

Il Panorama



Il Panorama



Il Panorama

Classificazione delle risorse energetiche

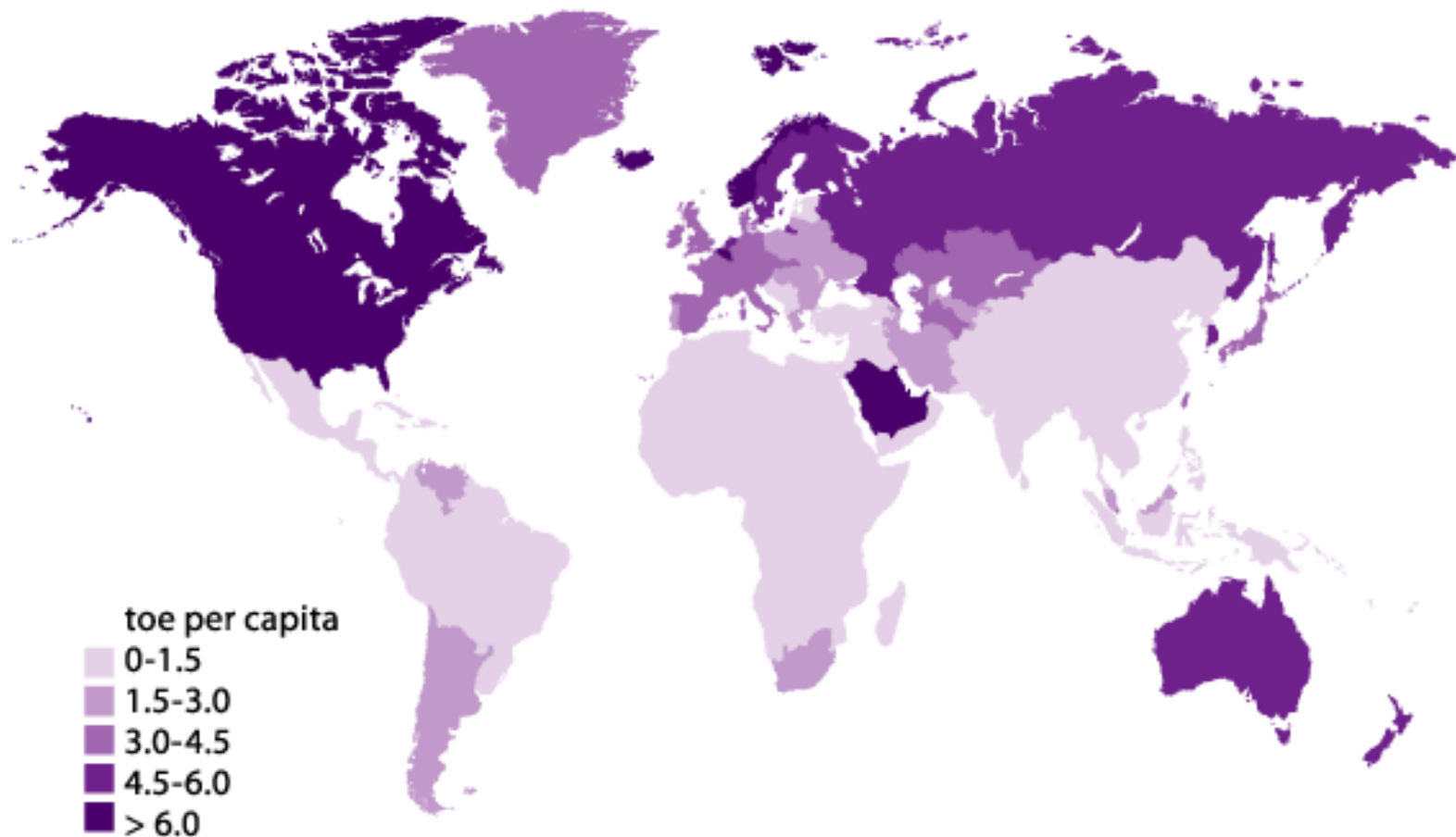
	Fossile	Flusso
Inorganico	Nuclei pesanti fissione. Nuclei leggeri fusione. Grandezze in riserva valutate in Joule	Il flusso solare entrante viene riemesso come radiazione terrestre uscente. Questo processo si manifesta come struttura ciclica di disequilibri termici e moti fluidi di oceano e atmosfera. La potenza del flusso solare è espressa in Watt
Organico	Carbone, petrolio, metano. Grandezze in riserva valutate in Joule	La biosfera, struttura biochimica altamente specializzata. La sua potenza è espressa in Watt

Il Panorama

Primary energy consumption per capita (Fonte: BP 2008)

BP statistical review PAGO 21 31 40 43

Tonnes oil equivalent



Il Panorama

CONSUMI ENERGETICI MONDIALI:

Energia primaria 130.000 TWh/anno
più di 11 G TEP / anno

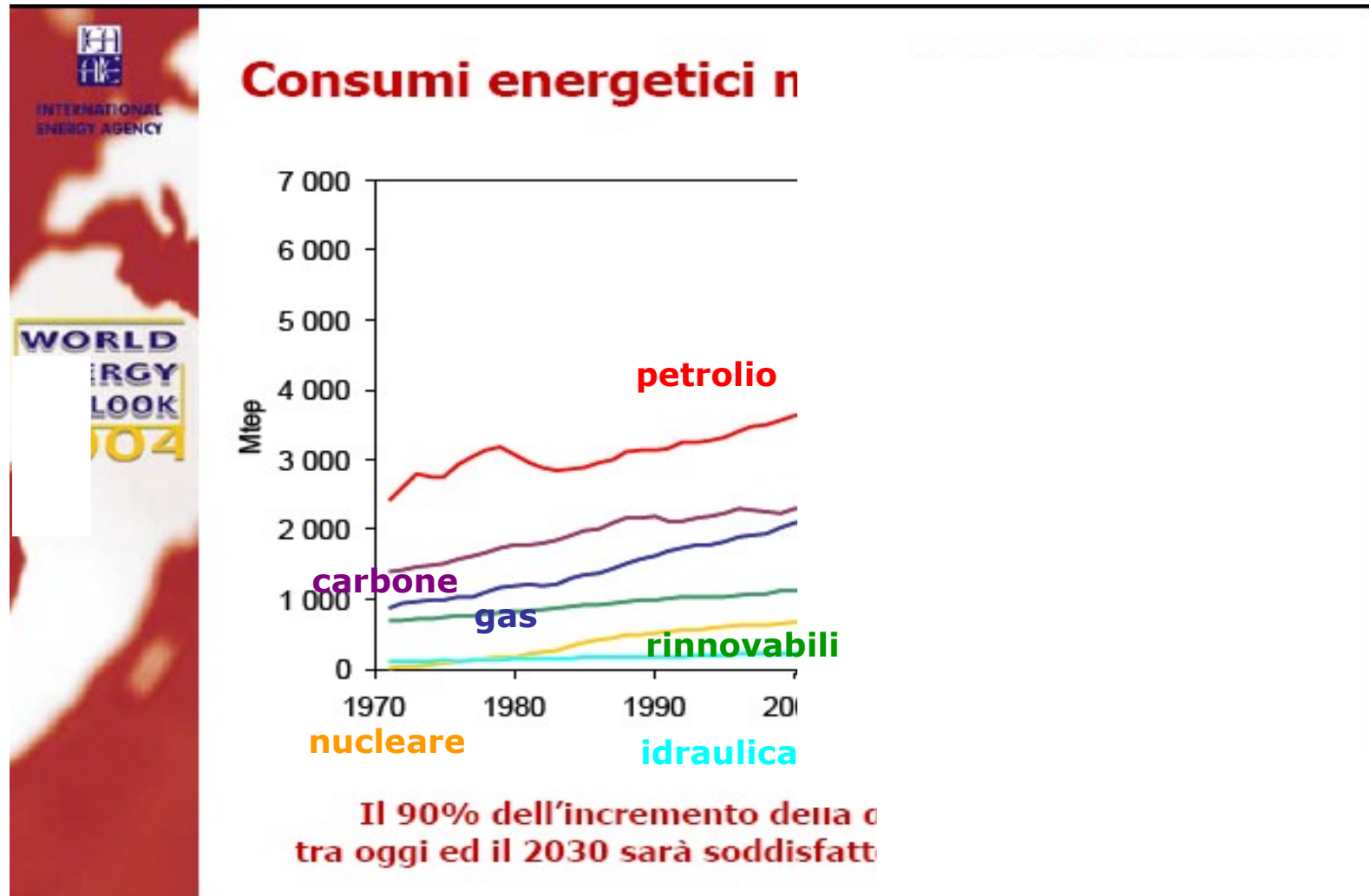
è come se ogni 12 mesi bruciassimo un cubo di petrolio
con lato $> 2,2$ km

- ==> problemi di reperibilità
- ==> problemi ambientali
- ==> problemi sociali

M T e p	M e g a t o n n e l l a t e e q u i v a l . p e t r o l i o	1 0 ^ 6	T e p
T W h	T e r a W a t t o r a	1 0 ^ 1 2	W h
1	W h =	3 6 0 0	J
1	T W h =	3 , 6 0 E + 0 1 5	J
	p . c . p e t r o l i o	4 2	M J / k g
1	t	1 0 0 0	k g
1	T e p	4 2 0 0 0	M J
1	T e p	4 , 2 E + 1 0	J
1	M T e p	4 , 2 0 E + 0 1 6	J
	M T e p / T W h	1 1 , 6 7	
1	M T e p =	1 1 , 6 7	T W h
1	G t e p =	1 1 6 6 7	T W h
1	T W h =	0 , 0 9	M T e p
1	T W h =	8 , 5 7 E - 0 5	G t e p

Il Panorama

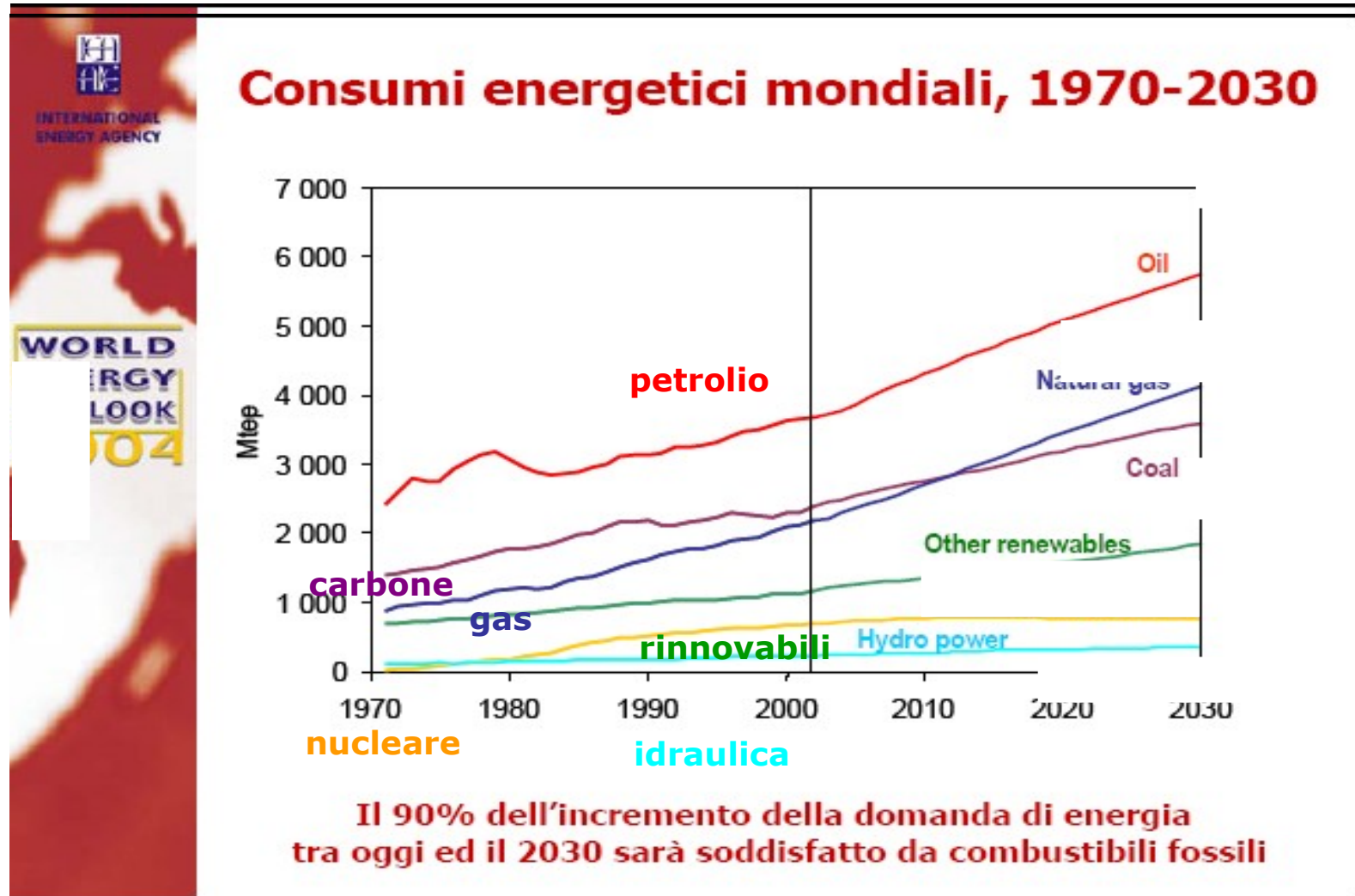
Milioni di tonnellate di petrolio equivalente



Il fabbisogno energetico: La situazione mondiale

Il Panorama

Milioni di tonnellate di petrolio equivalente



Il fabbisogno energetico: La situazione mondiale

Il Panorama

capacità di generazione [TWh]

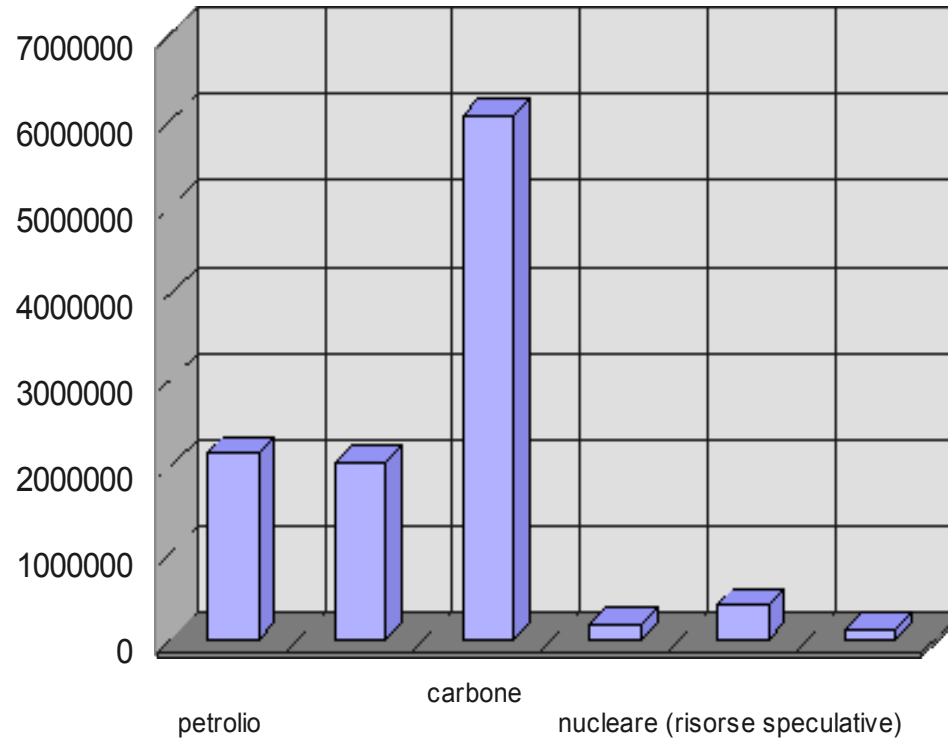
petrolio	2170660
gas	2059992
carbone	6087649
nucleare (risorse certe)	183965
nucleare (risorse speculative)	392642

Rapporto Capacità /Fabbisogno

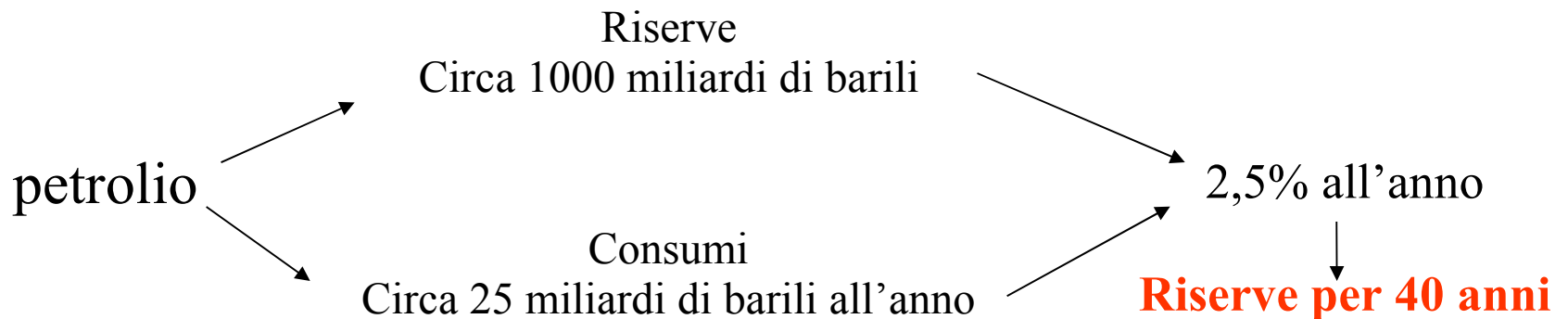
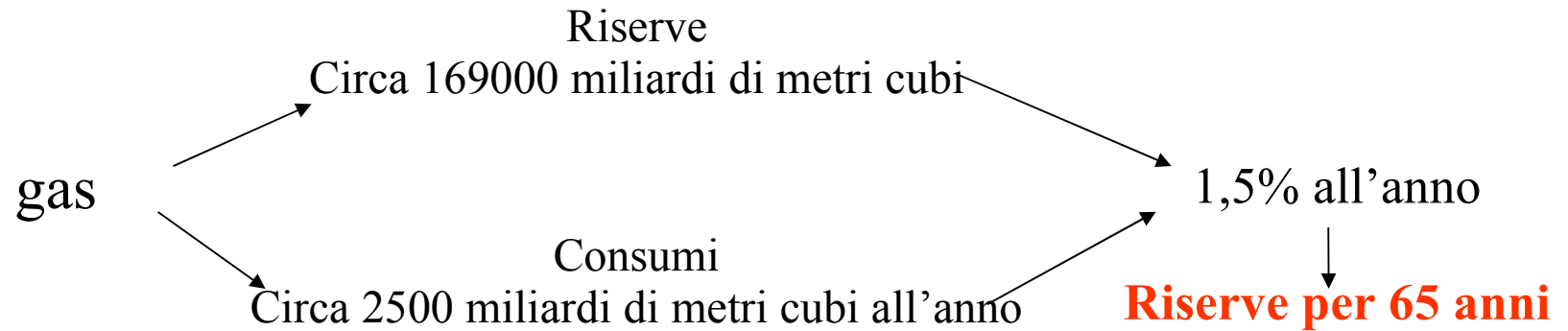
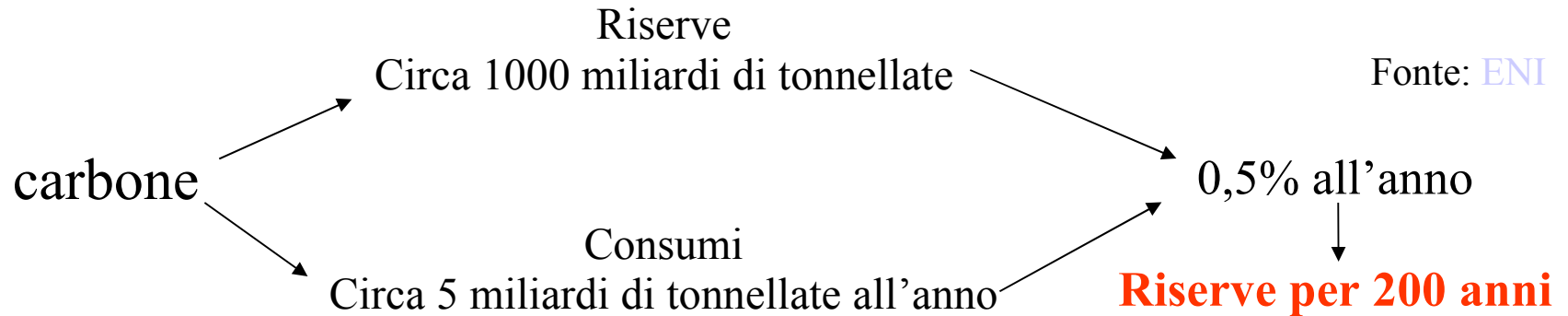
18,1
17,2
50,7
1,5
3,3

fabbisogno primario 2003 120000

capacità di generazione
[TWh]



Il “Picco”



Il “Picco”

Se volessimo stimare un po' più accuratamente tra quanto tempo cominceremo ad avere seri problemi con l'approvvigionamento di petrolio, dobbiamo tenere conto di almeno tre fattori:

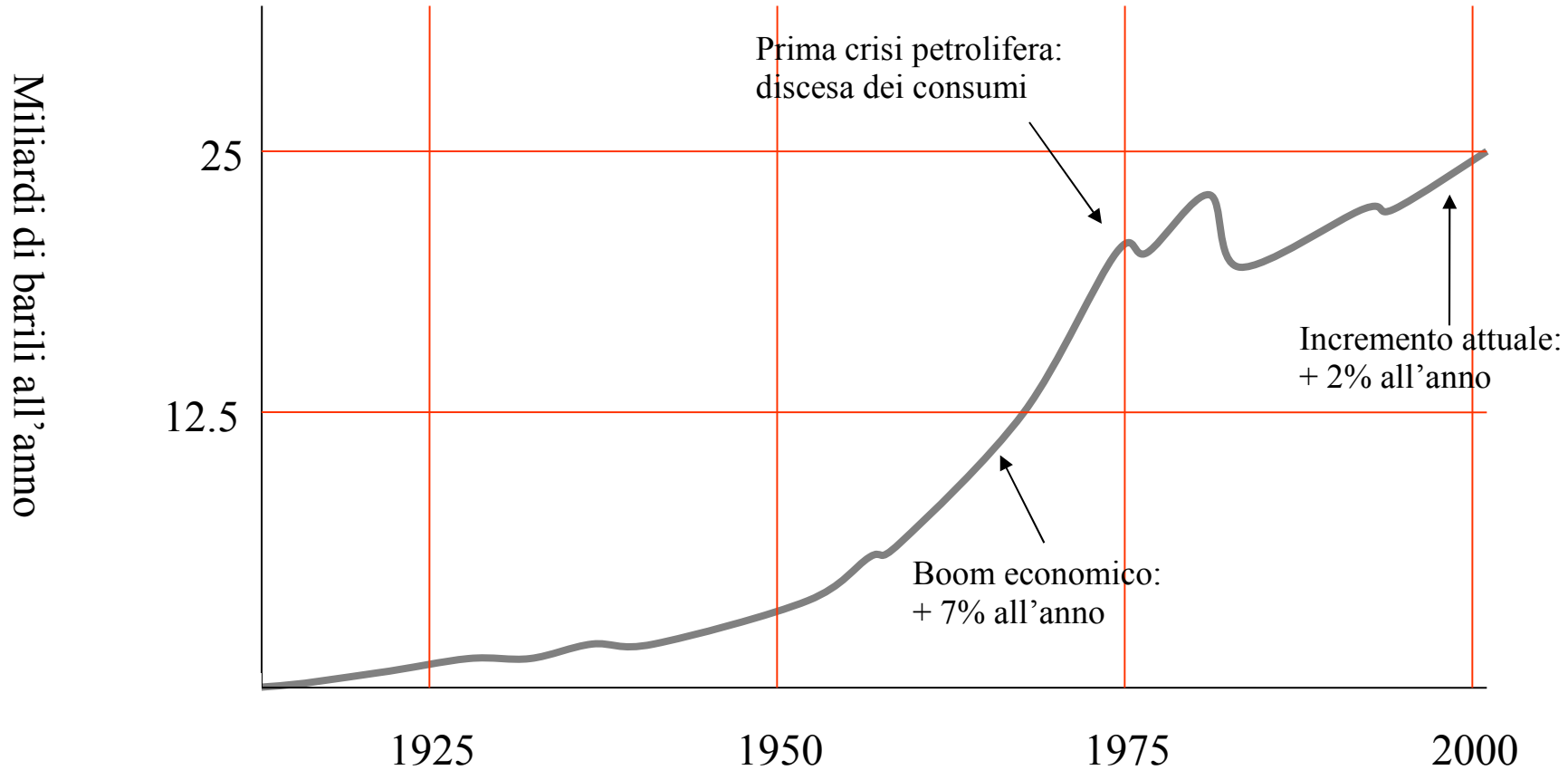
l'aumento dei consumi,

le scoperte di nuovi giacimenti

‘picco di produzione’.

Il “Picco”

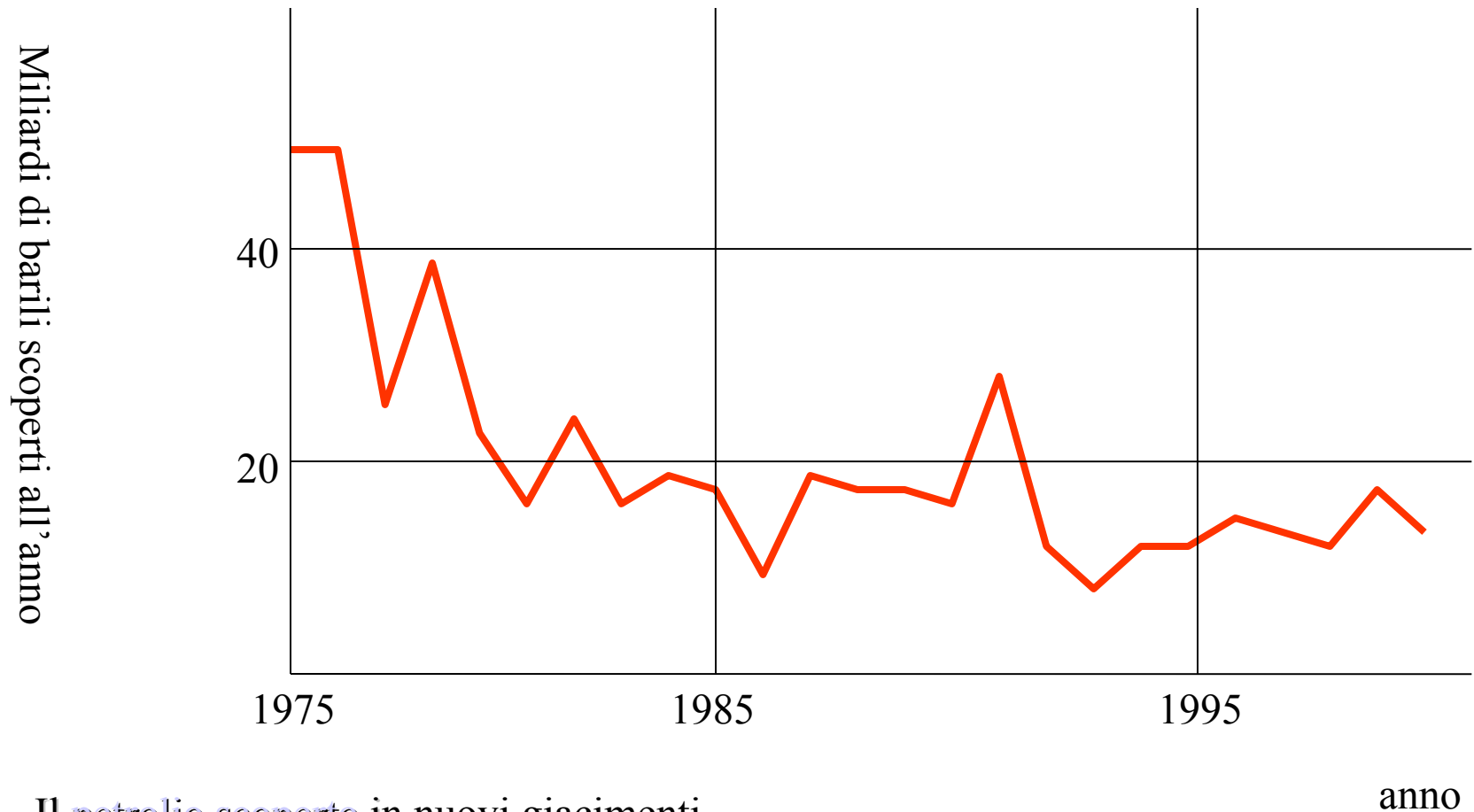
L'aumento dei consumi



Come mostra la [serie storica](#) dei consumi di petrolio, il consumo è andato crescendo, e attualmente è in espansione con un tasso prossimo al 2% annuo.

Il “Picco”

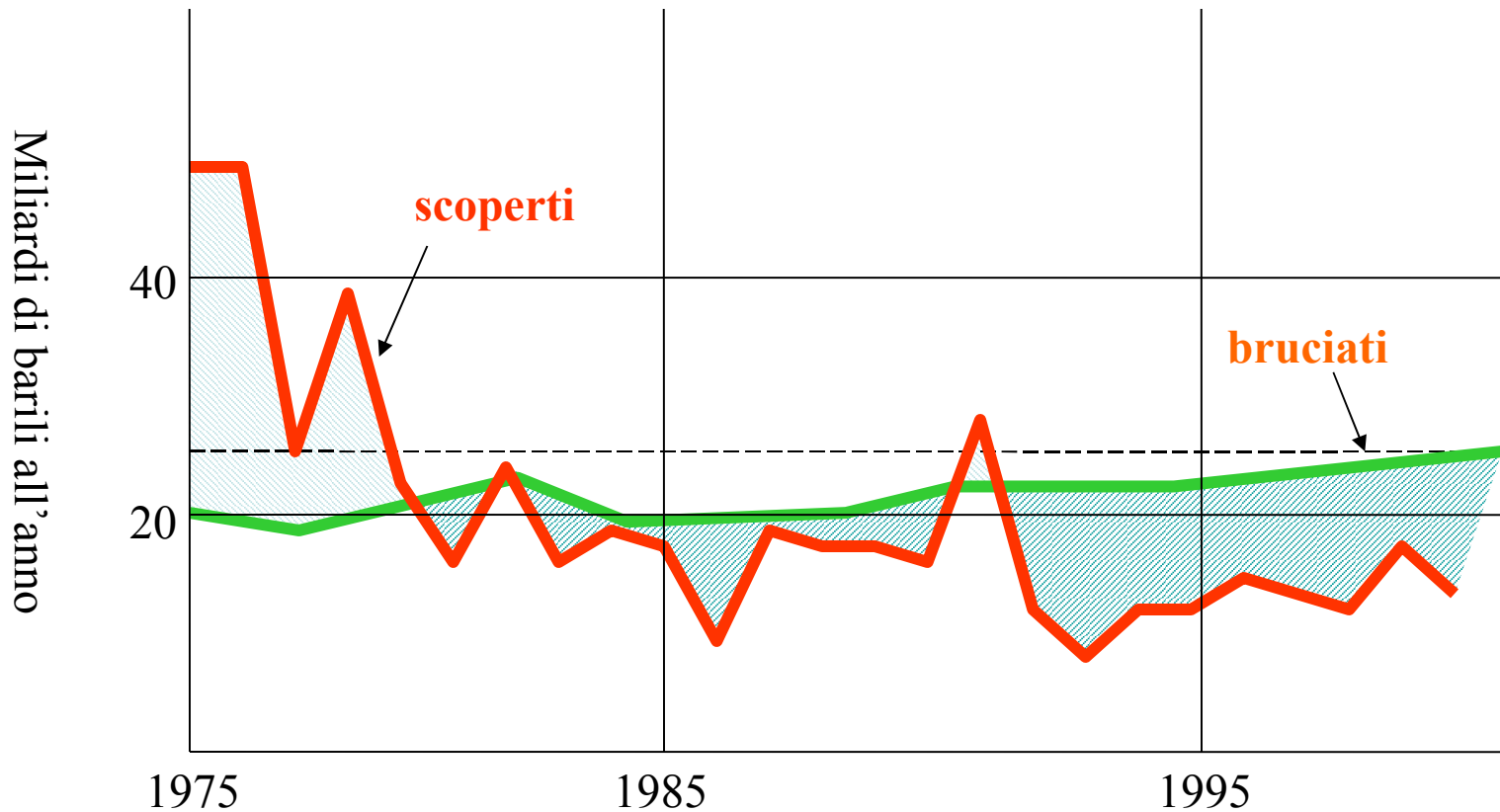
L'andamento delle nuove scoperte



Il petrolio scoperto in nuovi giacimenti
diminuisce a un tasso medio del 4% annuo

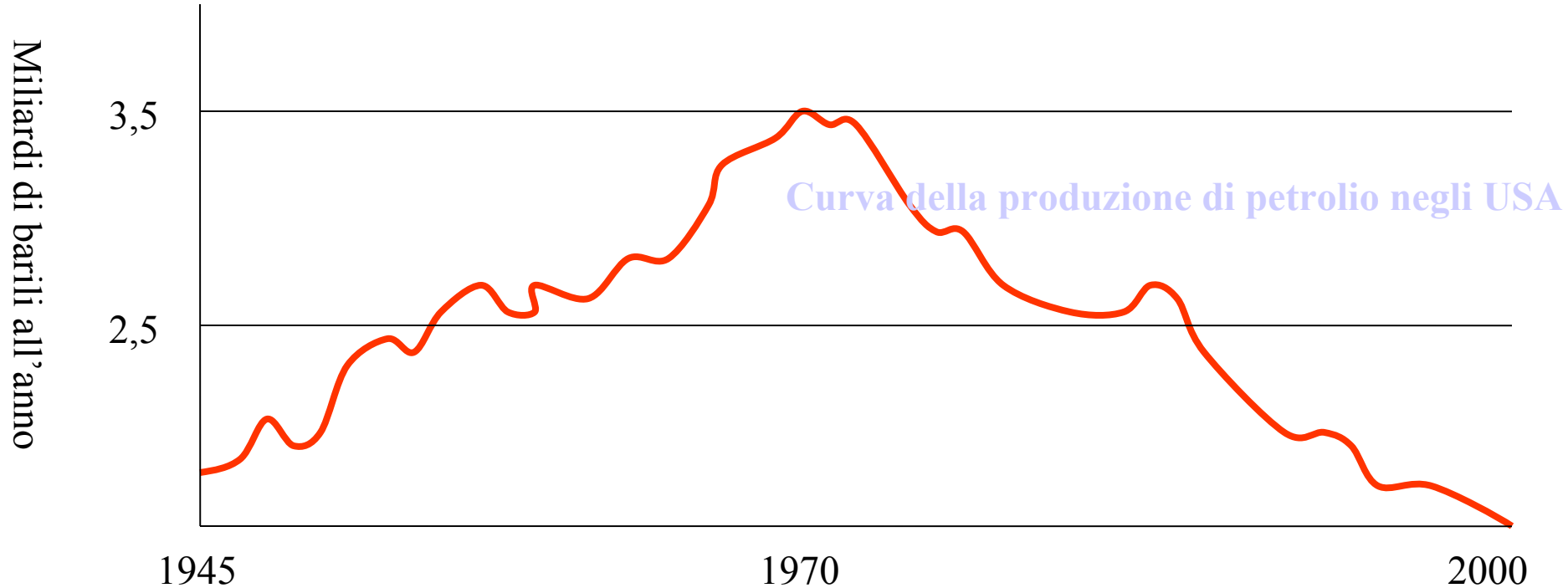
Il “Picco”

Sovrapponiamo le due curve



...e scopriamo che fin dai primi anni '80 stiamo bruciando più
petrolio di quanto ne scopriamo! anno

Il “Picco”



Osservate la curva di produzione del petrolio negli USA: raggiunge un massimo nel 1970 e poi declina. Il 1970 è l'anno di picco di produzione del petrolio per gli USA. Fino al 1970, la produzione segue la domanda, cioè, si estrae tanto petrolio quanto se ne riesce a vendere. Dopo il picco, si vende tanto petrolio quanto se ne riesce a estrarre.

Il “Picco”

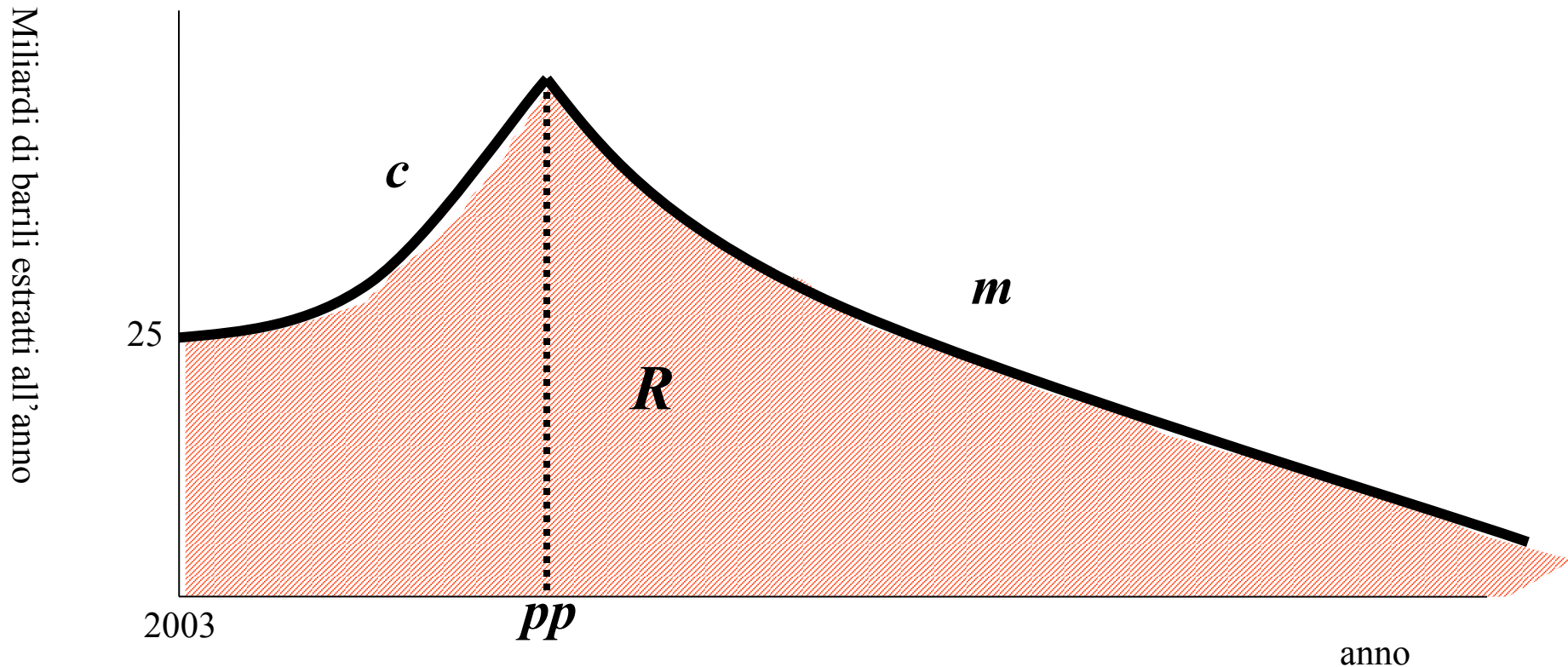
Il metodo per stimare quando possa verificarsi il picco di produzione

A partire dai consumi attuali, i consumi continueranno a crescere a un tasso medio c ...

... fino a quando raggiungeranno il picco di produzione pp ...

...dopodiché decresceranno con tasso medio m ...

...e alla fine l'area sotto tutta questa figura dovrà essere pari a R , che è la somma delle riserve scoperte più quelle da scoprire.



Il “Picco”

Il metodo

Quindi, se si conoscono c , m e R , si può ricavare pp .

Per curiosi e matematici, la formula esplicita per pp , supposti c e m costanti, è riportata di lato.

Rimane quindi il problema di stimare c , m e R .

$$pp = \frac{\ln \frac{R + \frac{25}{c}}{\frac{1}{c} + \frac{1}{m}}}{\frac{25}{c} + 2003}$$

Il tasso di crescita, c

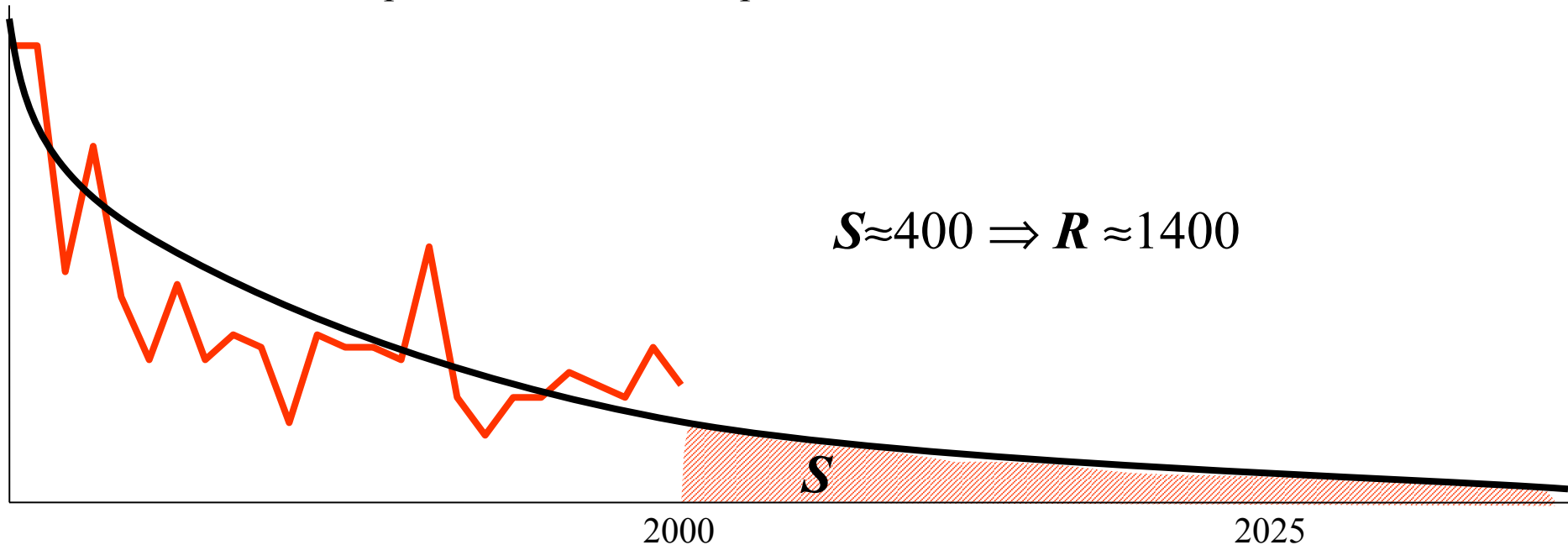
c , il tasso di crescita dei consumi e dell'economia, lo possiamo ragionevolmente stimare al 2%, come è stato negli ultimi anni.

Il “Picco”

L'ammontare delle riserve, R

R è il valore delle riserve di petrolio scoperte più quelle da scoprire..
Le riserve attuali ammontano a 1000 miliardi di barili cui bisogna aggiungere quelle da scoprire.

Per stimare le riserve ancora da scoprire, prendiamo la serie delle scoperte, la prolunghiamo ipoteticamente con una curva, e così l'area sotto questa curva (S), è una stima del petrolio ancora da scoprire. R è naturalmente $1000+S$.



Il “Picco”

La diminuzione dell'estrazione, m

Il parametro m è una misura di diverse variabili. Si può dire che sia funzione del livello tecnologico di sfruttamento dei pozzi e della pace e della stabilità della regione interessata.

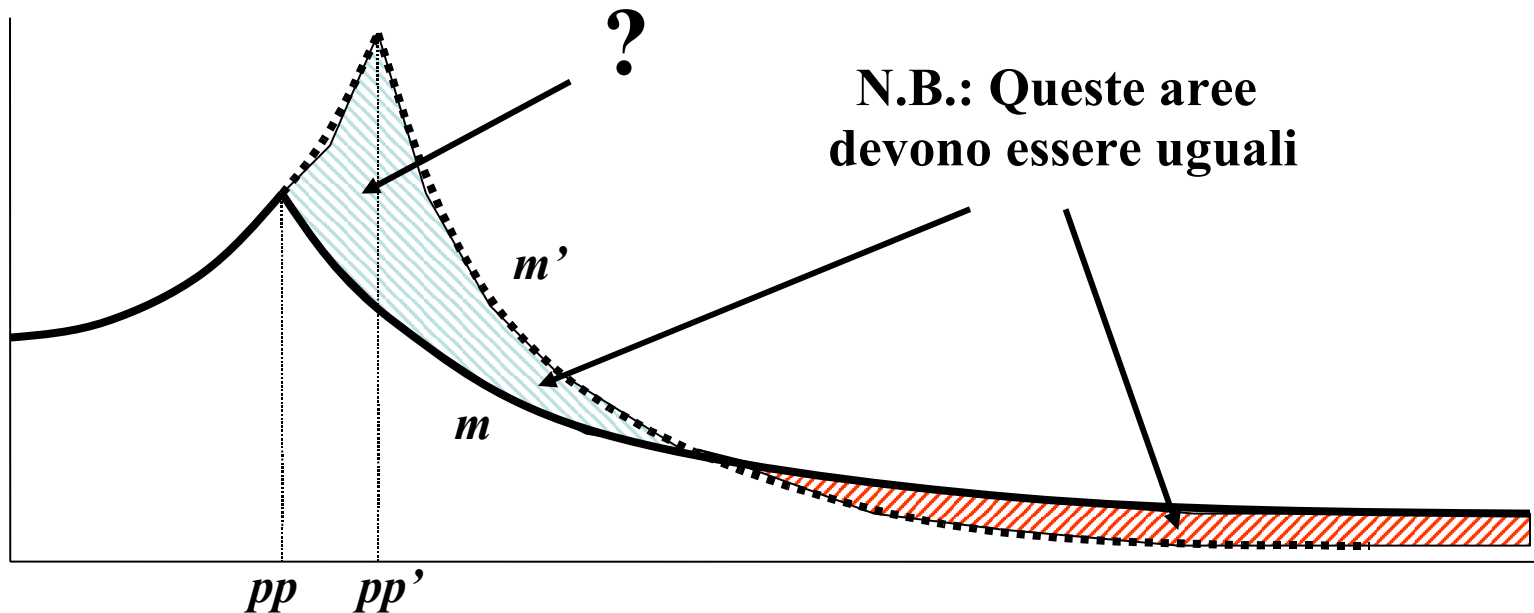
Infatti, m è tanto più alto (cioè, il rendimento dei pozzi dopo il picco decresce più rapidamente) quanto più il pozzo è stato sfruttato in precedenza, cioè quanto più si è riusciti a procrastinare il picco.

Vediamo di comprendere con l'ausilio di un grafico questa affermazione che risulta di solito poco intuitiva e comprensibile:

Il “Picco”

La diminuzione dell'estrazione, m

Se ho migliori tecnologie, più capitali e stabilità politica, posso ritardare il picco a pp' ...
...ma non posso aumentare la quantità di petrolio al mondo (cioè l'area sotto la curva)...
...quindi la nuova curva discendente m' deve intersecare la curva m ...



Il “Picco”

La diminuzione dell'estrazione, m

L'uso di tecnologie antiche, gli investimenti insufficienti, o situazioni di instabilità politica sono tutte situazioni che abbassano m .

Sebbene considerazioni teoriche spingano alcuni studiosi a ipotizzare valori di m fino al 10%, vale qui la pena ricordare che nemmeno negli USA, in condizioni ottime per disponibilità di capitali, qualità della tecnologia e stabilità politica, si sia riusciti a superare valori di m del 3%.

Il “Picco”

L’anno del picco di produzione del petrolio

A questo punto, possiamo passare alla stima dell’anno di picco di produzione.

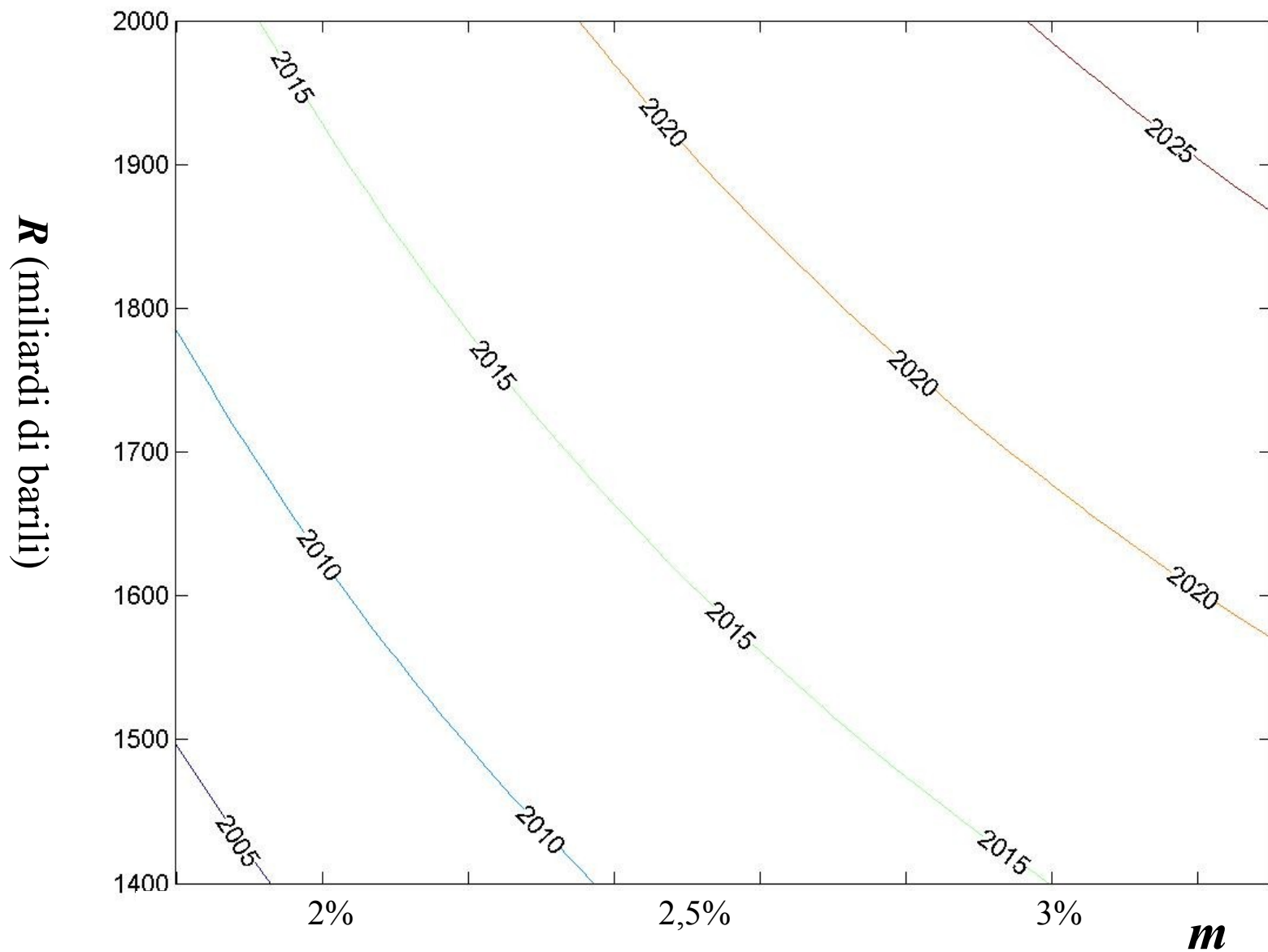
Fissiamo c al 2% *come detto in precedenza*. Assegniamo a m tutti i valori possibili tra il 2% (facilmente raggiungibile anche per paesi in via di sviluppo) e il 3%.

Infine ad R assegniamo tutti i valori tra 1400 e 2000 (massimo teorico ipotizzato da *alcuni studiosi*).

Il risultato è il grafico della pagina successiva.

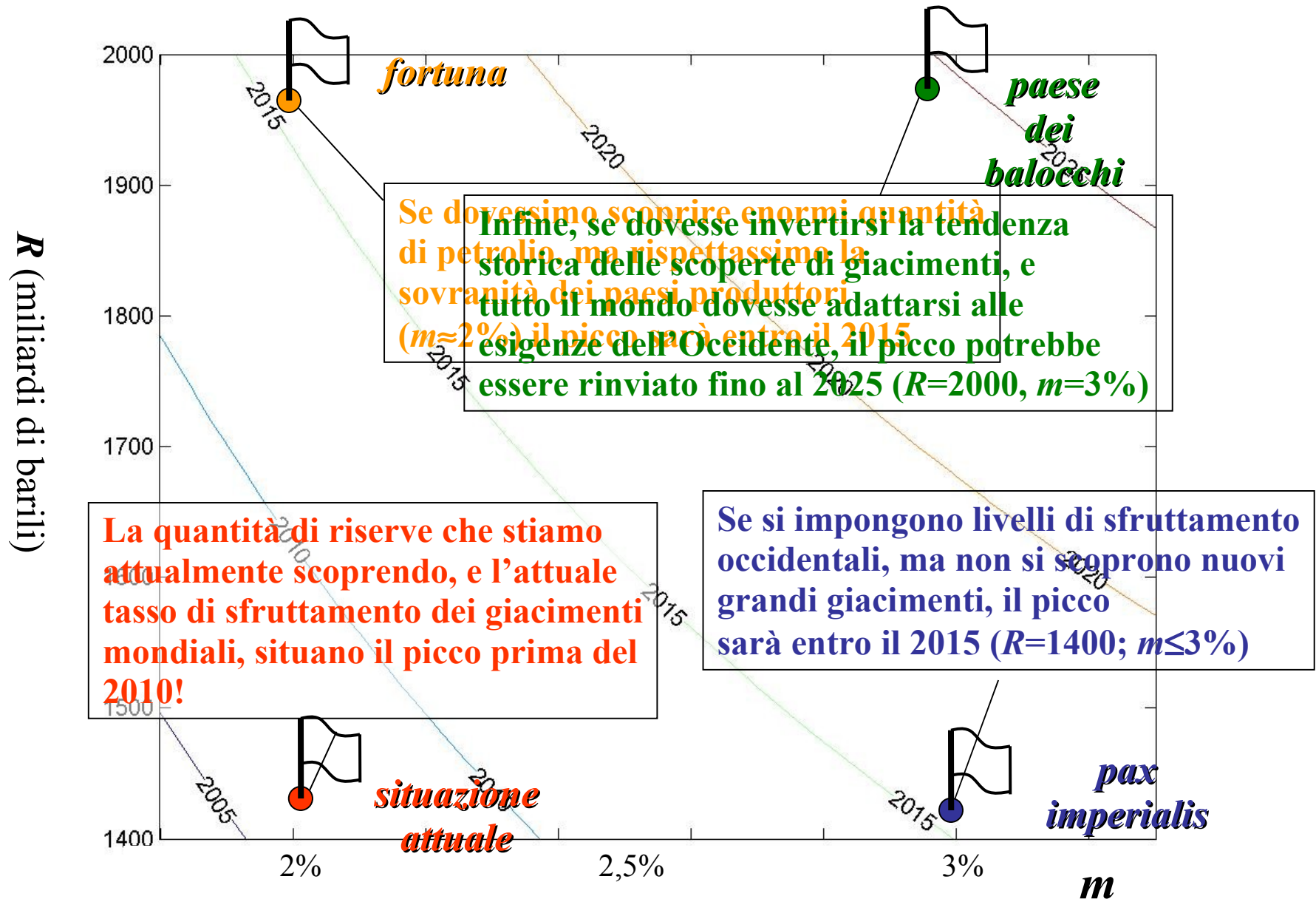
L'anno di picco di produzione del petrolio

Il “Picco”

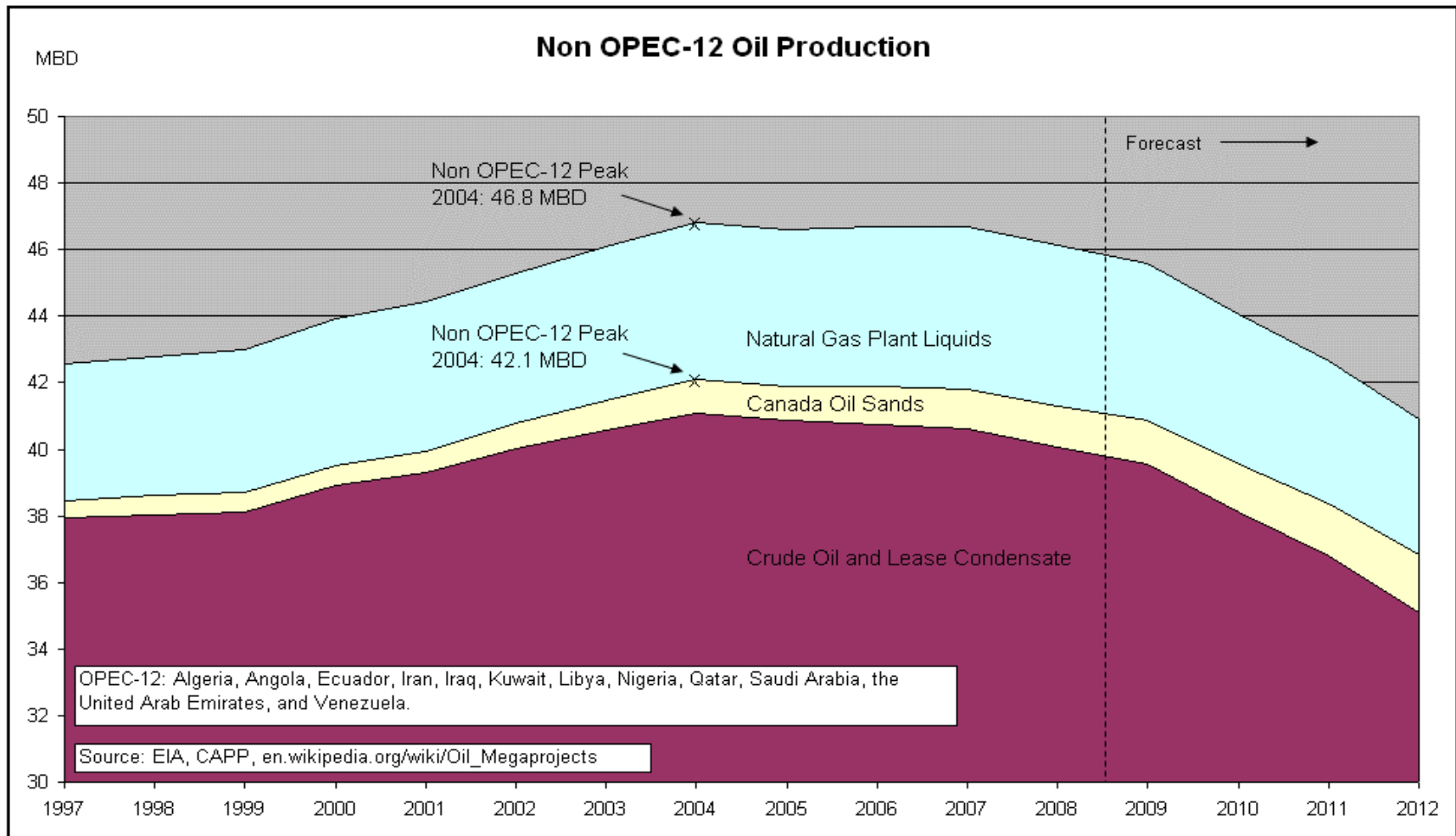


Alcune considerazioni...

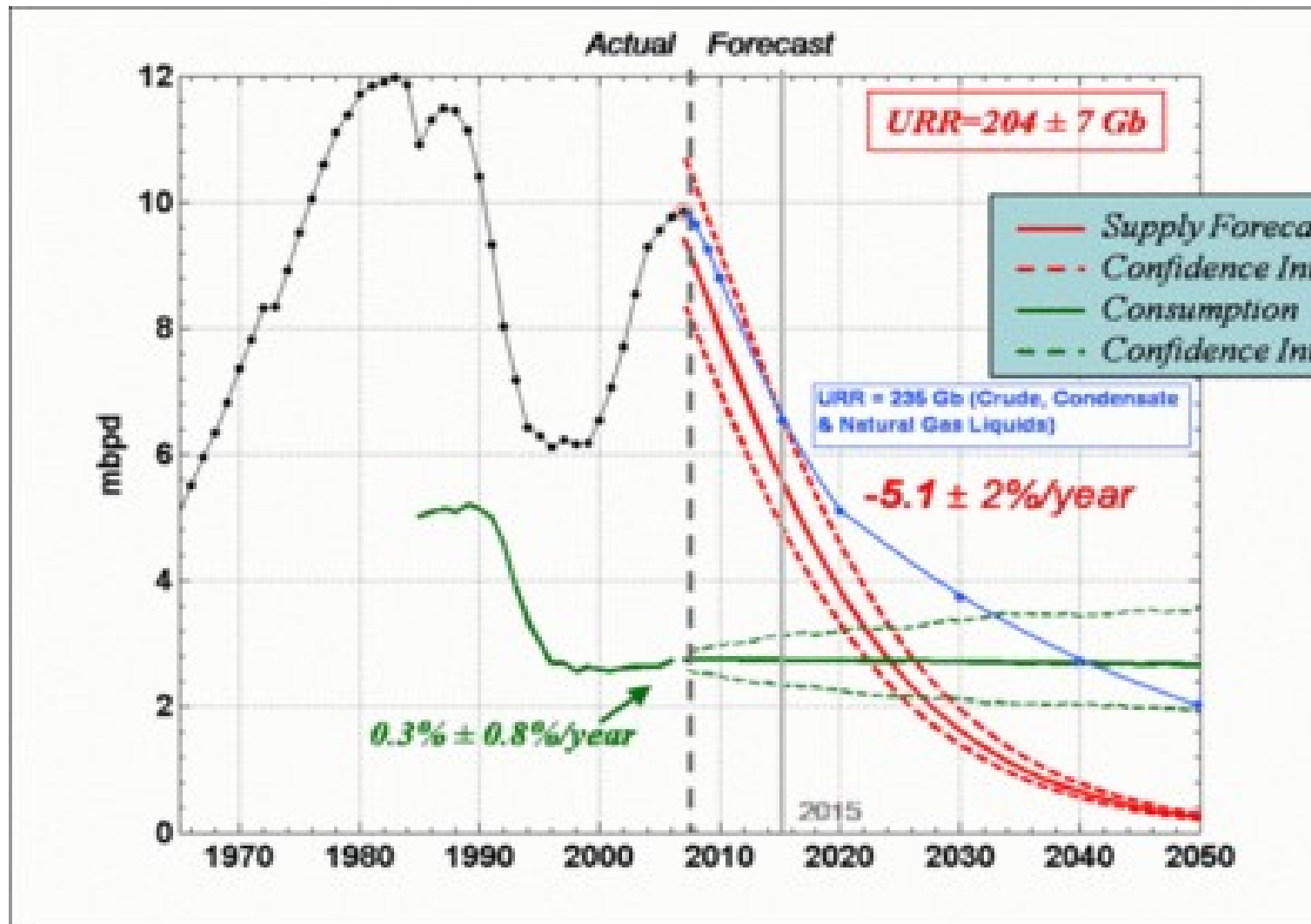
Il “Picco”



Il “Picco”



Il “Picco”

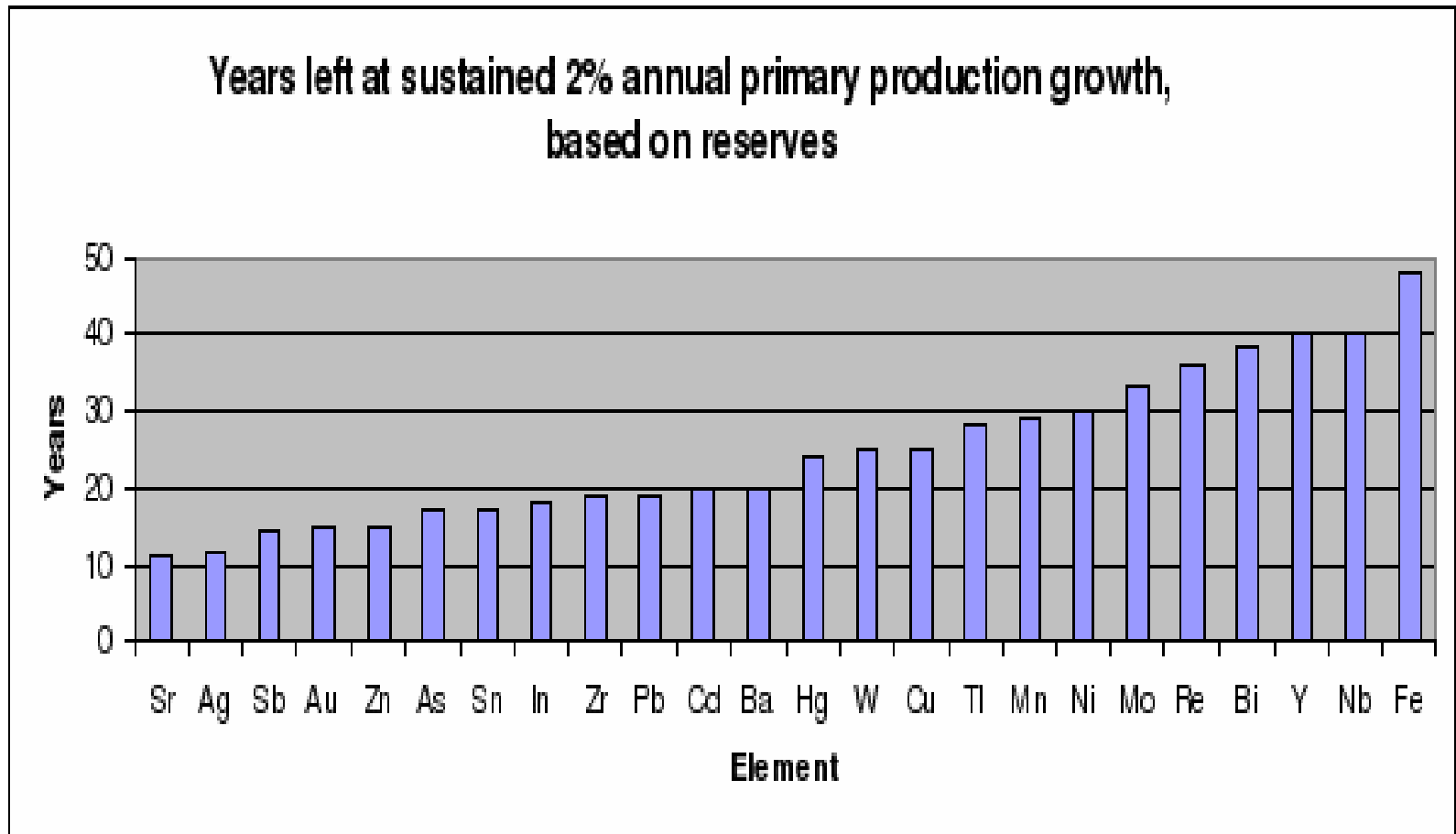


Il “Picco”

04/30/2009 C=51.12 +1.46 O=47.55 H=52.64 L=44.55



Il “Picco”



Fonte: <http://europe.theoil Drum.com/node/5239>

Metal minerals scarcity:

A call for managed austerity and the elements of hope

Dr. A.M. Diederer, MSc.

TNO Defence, Security and Safety

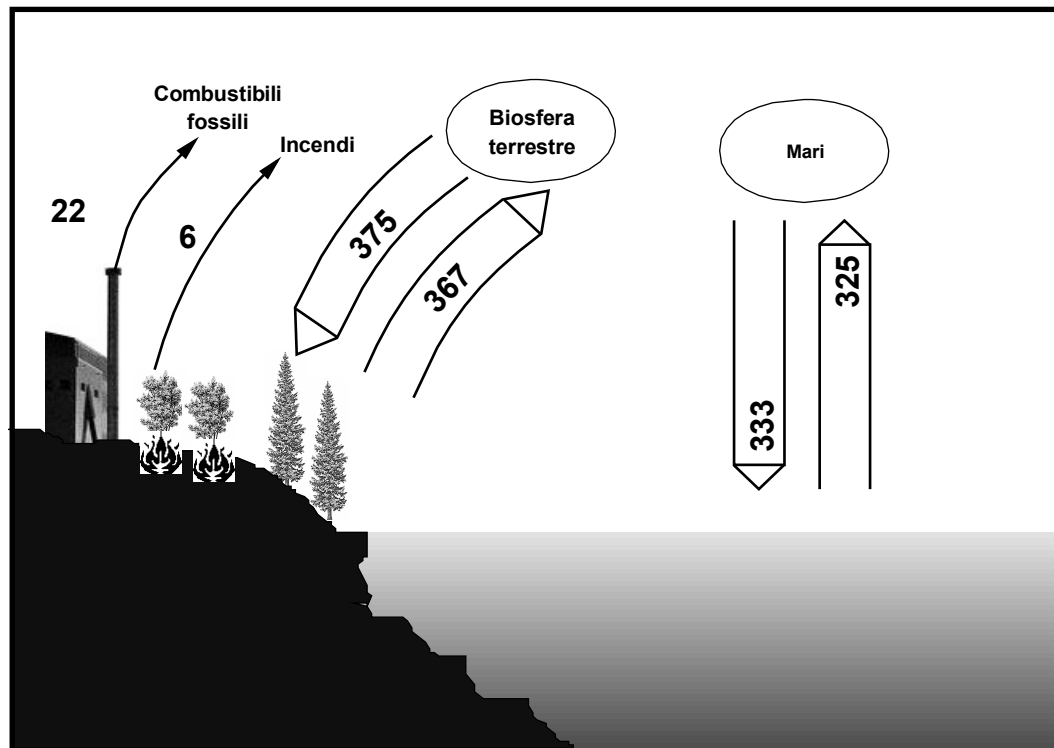
March 10, 2009

Il “Picco”



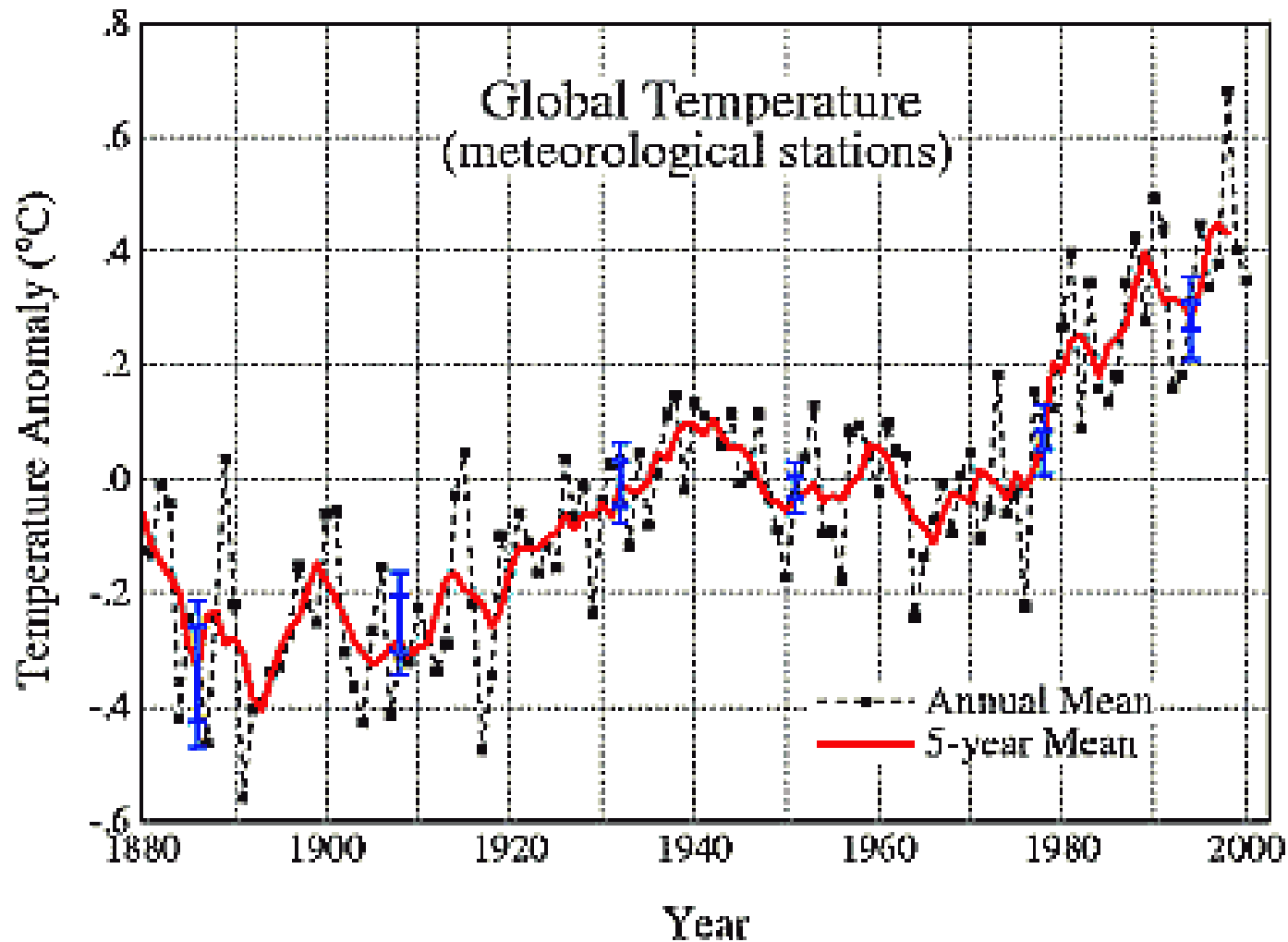
L'effetto serra

BILANCIO CO₂ (miliardi di tonnellate)



+720 - 708

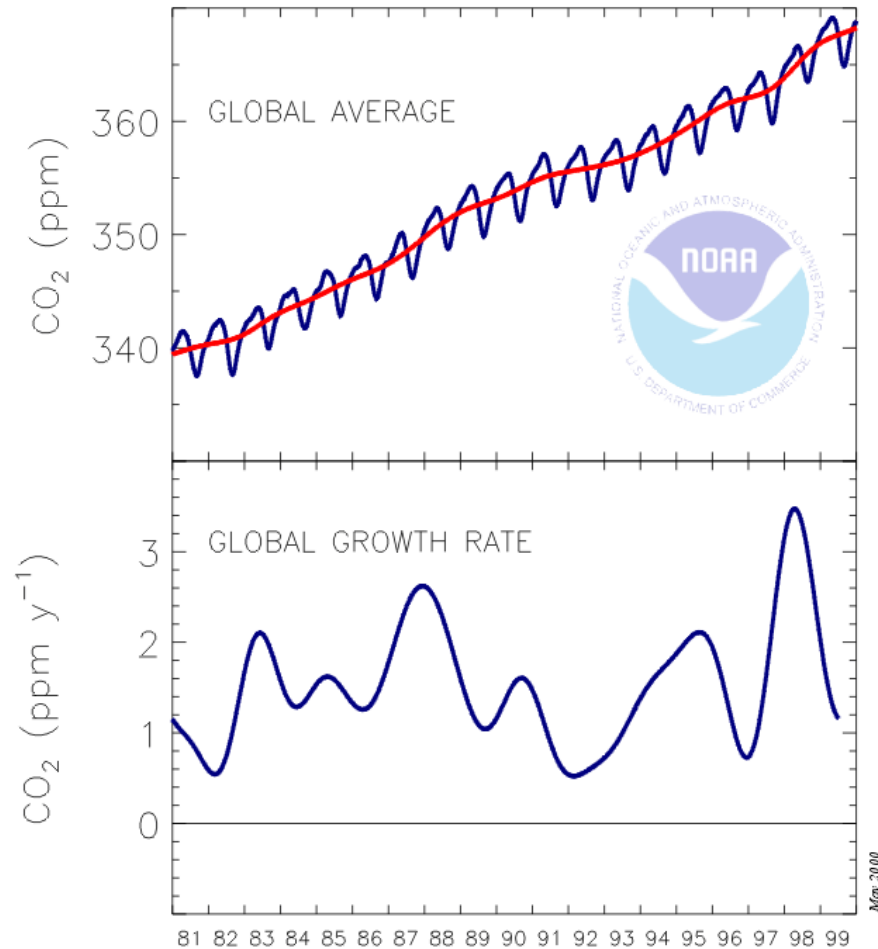
L'effetto serra



La temperatura negli ultimi 120 anni

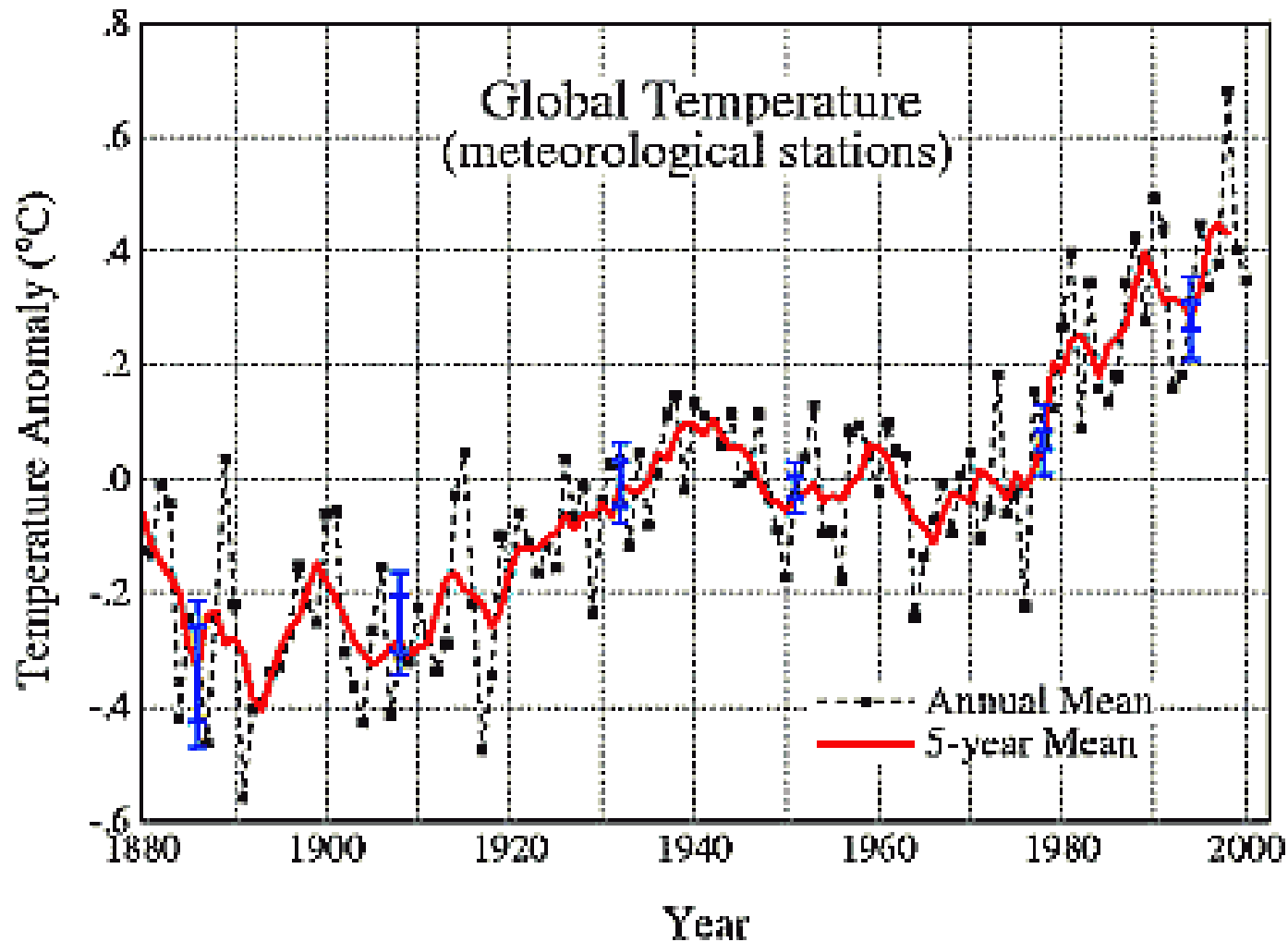
Carbon Dioxide Measurements

NOAA CMDL Carbon Cycle Greenhouse Gases



Top: Global average atmospheric carbon dioxide mixing ratios (blue line) determined using measurements from the NOAA CMDL cooperative air sampling network. The red line represents the long-term trend. Bottom: Global average growth rate for carbon dioxide. Principal investigator: Dr. Pieter Tans, NOAA CMDL Carbon Cycle Greenhouse Gases, Boulder, Colorado, (303) 497-6278. ptans@cmdl.noaa.gov.

L'effetto serra



La temperatura negli ultimi 120 anni

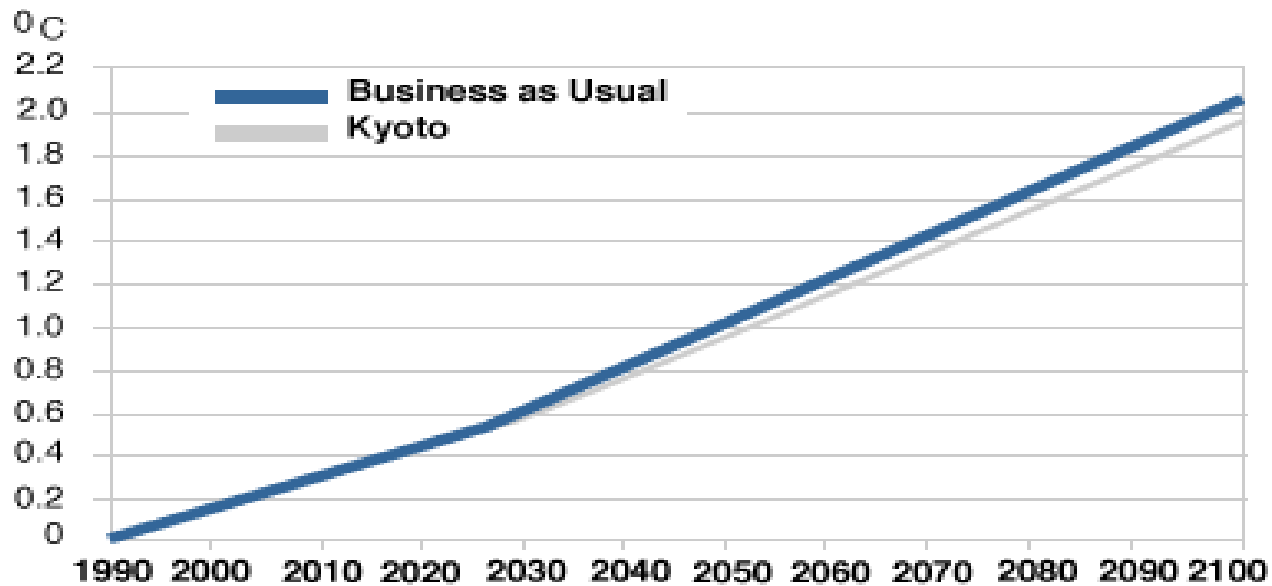
L'effetto serra



L'effetto serra

WITH AND WITHOUT KYOTO

Global Temperature Increase over the next century



Source: Tom Wigley, 1998

L'effetto serra

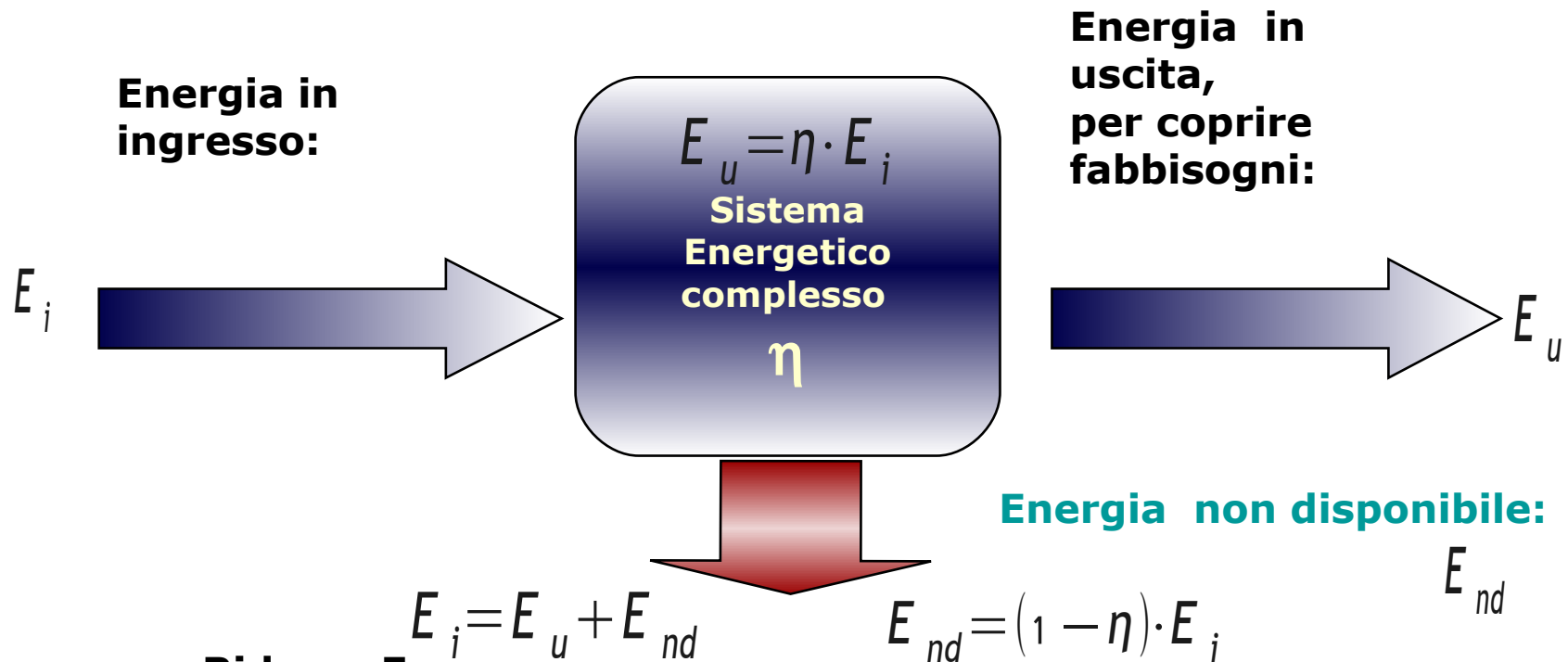
ale, ha già adottato parecchie misure in base al principio di precauzio

chiarazione di Rio, il cui principio n.15 stabilisce che:

etodo precauzionale. In caso di rischio di danno grave o irreversibile

Correlazioni con lo Sviluppo

Rinnovabili e risparmio energetico



Ridurre E_u

SI se si interviene sugli sprechi

NO se deve coprire fabbisogni reali

Ridurre E_i

SI (nel senso di) ridurre la quota che compete ai combustibili fossili

SI diversificare il mix energetico

Aumentare η

SI nella ricerca di nuove tecnologie e sistemi ad alta efficienza

SI per la riduzione costi esterni, di smaltimento...

POTENZIALITA' RINNOVABILI

Solare	440.000 TWh/a
Biomasse	70 – 120.000 TWh/a
Idroelettrico	14.000 TWh/a
Eolico	180.000 TWh/a
Geotermia	1.400.000 TWh/a

tico si possono stimare come disponibili senza produrre un impatto ambientale significativo: 2.

POTENZIALITA' RINNOVABILI

Oggi consumiamo circa il 5 % del potenziale teorico di tutte le rinnovabili

modello di sviluppo, fra 100 anni dovremmo convertire e consumare metà dell'energia

Ma di quanta energia abbiamo bisogno?

walle1

BISOGNO MINIMO DI ENERGIA PRIMARIA pro capite per soddisfare i bisogni di b

$$2 \text{ kW} = 17520 \text{ kWh/anno} = 1,5 \text{ tep/anno}$$

FONTE: World Energy Council

BISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA pro capite per raggiungere il “benessere”: 3 tep

FONTE: www.unpd.org/seed/energy/policy/ch_1.htm

maggiore efficienza può e deve ridurre questa soglia fino a una ragionevole sufficienza e

Meta ideale al 2050

1 Tep di energia fossile

1,5-2 Tep di energie rinnovabili

Meta ideale alla fine del secolo

1 Tep

	Controllo flussi concentrati	Accesso flussi distribuiti
Inorganico	Grandi impianti eolici, fotovoltaici, fototermici. Controllo e produzione accentrati, flusso di denaro unidirezionale	Piccoli impianti associati alla struttura della circolazione del denaro in una rete complessa
Organico	Grandi progetti di ingegneria genetica con controllo del genoma degli organismi fotosintetici e del genoma umano	Studio della genetica come scienza appartenente all'uomo: capire l'evoluzione della biosfera per diventarne parte

Risparmio energetico

Ricorso alle rinnovabili

Equa distribuzione delle risorse

Rallentamento progressivo della crescita economica

controllo flussi concentrati VS accesso flussi distribuiti



attiva senza bisogno di sorgenti di energia fossile, ma operante solo per l'azione d

della termodinamica di non equilibrio: equazioni irreversibili). La struttura è stazio

mplicato tanto da farne apparire il funzionamento come dotato di sovrumana intell

, implica una transizione dall'etica che abbiamo ereditato a un'altra che dobbiamo

le solo in presenza di un “humus” composto da:

INNOVAZIONE

CREAZIONE DI VALORE

NASCITA DI IMPRESE INNOVATIVE

PRODOTTI

SERVIZI

NUOVI MODELLI DI BUSINESS

BENEFICI SOCIALI ED ECONOMICI

RICERCA DI BASE

SCIENZA CONDIVISA

LIBERO SCAMBIO DI IDEE

SFERA DELLA COPERAZIONE E DELLA COLLABORAZIONE

Tanto per cominciare ... ;-)

Un'altra definizione di sostenibilità

Mathis Wackernagel

Sostenibilità significa vivere in
modo confortevole e pacifico entro
i limiti posti dalla natura

L'umanità deve quindi imparare a
vivere con il solo reddito generato
dal capitale naturale residuo

Tanto per cominciare ... ;-)

Concetto di impronta ecologica

....immaginiamo una città sotto una cupola di vetro emisferica trasparente che faccia passare **luce** ma non permetta il passaggio di **cose materiali**.

....Per poter continuare a vivere all'interno della cupola i cittadini hanno bisogno di una **quantità di terreno** (zone agricole, foreste, fiumi ecc.) che dia le risorse necessarie e assorba gli

Tanto per cominciare ... ;-)

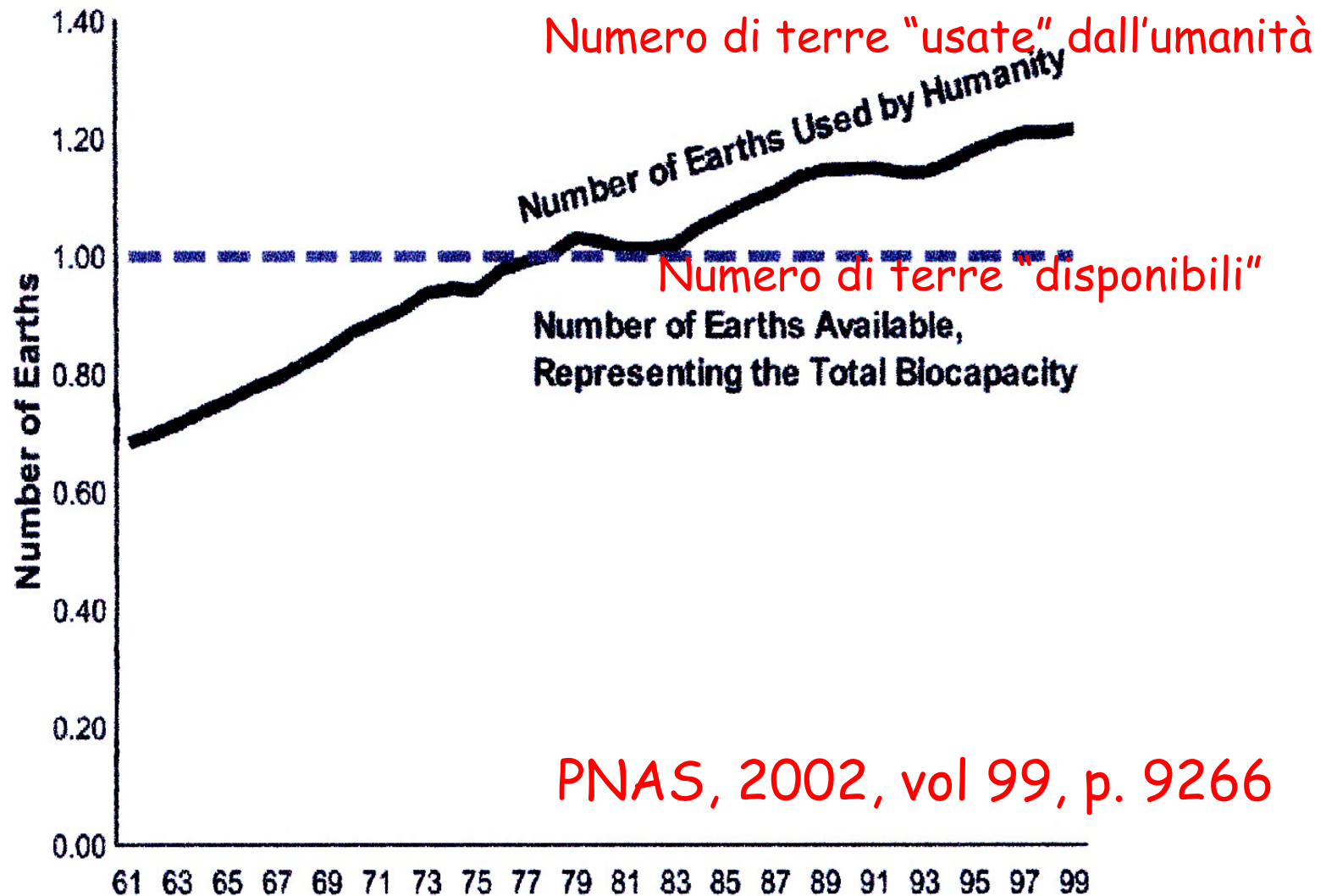
Impronta e biocapacità

Il territorio racchiuso sotto la cupola corrisponde all' "impronta ecologica" di quei cittadini

La capacità produttiva e di sostenere la vita di quel territorio è la "biocapacità".

Sotto la nostra cupola, in condizioni di equilibrio stazionario (sostenibilità), la biocapacità è equivalente all'impronta

Tanto per cominciare ... ;-)



the trend of humanity's ecological demand. This graph shows human demand over the last 40 years as compared with the earth's ecological capacity. One vertical unit in the graph corresponds to the entire regenerative capacity of the earth in a given year. Human demand exceeds nature's total in the 1980s onwards, overshooting it by 20% in 1999. If 12% of the bioproductive area were set aside to protect other species, the demand line crosses the biocapacity line in the early 1970s rather than the 1980s.

Tanto per cominciare ... ;-)

Proviamo a calcolare la nostra impronta



Tanto per cominciare ... ;-)

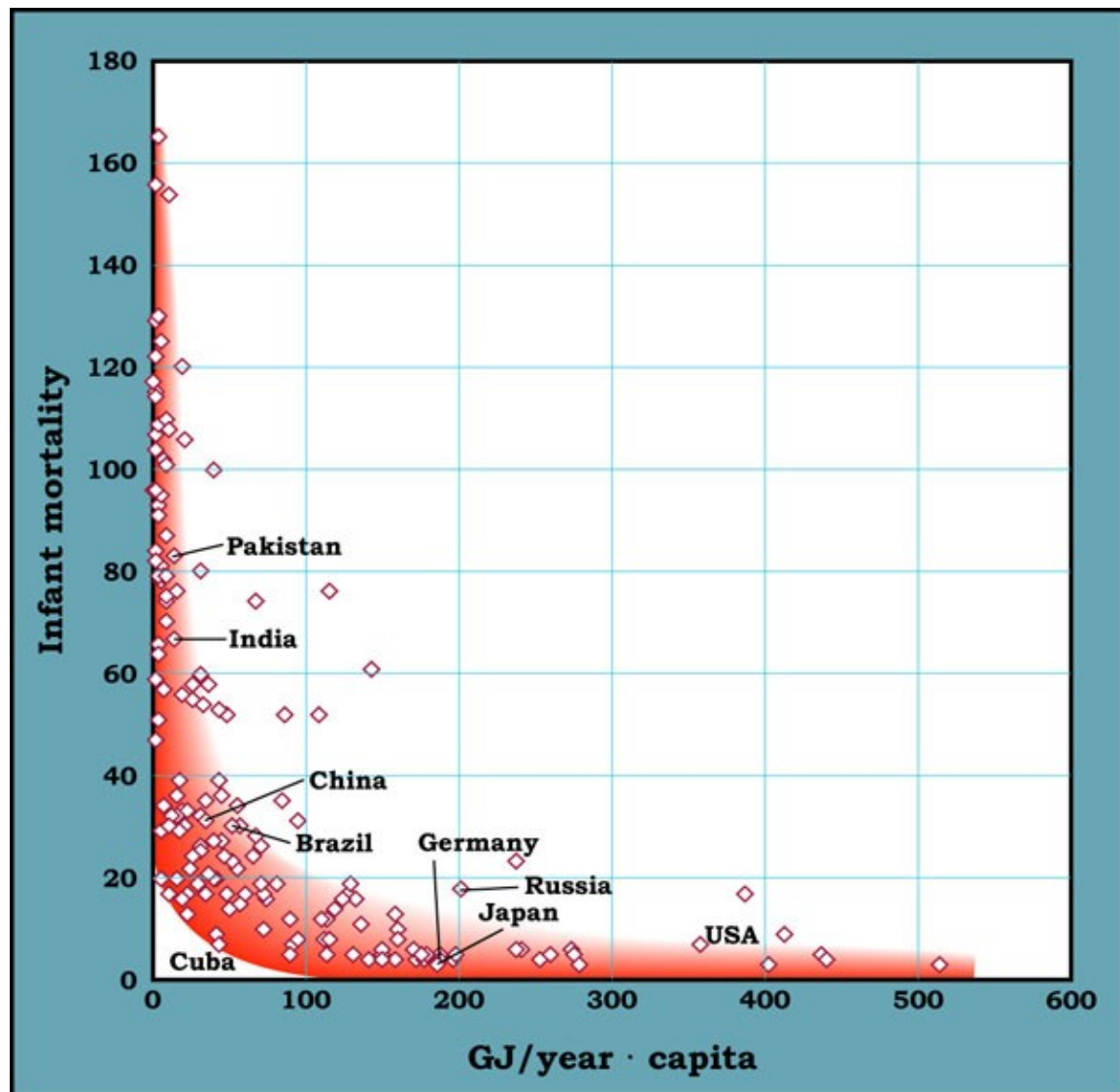
La qualità della vita aumenta all'aumentare della qu

consumi energetici **NON** porta ad alcun miglioran

La vita personale (obesità) e la vita sociale (ingorghi strada

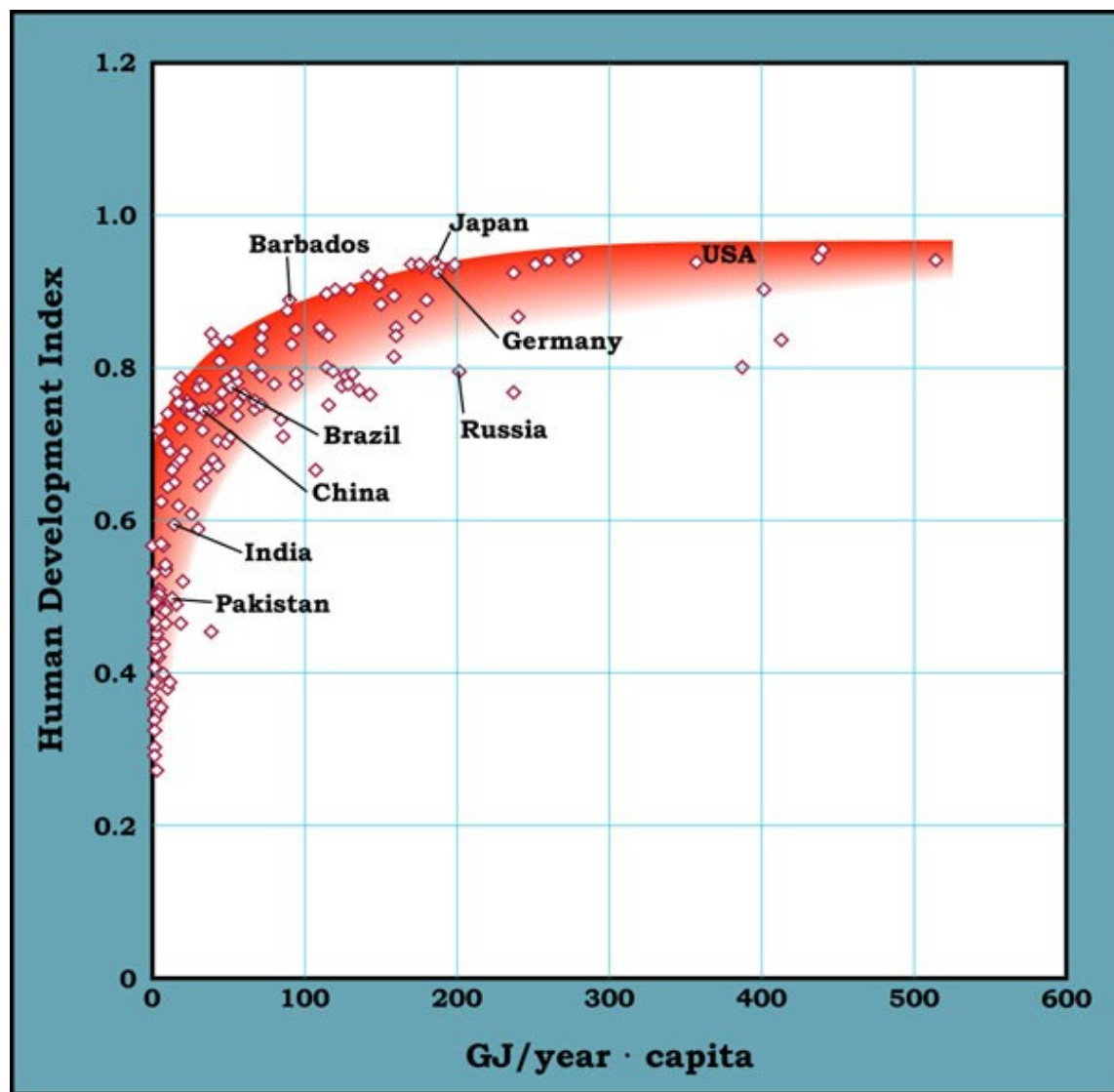
Energia e qualità della vita-1

Mortalità
à
infantil
e



Energia e qualità della vita-2

Indice di
Sviluppo
umano



APAGA LA LUZ...

...Y HAGAMOS MAS ENERGIA!

MOS TENER UN MUNDO MEJOR, PARA PODER VIVIR MEJOR Y TAMBIEN NUESTRO HIJOS.

LA COSA MAS IMPORTANTE DE L'UNIVERSO, AYUDENOS A AHORRARLA.



Tanto per cominciare ... ;-)

I servizi energetici finali

**Gli utenti NON HANNO bisogno di
elettricità, gas, gasolio, acqua, ...**



di ambienti caldi d'inverno e freschi d'estate, illuminazione, acqua



**gli utenti vogliono pagare per ottenere il servizio spendendo il meno
NON riduzione dei prezzi,
A riduzione della bolletta**

Grazie a Pietro Raitano Altreconomia

Proff. Lorenzo Pagliano e Gianluca Ruggieri eErg (end-use Efficiency Research Group Politecnico di Milano)

Prof. Gioacchino Falsone Università Trieste

Proff. Fabio Inzoli ed Emanuela Colombo Politecnico di Milano, ISF

Prof. Alberto Rota Politecnico di Milano Prof. Ernesto Pedrocchi Politecnico di Milano

Mirco Elena Istituto trentino di cultura Ing. Roberto Brambilla rete Lilliput

Gruppo consumo critico milano

Rivista dell'Ingegnere

L. Sertorio “Storia dell’abbondanza” Ed Bollati Boringhieri

L. Sertorio E. Renda “Cento watt per il prossimo miliardo di anni” Ed Bollati Boringhieri

<http://petrolio.blogosfere.it/index.html>

i quali, consapevolmente o inconsapevolmente, hanno contribuito alla stesura di questo lavoro

Alexander Von Humboldt diceva del suo amico oceanografo Arago che aveva
e d'animo a contemplare nei loro rapporti reciproci un gran numero di oggetti

da “Ritratto della corrente del golfo”

di Erik Orsenna

Ed Ponte alle grazie

... credo che lo stesso si possa dire di un buon ingegnere

GRAZIE e Buon lavoro ;-)