**Esercizio 1. Domanda e offerta e effetti dell’intervento pubblico in presenza di esternalità**

Consideriamo un mercato in cui vi è una sola impresa e un solo individuo che è interessato ad acquistare il bene prodotto dall’impresa. Indichiamo con QD la quantità domandata del bene da parte dell’individuo e con QO la quantità offerta da parte dell’impresa e con p il prezzo del bene. Definiamo le quantità domandate e offerte in funzione del prezzo.

QD = 32 – 1/2p. Il termine costante della funzione di domanda indica la quantità desiderata del bene se il prezzo è nullo. In questo caso, se p=0, l’individuo domanderebbe al massimo 32 unità del bene.

QO = -4 + p. Il termine costante della funzione di offerta rappresenta il costo fisso di produzione: l’impresa copre i propri costi di produzione a partire da un prezzo pari a 4 e quindi offre una quantità positiva del bene solo se il prezzo è maggiore di 4.

1. Trova il prezzo che uguaglia la domanda e l’offerta (prezzo di equilibrio) e la quantità scambiata del bene al prezzo di equilibrio.

Risposta: uguagliando domanda e offerta 32 – 1/2p=-4 + p, si ottiene il prezzo di equilibrio p\*=24. Sostituendo p\* nelle equazioni di domanda e offerta si trova la quantità scambiata sul mercato al prezzo di equilibrio: Q\*=20.

1. Disegna le due funzioni indicando la quantità sull’asse delle ascisse e il prezzo sull’asse delle ordinate.

Risposta: domanda e offerta si intersecano in corrispondenza delle coordinate (20, 24)

1. Supponi che la produzione del bene produca esternalità negative (un danno per tutta la società che l’individuo non apprezza direttamente) e che il governo decida di imporre una tassa fissa tale per cui i produttori sarebbero disposti ad offrire una quantità positiva di prodotto solo per un prezzo superiore a 7. Come cambierebbe la funzione di offerta? Calcola il prezzo di equilibrio che uguaglia domanda e offerta e la quantità scambiata sul mercato a quel prezzo e commenta il risultato.

Risposta: il costo fisso in termini di unità di bene per l’impresa passa da 4 a 7 e la funzione di offerta diventa quindi: Q'O = -7 + p. Uguagliando domanda e offerta 32 – 1/2p=-7 + p otteniamo p\*’=26 e Q\*’=19. L’introduzione di una tassa fissa sul produttore aumenta il prezzo a cui costui è disposto ad offrire ciascuna unità del bene, aumenta il prezzo di equilibrio e si riduce la quantità prodotta e consumata del bene.

1. Disegna la nuova curva di offerta nel grafico.

Risposta: domanda e offerta si intersecano in corrispondenza delle coordinate (19, 26)

1. Supponi che il consumo del bene produca esternalità negative e che il governo introduca un tetto massimo al consumo pro-capite pari a 26 unità del bene. Scrivi la nuova funzione di domanda imponendo il tetto, lasciando inalterata la pendenza della retta, e calcola il prezzo di equilibrio e la quantità scambiata sul mercato [suggerimento: il tetto può essere rappresentato nella funzione di domanda ponendo pari a 26 il consumo massimo in corrispondenza di un prezzo pari a zero].

Risposta: la funzione di domanda diventa Q'D = 26 -1/2 p. Uguagliando domanda e offerta 26 – 1/2p=-4 + p otteniamo p\*’’=20 e Q\*’’=16. Imponendo un tetto massimo al consumo, sia il prezzo di equilibrio che la quantità scambiata sul mercato a quel prezzo diminuiscono, si può pertanto ottenere una riduzione delle emissioni senza dover aumentare il prezzo.

1. Disegna la nuova funzione di domanda nel grafico iniziale.

Risposta: domanda e offerta si intersecano in corrispondenza delle coordinate (16, 20)

1. Supponi che la produzione del bene produca esternalità positive (un beneficio per tutta la società che l’individuo non apprezza direttamente), il governo decide pertanto di introdurre un incentivo alla produzione che riduce il prezzo minimo a cui i produttori sono disposti ad offrire una quantità positiva del bene. Nella nuova situazione, i produttori sarebbero disposti ad offrire una quantità positiva di prodotto a partire da un prezzo superiore a 1. Come cambia la funzione di offerta? Calcola il prezzo di equilibrio, la quantità scambiata del bene e commenta il risultato.

Risposta: la nuova funzione di offerta diventa: Q'''O = -1 + p. Uguagliando domanda e offerta, -1 + p=32 – 1/2p, si ottiene p\*'''=22 e Q\*'''=21. Rispetto alla situazione iniziale, grazie all’incentivo alla produzione, il prezzo di equilibrio diminuisce e la quantità scambiata del bene aumenta.

**Esercizio 2. Esternalità nella produzione**

In un distretto industriale ci sono 4 aziende ognuna delle quali inquina una falda acquifera. Ciascuna azienda è disponibile a pagare 1.000 euro per ogni unità aggiuntiva (infinitesima) di un impianto di depurazione della falda indipendentemente dalle unità installate. Il costo totale associato all’impianto dei moduli è

C(G)=200\*G2

dove G indica il numero di moduli installati da tutte le aziende (supponiamo che sia possibile installare anche una frazione di un modulo). Il costo dipende dunque da quanti moduli vengono installati nel complesso.

* Quale è il costo se viene installato un solo impianto? [200]
* Quale è l’incremento di costo passando da 5 a 6 moduli? [2.200]
* Quale è il costo marginale (di installare una unità infinitesima dell’impianto di depurazione) se sono già installati G moduli? [400\*G]
* Quale è il quantitativo ottimo di moduli di depurazione da installare? (Suggerimento: eguagliare il costo marginale alla disponibilità a pagare una unità in più nell’impianto di depurazione [400\*G=4000, G=10]

**Esercizio 3. Coordinamento nelle politiche ambientali**

Supponiamo che quattro agricoltori debbano decidere se contribuire o meno alla depurazione di un lago da cui ottengono l’acqua per l’irrigazione.

Per ciascun agricoltore, il costo di contribuire al progetto è pari a 1000 euro. Quando un agricoltore contribuisce, per effetto della possibilità di utilizzare l’acqua per l’irrigazione, ciascuno dei quattro beneficia di un aumento del raccolto pari a 800 euro. L’azione di un agricoltore porta quindi un beneficio per tutti gli altri (esternalità positiva). La depurazione del bacino è un bene pubblico, perché quando un individuo sostiene il costo per la sua fornitura tutti ne traggono vantaggio.

Consideriamo ora la decisione che deve prendere uno dei quattro agricoltori. Il beneficio dipende dalla sua scelta ma anche dal numero di agricoltori, oltre a lui, che decidono di contribuire alla depurazione del bacino.

Il ricavo del singolo agricoltore, a seconda della sua decisione e del numero *n* di altri agricoltori che decidono di contribuire alla depurazione oltre a lui, è il seguente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| n | Contribuisce | Non contribuisce |
| 0 | -200 | 0 |
| 1 | 600 | 800 |
| 2 | 1400 | 1600 |
| 3 | 2200 | 2400 |

Quale è la strategia migliore per un agricoltore?

Risposta: non contribuire. Qualunque cosa gli altri agricoltori decidano di fare, un agricoltore realizzerà un guadagno maggiore decidendo di non contribuire piuttosto che contribuire. Quindi, ciascun agricoltore è in condizione di agire da *free rider*, approfittando del contributo altrui. La scelta di non contribuire è una strategia dominante rispetto a quella di contribuire. Il risultato è che nessuno contribuisce alla depurazione del bacino.

Il gioco è un [dilemma del prigioniero](https://www.treccani.it/enciclopedia/dilemma-del-prigioniero_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/) con più di due giocatori: se gli agricoltori sono interessati unicamente al proprio guadagno, nessuno contribuisce e il guadagno per tutti sarà zero. D’altra parte, se tutti contribuissero, ciascuno otterrebbe un guadagno pari a 2200 euro. Quindi scelte fatte pensando soltanto all’interesse del singolo conducono ad un risultato non ottimale per la comunità nel suo insieme.

Ciascun giocatore trarrebbe dunque beneficio dalla cooperazione di tutti, ma starebbe meglio agendo da *free rider*, indipendentemente da quello che fanno gli altri.

**Esercizio 4.** [**Dilemma del prigioniero**](https://www.treccani.it/enciclopedia/dilemma-del-prigioniero_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/) **e politiche di contrasto climatico**

Consideriamo due aziende (*a* e *b*) che possono decidere di adottare due diverse tecnologie per produrre lo stesso prodotto: una Green e una Brown. La prima non inquina, la seconda inquina. La prima rende la produzione del bene più costosa. La decisione di utilizzare una tecnologia dipende da ciò che fa l’altra azienda. Se ambedue scelgono la stessa tecnologia, ottengono lo stesso utile che è però più elevato nel caso tecnologia Green (10) rispetto al caso Brown (5) in quanto ambedue le aziende, tutelando l’ambiente, godono di una sovvenzione da parte dello Satto. Se una azienda sceglie la tecnologia Brown e l’altra quella Green la prima ottiene un vantaggio competitivo in quanto la produzione è meno costosa e quindi può ottenere un maggiore guadagno: 12 contro 2. Ecco qui rappresentato l’utile delle due aziende associato alle diverse scelte.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (a, b) | Green | Brown |
| Green | (10,10) | (2, 12) |
| Brown | (12, 2) | (5, 5) |

* Quale è la migliore decisione di un’azienda in risposta alla decisione dell’altra? [Brown indipendentemente dalla decisione dell’altra azienda]
* Quale è l’esito del gioco se ambedue le aziende adottano la migliore decisione in risposta a quella dell’altra azienda? [Brown, Brown]

**Esercizio 5. Difficoltà di raggiungere un accordo in presenza di valutazioni diverse**

Dieci persone vivono in un condominio e valutano di migliorare l’isolamento termico dello stabile. Il costo di fare ciò è 4500 euro. I condomini hanno valutazioni diverse circa la necessità di dare corso al progetto. Quattro valutano il miglioramento 1000 euro, tre lo valutano 300 e tre solo 200 euro.

* Dare corso al progetto porta a un miglioramento per il condominio nel suo complesso? [Sì: il beneficio sarebbe 4\*1000+3\*300+3\*200=5500>4500]
* Individua un sistema di contribuzione in modo tale che il progetto sia attuato (copra i costi) e tutti traggono un beneficio (esborso inferiore alla loro valutazione). [per i primi quattro 1000-100, per gli altri tre 300-100, per gli ultimi tre 200-100]
* Supponiamo che le regole del condominio prevedano che il progetto sia messo ai voti (voto a maggioranza) e che i costi siano divisi equamente. Il progetto è destinato a passare? [No: il costo sarebbe 450 euro e solo quattro hanno una valutazione superiore]

**Esercizio 6. Contributo per le politiche ambientali**

Consideriamo due individui. D1(Q) è la curva di domanda di un ‘‘cielo pulito’’ da parte del primo individuo, e *D*2(Q) è la curva di domanda del secondo individuo. Q rappresenta il livello di tonnellate di GHG eliminate (l’indicatore di cielo pulito). Il valore delle due funzioni indica il beneficio (marginale) in euro di un’unità addizionale di GHG eliminata, quanto ciascuno dei due individui è disposto a pagare per una unità di GHG in più eliminata dato un livello pari a Q. Si può notare che il beneficio per ambedue è decrescente in Q.

Consideriamo *D*1(Q)=150-Q e *D*2(Q)=250-Q. Il primo individuo ha dunque un beneficio marginale derivante dall’eliminazione di una unità in più di GHG pari a 80 se il quantitativo eliminato è 70, il secondo ha invece un beneficio marginale pari a 180. Se il quantitativo eliminato è pari a 70, il primo sarà disposto a pagare 80 e il secondo 180.

* Determina il livello ottimo di eliminazione di GHG se il costo per eliminare una unità in più di GHG è costante ed è pari a 200. [Q\*=100, 400-2Q=200]
* Cosa succede se il costo per eliminare una unità aggiuntiva di GHG è superiore a 400? [Q\*=0]
* Ipotizziamo che il costo per eliminare una unità aggiuntiva di GHG dipenda dal quantitativo eliminato come segue: C(Q)=100+Q. Quale è il quantitativo ottimo di GHG eliminata? [Q\*=100, 400-2Q=100+Q]

**Esercizio 7. Tasso di sconto sociale**

Il **tasso di sconto** rende esplicito quanto vale oggi una unità di moneta disponibile in un tempo futuro, ovvero il suo “valore attuale”. Un tasso di sconto basso significa che diamo un valore elevato oggi a ciò che accadrà in futuro (un euro in futuro vale molto oggi). Per valutare le politiche pubbliche, come quelle di contrasto dei cambiamenti climatici, che producono costi e benefici sociali in istanti di tempo diversi, si utilizza il cosiddetto **tasso di sconto sociale** che consente di confrontare ad esempio il costo degli interventi, sostenuti oggi, per ridurre le emissioni, e i benefici economici o i mancati costi, che si manifesteranno in futuro.

Il “valore attuale” di una politica pubblica è dato dalla somma dei costi e dei benefici relativi all’anno , ciascuno moltiplicato per il fattore correttivo , dove è il tasso annuo di sconto sociale, per tutta la durata della politica di anni (a partire dall’anno zero):

Per una definizione più precisa del tasso di sconto e del valore attuale si veda <https://economiapertutti.bancaditalia.it/progetti-educativi/sostenibilita-ambientale/Educazione_finanziaria_alla_sostenibilita_ambientale_percorso.pdf>, pp. 4-5.

Considera due politiche pubbliche.

La prima, a fronte di un investimento (costo) pari a 30 oggi, garantisce una riduzione di emissioni di CO2 in futuro che hanno il seguente corrispettivo economico (minore spesa per fronteggiare disastri climatici ad esempio): 20 in T=10, 40 in T=20, 50 in T=30, 70 in T=40.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Anno | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Costi (mln €) | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Benefici (mln €) | 0 | 20 | 40 | 50 | 70 |

La seconda, a fronte di un investimento (costo) pari a 25 oggi, garantisce una riduzione di emissioni di CO2 in futuro che hanno il seguente corrispettivo economico: 10 in T=10, 20 in T=20, 30 in T=30, 120 in T=40.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Anno | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Costi (mln €) | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Benefici (mln €) | 0 | 10 | 20 | 30 | 120 |

1. Applicando la formula del valore attuale, valuta quale delle due politiche è più conveniente ad un tasso di sconto pari al 2% (r=0,02).

Risposta: applicando la formula del valore attuale abbiamo

VA(1)= [20/((1+0,02)^10)+40/((1+0,02)^20)+50/((1+0,02)^30)+70/((1+0,02)^40]-30=72,63

VA(2)= [10/((1+0,02)^10)+20/((1+0,02)^20)+30/((1+0,02)^30)+120/((1+0,02)^40]-25=67,57

La politica 1 è più conveniente

1. Applicando la formula del valore attuale valuta quale delle due politiche è più conveniente ad un tasso di sconto pari al 1% (r=0,01).

Risposta: Applicando la formula del valore attuale abbiamo

VA(1)= [20/((1+0,01)^10)+40/((1+0,01)^20)+50/((1+0,01)^30)+70/((1+0,01)^40]-30=147,6

VA(2)= [10/((1+0,01)^10)+20/((1+0,01)^20)+30/((1+0,01)^30)+120/((1+0,01)^40]-25=152,5

La politica 2 è più conveniente

1. Fornisci una spiegazione del cambiamento di ordinamento a seconda del tasso di sconto

Risposta: tanto più il tasso di sconto è basso tanto maggiore è il valore attuale dei benefici lontani nel tempo. La politica 1 ha un flusso di benefici più alto nei primi 30 anni mentre la politica 2 ha benefici più alti rispetto alla politica 1 dopo 40 anni; pertanto, la politica 2 risulta più conveniente rispetto alla politica 1 solo per tassi di sconto molto bassi.