno è statisticamente dell'ordine del 20-40%.

L'effetto scala si manifesta attraverso la riduzione dei costi di produzione dovuti all'aumentare della produzione e dovuta essenzialmente alla riduzione dei costi unitari di investimento e di manodopera. Esiste anche un *effetto scala composto* che agisce sul costo dei componenti della tecnologia che subiscono a loro volta un effetto scala a cascata che ne riduce il costo.

Infine possiamo citare l'*automazione* dei processi che con nuove tecnologie si sostituiscono i costi di manodopera con costi di capitale con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione

# VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE

La valutazione di una tecnologia si conduce dapprima considerando il suo stadio di sviluppo e poi esaminandola sulla base di criteri come:

- \* COSTI ECONOMICI
- \* ASPETTI TECNICI
- \* ASPETTI DI MERCATO
- \* IMPATTI AMBIENTALI

Le cui valutazioni vengono poi integrate in un giudizio finale

# STADI DI SVILUPPO DI UNA TECNOLOGIA

- **STADIO DI RICERCA & SVILUPPO:** tecnologia allo stadio di progetto di R&S. Studi di laboratorio e fattibilità
- **STADIO DI SVILUPPO INDUSTRIALE:** tecnologia non ancora matura allo stadio di prototipo o impianto pilota che deve essere valutata come progetto di R&S
- **STADIO DI PRIMA INDUSTRIALIZZAZIONE:** tecnologia sviluppata ma senza un grande know how industriale che deve essere sviluppato con un lavoro di LbyD
- **STADIO INDUSTRIALIZZATO:** tecnologia matura con know how industriale (prodotto e impianto di produzione) e disponibile per un trasferimento di tecnologia

# STADI DI SVILUPPO E VALUTAZIONI

Una valutazione comparata di tecnologie può essere condotta direttamente solo se sono allo stesso stadio di sviluppo. In caso contrario occorre fare una previsione per la tecnologia meno avanzata di come potrebbe essere in uno stadio più sviluppato con le incertezze del caso.

Tipicamente in campo industriale le tecnologie valutate sono quelle industrializzate o di prima industrializzazione. Il fatto che una tecnologia di prima industrializzazione appaia meno favorevole di una già industrializzata non è necessariamente significativo poiché l'effetto scala e soprattutto la curva di apprendimento possono favorire un'evoluzione vantaggiosa importante che una tecnologia già industrializzata da tempo non può più avere

# **CRITERI DI VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE**

- VALUTAZIONE TECNICA
- VALUTAZIONE DI MERCATO
- VALUTAZIONE ECONOMICA
- VALUTAZIONE AMBIENTALE

# VALUTAZIONE TECNICA

La valutazione tecnica di una tecnologia è strettamente collegata alle operazioni ed istruzioni che la caratterizzano e comprende tre aspetti:

- \* Il rischio di insuccesso (vale soprattutto per la R&S)
- \* Il potenziale miglioramento (vale soprattutto per le tecnologie di prima industrializzazione)
- \* L'affidabilità (vale soprattutto per le tecnologie industrializzate)

L'affidabilità di una tecnologia aumenta in genere con l'aumentare del lavoro di LbyD sull'impianto.

Il potenziale miglioramento è legato anch'esso al lavoro di LbyD e ai guadagni di produttività che ne derivano.

Ambedue gli aspetti sono collegati al paesaggio tecnologico ed ai percorsi esplorativi possibili alla ricerca di un optimum

# METODO DI VALUTAZIONE TECNICA

Un metodo di valutazione tecnica si può basare sulla natura delle operazioni e istruzioni della tecnologia considerando gli aspetti di affidabilità e di potenziale miglioramento attraverso il percorso seguente:

- \* Identificazione delle operazioni che caratterizzano la tecnologia
- \* Ricerca di tecnologie che contengono le stesse operazioni e di cui esiste una storia industriale
- \* Valutazione delle operazioni che compongono la tecnologia in esame tenendo conto delle storiche passate di queste operazioni e delle possibili differenze nelle istruzioni che le caratterizzano
- \* Esame delle possibili influenze tra operazioni che possono modificare il comportamento delle varie operazioni
- \* Integrazione finale degli esami fatti per la valutazione tecnica globale

**Tabella 1. Operazioni ed istruzioni della tecnologia Thermoselect**

<b>OPERAZIONE</b>	<b>TECNOLOGIA ORIGINARIA</b> (dell'operazione)	<b>MODIFICHE ISTRUZIONI</b> (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

# VALUTAZIONE DI MERCATO

La valutazione di mercato deve accompagnare lo sviluppo della tecnologia dai suoi inizi poiché i risultati tecnici influenzano il mercato potenziale della tecnologia e a sua volta il mercato influenza gli obiettivi dello sviluppo della tecnologia.

Per la valutazione del mercato si adoperano le metodologie tipiche del marketing

# VALUTAZIONE ECONOMICA

La valutazione economica di una tecnologia consiste nella determinazione del suo costo di produzione eventualmente a vari livelli di produzione. In generale l'effetto scala riduce i costi, tuttavia in alcuni casi particolari si può avere un effetto contrario a causa di limitazioni tecniche.

Per una valutazione economica più approfondita è utile elaborare un modello su calcolatore (foglio elettronico) della produzione e della sua economia. Ciò permette uno studio parametrico dei vari fattori economici che influenzano i costi.

Questi modelli sono basati essenzialmente su bilanci input/output di materia ed energia delle operazioni che costituiscono la tecnologia unitamente ai valori di costo dei vari flussi, gli investimenti e i costi di manodopera che contribuiscono a formare un costo totale della tecnologia.

# MODELLO DI CALCOLO DEI COSTI

- Schema delle operazioni e collegamento dei flussi
- Scenari del modello con i dati di input di produzione
- Parametri che collegano i dati di input con quelli di output
- Risultati dei dati calcolati di output
- Tabella dei costi o ricavi unitari dei flussi
- Tabella degli investimenti in funzione della scala di produzione
- Tabella dei bisogni e costi di manodopera in funzione della scala di produzione
- Tabella ricapitolativa con il calcolo del costo totale di produzione e risultati dello studio parametrico

# VALUTAZIONE AMBIENTALE

La valutazione ambientale di una tecnologia si basa essenzialmente sulla stima del suo impatto ambientale nel quadro della normativa esistente e sua possibile evoluzione e di una valutazione della percezione ambientale della popolazione del territorio in cui deve operare.

L'impatto ambientale è rappresentato dalla quantità di inquinanti che una tecnologia emette in funzione della produzione. Questo può essere stimato attraverso una modellizzazione di input/output di materia ed energia delle operazioni tecnologiche simile al sistema usato per le valutazioni economiche

# MODELLO DI CALCOLO DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

- Schema delle operazioni e collegamento dei flussi di materia, energia ed inquinanti
- Scenari del modello con i dati di input di produzione
- Parametri che collegano i dati di input con quelli di output di materia ed energia
- Parametri che stabiliscono la generazione o abbattimento degli inquinanti nelle varie operazioni
- Risultati dei dati calcolati di output
- Tabella dei costi o ricavi unitari dei flussi
- Tabella ricapitolativa con il calcolo degli impatti ambientali e risultati dello studio parametrico

# METODI DI VALUTAZIONE AMBIENTALE

LCA (Life Cycle Assessment): metodo di valutazione ambientale basato su una visione sistemica in cui un processo o un prodotto è valutato nel quadro completo del suo ciclo di vita tecnologico dall'estrazione delle materie prime alla sua eliminazione come rifiuto.

AHP (Analytic Hierarchy Process) : metodo di valutazione degli impatti ambientali basato su una struttura gerarchica di importanza di impatto. Generalmente si considerano tre livelli di impatto:

- \* Impatto diretto sull'uomo (tossicologia)
- \* Impatto locale (eutrofizzazione dei laghi, piogge acide, smog)
- \* Impatto globale (effetto serra, buco d'ozono)

Sulla base dei dati di inquinamento vengono calcolati degli indicatori per i vari livelli di impatto e quindi un indicatore di impatto totale basato su coefficienti di bilanciamento prefissati

# VALUTAZIONE GLOBALE

La valutazione globale di una tecnologia richiede l'integrazione dei risultati dei vari tipi di valutazione fatti: valutazione tecnica, valutazione di mercato, valutazione ambientale.

Se le valutazioni di natura economica e di mercato e in una certa misura anche le valutazioni tecniche si possono ricondurre in termini finanziari utili per un'integrazione, è molto più difficile integrare in termini finanziari le valutazioni ambientali effettuate in termini di impatto.

Benché siano stati fatti numerosi studi sul tema della valutazione dei costi ambientali che possono essere collegati agli impatti, l'azione complessa di questi che agiscono a vari livelli rende molto difficile le stime che, se si possono fare in una certa misura a livello locale, diventano estremamente complesse a livello globale

# INDICI DI VALUTAZIONE

Una soluzione possibile, anche se con molti limiti, al problema della valutazione globale è quella di attribuire degli indici (o pesi) di bilanciamento alle varie valutazioni in maniera da poter fare delle integrazioni e quindi dei confronti. Il valore di bilanciamento e il metodo di calcolo possono variare a seconda dell'esperienza e del quadro in cui opera il valutatore e hanno quindi un'importanza tutta relativa.

Normalmente oltre agli aspetti tecnici, economici, ambientali e di mercato della tecnologia vengono considerati anche altri aspetti come:

- \* il rischio di insuccesso tecnico
- \* l'esistenza di competenze in azienda per la tecnologia esaminata
- \* la difficoltà nel raggiungere le specifiche previste dal mercato
- \* il grado di integrabilità della tecnologia nelle attività aziendali