

# Analisi dei costi degli Impianti Industriali e Criteri di Investimento

*Questa dispensa vale sia per M2 che per M3*

## 1) Obiettivi economici di un'azienda industriale

L'impianto industriale, può essere definito come una parte di una organizzazione complessa (azienda), e precisamente come quella parte dell'organizzazione in cui, *mediante opportuni mezzi, si operano trasformazioni di natura tecnica su merci in ingresso per ottenere in uscita beni (merci o servizi) di maggiore valore per l'organizzazione*. Secondo tale definizione, l'aspetto finalistico della produzione industriale dei beni è la creazione di valore. Naturalmente all'interno di un sistema produttivo, le valutazioni di natura impiantistica e gestionale non possono prescindere da un'analisi quantitativa dei costi e dei benefici economici attesi. In Figura 1 è rappresentato lo schema da utilizzare per esaminare l'operatività di un impianto industriale all'interno del contesto economico dell'impresa.

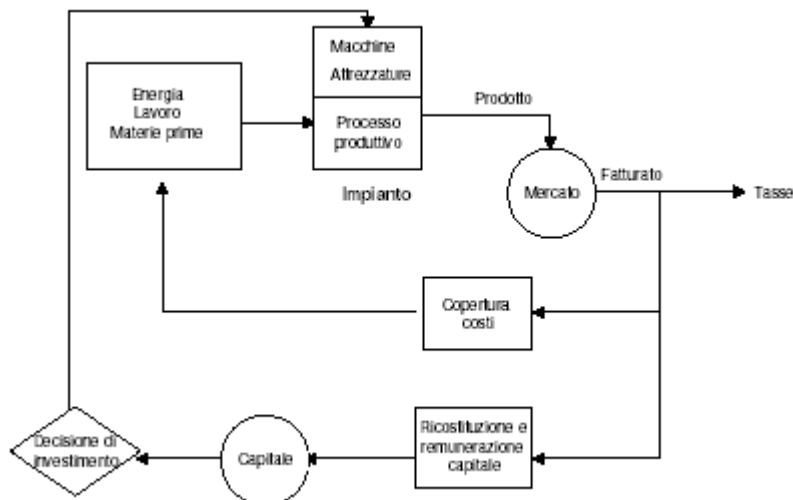


Figura 1: Schema di principio di un impianto industriale

Dalla definizione di impianto industriale deriva che l'obiettivo è il profitto aziendale, ovvero massimizzare *l'eccesso di valore* del prodotto rispetto al valore dei *fattori di produzione* impiegati. Con il termine fattore di produzione intendiamo tutto quello che partecipa (direttamente o indirettamente) alla fabbricazione di un prodotto. Fanno parte di questa categoria sia i *beni di consumo durevoli* (utilizzabili per più anni di esercizio dell'impianto) sia i *beni di consumo* che comprendono sia materiali utilizzati all'interno del ciclo di produzione che energia e manodopera considerata come un forma nobile di energia.

## 2) Classificazione dei costi di produzione

L'acquisizione dei fattori di produzione comporta dei costi che l'azienda deve sostenere. In particolare, nel contesto degli impianti industriali, una prima classificazione dei costi può essere fatta sulla base dell'istante in cui esso viene sostenuto. Si distinguono dunque Costi di Installazione e Costi di Esercizio; accanto a questi si ritrovano Costi di Inefficienza che sono costi opportunità ma non corrispondono ad un effettivo esborso di denaro e gli Ammortamenti che non rappresentano anch'essi un flusso di cassa ma sono importanti ai fini fiscali per la determinazione dell'imposta.

## **2.1 Costi di installazione**

Si definiscono come la somma di tutte le spese che l'impresa deve sostenere per mettere l'impianto in condizioni di produrre disponendo adeguate risorse finanziarie (*capitali*). Deve essere stimato a priori per poter condurre un'analisi (Analisi di fattibilità) sulla convenienza economica per stabilire se attuare gli investimenti in progetto. A tal proposito si attua una distinzione tra *Capitale fisso* e *Capitale circolante*.

Il Capitale Fisso è dato da tutte le attività legate alle fasi precedenti la messa in opera dell'impianto costituite da:

- Analisi di fattibilità
- Stesura progetto
- Acquisizione terreno
- Realizzazione dell'edilizia
- Installazione dei servizi di impianto
- Costo delle macchine e delle attrezzature
- Costo di montaggio degli impianti
- Costo dei beni immateriali (know-how, brevetti, royalties,...)
- Interessi passivi di eventuali mutui

Per Capitale Circolante invece si intende l'insieme dei mezzi durevoli di produzione e delle anticipazioni finanziarie sul ricavato, necessari per avviare la produzione; essi comprendono:

- Scorte di prodotto finito o materie prime: prima dell'avviamento devo già avere del prodotto finito per poter rispondere alla domanda e delle materie prime per eseguire la produzione. Nella prima fase, dunque, commercializzo prodotti di altre aziende.
- Credito ai clienti: il pagamento non avviene mai alla consegna ma a 30-60 gg. di solito. Nella fase di avvio di un impianto l'azienda spende ma non incassa.
- Cassa

## **2.2 Costi di esercizio**

Sono dati dalla somma di tutti i costi da affrontare in un dato periodo di tempo (un anno di solito), per far funzionare correttamente l'impianto. A loro volta essi possono essere suddivisi in: costi variabili, semivariabili e fissi.

### **2.2.1 Costi variabili**

I costi di esercizio variabili comprendono tutte quelle spese di esercizio dell'impianto il cui livello dipende dal volume di produzione (materie prime, componenti, energia,...). Questi possono avere diversi andamenti: lineare piuttosto che sigmoidale. Non è detto, infatti, che tali costi aumentino linearmente con la quantità ( $q$ ) per la presenza di economie di scala.

### **2.2.2 Costi semivariabili**

Sono legati non solamente al volume di produzione ma anche a dei fattori di produzione fissi; essi, cioè, presentano una parte fissa, indipendente dal volume di produzione, ed una parte variabile dipendente dalla quantità  $q$ . Sono dovuti, generalmente, ai costi di manutenzione e manodopera (la classificazione della manodopera come costo fisso o semivariabile dipende dal tipo di contratto di assunzione). Ad esempio la manodopera diventa un costo semivariabile nel momento in cui pago straordinario oppure considero come costo variabile la manodopera interinale. In figura 2 è invece mostrato un caso tipico di manutenzione. L'azienda esegue un contratto con un'altra azienda per la manutenzione. Questo contratto di solito è composto da una quota fissa di intervento più eventuali costi da stabilire per ogni intervento per eventuali sostituzioni non coperte nel contratto (curva spezzata in nero). La curva rossa mostra lo stesso costo ma linearizzato rispetto alla quantità. La curva blu mostra, invece, il fenomeno di scala: i costi non aumentano in misura proporzionale con la quantità.

### 2.2.3 Costi fissi

Sono costi di esercizio indipendenti dal volume produttivo; essi comprendono tutte quelle spese che rimangono inalterate al variare del livello di produzione. I costi fissi più rilevanti sono dovuti a:

- *Spese generali (assicurazioni, telefoni,...)*
- *Spese per il personale tecnico amministrativo*
- *Affitti*
- *Ammortamenti*

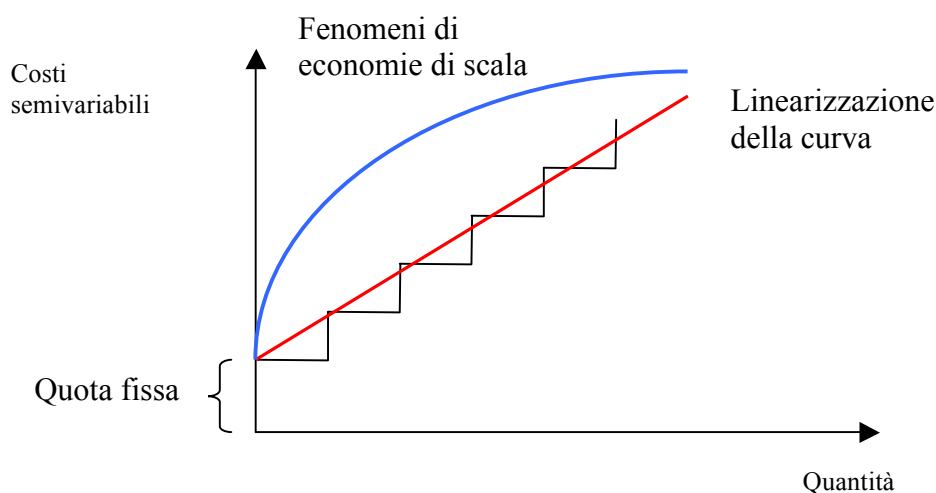


Figura 2: esempio di costo semivariabile di manutenzione

I costi di esercizio fissi vengono sostenuti periodo per periodo indipendentemente dal livello di attività degli impianti, anche se questi rimangono inattivi. Si deve ricordare quanto specificato inizialmente: tutti i costi fino a qui descritti sono riferiti al periodo in cui vengono sostenuti: un costo fisso in un anno può non essere fisso in 10 anni.

### 2.3 Costi diretti e indiretti

Uno schema di riferimento alle categorie di costo fondamentali è quello che aggiunge, alla classificazione in costi fissi e variabili, quella della suddivisione in costi diretti e indiretti. Un costo diretto è un costo facilmente ed inequivocabilmente attribuibile ad una entità; per costi indiretti si intendono invece quei costi che non si possono imputare direttamente ad uno stabilimento, un reparto, un processo, un prodotto.

La classificazione tra costi diretti e indiretti non è incompatibile con quella tra costi fissi e variabili. Vi sono dei casi in cui costi anche importanti non possono attribuirsi ad un singolo prodotto, ma sono tuttavia in qualche modo influenzati dal volume di produzione: l'energia elettrica che alimenta le macchine è un esempio classico di costo non diretto che tuttavia varia con il volume di produzione. Così pure molti costi che per loro natura sono diretti vengono fatti rientrare tra quelli indiretti perché i sistemi di registrazione non sono in grado di apprezzare la identificabilità del costo con la specifica operazione produttiva. Si hanno in pratica tutte le combinazioni possibili tra costi fissi, variabili, diretti e indiretti. La Figura 3 mostra le denominazioni dei costi nei quattro casi.

### 2.4 Ammortamenti

L'ammortamento si differenzia dalle altre voci di costo per il fatto che non costituisce per l'azienda un reale esborso finanziario. L'ammortamento non è un flusso finanziario da sostenere, ma solo l'imputazione a fini economici e fiscali di una quota annua del costo già sostenuto all'atto di acquisizione di un bene strumentale. Infatti i beni strumentali sono caratterizzati dal fatto che il loro utilizzo e sfruttamento non si esaurisce all'interno di un singolo esercizio dell'impresa (in genere un

anno), ma si distribuisce su più anni di vita utile dell'impianto. Un esempio di bene strumentale può essere quindi una macchina, una linea di produzione e gli edifici di una fabbrica. Per ammortamento si intende il processo di ripartizione del valore del bene strumentale (o durevole) su tutti i periodi di esercizio nei quali esso verrà utilizzato, ripartizione che viene effettuata o per attribuire a ciascun anno di utilizzo del bene un valore economico di riferimento (ammortamento economico) in modo economicamente equivalente al reale investimento effettuato o per poter detrarre dal margine aziendale per ciascun anno di uso del bene una quota del suo costo (ammortamento fiscale). L'ipotesi di fondo è che al termine della vita utile del bene l'azienda comprerà un altro bene uguale a quello precedente per tecnologie ma ciò non è vero. Il contenuto tecnologico aumenta per cui il costo del bene aumenta in misura maggiore dell'inflazione. Nel calcolo dell'ammortamento dovrei, di conseguenza, considerare le opportunità tecnologiche e l'ammontare delle rate andrebbe calcolato tenendo conto del valore reale del bene a quella data.

	DIRETTI	INDIRETTI
<b>VARIABILI</b>	<b>Costi variabili di fabbricazione e vendita</b> Manodopera Flessibile Materie Prime Costo trasporto Materiali da imballaggio	<b>Costi variabili comuni</b> Energie, Materiali ausiliari Manutenzione
<b>FISSI</b>	<b>Costi fissi speciali di prodotto</b> Attrezzature speciali dedicate (es: stampi) Manodopera diretta Ammortamento macchinario dedicato	<b>Costi generali di fabbricazione e aziendali</b> Manodopera indiretta Spese Generali Ammortamento macchinario comune <sup>11</sup>

Figura 3: Classificazione dei costi di produzione

### 2.4.1 Ammortamento fiscale

Si intende in questo caso il processo di detrazione dal margine lordo aziendale del valore di investimento speso per un bene strumentale, secondo le modalità ammesse dal Fisco dipendenti dal settore in cui opera l'azienda e dal tipo di bene acquistato. Per poter realizzare un piano di ammortamento di un bene strumentale è necessario stabilire il numero di anni di vita probabile del bene; tale valore è stabilito dalla normativa fiscale. La normativa fiscale stabilisce un limite superiore alla quota di ammortamento ma non un limite inferiore. Esistono diverse forme di ammortamento ammesse dalla normativa fiscale; diamo una breve descrizione di qualche tipologia:

#### *Ammortamento a quote costanti*

Il valore economico del bene viene suddiviso in quote capitali costanti, la cui somma dà il valore iniziale del bene. La quota di ammortamento  $A_k$  per il generico anno  $k$  ad annualità costanti è data

da:  $A_k = I \cdot a$  dove con  $I$  si indica il valore dell'investimento e  $a$  è la percentuale di ammortamento annuo fissata dal Fisco. Tale tipologia di ammortamento è adatta per produzioni costanti nel tempo, con domanda stabile e basso rischio di obsolescenza economica.

$a = \frac{V - R}{N}$  dove  $V$  è il valore d'acquisto,  $R$  è il valore residuo e  $N$  è il numero di anni di vita utile.

#### *Ammortamento a quote crescenti*

È poco utilizzato perché prevede che l'impianto sia utilizzato negli anni finali. Può avere senso nel caso di aziende giovani, per ritrovare i costi di ammortamento quando i ricavi sono migliori.

### ***Ammortamento a quote decrescenti o accelerato***

Viene utilizzato nel caso di settori a rapida obsolescenza economica perché prevede di accantonare una maggior quota capitale nei primi anni di esercizio. Non impongo quote costanti ma il deperimento all'inizio è maggiore rispetto agli anni successivi. Può essere a progressione aritmetica o a progressione geometrica.

➤ Progressione aritmetica  $a_k = \frac{N - (k - 1)}{N \cdot (N + 1) / 2} \cdot (V - R)$  dove k l'anno di esercizio considerato

➤ Progressione geometrica  $a_k = V \cdot d(1 - d)^{k-1}$   
dove  $d = 1 - \sqrt[N]{R/V}$  è il tasso di deperimento

### ***Ammortamento a quote funzionali***

Ipotizzo di allocare le quote di ammortamento in base, ad esempio, al numero di ore (in base all'effettivo utilizzo dell'impianto).

## **2.4.2 Ammortamento economico**

È il processo di ripartizione in quote annue economicamente equivalenti al valore di investimento richiesto per l'acquisizione di un bene strumentale. Il calcolo della quota di  $A_k$  di ammortamento si effettua nel seguente modo:

$A_k = \frac{I}{PV_a(i, n)}$  dove  $PV_a(i, n)$  è il present value che vedremo nei paragrafi successivi.

È utilizzato in genere per le valutazioni economiche e si deve tener conto della quota di interessi (i), per considerare l'immobilizzo del capitale nel tempo.

## **2.5 Costo Totale Annuo e Costo Tecnico del Servizio Reso**

Operando la somma dei tre diversi tipi di costo di esercizio si perviene al *Costo Totale Annuo (CTA)*, vale a dire il totale dei costi da imputare economicamente all'anno preso in considerazione. Similmente, depurando dal Costo Totale Annuo l'ammontare complessivo degli ammortamenti di pertinenza dell'anno, si ottiene il *Costo Tecnico del Servizio Reso (CTSR)* che rappresenta invece l'effettivo esborso finanziario che bisogna sostenere per far funzionare gli impianti per un anno.

Consideriamo ora il comportamento assunto da un generica impresa in merito alla determinazione della quantità totale da produrre. Abbiamo già visto che l'obiettivo di un'azienda è quello di utilizzare i fattori di produzione in modo da conseguire il massimo profitto da essi. Se ci riferiamo ad un orizzonte temporale di breve periodo (tipicamente un anno), ciò equivale a definire un volume di produzione ottimale dipendente da due fattori:

- Reazione del mercato in termini di domanda per il prodotto
- Struttura dei costi interni dell'azienda.

Fissiamo le seguenti ipotesi a base del problema:

- ❖ Impresa monoprodotta
- ❖ Prezzo di mercato costante e prefissato
- ❖ Si ipotizza che la quantità prodotta sia completamente venduta
- ❖ Si prenda come orizzonte temporale di riferimento l'anno.

La descrizione dell'andamento generale dei costi e dei ricavi è di fondamentale importanza per la conduzione dell'azienda, perché consente di rilevare, per ogni volume di vendita, gli utili e le perdite che si possono realizzare. Cominciamo a dare qualche definizione:

- **Fatturato:** è l'ammontare dei ricavi corrispondente ad un dato volume di produzione. Detto p il prezzo di mercato e q la quantità venduta, il fatturato F sarà pari a  $F = p \cdot q$ .

- **Costo totale CT:** costo complessivo corrispondente a ciascun livello di produzione

$$CT = CF + CV + CSV \quad \text{dove} \quad CV = cv(q) \cdot q$$

D'ora in avanti non considereremo più i CSV allocandoli parte nei CV e parte nei CF.

- **Margine lordo ML:**

$$ML = F - CT = F - (CF + CV) = F - CF - CV = p \cdot q - CF - cv(q) \cdot q$$

- **Costo medio c:** è il costo unitario (cioè il costo medio di ogni unità prodotta) per ogni livello di produzione  $c = CT/q$ .

- **Costo marginale:** rappresenta, per un assegnato volume di produzione, il costo da sostenere per produrre un'unità in più.  $Cm = dCT/dq$ . Poiché  $dCT/dq = dCV/dq$ , il costo marginale cm corrisponde al costo unitario  $c_v(q)$ . Possiamo notare come il costo marginare non sia altro che il coefficiente angolare della retta tangente in ogni punto alla curva CT.

- **Ricavo marginare:** rappresenta il ricavo aggiuntivo derivante dal produrre un'unità in più.

$$rm = dF/dq = p$$

### 2.5.1 Diagramma di redditività

L'analisi Costi-Volumi-Fatturato può venire rappresentata su un diagramma (diagramma di redditività) ove in ascissa si indica il volume di produzione e in ordinata i costi ed i ricavi per periodo di tempo.

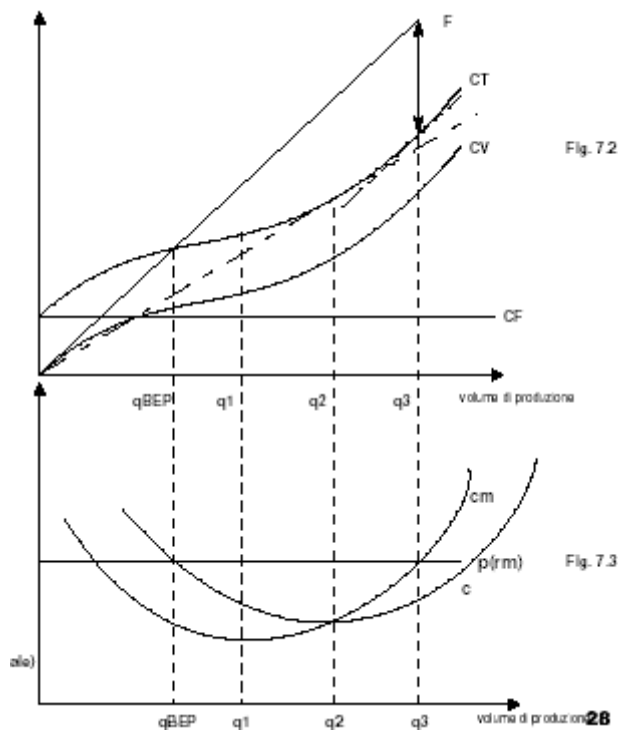


Figura 4: curva Costi-Volume-Profitto

Il diagramma di redditività è importante sia in fase progettuale per capire, dato un sistema di costi, qual'è il livello ottimale di produzione sia in fase di gestione produttiva per capire, di fronte ad una variazione dei prezzi, come si comporta il livello ottimale di produzione. Notiamo dalla Figura 4 che, all'interno della curva, sono distinguibili 4 punti principali:

- $q1$  = quantità che corrisponde al volume di *massima efficienza puntuale*. In corrispondenza di tale punto si ha il minimo della curva dei costi marginali (punto in cui si ha il minimo costo per fare un'unità in più).

- $q_2$  = quantità che corrisponde al volume per cui si ha il minimo della curva del costo medio  $c$ : è il punto di *più alta efficienza produttiva complessiva* dell'impianto. La curva dei costi marginali  $cm$  interseca quella dei costi medi  $c$  in questo punto. Si potrebbe pensare che  $q_2$  sia il volume ottimale di produzione. In realtà non è così poiché se vado oltre  $cm < rm$ , per cui ho un ulteriore profitto anche se ho minore efficienza globale.
- $q_3$  = quantità per cui si ha il *massimo margine lordo*. In corrispondenza di questo valore il ricavo marginale (pari al prezzo) eguaglia il costo marginale. Questa rappresenta la quantità ottimale da produrre. Se infatti producessi una quantità maggiore, come è possibile vedere  $cm > p$ , per cui andrei a perdere del profitto. Va sempre però tutto confrontato con i prezzi di mercato; se infatti produco  $q_3$  ed il prezzo di mercato scende, esso diventa punto di Break Even Point e non punto di massimo margine (Figura 6).
- $q_{BEP}$  = quantità in cui si verifica l'intersezione tra il fatturato e la curva dei costi totali. Questa condizione identifica il Break Even Point. Questo è il minimo volume che devo produrre, e dunque vendere, per recuperare i costi (Figura 7).

Si può osservare come le curve dei costi marginali e unitari mostrino inizialmente una tendenza a diminuire: ciò è indicativo di economie realizzate attraverso un aumento del volume produttivo.

Tali economie dipendono da una più efficiente organizzazione della produzione in corrispondenza di un incremento della stessa. Esempi di tali efficienze possono essere:

- operatori assegnati a mansioni più specifiche, con conseguente aumento del livello di specializzazione, di professionalità e, di conseguenza, anche di produttività;
- maggior coordinamento delle diverse fasi di lavorazione con conseguente diminuzione di sprechi e sovrapposizioni;
- maggiore saturazione delle macchine
- migliore rendimento delle macchine e degli impianti.

Al crescere della produzione, tuttavia, i costi marginali, dapprima, e successivamente anche i costi unitari, tendono ad aumentare. Questo poiché la capacità produttiva dell'impianto tende a saturarsi, i magazzini ed i reparti di lavoro incominciano ad essere insufficienti, diminuisce il tempo disponibile per le regolari operazioni di manutenzione, con l'effetto negativo di provocare un rapido aumento del costo totale di produzione.

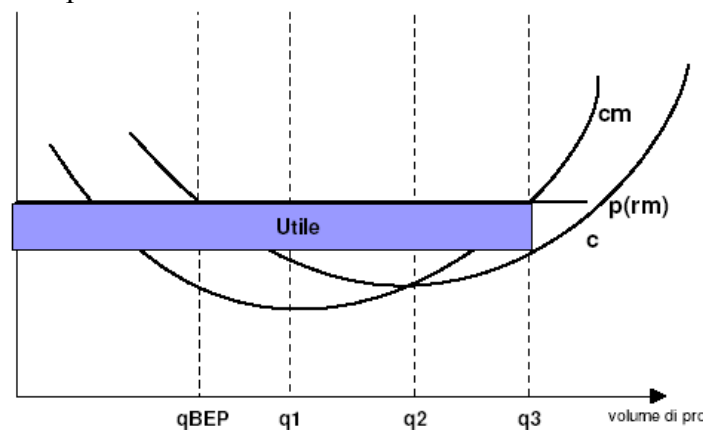


Figura 5: utile derivante dalla produzione di  $q_3$ .

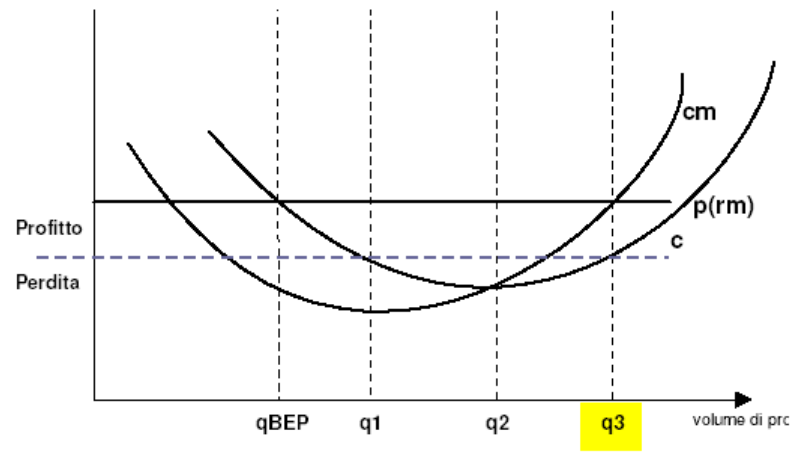


Figura 6: caso in cui il prezzo di mercato cala ma l'azienda continua a produrre q3.

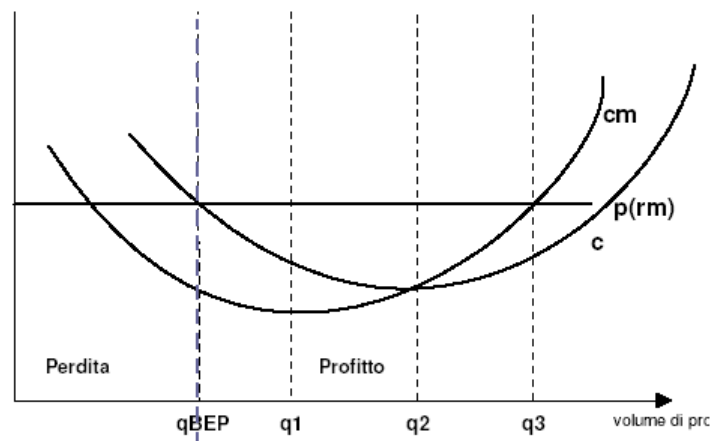


Figura 7: caso di variazione di volumi di vendita.

## 2.5.2 Margine di contribuzione

Si definisce **marginale di contribuzione totale (MCT)** la differenza tra il ricavato dalla vendita della produzione (F) ed i costi variabili per quel dato volume produttivo (CV).

$$MCT = F - CV = ML + CF \text{ poiché } ML = F - CF - CV; ML + CF = F - CV.$$

Il margine di contribuzione totale può essere interpretato come il contributo dato dal fatturato alla copertura dei costi fissi e alla formazione del margine lordo.

Si definisce **marginale di contribuzione unitario (mcu)** la differenza tra il prezzo e il costo marginale

$$mcu = p - cm$$

Nel caso in cui  $CV = cv \cdot q$ , curva lineare dei costi variabili, allora  $mcu = p - cv$

$$\left( cm = \frac{dCT}{dq} = \frac{dCV}{dq} = cv \right)$$

Il margine di contribuzione può essere utilizzato per tre applicazioni principali:

### CALCOLO DEL BEP (Break-Even-Point)

Il BEP è definito come il livello produttivo in corrispondenza del quale i costi totali di produzione coincidono con i ricavi totali. Come visto dalla curva Costi-Volumi-Profitti, il BEP è il punto in cui  $CT = F$ . Analiticamente avremo:

$$F - CV - CF = 0 \quad \text{cioè}$$

$$p \cdot q - CF - cv(q) \cdot q = 0$$

$$q_{BEP} \cdot (p - cv(q)) = CF \quad \text{da cui ottengo}$$

$$q_{BEP} = \frac{CF}{p - cv(q)} = \frac{CF}{mcu}$$

## VALUTAZIONE DELLA CONVENIENZA DI PRODUZIONI MARGINALI

Come si fa a sapere se una produzione marginale, cioè di un pezzo o di un prodotto aggiuntivo, rispetto ad un livello produttivo corrente è conveniente? Si determina il margine di contribuzione unitario, e se questo è positivo, la produzione marginale è conveniente. Per fabbricare nuovi pezzi o un nuovo prodotto si sfrutta la eventuale capacità residua dell'impianto.

## VALUTAZIONE DI CONVENIENZA DI PRODUZIONI ALTERNATIVE

In questo caso il problema è, dati due prodotti A e B che è possibile produrre, scegliere come saturare l'impianto per ottenere il margine maggiore. In generale conviene saturare l'impianto con il prodotto che ha margine di contribuzione maggiore; una volta saturato l'impianto con questo prodotto si passa a quello con margine immediatamente inferiore. Un altro caso potrebbe essere il seguente: l'impianto produce un prodotto A con una data quantità  $Q_A$  che in un certo istante non riesco più a vendere. Per valutare la convenienza nell'introduzione di un nuovo prodotto B devo valutare  $\Delta MCT_B$ . Posso anche avere il caso di scelta fra due alternative B e C e dover scegliere quale produrre; se i due prodotti utilizzano allo stesso modo le risorse di produzione allora posso ragionare sul margine di contribuzione unitario (produrrò il prodotto con mcu maggiore), mentre se i due prodotti utilizzano diverse risorse allora devo utilizzare i margini di contribuzione totali (produrrò il prodotto con MCT maggiore).

### 2.6 Costi di inefficienza

Fanno parte dei cosiddetti costi "ombra" poiché essi non corrispondono ad un vero e proprio flusso di denaro in uscita, ma piuttosto rappresentano un costo figurativo, pagato in termini di riduzione del volume produttivo e quindi di mancato reddito. I costi di inefficienza sono definiti come il mancato reddito derivante dall'inefficienza (di una macchina o di un impianto) rispetto ad uno standard prefissato (valore di targa o di progetto).

Esistono diversi metodi di calcolo dipendenti dalla particolare situazione in cui ci si trova ad operare; qui di seguito ne riportiamo alcuni:

1) **Il costo di inefficienza è pari al mancato margine di contribuzione**  $MCT = mcu * q$  (dove q fa riferimento ad una produzione mensile o giornaliera). Questa situazione corrisponde al caso in cui, a causa del guasto, non si produce, per cui si perde una parte dei ricavi, ma non si sostiene la corrispondente parte di costi variabili.

2) **Il costo di inefficienza è pari al mancato fatturato**  $F = p * q$ . Tale situazione si verifica quando, oltre a una mancata produzione vendibile, si ha spreco di materia prima; questo può avvenire a causa di errori e/o mancato controllo (si deve scartare la produzione).

3) In altri casi il costo di inefficienza è costituito dalla spesa necessaria per procurarsi da terzi, o per produrre con utilizzo di lavoro straordinario il materiale che non è ottenibile, in condizioni normali, dati i limiti di capacità produttiva conseguenti al guasto.

## 3) Criteri di investimento

### 3.1 Vita di un impianto industriale

Le imprese industriali, specialmente in quei settori dove la competitività del prodotto e la dinamicità dei mercati sono fattori importanti necessitano di tenere adeguatamente aggiornati i propri impianti di produzione, di servizio e le infrastrutture.

In particolare, è essenziale per le imprese saper mantenere nel tempo un'adeguata qualità di prodotto a costi competitivi. Diamo ora una definizione di vita di un impianto, del fenomeno ad esse associato e della causa di tale fenomeno:

- **Vita fisica:** è dovuta al deterioramento e all'usura dei macchinari; è il periodo al termine del quale l'attrezzatura non è più fisicamente in grado di fornire il servizio richiesto.

- *Vita possibile*: è il periodo al termine del quale si rende necessario la sostituzione dell'impianto a causa della possibile insufficienza sia di capacità produttiva sia di livello qualitativo del prodotto dovuti a mutate esigenze del mercato. Tale periodo può essere maggiore e minore della vita utile ma è minore della vita fisica.
- *Vita utile*: periodo al termine del quale pur essendo l'attrezzatura, dal punto di vista tecnico, ancora in grado di fornire il servizio richiesto, è economicamente conveniente la sostituzione con apparecchiature nuove e tecnicamente aggiornate, in grado di dar luogo ad un costo globale di produzione minore. Anche questo periodo è sempre inferiore alla vita fisica.
- *Anzianità*: è la causa di deterioramento fisico dell'impianto che porta alla diminuzione di reddito (a causa di oneri di manutenzione crescenti, aumento degli sfridi, peggioramento della qualità del prodotto, ecc.). È, per questo motivo, detta anche deterioramento fisico.
- *Obsolescenza*: è la causa esterna della diminuzione di reddito nell'esercizio dell'impianto, che ha origine per effetto della introduzione di nuove tecnologie che permettono di ottenere lo stesso prodotto a costi inferiori.
- *Inadeguatezza*: è l'insufficienza della capacità produttiva disponibile a far fronte all'aumento di richieste sia quantitative che qualitative dei mercati.

### 3.2 Investimenti

Con il termine investimento si intende un immobilizzo di risorse finanziarie per ricavare un reddito entro un determinato orizzonte temporale. In linea generale possiamo distinguere diverse tipologie di investimenti:

- *Investimenti di espansione dell'impianto*: essi consistono in un incremento della capacità produttiva o nell'introduzione di un nuovo prodotto ad esempio.
- *Interventi di sostituzione*: sostituzione di impianti o macchinari poiché esse risultano ormai inadeguate dal punto di vista tecnologico.
- *Interventi di razionalizzazione*: sono interventi legati al modo di produrre e che vanno a modificare il layout dell'azienda. Questi interventi esulano dallo scopo di questo corso.
- *Interventi sulla qualità o redditività indiretta*: sono quelli che riguardano il prodotto-processo e la sicurezza degli impianti ad esempio. Anche questi esulano da questo capitolo.

Per la scelta fra tipologie di investimenti è necessario stabilire l'accettabilità di un progetto rispetto a valori standard prefissati per quella categoria di investimento, bisogna confrontare progetti alternativi e stabilire una lista di priorità fra più proposte di investimento. In particolare vanno definiti:

- Lo scenario in cui inserire l'investimento.
- Gli effetti dell'investimento all'interno e all'esterno dell'azienda (ANALISI DIFFERENZIALE).
- Durata o vita utile dell'investimento.
- Tassi di interesse di riferimento.

Un problema fondamentale di analisi degli investimenti è la determinazione dei *flussi di cassa* (cash flow). Essi consistono in entrate (differenza fra ricavi di gestione e spese di esercizio correnti) e uscite (investimenti necessari per interventi sull'impianto). Di seguito sono rappresentate alcune tipologie di flussi di cassa.

Nel calcolo dei flussi di cassa, in un impianto funzionante vanno considerati solo i dati rilevanti futuri (non vanno quindi considerate le transazioni avvenute in precedenza) e differenziali (si considerano solo le variazioni). Ad esempio non si considerano i cosiddetti "costi affondati" come il costo di acquisto di una macchina che si voglia sostituire. In particolare, le voci di costo e di ricavo da considerare possono essere divise a seconda delle fasi in cui essi vengono sostenuti:

#### FASE INIZIALE

- Costo acquisto nuovo impianto
- Modifica/ampliamento altri impianti
- Attività di progettazione, avviamento

- Perdite di produzione durante l'installazione
- Costi evitati di manutenzione straordinaria
- Eventuali recuperi (in termini differenziali) dell'impianto sostituito.

#### FASE DI GESTIONE

- Aumenti ricavi (per prezzo o quantità)
- Aumento/diminuzione risorse lavoro
- Riduzione costi manutenzione
- Economie nei costi energia, approvvigionamento, materiali,...
- Economie nella tassazione (per effetto di maggiori quote di ammortamento)

#### FASE DI SMANTELLAMENTO

- Attività fisse (recupero impianto al netto delle spese di rimozione o smaltimento)
- Attività circolanti (recupero scorte legate all'investimento)

Concludendo dunque chiamo  $I_k$  gli investimenti all'anno  $k$ ,  $R_k$  i ricavi di gestione all'anno  $k$ ,  $C_k$  le spese di gestione e  $D_k = R_k - C_k$  la disponibilità di gestione relativa all'anno  $k$ .

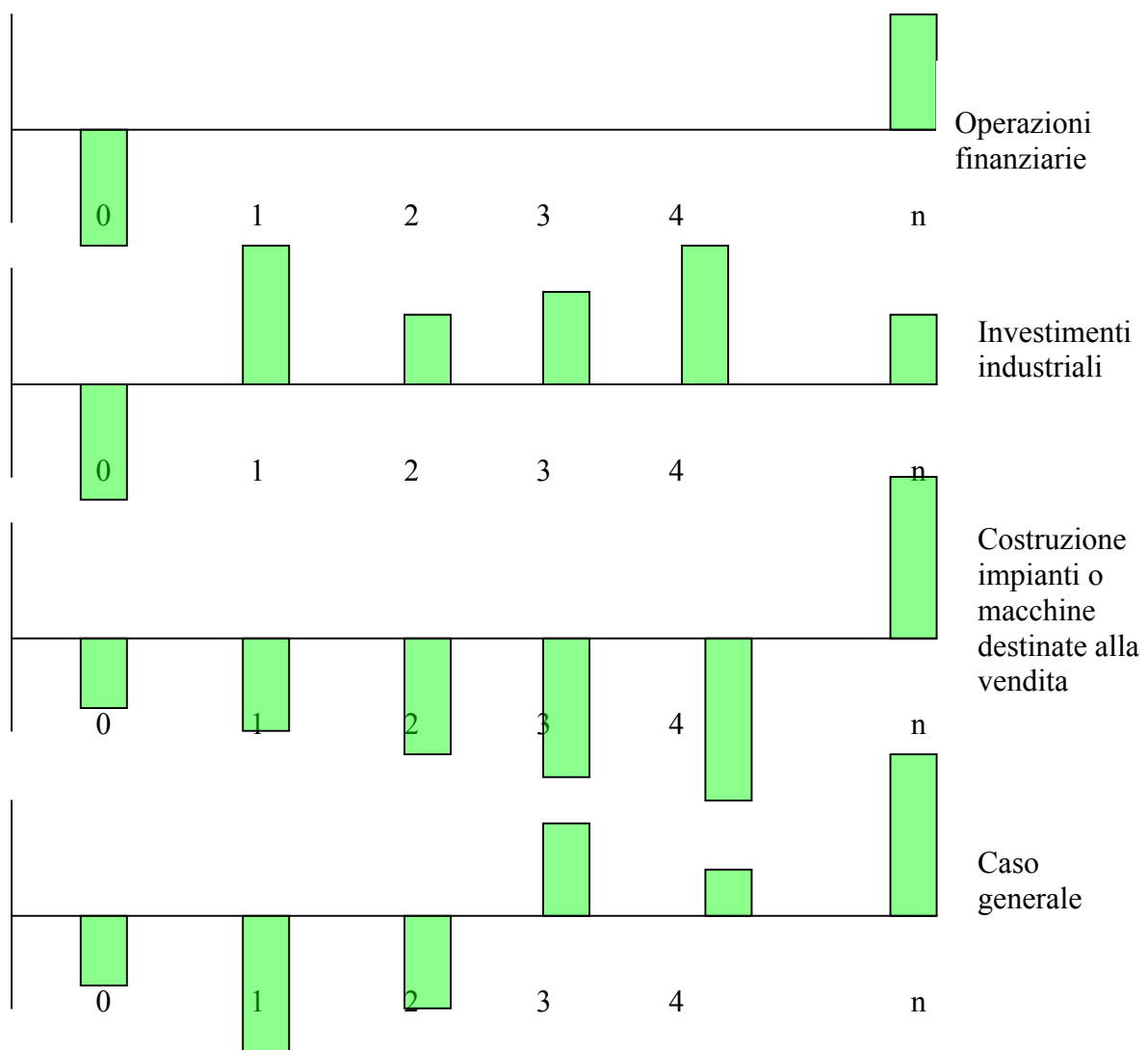


Figura 8: tipologie di flussi di cassa

### 3.2.1 Interventi di espansione

Nel caso di interventi di espansione dell'impianto, volti ad esempio ad aumentarne la capacità produttiva, si basano su diversi criteri di investimento:

1. VAN (Valore Attuale Netto).

2. TIR (Tasso di Rendimento Interno).
3. PBP (Pay Back Period – Tempo di recupero).

### **VAN (Valore Attuale Netto)**

L'idea di fondo è quello di attualizzare i beni futuri. L'idea di fondo è quella che normalmente un soggetto economico attribuisce ad un bene nel presente un valore maggiore che allo stesso bene nel futuro (un euro oggi vale più di un euro domani). Poiché nella gestione di un'impresa si hanno movimenti di somme di denaro che si manifestano in tempi diversi, queste somme non possono essere confrontate direttamente fra loro, ma devono essere rese omogenee venendo riferite tutte ad una stessa data mediante un processo di *attualizzazione*.

Le ipotesi di base di questo metodo di analisi degli impianti sono le seguenti:

- ❖ Flussi finanziari  $F_k$  per ogni anno  $k$ .
- ❖ Investimento iniziale  $I_0$ .
- ❖ Tasso annuo di attualizzazione  $i$ .
- ❖ Numero di anni  $N$

$$VAN = \sum_{k=1}^N \frac{F_k}{(1+i)^k} - I_0$$

Un investimento è conveniente se  $VAN > 0$ . Per il calcolo del tasso  $i$  si devono considerare due possibili scenari:

- a. Nel caso di investimento di capitali presi a prestito, il tasso di interesse sarà pari al costo del capitale
- b. Nel caso di investimenti di capitale proprio, il tasso di interesse  $i$  sarà pari ad un costo opportunità che è legato a modalità alternative di investimento dipendenti dall'azienda e dallo scenario esterno di riferimento.

### **TIR (Tasso di Rendimento Interno)**

Tale tasso di rendimento è definito come quel valore  $i^*$  tale che  $VAN(i^*) = 0$ . Quindi

$$VAN(TIR) = 0$$

$$\sum_{k=1}^N \frac{F_k}{(1+i)^k} = I_0$$

La soluzione viene trovata per successivi tentativi associando diversi valori di  $i^*$ .

### **PBP (Pay Back Period)**

In questa metodologia di analisi di investimenti l'obiettivo è la determinazione del tempo entro il quale un investimento produttivo viene recuperato interamente. Definiamo:

$$G_k = G_{k-1} + F_k \quad \begin{cases} G_1 = F_1 \\ G_2 = G_1 + F_2 = F_1 + F_2 \\ \dots \\ G_N = G_{N-1} + F_N = F_1 + \dots + F_N \end{cases}$$

Per trovare il numero di anni, occorre trovare il valore più grande  $G_k$  che non supera il valore  $I_0$ . Per trovare il numero di mesi e di giorni occorre risolvere la seguente proporzione:

$360 : x = (G_{k+1} - G_k) : (I_0 - G_k)$  da cui ottengo

$$x = 360 \cdot \frac{(I_0 - G_k)}{G_{k+1} - G_k}$$

### 3.2.2 Interventi di sostituzione

Di seguito si propone un metodo analitico di supporto alla decisione di sostituzione di un impianto in uso con un impianto nuovo e tecnologicamente più avanzato. Questa decisione di investimento per la sostituzione di macchinari trae origine sostanzialmente da due aspetti:

- ❖ *L'usura* a cui è soggetta la macchina a causa del suo utilizzo e che fa sì che i costi tecnici del servizio reso aumentino gradualmente con l'utilizzo della macchina stessa; in generale si assume un andamento linearmente crescente di tale valore, funzione del tasso di deterioramento dell'impianto
- ❖ *L'obsolescenza* a cui è soggetto l'impianto, indipendente dal suo utilizzo, per il solo fatto che il progresso tecnologico mette a disposizione impianti più aggiornati che sebbene possano avere un costo di acquisto superiore, comportano costi tecnici inferiori; anche questo andamento viene assunto lineare.

Si ipotizza che i due impianti abbiano la stessa capacità produttiva annua e producano prodotti qualitativamente omogenei. Date queste ipotesi, la decisione si configura come una pura sostituzione di impianto, riconducendosi alla scelta se effettuare la sostituzione quest'anno o l'anno prossimo. Infatti le due ipotesi precedentemente descritte impediscono di considerare la sostituzione dell'impianto per far fronte ad un aumento della domanda e di considerare la diversa qualità dei prodotti. Il metodo di decisione proposto si basa sul confronto tra il *costo tecnico del servizio reso (CTSR)* dell'impianto in uso e il *costo totale annuo equivalente (CTAE)* dell'impianto tecnologicamente più avanzato per l'anno considerato, assunto come "sfidante" dell'impianto in uso.

Il costo tecnico del servizio reso è definito come l'insieme dei costi da sostenere per fare produrre un impianto nell'arco di un anno. Esso è comprensivo del costo delle materie prime, energia, trasporti, manutenzione, personale (manodopera), spese generali. Il CTSR avrà un valore differente ogni anno considerato. Esso, infatti, non è costante nel tempo, poiché a causa dell'usura i costi di esercizio degli impianti tendono ad aumentare nel tempo ( $CTSR(1) < CTSR(2) < \dots < CTSR(n)$ ).

Il costo totale annuo equivalente è il costo medio annuo di riferimento da attribuire ad un'attrezzatura. Esso viene calcolato secondo la seguente formula:

$$CTAE = \frac{CI + \sum_{k=1}^N [CTSR(k) \cdot PV_{SP}(k, i)] - V_R \cdot PV_{SP}(n, i)}{PV_a(n, i)}$$

in cui:

$\frac{CI}{PV_a(n, i)}$  rappresenta la quota annua di ammortamento economico dell'impianto

$\sum_{k=1}^N [CTSR(k) \cdot PV_{SP}(k, i)]$  rappresenta il valore attuale dei costi sostenuti durante gli esercizi futuri

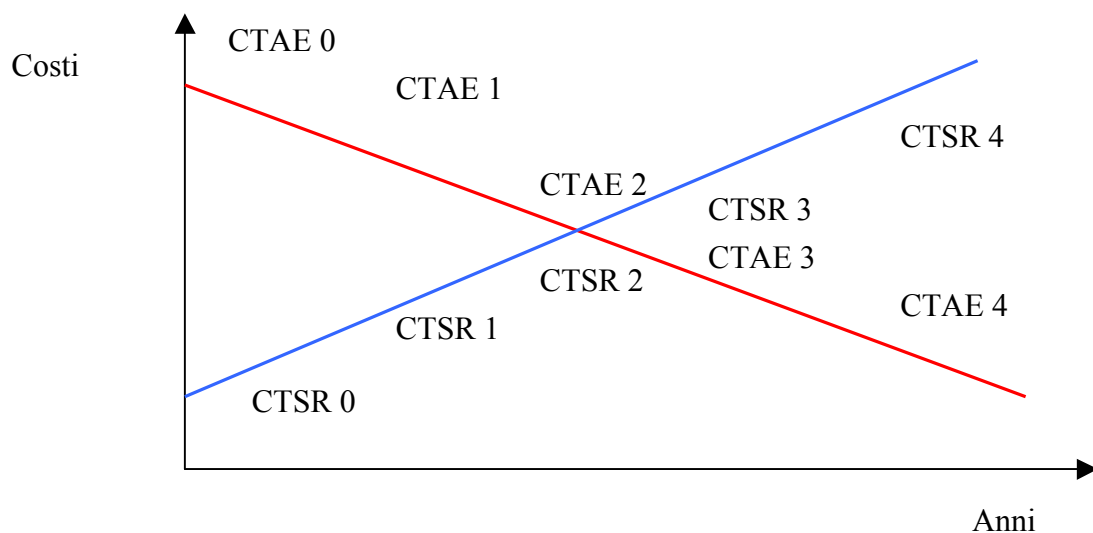
$V_R \cdot PV_{SP}(n, i)$  rappresenta il valore finale di recupero quando, alla fine, l'impianto viene smantellato.

Come si vede, il calcolo di CTAE richiede di effettuare una stima della vita utile  $N$  della nuova attrezzatura e dell'andamento dei costi tecnici CTSR durante tutta la vita utile, nonché il costo di impianto  $CI$  ed il valore di recupero finale  $V_R$ . Il valore di CTAE costituisce una sorta di costo medio annuo dell'impianto.  $PV_{SP}$  e  $PV_a$  sono il frutto del processo di attualizzazione già precedentemente spiegato nel caso di decisione di espansione di impianto. In questo caso in particolare definiamo

$PV_{SP}$  : Present Value of Single Payment  $PV_{SP} = \frac{1}{(1+i)^k}$

$PV_a$  : Present Value of Annualità  $PV_a = \sum_{k=1}^N \frac{1}{(1+i)^k}$

A questo punto si confronteranno il CTSR dell'impianto esistente con il CTAE dell'impianto nuovo. Se  $CTSR \geq CTAE$  allora è conveniente sostituire l'impianto, se non è così allora è conveniente tenere ancora, per almeno un anno, la macchina in uso e rimandare all'anno successivo la valutazione di sostituzione. La Figura 9 mostra graficamente il momento in cui è conveniente la sostituzione di un vecchio impianto. In questo grafico, tracciato a puro scopo indicativo, i valori del CTSR della macchina in uso aumentano col passare degli anni per effetto dell'usura, mentre il CTAE diminuisce perché il progresso tecnologico mette a disposizione impianti con costi di esercizio sempre più bassi.



**Figura 9: andamento del CTSR e del CTAE**

Infine, un'ultima considerazione deve essere fatta nel caso di scelta tra alternative di impianti. In questo caso si tratta di impianti o macchine che, nonostante risultino diverse tra loro (ad esempio caratterizzate da diversa tecnologia e capacità produttiva), tuttavia sono in grado di garantire la stessa funzione tecnologica. In generale, il processo decisionale che conduce alla scelta della soluzione migliore è articolato in due momenti:

#### MOMENTO TECNICO

Tale momento prende in considerazione fattori quali il volume di produzione, la qualità del prodotto, la sicurezza e l'affidabilità ed obsolescenza. Le alternative che non superano i valori di specifica fissati per i parametri tecnici vengono eliminate dal confronto.

#### MOMENTO ECONOMICO

Analisi economica delle alternative rimanenti dall'analisi tecnica. L'analisi economica viene fatta utilizzando il metodo del costo annuo totale equivalente.

Fra le alternative disponibili viene dunque scelta quella che presenta un CTAE minore, a parità di capacità tecnologica e produttiva erogata.