

MATERIALI DI ESEMPIO:
APPROFONDIMENTI
RELATIVI AL VOLUME
KRUGMAN, MICROECONOMIA

© Zanichelli editore

Le scelte di produzione di lungo periodo: isoquanti e isocosti

CARTONI ANIMATI E TECNOLOGIA

Pixar e Dreamworks sono due imprese famose per la produzione di film d'animazione caratterizzati da una raffigurazione realistica di persone, animali e scenari. Non c'è dubbio che recenti successi come *Toy Story* abbiano rappresentato un'evoluzione rispetto ai classici dell'animazione disneyana, come *Biancaneve* e *Cenerentola*.

L'animazione disneyana classica si affidava a una squadra di animatori molto numerosa. La realizzazione di questi film era un'attività ad alta intensità di lavoro: anche le più recenti animazioni tradizionali di Walt Disney, come *Hercules*, *Mulan* e *Tarzan*, hanno richiesto l'impiego di squadre composte da 500 a 800 persone, e la realizzazione di più di 100.000 disegni. Questo modello di produzione è drasticamente diverso da quello adottato per la

realizzazione di film come *Toy Story*, *A Bug's Life* – *Megaminimondo* e *Nemo*, che hanno utilizzato l'animazione computerizzata e gruppi di animatori molto più ristretti (tra 135 e 200 persone) per produrre un numero simile di disegni.

In che modo Pixar decide quale combinazione di tecnologia e animatori utilizzare per produrre il prossimo film? Nel capitolo 8 abbiamo analizzato i costi e la produttività dell'impresa nel breve periodo (cioè quando è ragionevole ipotizzare che lo stock di capitale sia fisso). In questo capitolo, elaboreremo un modello per descrivere le decisioni delle imprese riguardo alla quantità di fattori di produzione (terra, lavoro e capitale) da utilizzare nella produzione nel lungo periodo, quando tutti i fattori possono variare.

COSA APPRENDEREMO IN QUESTO CAPITOLO

- ▶ Come tracciare la funzione di produzione e la funzione di costo di lungo periodo di un'impresa
- ▶ Come usare l'analisi marginalista per trovare la combinazione ottima di capitale e lavoro
- ▶ Perché, nel determinare la combinazione ottima di fattori di produzione, i costi sono altrettanto importanti della produttività
- ▶ In che modo le variazioni dei prezzi dei fattori di produzione influenzano la scelta dell'impresa relativa alla combinazione di capitale e lavoro

■ LA PRODUZIONE NEL LUNGO PERIODO

Nel 2003 le imprese manifatturiere statunitensi hanno prodotto beni per un valore di quasi 4 miliardi di dollari, utilizzando 14 milioni di lavoratori, per un monte salari complessivo di 565 miliardi di dollari. Le stesse imprese hanno speso anche 115 miliardi di dollari nell'acquisto di beni capitali.

Sono molti i modi in cui le imprese possono combinare capitale e lavoro (e tutti gli altri fattori di produzione) per produrre beni e servizi. Alcune imprese utilizzano capitale in abbondanza: nel 2003 le imprese del settore del-

la componentistica aerospaziale (come la Boeing) hanno speso circa 2,3 miliardi di dollari in beni capitali e 23 miliardi di dollari in salari e stipendi; quelle del settore dell'abbigliamento (come Hanes) hanno speso circa 5 miliardi di dollari in salari e stipendi e solo 280 milioni di dollari nell'acquisto di beni capitali. Chiaramente le imprese di alcuni settori (come quello aerospaziale) usano proporzionalmente più capitale che lavoro, mentre le imprese di altri (come quello dell'abbigliamento) usano relativamente più lavoro che capitale. Cosa determina la quantità relativa di capitale e lavoro utilizzata da un'impresa?

In questo capitolo ampliamo l'analisi della produzione di breve periodo che abbiamo affrontato nel capitolo 8, trattando le decisioni di produzione delle imprese nel lungo periodo. Ci concentreremo dapprima sulla funzione di produzione di lungo periodo dell'impresa (rappresentata graficamente dagli isoquanti), per poi dedicarci ai costi dell'impresa (rappresentati dalla retta di isocosto); infine combineremo i due concetti per illustrare la decisione di lungo periodo dell'impresa su quanto capitale e quanto lavoro utilizzare.

Rammentiamo dal capitolo 8 che nel breve periodo almeno un fattore di produzione è fisso; nel lungo periodo, invece, tutti i fattori di produzione possono variare. Rammentiamo anche che una **funzione di produzione** è la relazione tra la quantità di fattori di produzione che l'impresa utilizza e la sua produzione in termini quantitativi. Nel breve periodo possiamo rappresentare una funzione di produzione tracciando la curva del prodotto totale (vedi figura 8.1) e la curva del **prodotto marginale** (vedi figura 8.2); ma queste curve sono tracciate nell'ipotesi che il capitale sia fisso e il lavoro sia l'unico fattore di produzione variabile. Ora dobbiamo modificare l'approccio a questa analisi, perché nel lungo periodo dobbiamo permettere sia al capitale sia al lavoro di variare.

Nel lungo periodo l'impresa deve scegliere la combinazione di capitale e lavoro. Tale combinazione potrebbe essere determinata dal tipo di prodotto. Per esempio, nel capitolo 7 abbiamo considerato un'ipotetica impresa, la Felice Tosaerba, e abbiamo ipotizzato che Felice tosasse da sé tutti i prati e potesse tosarne 7 al giorno. La sua combinazione di capitale e lavoro era data da 1 tosaerba e 1 unità di lavoro. Se Felice volesse far crescere la propria attività nel lungo periodo, potrebbe utilizzare più lavoratori e più tosaerba ma, probabilmente, continuerebbe a farlo in un rapporto uno a uno: se ci pensate, non avrebbe senso per Felice portare la sua dotazione di capitale a 4 tosaerba se avesse a disposizione solo 2 lavoratori per utilizzarli. Nel caso in cui in un dato processo di produzione non sia possibile sostituire capitale (tosaerba) a lavoro, si dice che capitale e lavoro sono **complementi**.

Nella fabbricazione di altri prodotti, capitale e lavoro possono essere **sostituti**. Consideriamo il caso di un'impresa che produce magliette in cotone: i produttori di capi di abbigliamento negli Stati Uniti tendono a operare con una elevata intensità di capitale, mentre quelli in America Cen-

trale e in Asia tendono a operare con una elevata intensità di lavoro. Nonostante nella fabbricazione di beni come le magliette in cotone le macchine siano probabilmente più produttive delle persone, ha senso utilizzare più lavoro nel processo di produzione in alcuni paesi e più capitale in altri, come gli Stati Uniti.

Perché? Due sono gli elementi che le imprese devono valutare nel definire la giusta combinazione di capitale e lavoro. Il primo è la produttività di ciascun fattore di produzione: la quantità prodotta aumenta maggiormente se si utilizza 1 unità aggiuntiva di capitale o 1 unità aggiuntiva di lavoro? Il secondo è il costo di ciascun fattore di produzione: 1 unità aggiuntiva di capitale tende ad aumentare la produzione più di 1 unità aggiuntiva di lavoro, ma una macchina tende anche a essere molto più costosa di un lavoratore, e questo vale più in paesi come la Cina, dove il costo del lavoro è molto basso, che negli Stati Uniti, dove i salari sono relativamente elevati.

In questo capitolo affronteremo entrambe le questioni. In primo luogo, prenderemo in considerazione la produttività, ampliando il concetto di produzione sviluppato nel capitolo 8, in modo da comprendere il lungo periodo, quando tutti i fattori sono variabili. Passeremo poi ai costi di produzione. Infine combineremo quel che avremo appreso della produzione e dei costi nel lungo periodo per illustrare in che modo l'impresa sceglie la combinazione di capitale e lavoro da utilizzare.

◆ Tracciare la funzione di produzione di lungo periodo

Consideriamo la Cerium, un'ipotetica impresa che produce microprocessori. Come possiamo descrivere tutte le diverse combinazioni di capitale e lavoro che la Cerium può utilizzare? Poiché vogliamo permettere sia al capitale sia al lavoro di variare, e dato che diverse combinazioni di capitale e lavoro generano diversi livelli di produzione, questa informazione può essere utilmente descritta da un grafico.

La curva che utilizziamo per descrivere questa relazione è un **isoquanto**. Un isoquanto rappresenta tutte le combinazioni di capitale e lavoro che permettono di ottenere un dato livello di produzione. L'isoquanto nella figura 1, per esempio, rappresenta tutte le combinazioni di capitale e lavoro che permettono all'impresa di produrre 15 000 microprocessori. La quantità di capitale

funzione di produzione

la relazione tra la quantità di fattori di produzione che un'impresa utilizza e la sua produzione in termini quantitativi

prodotto marginale

la quantità aggiuntiva prodotta utilizzando una unità aggiuntiva di un dato fattore di produzione

complementi

i fattori di produzione che devono essere usati in proporzione fissa nel processo di produzione

sostituti

i fattori di produzione che un'impresa può usare scambievolmente nel processo di produzione

isoquanto

una curva di livello che mostra tutte le combinazioni di due fattori di produzione che generano la stessa quantità di prodotto

che l'impresa può usare è misurata sull'asse delle ascisse, quella di lavoro sull'asse delle ordinate.

Possiamo verificare che l'impresa può ricorrere a diverse combinazioni di capitale e lavoro per attingere al livello di produzione di 15 000 microprocessori: la Cerium può raggiungere tale livello di produzione giornaliera utilizzando 66 lavoratori e 2 macchine (punto *A*), ma anche 28 lavoratori e 4 macchine (punto *B*), o 13 lavoratori e 8 macchine (punto *C*).

Possiamo tracciare un isoquante per qualsiasi livello di produzione. La figura 2 mostra tre isoquanti, corrispondenti ai livelli di produzione di 10 000, 15 000 e 20 000 microprocessori al giorno. Quanto più ci si sposta verso l'alto (o verso destra), tanto più elevato è il livello di produzione raggiunto dall'impresa. Questo è ragionevole, dal momento che in corrispondenza di un isoquante più elevato la Cerium utilizza una quantità di fattori maggiore che sull'isoquante più basso e, perciò, dovrebbe essere in grado di produrre una maggiore quantità di microprocessori. Per esempio, se la Cerium utilizza 45 lavoratori e 4 macchine può produrre 20 000 microprocessori al giorno (punto *E*).

Gli isoquanti contengono molte informazioni sul processo di produzione della Cerium. Ci permettono di tracciare in un piano cartesiano tutte le possibili combinazioni di capitale e lavoro che l'impresa può utilizzare per realizzare uno specifico livello di produzione; e ci permettono di sapere in quale misura l'impresa deve aumentare l'utilizzo di capitale e lavoro per generare un livello di produzione più elevato. Si tenga pre-

sente che le imprese adottano processi produttivi diversi e che, perciò, la forma degli isoquanti varia da un'impresa all'altra. In ogni caso, però, ci sono alcune caratteristiche comuni a tutti gli isoquanti, che esamineremo nel paragrafo seguente.

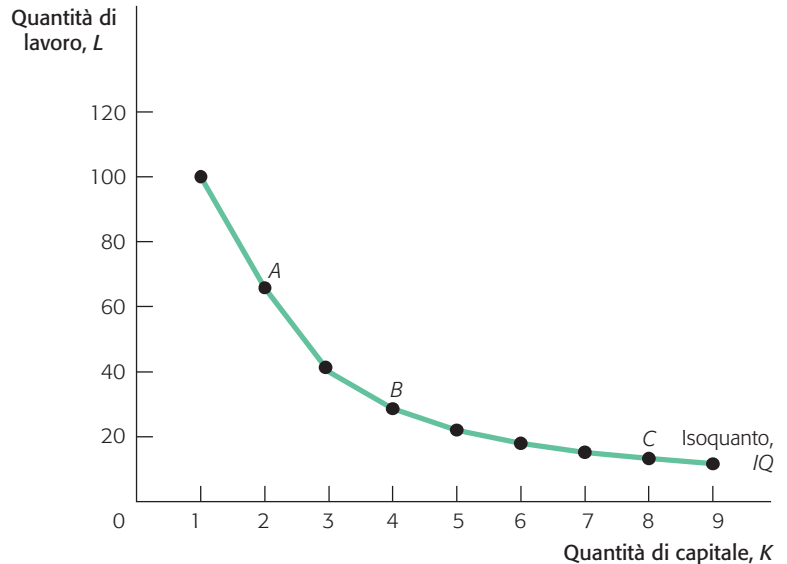


Figura 1
Un isoquante

Un isoquante è una curva lungo la quale il livello di produzione dell'impresa è costante. In questo grafico mostriamo un isoquante dell'impresa Cerium, che corrisponde a 15 000 microprocessori. L'impresa può usare diverse combinazioni di capitale e lavoro per attingere a questo livello di produzione. La combinazione *A*, costituita da 66 lavoratori e 2 macchine, genera lo stesso livello di produzione della combinazione *B*, costituita da 28 lavoratori e 4 macchine, e della combinazione *C*, costituita da 13 lavoratori e 8 macchine.

Combinazione	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>Q</i>
<i>A</i>	2	65	15 000
<i>B</i>	4	30	15 000
<i>C</i>	8	13	15 000
<i>D</i>	3	20	10 000
<i>E</i>	4	45	20 000

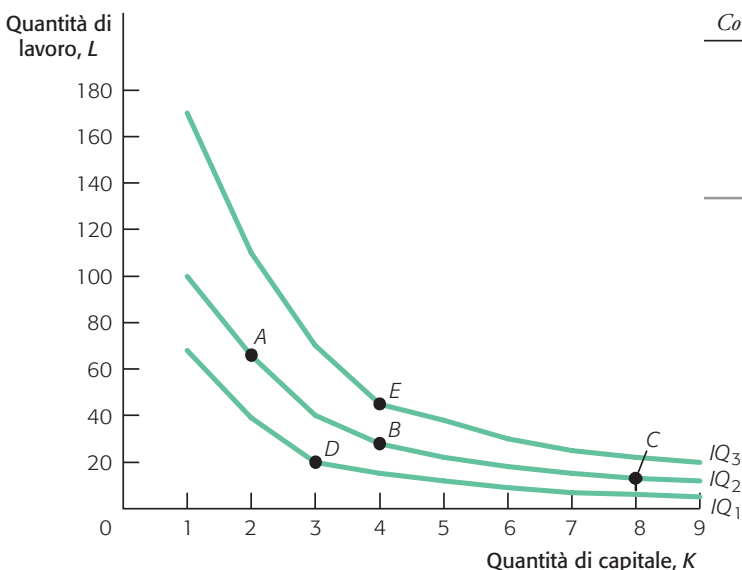
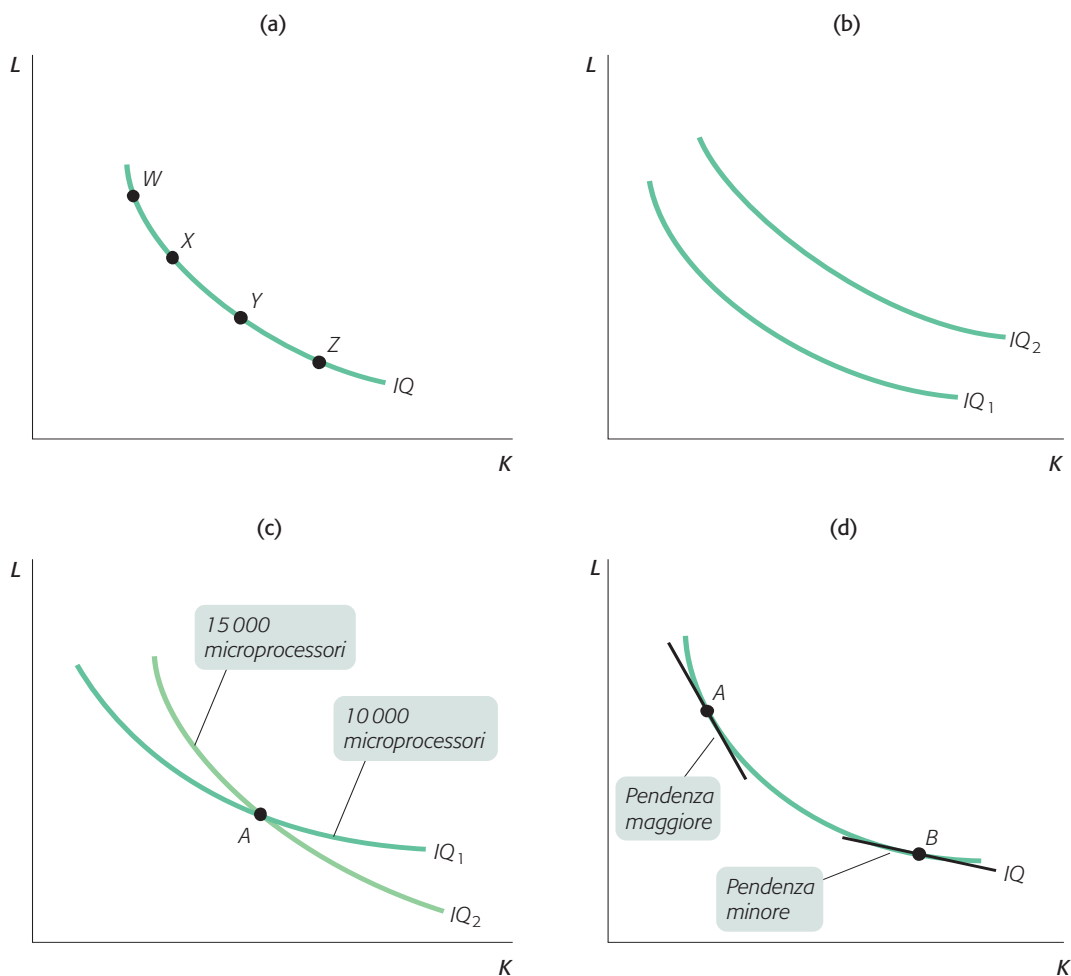


Figura 2
Una mappa di isoquanti

La funzione di produzione di lungo periodo di un'impresa può essere rappresentata da una molteplicità di isoquanti, ciascuno corrispondente a un diverso livello di produzione. In questo grafico la combinazione *D* (20 lavoratori e 3 macchine) giace sull'isoquante 1, che corrisponde a una produzione totale di 10 000 microprocessori. Come nella figura 1, le combinazioni *A*, *B* e *C* giacciono sull'isoquante 2, che rappresenta una produzione giornaliera di 15 000 microprocessori. La combinazione *E* (45 lavoratori e 4 macchine) si trova invece sull'isoquante 3, corrispondente a una produzione totale di 20 000 microprocessori.

Figura 3 Le proprietà degli isoquanti

Le quattro parti della figura rappresentano le proprietà generali degli isoquanti. La parte (a) mostra che gli isoquanti hanno pendenza negativa. Muovendosi verso il basso lungo la curva dal punto *W* al punto *Z*, l'impiego di capitale aumenta e quello di lavoro diminuisce, in modo da mantenere la produzione a un livello costante. La parte (b) mostra che gli isoquanti più lontani dall'origine degli assi sono associati a un livello di produzione più elevato. La parte (c) mostra che gli isoquanti non possono intersecarsi. Se così fosse, il punto *A* sarebbe associato a due diversi livelli di produzione, uno di 10 000 e uno di 15 000 microprocessori. Infine, la parte (d) mostra un isoquante convesso. La pendenza dell'isoquante diminuisce muovendosi verso il basso lungo la curva, a causa del saggio marginale di sostituzione tecnica decrescente.



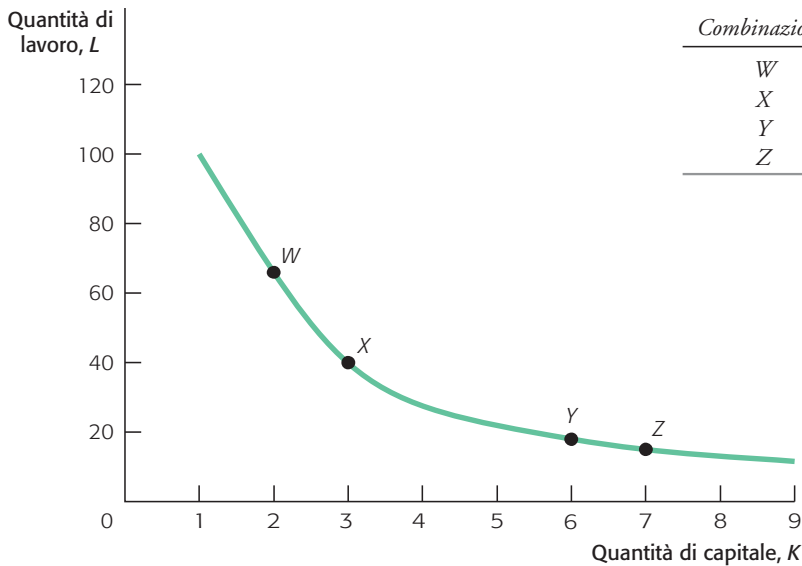
Le proprietà degli isoquanti La forma degli isoquanti di un'impresa dipende dalla sua funzione di produzione; pertanto è molto improbabile che due imprese abbiano isoquanti assolutamente identici. Ma imprese che producono beni o servizi simili hanno probabilmente isoquanti con una forma simile.

Ma, per quanto la forma degli isoquanti vari da un prodotto all'altro, tali curve sono caratterizzate da alcune proprietà comuni, descritte graficamente nella figura 3.

- Tutti gli isoquanti hanno pendenza negativa: si rammenti che la produzione è costante lungo tutto l'isoquante e che, perciò, se l'impresa riduce la quantità di lavoro, deve necessariamente aumentare la quantità di capitale per poter mantenere inalterato il livello di produzione.
- Quanto più un isoquante è lontano dall'origine degli assi cartesiani, tanto maggiore è il livello di produzione a esso associato: se un'im-

presa usa con efficienza una quantità maggiore di entrambi i fattori di produzione, deve essere in grado di produrre una quantità maggiore di beni o servizi. Questo è facilmente rilevabile in un grafico come quello rappresentato nella figura 2.

- Gli isoquanti non si intersecano mai. Ogni isoquante rappresenta le possibili combinazioni di capitale e lavoro che permettono di generare un dato livello di produzione: se due isoquanti si intersecassero, come mostrato nella figura 3(c), allora una stessa combinazione di capitale e lavoro permetterebbe di generare due diversi livelli di produzione, e questo non è ragionevole.
- La forma degli isoquanti illustra la relazione tra capitale e lavoro nel processo di produzione dell'impresa. Generalmente le curve hanno forma convessa, ovvero inarcata verso l'origine degli assi. La pendenza dell'isoquante cambia muovendosi lungo la curva: a sinistra,

**Figura 4****La pendenza variabile di un isoquante**

L'isoquante ha pendenza negativa ed è convessa. Muovendosi verso il basso lungo l'isoquante, la Cerium usa meno lavoro e più capitale per produrre 15 000 microprocessori. Muovendosi da W a X, aumenta il capitale di 1 unità e riduce il lavoro di 26 unità. Aumentando l'uso di capitale nel processo di produzione, diventa sempre più difficile per la Cerium ridurre la quantità di lavoro impiegata e mantenere la produzione a 15 000 unità. Tra le combinazioni Y e Z, a fronte di un aumento unitario della quantità di capitale, il lavoro diminuisce solo di 3 unità.

in prossimità dell'asse delle ordinate, la curva ha una pendenza elevata, che diminuisce progressivamente procedendo verso destra lungo la curva. La ragione di tale variazione è che i fattori di produzione hanno rendimenti decrescenti. Quest'ultima proprietà è importante per capire le decisioni dell'impresa riguardo all'uso dei fattori e per tracciare gli isoquanti.

◆ **Gli isoquanti e il processo di produzione**

Rammentate dal capitolo 8 che all'aumentare della quantità di un fattore, tenendo fissi gli altri, il prodotto marginale del fattore stesso diminuisce. In questo caso partiamo da una combinazione di fattori di produzione caratterizzata da una elevata quantità di lavoro e una bassa quantità di capitale. Spostandoci lungo l'isoquante, da sinistra verso destra, diminuiamo la quantità di lavoro utilizzata e aumentiamo quella di capitale. Quanto meno lavoro viene utilizzato, tanto più aumenta il prodotto marginale del lavoro (la quantità aggiuntiva di prodotto che si ottiene utilizzando 1 unità addizionale di lavoro); e quanto più capitale viene utilizzato, tanto più diminuisce il prodotto marginale del capitale (la quantità aggiuntiva di prodotto che si ottiene utilizzando 1 unità addizionale di capitale in più). Ciò è mostrato nella figura 4.

L'isoquante nella figura 4 rappresenta le diverse combinazioni di capitale e lavoro necessarie per produrre 15 000 microprocessori. Nel punto W la Cerium usa 2 macchine e 66 lavoratori;

nel punto X rispettivamente 3 e 40: questo significa che se la Cerium utilizza una macchina in più, può ridurre la forza lavoro di 26 unità. Il rapporto di sostituzione è di 26 a 1.

Chiaramente questo rapporto varia muovendosi lungo la curva da sinistra verso destra. Nel punto Y l'impresa usa 6 macchine e 18 lavoratori per produrre 15 000 microprocessori. La stessa quantità di prodotto può essere ottenuta nel punto Z, con 7 macchine e 15 lavoratori: questo significa che una macchina può sostituire solo 3 lavoratori e il rapporto di sostituzione (3 a 1) è sensibilmente inferiore a quello rilevato all'estremità sinistra dell'isoquante.

La pendenza (cioè il rapporto tra il dislivello e la distanza) tra W e X è -26 , e diminuisce a -3 tra Y e Z; ciò indica che la pendenza (che corrisponde alla capacità dell'impresa di sostituire macchine a lavoratori) diminuisce in valore assoluto spostandosi lungo la curva, da sinistra a destra.

Perché? Per spiegarlo, possiamo ricorrere alla matematica, ma proviamo prima a verificarlo intuitivamente. Se l'impresa si trova nel punto W, utilizza molto lavoro (65 lavoratori) e poco capitale (2 macchine). Il concetto di rendimenti decrescenti ci rammenta che, se si usa più lavoro, data una quantità fissa di capitale, il prodotto marginale del lavoro diminuisce. Con 66 lavoratori e solo 2 macchine è probabile che alcuni lavoratori siano poco produttivi: se l'impresa aumenta il numero di macchine di 1 unità, è molto probabile che possa sostituire con questa una grande quantità di lavoro che in precedenza veniva eseguito manualmente; questo significa che i rimanenti lavoratori hanno una produttività

maggiore. L'impresa, dunque, è in grado di sostituire molto lavoro (26 unità) con solo una macchina.

Muovendosi verso sinistra lungo l'isoquante, però, diventa sempre più difficile sostituire il lavoro con le macchine e mantenere il medesimo livello di produzione. Come minimo ci aspettiamo che all'impresa occorra un numero minimo di lavoratori per controllare le macchine, provvedere alla loro manutenzione e svolgere altre mansioni: questi lavoratori non possono essere facilmente sostituiti da altro capitale. Possiamo riscontrare questo fatto muovendoci dal punto Y al punto Z: qui l'apporto di una macchina addizionale permette all'impresa di sostituire solo 3 lavoratori. Si rammenti che quanto più diminuisce il numero di lavoratori, tanto più aumenta la produttività di ciascun lavoratore, dato che il primo a essere sostituito è quello meno produttivo. Allo stesso tempo l'impresa aggiunge nuove macchine, facendo diminuire il prodotto marginale del capitale.

Affrontiamo ora il medesimo concetto ricorrendo a semplici strumenti matematici. Spostandosi lungo l'isoquante da sinistra a destra, l'impresa aumenta la quantità di capitale e diminuisce la quantità di lavoro. Questo ha due effetti contrastanti sul livello di produzione: aumentando il capitale, la quantità di prodotto tende ad aumentare; riducendo il lavoro, la quantità di prodotto tende a diminuire. Dato che lungo un isoquante il livello di produzione è costante, i due effetti si devono compensare perfettamente:

$$\text{Variazione della produzione dovuta all'aumento del capitale} + \text{Variazione della produzione dovuta alla diminuzione del lavoro} = 0 \quad (1)$$

Riordinando i termini si ottiene:

$$-\text{Variazione della produzione dovuta alla diminuzione del lavoro} = \text{Variazione della produzione dovuta all'aumento del capitale} \quad (2)$$

La variazione della produzione dovuta all'aumento del capitale è data dal prodotto della variazione della quantità di capitale per il prodotto marginale del capitale; analogamente, la variazione della produzione dovuta alla diminuzione del lavoro è data dal prodotto della variazione della quantità di lavoro per il prodotto marginale del lavoro.

Le equazioni che descrivono questo concetto sono le seguenti:

$$\text{Variazione della produzione dovuta a una variazione del capitale} = P'_K \times \Delta K \quad (3)$$

$$\text{Variazione della produzione dovuta a una variazione del lavoro} = P'_L \times \Delta L \quad (4)$$

Così, possiamo riscrivere l'equazione 2 come:

$$-P'_L \times \Delta L = P'_K \times \Delta K \quad (5)$$

Si noti il segno meno davanti al membro sinistro dell'equazione 2. Questo perché, muovendosi verso sinistra lungo l'isoquante, l'impresa riduce la quantità di lavoro e, in conseguenza, tende a ridurre il livello di produzione.

Cosa ci dice l'equazione 5 a proposito della pendenza dell'isoquante? Dato che la pendenza di un segmento è data dal rapporto tra il dislivello e la distanza dei due estremi, possiamo riordinare i termini dell'equazione 5 per ottenere la variazione del lavoro (dislivello) e dividerla per la variazione del capitale (distanza). Per farlo, dividiamo entrambi i membri dell'equazione per P'_K , e poi li dividiamo ancora per ΔL . Otteniamo così la pendenza dell'isoquante:

$$-\frac{\Delta L}{\Delta K} = \frac{P'_K}{P'_L} \quad (6)$$

L'equazione 6 ci dice che la pendenza dell'isoquante è pari al rapporto tra il prodotto marginale dei due fattori di produzione. Come visto in precedenza, l'isoquante è una curva: la pendenza cambia continuamente lungo la curva perché il prodotto marginale dei due fattori cambia continuamente. Si noti anche che la pendenza è negativa. Sappiamo che, se ci muoviamo lungo l'isoquante da sinistra a destra, aumentiamo la quantità di capitale e diminuiamo quella di lavoro: ciò significa che la variazione del lavoro (numeratore) è negativa e quella del capitale (denominatore) è positiva. Il rapporto tra le due quantità, quindi, ha segno meno.

Il termine economico che identifica il rapporto tra il prodotto marginale del capitale e il prodotto marginale del lavoro è **saggio marginale di sostituzione tecnica**, *SMST*. Questo rapporto indica in quale misura l'impresa è in grado di sostituire capitale a lavoro lungo un isoquante. Sappiamo che la pendenza dell'isoquante diminuisce se ci spostiamo da sinistra a destra lungo la curva: questa variazione riflette un saggio marginale di sostituzione tecnica decrescente.

Generalmente la misura in cui l'impresa è in grado di sostituire capitale a lavoro diminuisce all'aumentare del capitale impiegato: per livelli relativamente elevati di lavoro, e corrispondenti livelli relativamente bassi di capitale, l'impresa può facilmente sostituire lavoratori con macchine; ma se la quantità di macchine già utilizzata è

saggio marginale di sostituzione tecnica (SMST)

il rapporto tra il prodotto marginale del capitale e il prodotto marginale del lavoro

relativamente elevata, l'impresa ha maggiori difficoltà nel sostituire i pochi lavoratori rimasti con altri macchinari.

In conseguenza, la forma di un isoquante dipende dalla facilità con cui l'impresa può sostituire lavoro con capitale: chiaramente, se l'impresa può farlo facilmente, la forma dell'isoquante è molto diversa dal caso in cui può farlo solo con grande difficoltà. Questo concetto può essere facilmente spiegato ricorrendo all'analisi di due casi estremi.

Complementi perfetti Torniamo all'esempio della Felice Tosaerba. Felice può aumentare il numero di prati che tosa ogni giorno se assume un maggior numero di lavoratori, ma solo se ogni nuovo lavoratore è dotato di un proprio tosaerba. Questo significa che per Felice lavoro e capitale sono complementi perfetti: se dispone di 7 lavoratori e di un solo tosaerba, è poco probabile che possa aumentare il numero di prati tosati ogni giorno. Quindi i suoi isoquanti formano un angolo retto (figura 5).

Come si nota nel grafico, aumentare il numero di lavoratori senza aumentare in modo corrispondente il numero di tosaerba non ha alcun effetto sulla quantità prodotta; lo stesso accade se si aumenta il numero di tosaerba senza aumentare il numero di lavoratori. L'unico modo in cui Felice può attingere a un isoquante più elevato è aumentando sia la quantità di lavoratori sia quella di tosaerba nella stessa misura e nello stesso tempo. Un processo di produzione di questo tipo è chiamato anche **produzione a proporzioni fisse**, poiché in questa condizione capitale e lavoro devono essere utilizzati in un rapporto costante.

Sostituti perfetti All'estremo opposto, in alcuni processi produttivi capitale e lavoro possono essere sostituiti perfetti. Anziché a capitale e lavoro, che non sono quasi mai sostituiti perfetti, pensiamo a due tipi diversi di materie prime da usare in un processo produttivo. Lucia gestisce una pasticceria specializzata in torte; per produrre ogni torta deve utilizzare 4 uova; Lucia può scegliere tra uova con il guscio bianco e uova con il guscio scuro (o può usare una combinazione delle due). Il suo isoquante per uova bianche e uova scure è rappresentato nella figura 6.

Come si nota, gli isoquanti di Lucia sono rettilinei: Lucia può produrre 1 torta con 4 uova bianche, con 4 uova scure, con 2 uova bianche e 2 scure o con qualsiasi altra combinazione di uova bianche e scure che dia per totale 4. Sappiamo, dalle proprietà degli isoquanti, che la pendenza dell'isoquante è pari al saggio marginale di sostituzione tecnica.

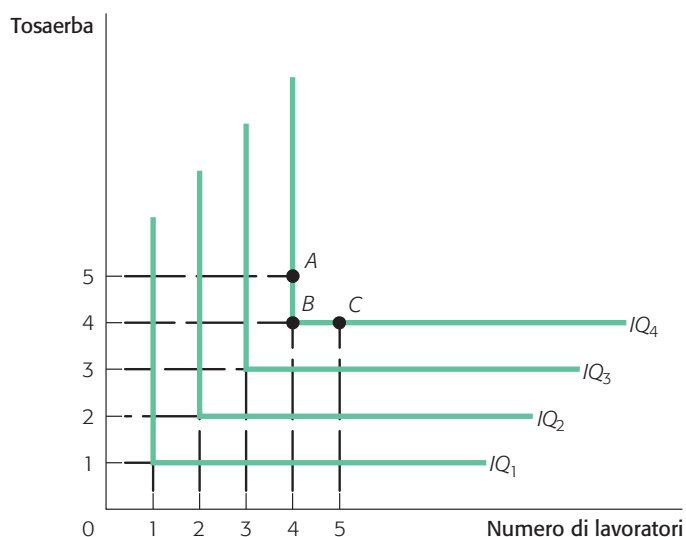


Figura 5
Complementi perfetti

Se i fattori di produzione di un processo produttivo sono complementi perfetti, devono essere usati in proporzioni fisse, e gli isoquanti formano un angolo retto. In questo caso, se desidera aumentare la sua produzione (il numero di prati tosati), Felice deve assumere un maggior numero di lavoratori e incrementare nel contempo la quantità di capitale (tosaerba). Aumentando il lavoro senza aumentare i tosaerba (punto A), Felice può solo tosare un numero di prati pari a quello originario (punto B). Analogamente, aumentando i tosaerba senza aumentare il numero di lavoratori, Felice continua a tosare il medesimo numero di prati (punto C).

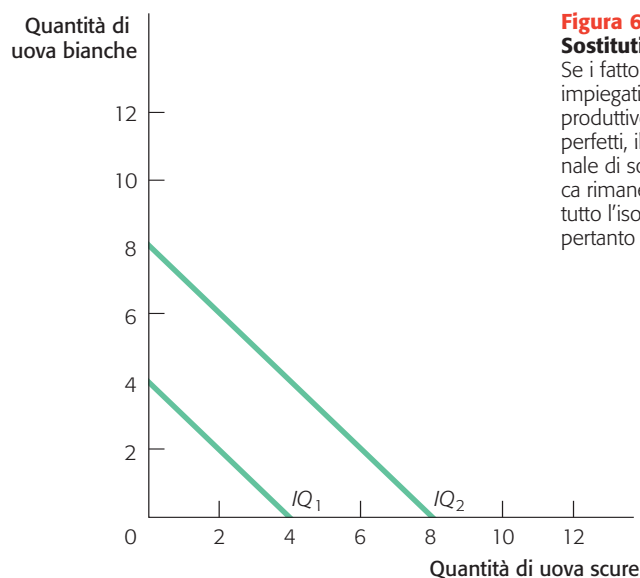


Figura 6
Sostituti perfetti

Se i fattori di produzione impiegati nel processo produttivo sono sostituiti perfetti, il saggio marginale di sostituzione tecnica rimane costante lungo tutto l'isoquante, che è pertanto una linea retta.

Nella maggior parte dei processi produttivi l'isoquante è convessa, perché il saggio marginale di sostituzione tecnica diminuisce muovendosi da sinistra a destra lungo la curva. Nel caso di Lucia, invece, il saggio marginale di sostituzione tecnica è costante: Lucia può sostituire uova bianche a uova scure in un rapporto 1

produzione a proporzioni fisse

un processo di produzione in cui i fattori di produzione devono essere impiegati in un rapporto predeterminato e non sono sostituibili tra loro

a 1, dato che entrambi i fattori sono ugualmente adatti a essere usati nel processo di produzione.

Questo esempio dimostra che la forma dell'isoquanto è determinata dal grado di sostituibilità tra i due fattori di produzione considerati: l'isoquanto è tanto più convesso quanto più capitale e lavoro, nel processo di produzione specifico, sono complementari, e tanto meno convesso quanto più capitale e lavoro sono sostituiti.

La pendenza dell'isoquanto è pari al $SMST$, che diminuisce spostandosi da sinistra a destra lungo l'isoquanto, dato che l'impresa ha una capacità progressivamente decrescente di sostituire capitale a lavoro quanto più capitale e quanto

meno lavoro usa in termini relativi (infatti, è probabile che capitale e lavoro non siano ugualmente adatti a soddisfare le esigenze del processo di produzione). In conseguenza, gli isoquanti sono inarcati verso l'origine degli assi, a riflettere il fatto che l'impresa può sostituire capitale a lavoro con crescente difficoltà all'aumentare della quantità di capitale utilizzato.

Se capitale e lavoro fossero egualmente adatti a soddisfare le esigenze del processo di produzione, l'impresa potrebbe facilmente sostituire un fattore all'altro e il $SMST$ non diminuirebbe muovendosi lungo l'isoquanto, che avrebbe la forma di una linea retta.

L'ECONOMIA IN AZIONE

Oltre il capitale e il lavoro: problemi infrastrutturali e outsourcing

Le decisioni dell'impresa relative ai fattori di produzione non riguardano solo i fattori capitale e lavoro. Per realizzare il proprio prodotto, l'impresa deve disporre anche di adeguate infrastrutture.

Si definiscono infrastrutture tutti servizi di base, come l'energia elettrica, la rete stradale e gli aeroporti. L'India ha un settore di lavorazioni per conto terzi, che si avvale prevalentemente di manodopera semispecializzata disponibile a un costo inferiore rispetto agli Stati Uniti o all'Europa, con un giro d'affari da 17 miliardi di dollari all'anno. Ma, diversamente dai paesi occidentali, l'India non ha investito molto in infrastrutture, e questo aumenta il costo che devono sostenere le imprese che desiderano esternalizzare la produzione in India.

Alcune di queste imprese hanno pensato di risolvere il problema delle carenze infrastrutturali concentrando le proprie attività in una specie di «campus» che contiene fabbriche, uffici e servizi per i dipendenti, oltre a generatori di corrente autogeni, per compensare eventuali guasti alle linee principali; altre hanno una propria flotta di veicoli per trasportare i dipendenti sul luogo di lavoro, al fine di ovviare alla carenza dei trasporti pubblici.

Tutte queste strategie tese a ridurre il problema della mancanza di infrastrutture adeguate rappresentano un costo addizionale per l'impresa, oltre a capitale e lavoro. In alcuni casi tale costo può arrivare ad annullare il risparmio garantito dal minor costo del lavoro, rendendo altri paesi più attraenti dell'India per la delocalizzazione degli impianti produttivi.

RIPASSO RAPIDO

- La *funzione di produzione* di lungo periodo di un'impresa può essere rappresentata graficamente dagli *isoquanti*, che mostrano le diverse combinazioni di capitale e lavoro che possono essere usate per attingere a un particolare livello di produzione.
- La pendenza di un isoquanto è data dal *saggio marginale di sostituzione tecnica* di un'impresa, cioè dalla sua capacità di sostituire capitale a lavoro nel processo di produzione.
- In casi estremi, se capitale e lavoro sono sostituiti perfetti, gli isoquanti sono rettilinei; se non possono essere sostituiti affatto, sono considerati complementi perfetti e gli isoquanti formano un angolo retto.

VERIFICATE IL VOSTRO APPRENDIMENTO

1

1. La Western Jeans Company produce jeans utilizzando macchine che tagliano e cuciono la stoffa, e lavoratori che gestiscono le macchine, e rifiniscono, controllano e confezionano i capi finiti. L'impresa può produrre 500 paia di jeans al giorno con le combinazioni di capitale e lavoro riportate nella tabella annessa.
 - (a) Qual è il saggio marginale di sostituzione tecnica ($SMST$) del capitale al lavoro tra i punti A e B ?
 - (b) Qual è il $SMST$ del capitale al lavoro tra i punti D ed E ?
 - (c) Spiegate la ragione per cui il $SMST$ varia lungo la curva.

Combinazione	Capitale	Lavoro
A	1	40
B	2	25
C	3	18
D	4	13
E	5	10

2. Spiegate perché gli isoquanti diventano meno ripidi (meno inarcati verso l'origine degli assi cartesiani) se i fattori di produzione sono più facilmente sostituibili l'uno all'altro nel processo di produzione.

■ COSTI TOTALI E RETTE DI ISOCOSTO

Nel capitolo 8 abbiamo analizzato il breve periodo, definendolo come l'intervallo temporale in cui le imprese devono affrontare i costi sia fissi sia variabili. In questo capitolo prendiamo in considerazione le decisioni di produzione di lungo periodo, quando tutti i costi sono variabili: come abbiamo appreso, possono variare sia il capitale sia il lavoro.

Quando un'impresa valuta la combinazione ottima di capitale e lavoro da impiegare nel processo produttivo, deve considerare sia la produttività del capitale e del lavoro sia i rispettivi costi: per quanto la produzione giornaliera di una macchina possa essere maggiore di quella di un lavoratore, è anche probabile che la macchina sia molto più costosa del lavoro; in conseguenza, oltre alla produttività l'impresa deve stabilire il costo di ogni fattore, per poter valutare il proprio costo totale.

Il prezzo del lavoro è indicato da W , il saggio salariale, ovvero l'ammontare corrisposto a un lavoratore per un'ora di lavoro. Il prezzo del capitale è indicato da R , il saggio di locazione, che rappresenta il costo implicito o esplicito di usare una unità di capitale per un dato periodo di tempo (si veda, in proposito, il capitolo 12, p. 260). Se consideriamo solo capitale e lavoro (ignorando tutti gli altri fattori di produzione), possiamo rappresentare i costi di un'impresa con l'equazione:

$$WL + RK = CT \quad (7)$$

dove WL (il saggio salariale moltiplicato per il numero dei lavoratori) rappresenta l'ammontare totale che l'impresa spende nel lavoro, e RK (il saggio di locazione moltiplicato per la quantità di capitale) l'ammontare totale che spende nel capitale.

Torniamo all'esempio della Cerium, la nostra ipotetica impresa che produce microproces-

sori. Supponiamo che l'impresa abbia un obiettivo di costo totale di 7000 euro al giorno, cioè che non voglia spendere più di tale cifra nell'utilizzo di capitale e lavoro. Se i lavoratori sono pagati 12,50 euro all'ora e lavorano 8 ore al giorno, il salario giornaliero è di 100 euro per unità di lavoro. Supponiamo anche che il saggio di locazione del capitale sia di 1000 euro al giorno per ogni macchina utilizzata. La funzione di costo totale della Cerium può così essere espressa dall'equazione:

$$100L + 1000K = 7000 \quad (8)$$

Se volessimo integrare questa informazione nel nostro grafico dell'isoquante, dovremmo riordinare i termini dell'equazione 8 in modo da misurare il lavoro in ordinata e il capitale in ascissa. Procediamo a effettuare questa operazione, prima nel caso generale descritto dall'equazione 7, poi nell'esempio che abbiamo formulato. Cominciamo spostando la spesa per l'utilizzo di capitale nel membro destro dell'equazione:

$$WL = CT - RK \quad (9)$$

Poi dividiamo per il saggio di salario:

$$L = \frac{CT}{W} - \frac{R}{W}K \quad (10)$$

Nel caso della Cerium l'equazione può essere scritta come:

$$L = \frac{7000}{100} - \frac{1000}{100}K = 70 - 10K \quad (11)$$

Questa relazione può essere tracciata graficamente come mostrato nella figura 7. La curva è la **retta di isocosto** della Cerium: il luogo geometrico delle possibili combinazioni di capitale e lavoro che l'impresa può utilizzare a un dato livello di costo (in questo caso, i 7000 euro che abbiamo ipotizzato rappresentino il massimo livello di spesa accettabile per l'impresa).

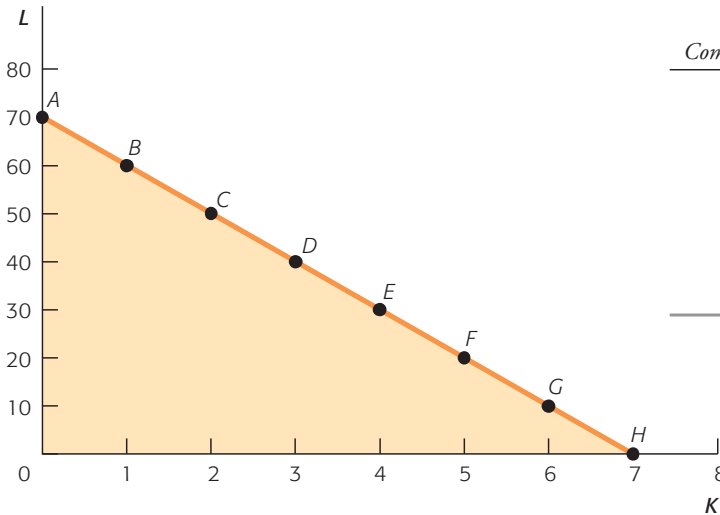
retta di isocosto

il luogo geometrico di tutte le possibili combinazioni di due fattori di produzione che l'impresa può acquistare a un dato costo totale

Figura 7

La retta di isocosto

La retta di isocosto è il luogo geometrico di tutte le combinazioni di capitale e lavoro che la Cerium può acquistare al costo totale preventivato, pari in questo caso a 7000 euro. Il prezzo del lavoro è 100 euro al giorno, e il saggio di locazione del capitale è 1000 euro al giorno. Se la Cerium alloca l'intero costo totale al lavoro, può assumere 70 lavoratori (punto A). La pendenza della retta di isocosto è -10: per acquistare una unità addizionale di capitale, l'impresa deve licenziare 10 lavoratori. Così, la posizione e la pendenza della retta di isocosto dipendono dal costo totale preventivato dall'impresa, dal prezzo del lavoro (il saggio salariale) e dal costo del capitale (il saggio di locazione).



Combinazione	K	L
A	0	70
B	1	60
C	2	50
D	3	40
E	4	30
F	5	20
G	6	10
H	7	0

Possiamo facilmente trovare l'intercetta orizzontale e verticale della retta di isocosto. In corrispondenza dell'intercetta verticale, l'impresa utilizza solo lavoro (punto A). In tale punto la Cerium spende l'intero ammontare di 7000 euro che ha destinato all'utilizzo dei fattori di produzione per acquistare lavoro, e assume 70 lavoratori al giorno, pari all'intero ammontare del costo totale (7000 euro) diviso per il prezzo del lavoro (100 euro). Ma l'impresa potrebbe anche spendere l'intera cifra destinata ai fattori di pro-

duzione nell'acquisto di capitale (collocandosi nel punto di intercetta orizzontale), e dotarsi di 7 macchine al giorno al costo di 7000 euro (punto H).

Dalla figura 7 è evidente che la retta di isocosto ha pendenza costante, pari al rapporto tra il prezzo dei fattori (R/W). Questo rapporto dovrebbe riflettere la valutazione di mercato del costo-opportunità di un fattore in termini dell'altro. Nel nostro esempio, R è 1000 euro e W è 100 euro, il che comporta per l'impresa un rapporto di scambio di 10 lavoratori per 1 macchina.

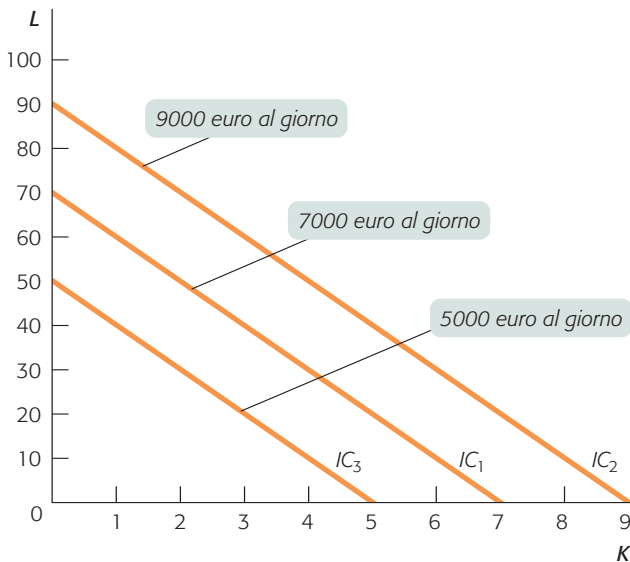


Figura 8

Variazioni del costo totale spostano la retta di isocosto

Se la Cerium aumenta il costo totale destinato all'acquisto dei fattori di produzione, può assumere più capitale e lavoro, e la sua nuova retta di isocosto giace alla destra di quella originaria (IC_2); se riduce il suo costo totale, la nuova retta di isocosto giace alla sinistra di quella originaria (IC_3).

◆ I cambiamenti della retta di isocosto: una variazione del costo totale

La retta di isocosto tracciata nella figura 7 rappresenta solo una delle possibili rette di isocosto dell'impresa. Nella figura 8 possiamo vedere le rette di isocosto associate a preventivi di spesa quotidiani rispettivamente di 5000, 7000 e 9000 euro. Se l'impresa riduce il suo costo totale, la curva di isocosto si avvicina all'origine degli assi; se lo aumenta, se ne allontana. Al costo di 5000 euro, l'impresa potrebbe assumere 50 lavoratori o utilizzare 5 macchine, o qualsiasi combinazione dei due fattori compresa tra questi estremi che giaccia lungo la retta di isocosto; al costo di 9000 euro, potrebbe assumere 90 lavoratori o utilizzare 9 macchine.

È importante capire che le rette di isocosto tracciate nella figura 8 hanno tutte la medesima pendenza. Questo perché i prezzi del lavoro e del capitale non variano: l'unica cosa che varia è la quantità di fondi che l'impresa alloca per l'acquisto di capitale e lavoro.

◆ I cambiamenti della retta di isocosto: la variazione del prezzo di un fattore

Supponiamo che il prezzo del lavoro sia più elevato: per esempio, i lavoratori sono pagati 25 euro all'ora, pari a 200 euro al giorno. Se il prezzo del capitale rimane invariato a 1000 euro al giorno, e le risorse allocate per l'acquisto dei fattori di produzione rimangono fisse a 7000 euro al giorno, la retta di isocosto dell'impresa cambia.

La figura 9 mostra l'effetto di una variazione del saggio salariale sulla retta di isocosto dell'impresa: la nuova retta di isocosto può essere espressa dall'equazione:

$$200L + 1000K = 7000 \quad (12)$$

Adesso la retta di isocosto interseca l'asse delle ordinate a un'intercetta più bassa. Si tenga a mente che l'intercetta orizzontale non cambia, dato che il prezzo del capitale non ha subito variazioni: se la Cerium spende l'intera somma di 7000 euro per acquistare capitale, può ancora utilizzare 7 macchine. Ma l'intercetta verticale è più bassa: se il prezzo del lavoro aumenta a 200 euro al giorno, con un costo di 7000 euro l'impresa può assumere al massimo 35 lavoratori al giorno ($7000/200 = 35$).

Dopo avere appreso come calcolare un'equazione del costo totale di un'impresa e come farne una rappresentazione grafica usando la retta

di isocosto, metteremo in relazione questi concetti con quanto sappiamo sulla produzione e gli isoquanti in relazione all'uso ottimale del capitale e del lavoro da parte dell'impresa.

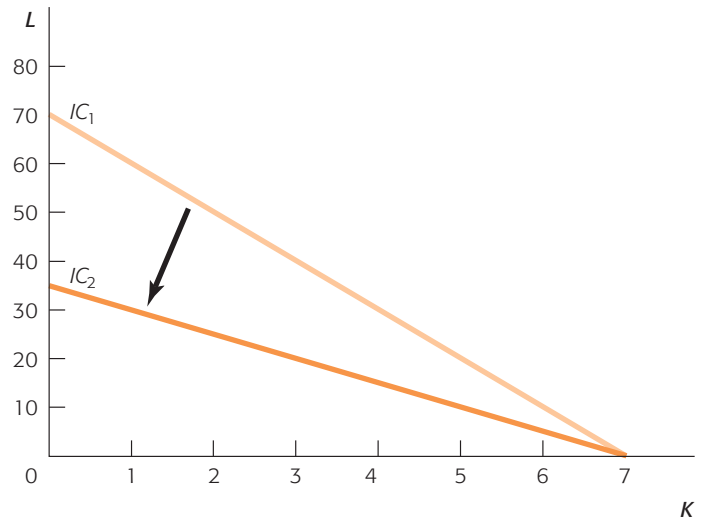


Figura 9
Variazioni dei prezzi dei fattori modificano la retta di isocosto

Se i prezzi dei fattori di produzione variano, la Cerium fronteggia una nuova retta di isocosto. In questo caso, se il saggio salariale aumenta a 200 euro al giorno, la retta di isocosto ruota verso il basso lungo l'asse delle ordinate (IC_2). La nuova intercetta verticale è 35 (la quantità di lavoro che la Cerium può assumere spendendo l'intero costo di 7000 euro nel lavoro). L'intercetta orizzontale rimane invariata (7). La nuova pendenza è -5 .

Il costo del lavoro in Cina

Un numero sempre maggiore di imprese rilocalizza la propria produzione in Cina. In conseguenza, la domanda di lavoro in Cina è aumentata, portando a un aumento del salario: al giorno d'oggi i lavoratori cinesi guadagnano dal 15 al 30% in più dei colleghi di pari qualifica in Indonesia e in Vietnam. Che effetto ha avuto questo aumento? Le imprese hanno visto la propria curva di isocosto ruotare verso il basso. Mentre il costo del capitale rimane approssimativamente costante, il prezzo del lavoro sta aumentando: questo significa che la retta di isocosto ha una pendenza più ridotta. Qual è l'effetto nel lungo periodo? Se il costo del capitale in Indonesia e in Vietnam è approssimativamente uguale a quello cinese, e in quei paesi c'è un adeguato accesso ai trasporti internazionali (porti e aeroporti), probabilmente le imprese decideranno di rilocalizzare la propria produzione, preferendo l'Indonesia e il Vietnam alla Cina. Naturalmente, se le imprese lo fanno, il prezzo del lavoro comincerà ad aumentare anche in quei paesi, facendo cambiare nuovamente la posizione della retta di isocosto.

**L'ECONOMIA
IN AZIONE**

- Il costo di lungo periodo può essere rappresentato in forma grafica attraverso le *rette di isocosto*. La pendenza di queste rette è pari al rapporto dei prezzi dei fattori di produzione.
- Qualsiasi variazione del costo totale dell'impresa o del prezzo dei fattori modifica l'aspetto della retta di isocosto.

**RIPASSO
RAPIDO**

VERIFICATE IL VOSTRO APPRENDIMENTO 2

1. Supponiamo che il salario orario alla Western Jeans Company sia di 6,25 euro, e che la giornata lavorativa sia di 8 ore. Ipotizziamo anche che il saggio di locazione del capitale sia di 625 euro al giorno. Infine, supponiamo che l'impresa abbia deciso di allocare al massimo 2500 euro al giorno per l'acquisto di fattori di produzione.
 - (a) Quanto lavoro potrebbe utilizzare l'impresa se decidesse di allocare l'intera somma all'acquisto di lavoro, e non utilizzasse capitale?
 - (b) Quanto capitale potrebbe utilizzare l'impresa se decidesse di allocare l'intera somma all'acquisto di capitale, e non utilizzasse lavoro?
 - (c) Tracciate la retta di isocosto (con il capitale misurato in ascissa e il lavoro in ordinata).
 - (d) Nello stesso grafico descrivete cosa accade alla retta di isocosto se il costo totale giornaliero venisse dimezzato a 1250 euro al giorno.
 - (e) Supponete ora che il costo totale giornaliero torni a 2500 euro, e che il saggio salariale aumenti a 12,50 euro all'ora. Tracciate la nuova retta di isocosto nello stesso grafico.

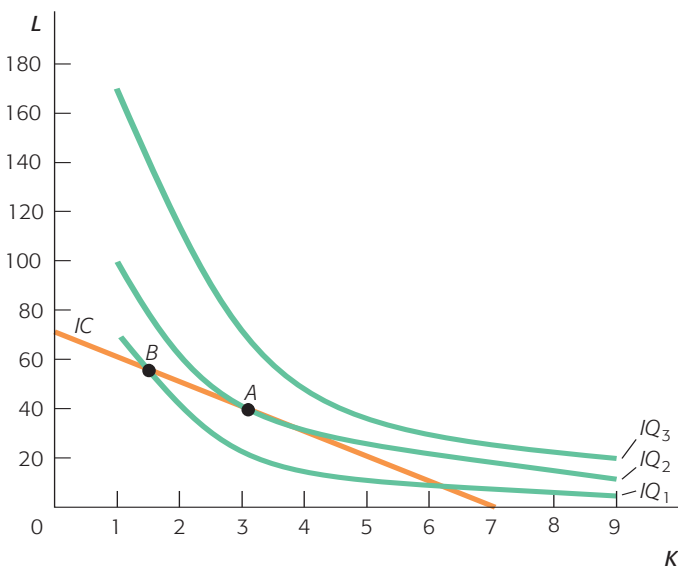


Figura 10
La combinazione ottima di capitale e lavoro

La retta di isocosto mostra le diverse combinazioni di capitale e lavoro che la Cerium può acquistare a un costo totale di 7000 euro. IQ_1 , IQ_2 e IQ_3 sono gli isoquanti corrispondenti, rispettivamente, a un livello di produzione di 10000, 15000 e 20000 microprocessori. Le combinazioni B e C non sono ottimali, perché permettono alla Cerium di produrre solo 10000 microprocessori al costo di 7000 euro. La combinazione ottima di capitale e lavoro è nel punto A, dove la retta di isocosto è tangente al più alto isoquanto raggiungibile.

LA COMBINAZIONE OTTIMA DI FATTORI

Per determinare la combinazione ottima di capitale e lavoro per l'impresa, dobbiamo integrare le informazioni sui costi (retta di isocosto) con quelle sulla produttività (isoquanto). Questo ci permette di determinare la produzione massima che l'impresa è in grado di generare, data la somma allocata per l'acquisto dei fattori di produzione.

Graficamente, troviamo la combinazione ottima di capitale e lavoro cercando il punto in cui la retta di isocosto è tangente al più alto isoquanto raggiungibile date le risorse a disposizione. Torniamo all'esempio della Cerium, produttrice di microprocessori. Ipotizziamo che l'impresa abbia deciso di spendere 7000 euro al giorno nell'acquisto di capitale e lavoro, e combiniamo questa retta di isocosto con i possibili isoquanti.

Possiamo rilevare nella figura 10 che esiste un punto di tangenza (punto A), quello in cui la retta di isocosto tocca in uno e un solo punto l'isoquanto più alto raggiungibile. In questo punto l'impresa utilizza 40 lavoratori e 3 macchine, ed è in grado di produrre 15000 microprocessori a un costo di 7000 euro.

L'impresa può collocarsi in un punto qualsiasi della retta di isocosto, dato che ciascuno di questi punti rappresenta una possibile allocazione delle risorse disponibili per l'acquisto di fattori di produzione. Il punto A individua la quantità massima di produzione che è possibile generare, dato un budget di 7000 euro. L'impresa potrebbe collocarsi sia nel punto B sia nel punto C, dato che entrambi giacciono sulla retta di isocosto; ma a questi punti corrisponde una quantità prodotta di 10000 microprocessori, inferiore a quella massima ottenibile.

Il punto di tangenza tra la retta di isocosto e il più alto isoquanto raggiungibile individua la combinazione di equilibrio di capitale e lavoro per l'impresa.

È possibile utilizzare gli strumenti matematici per indagare il significato di questo punto. Sappiamo che la pendenza della curva di isocosto è data dall'equazione:

$$SMST = \frac{P'_K}{P'_L} \quad (13)$$

e la pendenza della retta di isocosto è data dal rapporto tra i prezzi dei fattori:

$$-\frac{R}{W} \quad (14)$$

In corrispondenza della combinazione ottima dei fattori, definita dal punto di tangenza, la pendenza delle due curve è identica, per cui:

$$\frac{P'_K}{P'_L} = \frac{R}{W} \quad (15)$$

Questo significa che, in condizione di equilibrio, il saggio marginale di sostituzione tecnica è uguale al prezzo relativo dei fattori. In altre parole, il tasso al quale l'impresa può sostituire capitale a lavoro è uguale al prezzo del capitale espresso in termini di lavoro.

Cosa accadrebbe se non valesse questa relazione? Supponiamo che l'impresa si collochi nel punto *B* della figura 11. La pendenza dell'isoquanto è maggiore, in valore assoluto, di quella della retta di isocosto. Questo significa che il *SMST* è maggiore del rapporto tra i prezzi dei fattori; in altre parole, che il prodotto marginale relativo del capitale è maggiore del prezzo relativo del capitale. In conseguenza, l'impresa può trarre beneficio da un aumento della quantità di capitale utilizzata (e da una diminuzione di quella di lavoro), muovendosi lungo la retta di isocosto. L'impresa continua a muoversi in tale direzione fino a quando trarrà un beneficio dal farlo, quindi fino a raggiungere il punto *A*.

La relazione descritta nell'equazione 15 può anche essere scritta come:

$$\frac{P'_L}{W} = \frac{P'_K}{R} \quad (16)$$

Il rapporto tra il prodotto marginale di un fattore e il suo prezzo è la produzione addizionale che l'impresa riesce a ottenere per euro speso nell'acquisto di quel fattore. L'equazione 15 ci mostra che la combinazione ottima di capitale e lavoro è quella per cui il prodotto marginale per euro del capitale è uguale a quello del lavoro. Si rammenti che il prezzo di un fattore ha la stessa importanza della produttività nella decisione relativa alla quantità da utilizzare nel processo produttivo: se il prodotto marginale per euro speso in capitale fosse 15 e il prodotto marginale per euro speso in lavoro fosse 10, l'impresa trarrebbe beneficio dall'utilizzare più capitale e meno lavoro.

Quindi, per individuare la combinazione ottima di capitale e lavoro integriamo le informazioni disponibili sulla funzione di produzione dell'impresa (rappresentata dall'isoquanto) e sulla sua funzione di costo (rappresentata dalla retta di isocosto). L'esempio cui abbiamo fatto riferimento, quello della Cerium, suppone che l'isoquanto abbia una forma «tipica», ovvero sia convesso. La determinazione della combinazione ot-

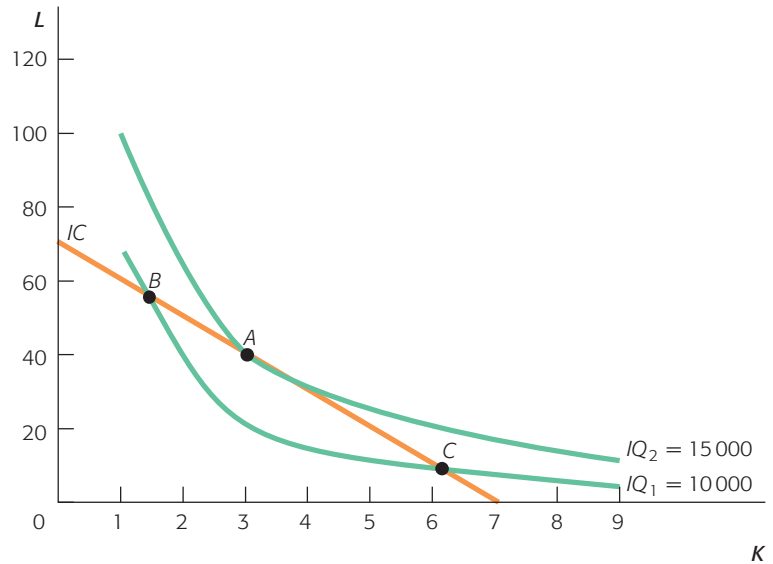


Figura 11
Capire la regola del prezzo relativo dei fattori

La pendenza della retta di isocosto è pari al prezzo relativo dei fattori, in questo caso il prezzo del lavoro (il saggio salariale) diviso il prezzo del capitale (il saggio di locazione). La pendenza dell'isoquanto è pari al saggio marginale di sostituzione tecnica (*SMST*). In equilibrio la pendenza della retta di isocosto deve essere uguale alla pendenza dell'isoquanto, così il prezzo relativo dei fattori uguaglia il *SMST*. Nel punto *B* il *SMST* è maggiore in valore assoluto del prezzo relativo dei fattori, nel punto *C* è minore. Solo nel punto *A*, dove le due grandezze sono uguali, la Cerium produce la massima quantità possibile dato il costo totale preventivato.

tima di capitale e lavoro segue la stessa regola anche nel caso di isoquanti rettilinei o ad angolo retto? Risponderemo a questa domanda nel prossimo paragrafo.

- ◆ La combinazione ottima di capitale e lavoro: il caso dei sostituti perfetti e dei complementi perfetti

Sappiamo che un'impresa utilizza la combinazione di capitale e lavoro corrispondente al punto di tangenza tra la retta di isocosto e un isoquanto. Questo significa che la pendenza dell'isoquanto (il saggio marginale di sostituzione tecnica) è uguale alla pendenza dell'isocosto (il rapporto tra il prezzo del capitale e il prezzo del lavoro). Ma questa relazione vale per tutti i tipi di isoquanto?

L'isoquanto «normale» è inarcato verso l'origine degli assi; ma sappiamo che esistono isoquanti rettilinei e isoquanti ad angolo retto. Come cambia la decisione relativa alla combinazione ottima di capitale e lavoro in questi casi estremi?

Complementi perfetti Torniamo all'esempio della Felice Tosaerba, per la quale capitale e lavoro sono complementi perfetti (vedi figura 5).

Se il lavoro è pagato 10 euro all'ora (80 euro al giorno), il saggio di locazione di un tosaerba è di 40 euro al giorno e Felice ha a disposizione 600 euro al giorno da spendere nei due fattori, quanti lavoratori assume e quanti tosaerba utilizza?

Osserviamo nella figura 12 che Felice utilizza 5 lavoratori e 5 tosaerba, in corrispondenza del

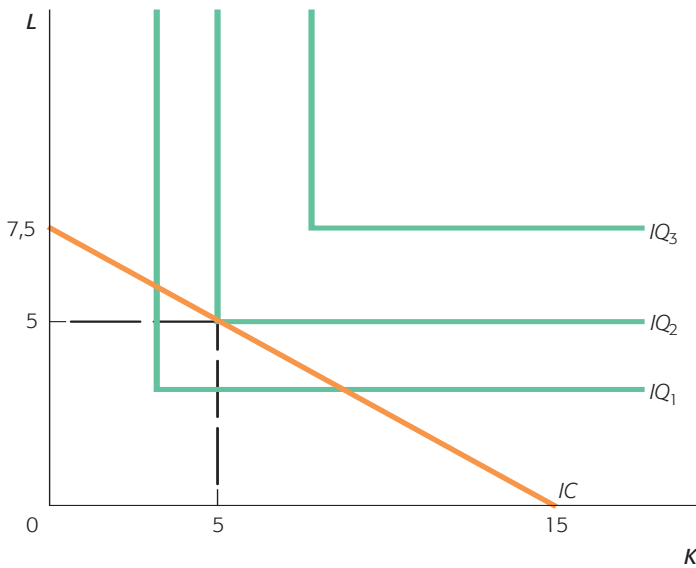
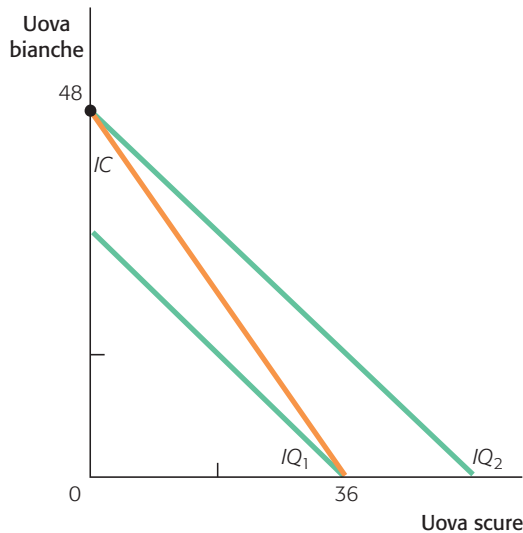


Figura 12
La combinazione ottima di capitale e lavoro nel caso di complementi perfetti

Se il capitale e il lavoro devono essere impiegati in proporzioni fisse, come nel caso della Felice Tosaerba, allora gli isoquanti formano un angolo retto. La combinazione ottima di capitale e lavoro è quella per cui la retta di isocosto tocca l'angolo del più alto isoquante raggiungibile. In questo caso Felice utilizza 5 lavoratori e 5 tosaerba al costo totale giornaliero di 600 euro.

Figura 13
La combinazione ottima di capitale e lavoro nel caso di sostituti perfetti

Se due fattori di produzione sono perfettamente interscambiabili nel processo di produzione, il risultato della scelta ottima dell'impresa è una soluzione d'angolo: l'impresa usa solo il fattore di produzione con il prezzo più basso. In questo caso Lucia può spendere 48 euro alla settimana nell'acquisto delle uova; se il prezzo delle uova bianche è 1 euro alla dozzina, e quello delle uova scure 1,50 euro alla dozzina, Lucia acquista solo 48 dozzine di uova bianche.



punto di tangenza dell'isoquante con la retta di isocosto.

Sostituti perfetti Torniamo all'esempio di Lucia e della sua panetteria (vedi figura 6). Se Lucia può spendere nell'acquisto di uova 48 euro alla settimana, il prezzo delle uova a guscio bianco è 1 euro alla dozzina e quello delle uova a guscio scuro è 1,50 euro alla dozzina, quale combinazione di uova bianche e uova scure sceglierà?

La decisione è descritta nella figura 13. Diversamente dai grafici che abbiamo visto finora, però, in questo caso ci troviamo di fronte a una soluzione «d'angolo», che prevede l'utilizzo di un solo fattore. Se Lucia usa solo uova bianche, può acquistarne 48 dozzine; se le uova delle due qualità sono egualmente adatte a produrre torte, e se le uova bianche sono meno costose, non esiste ragione per cui Lucia debba acquistare uova scure. Se i due fattori sono sostituiti perfettamente, l'impresa utilizza solo il fattore che costa meno.

Pertanto, in tutti i casi analizzati l'impresa deve prendere in considerazione sia la funzione di produzione sia la funzione di costo per determinare la quantità di capitale e di lavoro da utilizzare.

◆ Le variazioni della combinazione ottima di fattori

Il punto di tangenza tra il più alto isoquante raggiungibile e la retta di isocosto determina la combinazione di equilibrio di capitale e lavoro per l'impresa. L'impresa mantiene la combinazione di equilibrio di capitale e lavoro fino a quando non ci sono variazioni del prezzo dei fattori o delle risorse disponibili (il costo totale). Vediamo cosa accade a fronte di tali variazioni.

Variazione del prezzo di un fattore Torniamo all'esempio della Cerium. Sappiamo che, in equilibrio, l'impresa utilizza una combinazione di 40 lavoratori e 3 macchine, nel caso in cui il saggio salariale sia pari a 100 euro, il saggio di locazione del capitale a 1000 euro e il costo totale a 7000 euro. Supponiamo ora che il prezzo del lavoro aumenti: i lavoratori sono pagati 25 euro all'ora, per un salario giornaliero di 200 euro. Se il prezzo del capitale e le risorse disponibili rimangono invariati, l'impresa deve evidentemente cambiare la combinazione di fattori utilizzata nel processo di produzione: non può più permettersi 40 lavoratori e 3 macchine, perché costerebbero 11 000 euro, superando di gran lunga le risorse a disposizione per l'acquisto di capitale e lavoro. Nella figura 9 abbiamo visto l'effetto di questo cambiamento sulla retta di isocosto della Cerium.

Nella figura 14 si nota che l'equilibrio originario non è più raggiungibile: bisogna trovare la nuova combinazione ottima di capitale e lavoro per l'impresa. Intuitivamente, sappiamo che se capitale e lavoro sono in qualche misura sostituibili, all'aumento del prezzo del lavoro corrisponde una tendenza dell'impresa a utilizzare capitale in quantità relativamente maggiore (analogamente

mente, se aumentasse il prezzo del capitale, l'impresa tenderebbe a usare lavoro in quantità relativamente maggiore). Se l'impresa mantiene inalterata la somma spesa nell'acquisto dei fattori di produzione, è costretta a ridurre la produzione muovendosi su un isoquanto più basso, tangente alla nuova retta di isocosto. Il nuovo punto di tangenza corrisponde a una combinazione di 4 macchine e 15 lavoratori. L'effetto di questo aumento del salario, dunque, è una sostanziale diminuzione del numero di lavoratori (da 40 a 15) e un aumento del capitale (da 3 a 4 macchine). La produzione dell'impresa diminuisce a 10 000 microprocessori al giorno.

Variatione della somma spesa nell'acquisto dei fattori Torniamo alla situazione di partenza, in cui il prezzo del lavoro è pari a 100 euro al giorno e il prezzo del capitale a 1000 euro. Supponiamo che l'impresa decida di aumentare la somma spesa nell'acquisto dei fattori di produzione, portandola a 8500 euro al giorno. Rammentiamo che questa decisione avrà come effetto uno spostamento della retta di isocosto nella posizione

$$100L + 1000K = 8500 \quad (17)$$

La figura 15 rappresenta graficamente lo spostamento della retta di isocosto. Ora l'impresa può raggiungere un isoquanto più lontano dall'origine, con un nuovo punto di tangenza individuato dalla combinazione di 45 lavoratori e 4 macchine. Il nuovo livello di produzione è molto più elevato (20 000 microprocessori al giorno) e per realizzarlo l'impresa utilizza più lavoratori e più macchine allo stesso tempo.

Ovviamente accadrebbe l'esatto contrario se l'impresa riducesse la somma spesa nell'acquisto dei fattori: l'impresa dovrebbe ridurre la quantità di capitale e di lavoro e, in conseguenza, produrrebbe meno.

Le decisioni delle imprese nel lungo periodo sono più complesse di quelle nel breve periodo, poiché nel lungo periodo il capitale non è più fisso e l'impresa può dunque utilizzare molte diverse combinazioni di fattori di produzione. Per determinare la combinazione ottima di capitale e lavoro, l'impresa deve tenere conto non solo della produttività dei fattori, ma anche del loro costo.

La produttività è rappresentata dagli isoquanti, che descrivono graficamente le combinazioni di capitale e lavoro che permettono di generare un dato livello di produzione. I costi sono descritti dalla retta di isocosto, che individua le combinazioni di fattori che l'impresa può impiegare, dati i loro prezzi e le risorse totali a disposizione. La

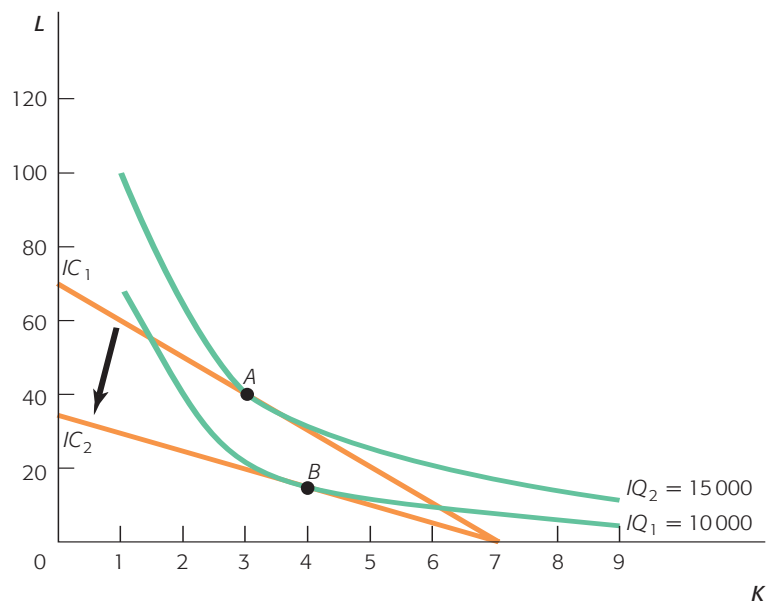


Figura 14
La combinazione ottima di fattori di produzione quando varia il prezzo relativo dei fattori

La Cerium reagisce a un aumento del saggio salariale modificando la sua combinazione di capitale e lavoro, aumentando la quantità di capitale e riducendo quella di lavoro. La nuova combinazione ottima si trova nel punto di tangenza tra la nuova retta di isocosto (IC_2) e il più alto isoquanto raggiungibile (IQ_1).

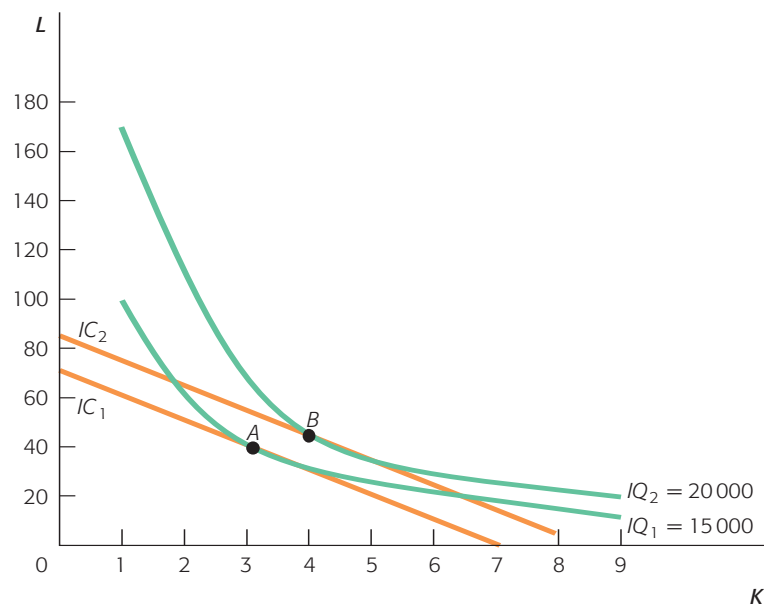


Figura 15
La combinazione ottima di fattori di produzione quando varia la somma spesa nell'acquisto dei fattori

Se la Cerium aumenta la somma spesa nell'acquisto dei fattori, può usare una maggiore quantità dei fattori di produzione e aumentare la produzione. In questo caso, se la somma spesa giornalmente nell'acquisto dei fattori aumenta a 8500 euro, la nuova retta di isocosto giace alla destra di quella originaria. L'impresa può adesso aumentare la quantità prodotta (20 000 microprocessori), assumendo un maggior numero di lavoratori (45) e dotandosi di un maggior numero di macchine (4 unità).

combinazione ottima di fattori di produzione si trova nel punto in cui la retta di isocosto è tangente al più alto isoquante raggiungibile, che individua la massima produzione che può essere generata per un dato costo totale. In quel punto la pendenza dell'isoquante (il saggio marginale di sostituzione tecnica) è uguale alla pendenza della retta di isocosto (il rapporto tra i prezzi dei fattori).

L'equilibrio si mantiene in quel punto fino a quando varia il prezzo di uno o di entrambi i fattori, o la somma spesa nell'acquisto dei fattori. Infine, è importante notare che questa analisi vale per qualsiasi fattore di produzione, come l'energia o i trasporti. In equilibrio, il rapporto tra il prodotto marginale e il prezzo deve essere uguale per ogni fattore impiegato nel processo di produzione.

RIPASSO RAPIDO

- ▶ La combinazione ottima di capitale e lavoro per un'impresa si trova nel punto in cui la retta di isocosto è tangente al più alto isoquante raggiungibile. In questo punto il rapporto tra il prodotto marginale di un fattore e il suo prezzo deve essere uguale per capitale e lavoro.
- ▶ Il punto di tangenza tra la retta di isocosto e l'isoquante rappresenta l'equilibrio di lungo periodo dell'impresa. Questo equilibrio perdura finché il prezzo del lavoro, il prezzo del capitale e la somma spesa nell'acquisto dei fattori rimangono invariati.
- ▶ Se il capitale e il lavoro sono sostituti perfetti, l'equilibrio di lungo periodo dell'impresa è una soluzione d'angolo: l'impresa utilizza solo il fattore meno costoso.
- ▶ Se il capitale e il lavoro sono complementi perfetti, l'impresa deve utilizzarli in proporzioni fisse: una variazione del prezzo di uno dei fattori non modifica la combinazione ottima di capitale e lavoro, poiché l'impresa non può sostituire capitale a lavoro, e viceversa.

VERIFICATE IL VOSTRO APPRENDIMENTO 3

1. Supponete che il salario giornaliero alla Western Jeans Company sia pari a 40 euro, il saggio di locazione del capitale a 625 euro al giorno e la somma spesa nell'acquisto dei fattori di produzione a 2500 euro. Utilizzando queste informazioni e quelle relative all'isoquante dell'impresa (p. 9), individuate qual è la combinazione ottima di capitale e lavoro per l'impresa.
2. Spiegate intuitivamente perché un'impresa utilizza sempre e solo il fattore meno costoso se i fattori di produzione sono sostituti perfetti, ma non fa altrettanto se la sostituibilità tra i fattori non è perfetta.

Guardando avanti

Nella nostra analisi abbiamo considerato il livello di produzione che l'impresa desidera generare e il costo associato a quel livello di produzione come un dato di fatto. Il prossimo passo sarà stabilire in che modo l'impresa decide quanto produrre. Sappiamo che le im-

prese hanno un obiettivo di massimizzazione del profitto. Nei prossimi capitoli analizzeremo le decisioni di produzione delle imprese che massimizzano il profitto in diverse strutture di mercato.

Riepilogo

1. La **funzione di produzione** di lungo periodo di un'impresa può essere descritta da un **isoquante**. Un isoquante mostra le diverse combinazioni di capitale e lavoro attraverso le quali è possibile generare un dato livello di produzione. La pendenza di un isoquante è pari al **saggio marginale di sostituzione tecnica**, che misura il rapporto con il quale l'impresa può sostituire capitale a lavoro nel processo di produzione, mantenendo inalterata la quantità di prodotto.
2. Se i fattori di produzione sono **sostituti** perfetti, il processo di produzione è descritto da un isoquante rettilineo, a rappresentare un saggio marginale di sostituzione costante tra i due fat-

tori. Se i fattori di produzione sono **complementi** perfetti, il processo di produzione è descritto da un isoquante ad angolo retto, a rappresentare il fatto che i fattori non sono interscambiabili. Un processo produttivo in cui i fattori devono essere utilizzati in proporzioni fisse e non sono interscambiabili viene detto **produzione a proporzioni fisse**.

3. L'isoquante di un'impresa mostra le diverse combinazioni di capitale e lavoro che possono essere utilizzate, data la somma che l'impresa può o vuole spendere nell'acquisto dei fattori di produzione. La pendenza di tale retta è data dal rapporto tra il prezzo del fattore misurato sull'asse delle ascisse e il prezzo del fatto-

re misurato sull'asse delle ordinate. Una diminuzione della somma spesa dall'impresa nell'acquisto dei fattori di produzione si traduce in una **retta di isocosto** più prossima all'origine; un aumento di tale somma si traduce in una retta di isocosto più lontana dall'origine. La variazione del prezzo di uno dei due fattori di produzione si traduce in un cambiamento della pendenza della retta di isocosto.

4. Ricorriamo all'analisi marginalista per determinare la combinazione ottima di capitale e lavoro per l'impresa. In corrispondenza di questa, il rapporto tra il **prodotto marginale** e il prezzo di entrambi i fattori deve essere uguale.

5. La combinazione ottima di capitale e lavoro può essere anche individuata graficamente nel punto in cui la retta di isocosto è tangente al più elevato isoquanto raggiungibile. Tale combinazione rimane invariata fino a quando non varia la retta di isocosto. Tale cambiamento può essere il risultato di un aumento o di una diminuzione della somma spesa dall'impresa nell'acquisto dei fattori di produzione, o di una variazione del prezzo di uno dei fattori, o di entrambi.

Parole chiave

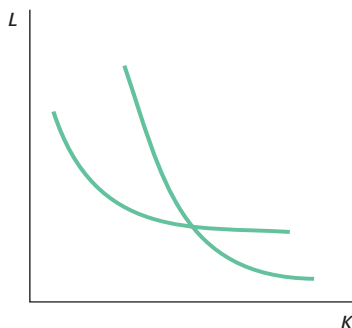
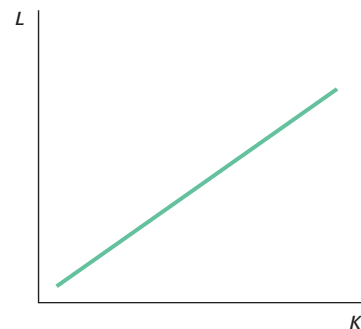
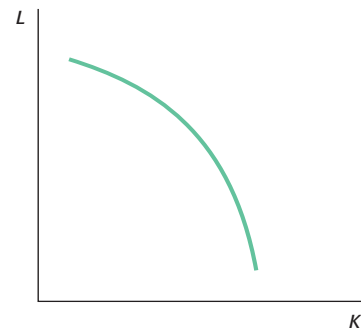
complementi, p. 2
funzione di produzione, p. 2
isoquanto, p. 2

prodotto marginale, p. 2
produzione a proporzioni fisse, p. 7
retta di isocosto, p. 9

saggio marginale di sostituzione tecnica (SMST), p. 6
sostituti, p. 2

Esercizi

1. Tracciate l'isoquanto della Pizza Pazza del Pozzo corrispondente a ciascuna delle situazioni descritte.
- Per produrre una pizza il signor Pozzo ha bisogno di un pomodoro e di una mozzarella. Ipotizziamo che non si possa vendere una pizza senza pomodoro o senza mozzarella. Misurate i pomodori sull'asse delle ascisse e le mozzarelle su quello delle ordinate.
 - La pizza napoletana può essere prodotta sia con acciughe del Mediterraneo sia con acciughe dell'Atlantico. Per produrre una pizza napoletana ci vuole 1 acciuga. Misurate le acciughe del Mediterraneo in ascissa e quelle dell'Atlantico in ordinata.
 - Per gestire la pizzeria, il signor Pozzo ha bisogno di capitale (spianatoio, forno, tavoli) e lavoro. Sia il capitale sia il lavoro hanno rendimenti decrescenti. Misurate il capitale in ascissa e il lavoro in ordinata.
 - Una porzione di crocchette di patate consiste di 4 crocchette e un piatto di carta. Misurate le crocchette in ascissa e i piatti di carta in ordinata.
2. Considerate gli isoquanti di un processo di produzione che rappresentano le possibili combinazioni di capitale e lavoro. Quali proprietà degli isoquanti sono violate in ciascuno dei grafici seguenti?



3. Nguyen è un produttore di mobili per ufficio specializzato in stazioni di lavoro informatizzate, che produce utilizzando capitale e lavoro. Tracciate la sua retta di isocosto in ciascuno dei seguenti scenari, misurando il capitale in ascissa e il lavoro in ordinata.
- Il saggio di locazione del capitale è di 300 euro al giorno e il saggio salariale di 100 euro al giorno. La somma spesa dall'impresa nell'utilizzo dei fattori di produzione è di 60000 euro al giorno.
 - Il saggio di locazione del capitale è di 400 euro al giorno e il saggio salariale di 100 euro al giorno. La somma spesa dal-

- l'impresa nell'utilizzo dei fattori di produzione è di 60 000 euro al giorno.
- (c) Il saggio di locazione del capitale è di 300 euro al giorno e il saggio salariale di 75 euro al giorno. La somma spesa dall'impresa nell'utilizzo dei fattori di produzione è di 60 000 euro al giorno.
- (d) Il saggio di locazione del capitale è di 300 euro al giorno e il saggio salariale di 100 euro al giorno. La somma spesa dall'impresa nell'utilizzo dei fattori di produzione è di 45 000 euro al giorno.
4. La Premiata Fabbrica Cioccolato Leone utilizza zucchero e cacao in polvere, che acquista in sacchi da 50 kg, per produrre cioccolatini. Tracciate la retta di isocosto di questa impresa, misurando lo zucchero in ascissa e il cacao in ordinata, in ciascuno dei seguenti scenari:
- (a) Un sacco di cacao costa 150 euro, un sacco di zucchero 50 euro e la somma spesa dall'impresa nell'acquisto di cacao e zucchero è di 1500 euro al giorno.
- (b) Un sacco di cacao costa 150 euro, un sacco di zucchero 50 euro e la somma spesa dall'impresa nell'acquisto di cacao e zucchero aumenta a 3000 euro al giorno.
- (c) Un sacco di cacao costa 150 euro, lo zucchero aumenta a 75 euro e la somma spesa dall'impresa nell'acquisto di cacao e zucchero è di 1500 euro al giorno.
- (d) Il prezzo del cacao diminuisce a 100 euro al sacco, lo zucchero costa 50 euro e la somma spesa dall'impresa nell'acquisto di cacao e zucchero è di 1500 euro al giorno.
5. Marta ha un'attività di produzione e vendita di spuntini per il pranzo. Ogni spuntino è composto da un panino e da un frutto.
- (a) Tracciate gli isoquanti per una produzione di 50 spuntini e 100 spuntini, misurando i frutti in ascissa e i panini in ordinata.
- (b) Ipotizzate che il prezzo di un panino sia di 2 euro e quello di un frutto 1 euro. Marta ha pianificato di spendere 150 euro al giorno nell'acquisto di panini e frutti. Tracciate nello stesso grafico la retta di isocosto.
- (c) Qual è la combinazione di equilibrio di panini e frutti?
- (d) Quanti spuntini verranno prodotti?
6. Supponete che Marta possa usare indifferentemente mele o banane come frutta nei suoi spuntini.
- (a) Tracciate l'isoquanto corrispondente al livello di produzione di 100 e 150 spuntini, misurando le mele in ascissa e le banane in ordinata.
- (b) Supponete che una mela costi 1 euro e una banana 1,50 euro. Marta spende 100 euro nell'acquisto di frutta. Tracciate la retta di isocosto nello stesso grafico.
- (c) Qual è la combinazione di equilibrio di mele e banane?
- (d) Quanti spuntini produce Marta?
7. Lo Scatolificio Marmotta utilizza capitale e lavoro nel proprio processo produttivo. Può produrre 10 000 scatole al giorno utilizzando le seguenti combinazioni di capitale e lavoro.

Combinazione	Capitale	Lavoro
A	10	60
B	20	30
C	30	15
D	40	12
E	50	10

- (a) Tracciate l'isoquanto dello Scatolificio Marmotta per un livello di produzione di 10 000 scatole, misurando il capitale in ascissa e il lavoro in ordinata.
- (b) Calcolate i *SMST* tra le combinazioni A e B.
- (c) Calcolate i *SMST* tra le combinazioni D e E.
- (d) Spiegate perché il *SMST* calcolato in (b) è inferiore a quello calcolato in (c).
- (e) Supponete che il saggio salariale sia di 160 euro al giorno e che il saggio di locazione del capitale sia di 240 euro al giorno. La somma spesa giornalmente dall'impresa nell'acquisto di capitale e lavoro è di 9600 euro. Tracciate la retta di isocosto dell'impresa nello stesso grafico che avete usato per (a).
- (f) Qual è la combinazione ottima di capitale e lavoro per lo scatolificio?
- (g) Qual è il *SMST* per la combinazione ottima?
8. La Vernici Migliori produce 25 000 litri di vernice al giorno, utilizzando capitale e lavoro. Supponete che il saggio di locazione del capitale sia di 480 euro al giorno e il saggio salariale 160 euro al giorno. Se l'impresa sceglie una combinazione di capitale e lavoro per la quale il *SMST* è pari a 5, sta utilizzando la combinazione ottima? Se la risposta è negativa, spiegate la ragione e indicate come la Vernici Migliori deve adeguare le proprie decisioni. Se la risposta è affermativa, spiegate la ragione.
9. La Tipografia «Aldo Manuzio e Suocero» ricorre a capitale e lavoro per stampare libri. Il saggio di locazione del capitale è 1200 euro al giorno e il saggio salariale 120 euro al giorno. L'impresa utilizza una combinazione di capitale e lavoro per la quale l'ultima unità di capitale ha un prodotto marginale di 2400 e l'ultima unità di lavoro un prodotto marginale di 300. L'impresa sta utilizzando la combinazione ottima di capitale e lavoro? Se la risposta è negativa, spiegate la ragione e indicate come la Tipografia «Aldo Manuzio e Suocero» deve adeguare le proprie decisioni. Se la risposta è affermativa, spiegate la ragione.
10. La Italiana Automobili produce automobili utilizzando una combinazione di capitale e lavoro. I due fattori non sono né complementi perfetti né sostituti perfetti.
- (a) Tracciate l'isoquanto tipo di questa impresa.
- (b) Tracciate una retta di isocosto tangente all'isoquanto e individuate la combinazione ottima di capitale e lavoro.
- (c) Supponete ora che l'impresa aumenti la somma spesa giornalmente nell'acquisto di fattori di produzione, introducente il cambiamento nel grafico e indicate la nuova combinazione ottima di capitale e lavoro.
11. La Gesundheit Farmaceutici produce antidolorifici utilizzando una combinazione di capitale e lavoro. I due fattori non sono né complementi perfetti né sostituti perfetti.
- (a) Tracciate l'isoquanto tipo di questa impresa.
- (b) Tracciate una retta di isocosto tangente all'isoquanto e individuate la combinazione ottima di capitale e lavoro.
- (c) Supponete ora che il saggio salariale aumenti, introducete il cambiamento nel grafico e indicate la nuova combinazione ottima di capitale e lavoro.

Soluzioni alle domande di verifica dell'apprendimento

Questa sezione offre risposte suggerite alle domande «Verificate il vostro apprendimento» contenute all'interno di questo capitolo.

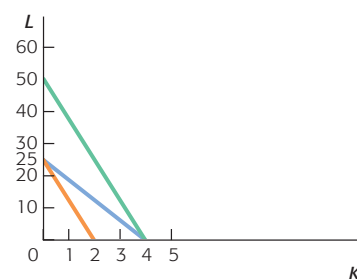
◆ Verifica 1

- (a) $40 - 25 = 15$.
(b) $13 - 10 = 3$.
(c) Con l'aumento dell'utilizzo del capitale da parte dell'impresa, diventa sempre più difficile sostituire lavoro con altro capitale e mantenere il medesimo livello di produzione.
- La pendenza dell'isoquante corrisponde al *SMST*, il cui valore diminuisce spostandosi da sinistra a destra lungo l'isoquante. Infatti l'impresa ha una capacità di sostituire capitale a lavoro progressivamente decrescente all'aumentare della quantità di capitale utilizzata, dato che lavoro e capitale non hanno, in tutta probabilità, la stessa efficacia nel processo di produzione. In conseguenza, gli isoquanti sono di solito convessi, cioè inarcati verso l'origine degli assi, a riflettere la progressiva diminuzione della capacità dell'impresa di sostituire capitale a lavoro all'aumentare della quantità di capitale utilizzata. Se capitale e lavoro fossero egualmente efficaci in tutti gli aspetti della produzione, l'impresa potrebbe facilmente sostituire l'uno all'altro nel processo di produzione, quindi il *SMST* non diminuirebbe spostandosi da sinistra a destra lungo l'isoquante, che sarebbe così rettilineo.

◆ Verifica 2

- (a) $2500/50 = 50$.
(b) $2500/625 = 4$.
(c) Si veda la retta verde tracciata nel grafico seguente.
(d) Si veda la retta arancione, con intercetta orizzontale 2 e intercetta verticale 25, nel grafico seguente.

- (e) Si veda la retta azzurra, con intercetta orizzontale 4 e intercetta verticale 25, nel grafico seguente.



◆ Verifica 3

- L'impresa utilizza 2 unità di capitale e 25 unità di lavoro: tale è la combinazione corrispondente al punto di tangenza tra la retta di isocosto e l'isoquante.
- Se i fattori di produzione sono ugualmente efficaci nel processo di produzione, devono avere lo stesso prodotto marginale. L'impresa vuole utilizzare in maggiore quantità il fattore che presenta il più elevato rapporto tra prodotto marginale e prezzo. Se entrambi i fattori hanno lo stesso prodotto marginale, il fattore con il prezzo più basso ha il rapporto tra prodotto marginale e prezzo più elevato, quindi l'impresa utilizzerà esclusivamente quello. Se la sostituibilità tra i fattori è limitata, l'impresa deve considerare sia il prodotto marginale sia il prezzo dei fattori.