



# Lezione di economia del riciclo

## 9/ 11/ 22

Prof. Laura Castellucci

Ieri abbiamo visto che due forze agiscono sul prezzo di mercato (e vedremo altre forze nel mondo reale\*):

- **a.** una al rialzo – rendita (Hotelling) e **b.** una che ne costituisce il limite superiore ovvero la tecnologia di backstop (Nordhaus).
- Infatti con il tempo rendita e prezzo crescono al tasso di interesse e ciò: 1. rende «economiche» alcune riserve non sfruttate ai prezzi più bassi e 2. crea l'incentivo ad investire in ricerca di nuovi giacimenti (miniere) e/o di nuove tecnologie che consentano lo sfruttamento di quelli più complessi (da risorse a riserve)- (slide 7, lez. 8.11.22)

# Mercato del petrolio

- Prezzo del petrolio: 1. il mercato non è di concorrenza ma esiste un duraturo Cartello; 2. nel prezzo non sono comprese le esternalità – emissioni di CO<sub>2</sub> ; 3. errata valutazione dei costi e dei prezzi; + [la politica e le guerre hanno influenza su questo prezzo internazionale]
- (torneremo sull'argomento nel caso di studio annunciato nel Programma: il problema energetico mondiale e i mercati delle fonti di energia)

- Puntualizzazione: l'estrazione del barile di petrolio è in verità una riduzione dello stock di capitale e dunque è un disinvestimento
- Analiticamente abbiamo visto come la regola di Hotelling (equaz. [1] slide pros.) possa includere la backstop technology (equaz. [2] slide pros.)

# Hotelling e Hotelling modificata

$P_0 \neq CM$      $P_0 > CM$      $P_0 - CM = R_0$     Rendita di scarsità o royalty

$R_1 = (P_1 - CM)$ ;  $(P_1 - CM) = (P_0 - CM) (1 + r)$ ;  $P_1 = CM + (P_0 - CM) (1 + r)$ ;

**[1]  $P_t = CM + (P_0 - CM) (1 + r)^t$  regola di Hotelling**

$P_T = CM_b$ ;  $P_T = CM + (P_0 - CM) (1 + r)^T$  cosa accade quando  $P_T$  raggiunge il  $CM_b$

$CM_b = CM + (P_0 - CM) (1 + r)^T$ ;  $CM_b - CM = (P_0 - CM) (1 + r)^T$  ampiezza del corridoio;

$(CM_b - CM) / (1 + r)^T = (P_0 - CM)$     sostituiamo nella [1] il termine  $(P_0 - CM)$

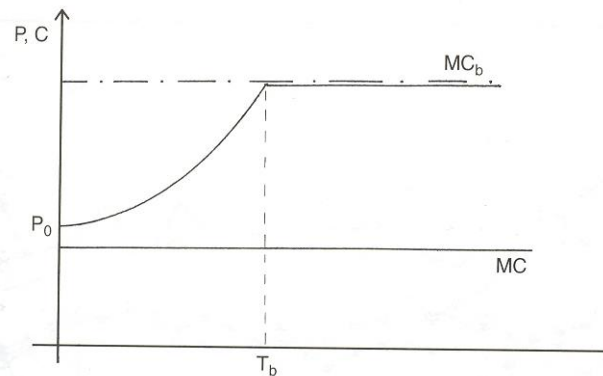
$P_t = CM + [(CM_b - CM) / (1 + r)^T] (1 + r)^t$

**[2]  $P_t = CM + (CM_b - CM) / (1 + r)^{T-t}$  Hotelling modificata per tener conto della backstop technology**

## Regola di Hotelling, 1931

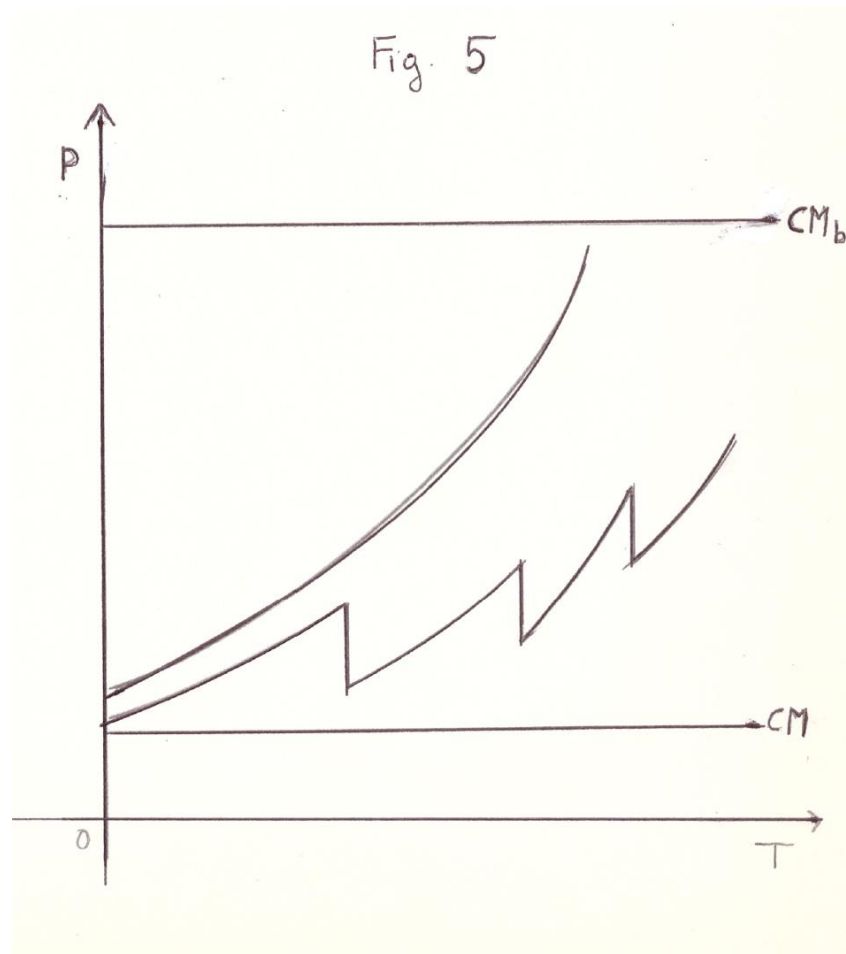
barile non estratto=investito; barile estratto=disinvestito

$MC_b$  è il costo marginale della nuova tecnologia e rappresenta il limite superiore all'aumento del prezzo



- Notiamo che nei confronti delle non rinnovabili in progresso tecnico può svolgere un ruolo positivo
- Tratteremo più ampiamente la questione *progresso tecnico*, partendo dal dato di fatto che esso non è sempre positivo

# Prezzo Hotelling nell'ipotesi di varie scoperte non previste/ prevedibili





- Consideriamo adesso un'altra forza che può contribuire ad aumentare l'offerta (e dunque a frenare l'aumento del prezzo): *l'attività umana di «riciclo»*
- Ovviamente non riguarda il petrolio ma tutti i minerali, la maggioranza delle RNNR
- Il riciclo svolge anche un'altra importante funzione, quella di ridurre la quantità di rifiuti

# Qualche precisazione

- Non tutti i materiali sono riciclabili al 100%
- E non tutti i materiali riciclati conservano le qualità della materia vergine (il rame e l'oro sono invece esempi di *materie prime o vergini*, che conservano le loro qualità dopo il riciclo quando cioè diventano *materie prime secondarie*)

# Economia del riciclo

- Supponiamo una materia prima riciclabile, esempio il rame
- Il mercato del rame può rappresentarsi con le consuete curve di domanda e di offerta di materia prima, vergine (costi di produzione)
- Introduciamo l'offerta di rame riciclato sotto l'ipotesi che il costo della materia prima secondaria (cioè riciclata) sia più alto

# Riciclo

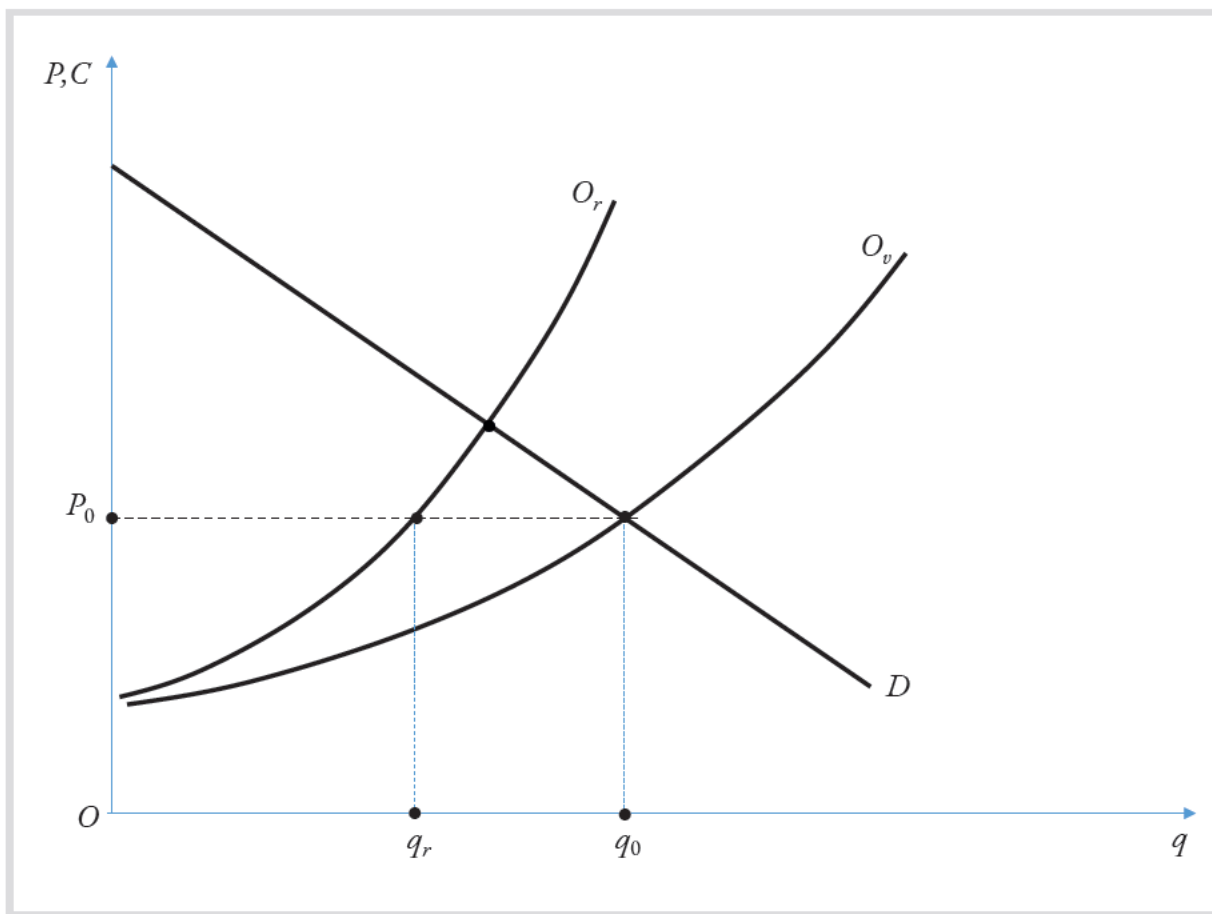


Figura 3.5 Il mercato del rame

- La quantità di rame scambiata nel mercato rappresentato nel grafico è  $Oq_0$  e il prezzo è  $P_0$
- Della quantità totale soltanto la quantità  $Oq_r$  sarà ottenuta da materia riciclata
- Se raffrontiamo la quantità ottenuta dalla materia secondaria a quella totale si ottiene un semplice ma interessante indicatore:
- $Oq_r / Oq_0 = \text{tasso di riciclo}$

# Tasso di riciclo ed evoluzione spontanea del mercato

- Se esistessero forze di mercato verso l'aumento del tasso di riciclo dovremmo solo aspettare
- Ma se e nella misura in cui i costi di estrazione dalle miniere si riducessero (e/o quelli della lavorazione) grazie al progresso tecnico, ciò porterebbe ad una riduzione del prezzo di mercato e della quantità di rame derivante da materia prima secondaria. Tasso di riciclo <

- Occorre intervento pubblico
- Imposta sulla materia vergine che ne alzi il costo
- La figura della prossima slide rappresenta questo caso
- Nell'ipotesi di domanda immutata il tasso di riciclo:  $Oq'_r/Oq'_0 > Oq_r/Oq_0$

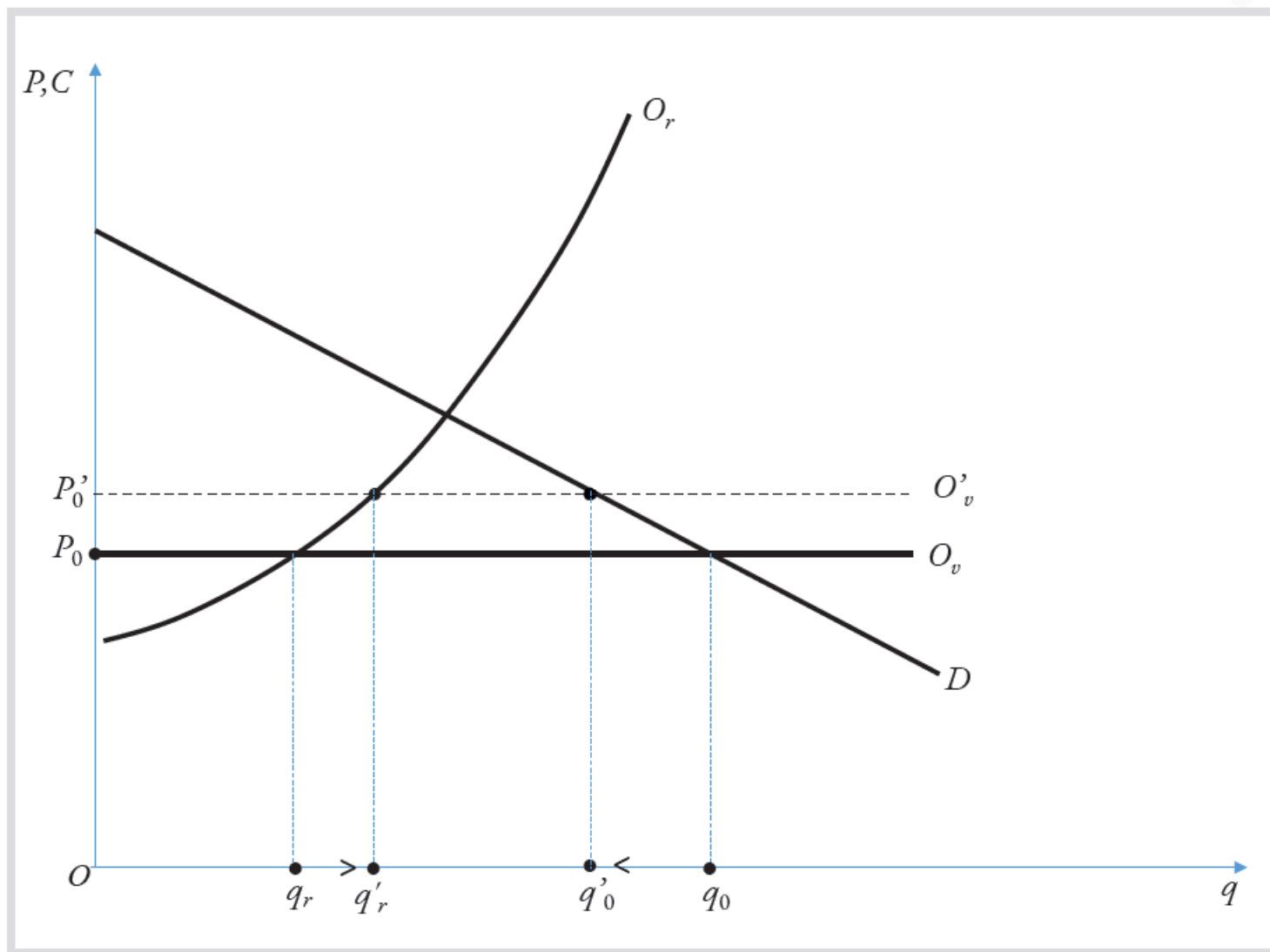


Figura 3.5(a) Tassa fissa su ogni unità di rame prodotto da materia vergine



- ma la quantità di rame si è ridotta:
- 1. l'uguaglianza di domanda e offerta di mercato è ottima per la collettività se il m. è di concorrenza
- 2. può darsi conduca ad un miglior uso del rame – riduzione dell'intensità di rame nella produzione
- 3. può darsi vi sia stata sostituzione – se con materiale più abbondante ciò sarebbe positivo

Intervento pubblico mirato  
direttamente ad accrescere il riciclo

- Per evitare (se desiderato) che la quantità di rame non si riduca lo stato dovrebbe intervenire sul lato dei costi di produzione della materia prima secondaria.
- Sussidi, ma con molta attenzione al loro meccanismo

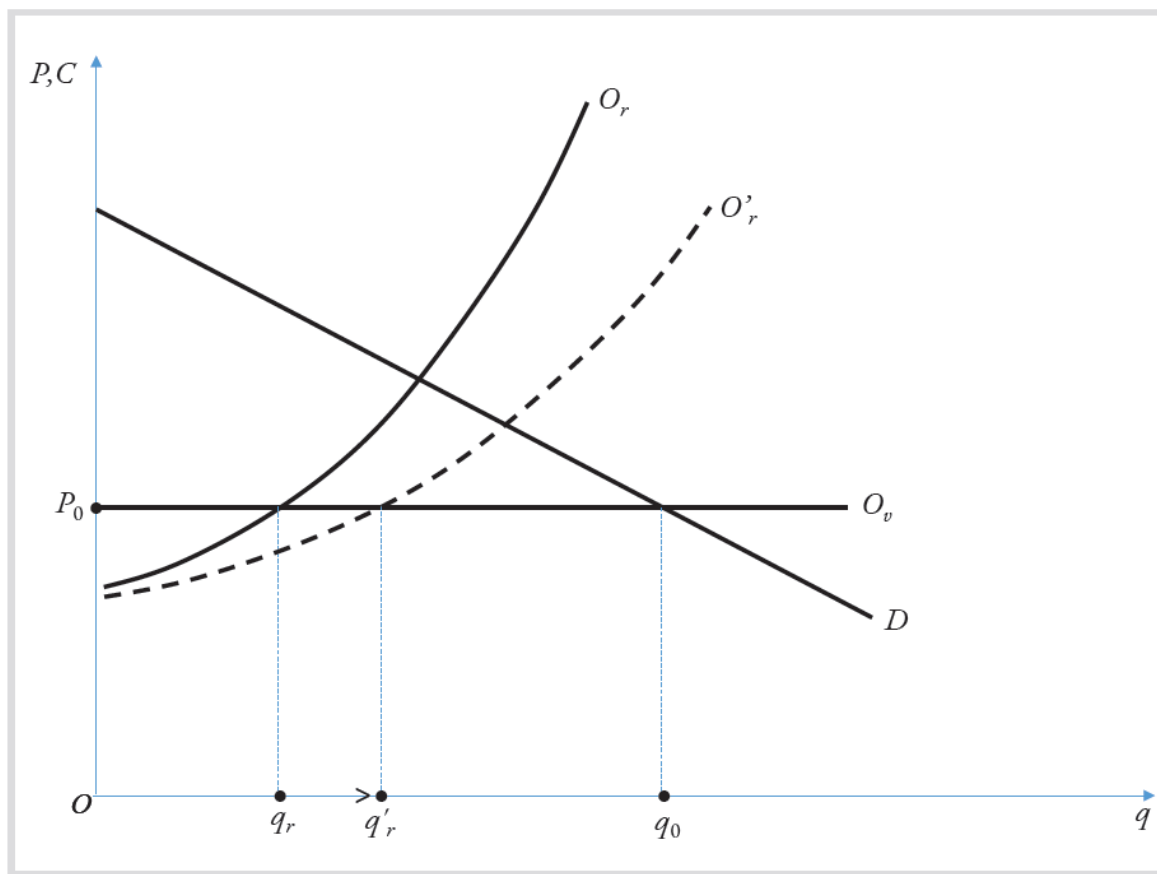


Figura 3.5(b) Riduzione dei costi di produzione da rottami di rame

## Terre rare: risorse naturali non rinnovabili di importanza strategica per l'economie hitech odierne

- Le terre rare comprendono 17 elementi. Grazie alle loro proprietà magnetiche, ottiche, luminescenti ed elettrochimiche, sono diventate indispensabili in molti processi produttivi hitech: turbine eoliche, hard disk, laser, motori elettrici ibridi, telefoni cellulari, fibre ottiche, radar, magneti, batterie ecc.
- Questi elementi sono piuttosto diffusi sulla crosta terrestre ma non è semplice estrarli; sono presenti come tracce in rocce di varia natura e per questo sono detti rari; questa bassa concentrazione richiede processi e tecnologie avanzati per l'estrazione e la produz.

# Produzione e consumo di terre rare (RE) – alla base dell'elettronica, delle telecomunicazioni e della produzione/stoccaggio dell'energia

- La Cina produce il 90% delle terre rare «pronte all'uso» ed è il maggiore esportatore mondiale
- I consumatori sono i paesi industrializzati avanzati
- Conseguenza: importanza nella geopolitica mondiale

- Il monopolio è un fatto relativamente recente; negli anni 80 i maggiori produttori erano: Sudafrica, Brasile, India, USA. Ma la Cina capì l'importanza ed investì pesantemente nel settore sia per l'estrazione che per i processi di trasformazione per rendere questi materiali «pronti all'uso»
- Deng Xiaoping '86: « gli Arabi hanno il petrolio, la Cina le terre rare» ....nel 2002 gli USA chiusero le loro miniere: più economico importare da Cina

# Documento della comunità europea CE, COM (2017) 490 final 13.9.2017

- Le Terre rare sono distinte in due gruppi: Terre rare pesanti (HREE) e terre rare leggere (LREE)
- La Commissione europea ha stilato l'elenco delle «materie essenziali» per la sua industria high tech – RE + palladio nel 2011, aggiornato nel 2014, nel 2017 (diventati 27) per rendere coesi gli stati negli acquisti di fronte all'offerta del monopolista cinese e
- La COM «invita» a migliorare l'efficienza nell'uso e ad aumentare il riciclico

**Table 1. Rare Earth Elements (Lanthanides): Selected End Uses**

<b>Light Rare Earths (more abundant)</b>	<b>Major End Use</b>	<b>Heavy Rare Earth (less abundant)</b>	<b>Major End Use</b>
Lanthanum	hybrid engines, metal alloys	Terbium	phosphors, permanent magnets
Cerium	auto catalyst, petroleum refining, metal alloys	Dysprosium	permanent magnets, hybrid engines
Praseodymium	magnets	Erbium	phosphors
Neodymium	auto catalyst, petroleum refining, hard drives in laptops, headphones, hybrid engines	Yttrium	red color, fluorescent lamps, ceramics, metal alloy agent
Samarium	magnets	Holmium	glass coloring, lasers
Europium	red color for television and computer screens	Thulium	medical x-ray units
		Lutetium	catalysts in petroleum refining
		Ytterbium	lasers, steel alloys
		Gadolinium	magnets

**Source:** DOI, U.S. Geological Survey, Circular 930-N.