

Discussioni sulle questioni energetiche

Campiglione Fenile, 22 Gennaio 2009

**Prof. Massimo Santarelli
Dipartimento di Energetica - Politecnico di Torino
massimo.santarelli@polito.it**





QUESTIONE ENERGETICA

Nelle società umane la conversione dell'energia è un mezzo per conseguire una molteplicità di obiettivi:

- Benessere
- Sviluppo economico
- Superiorità economica o strategica
-

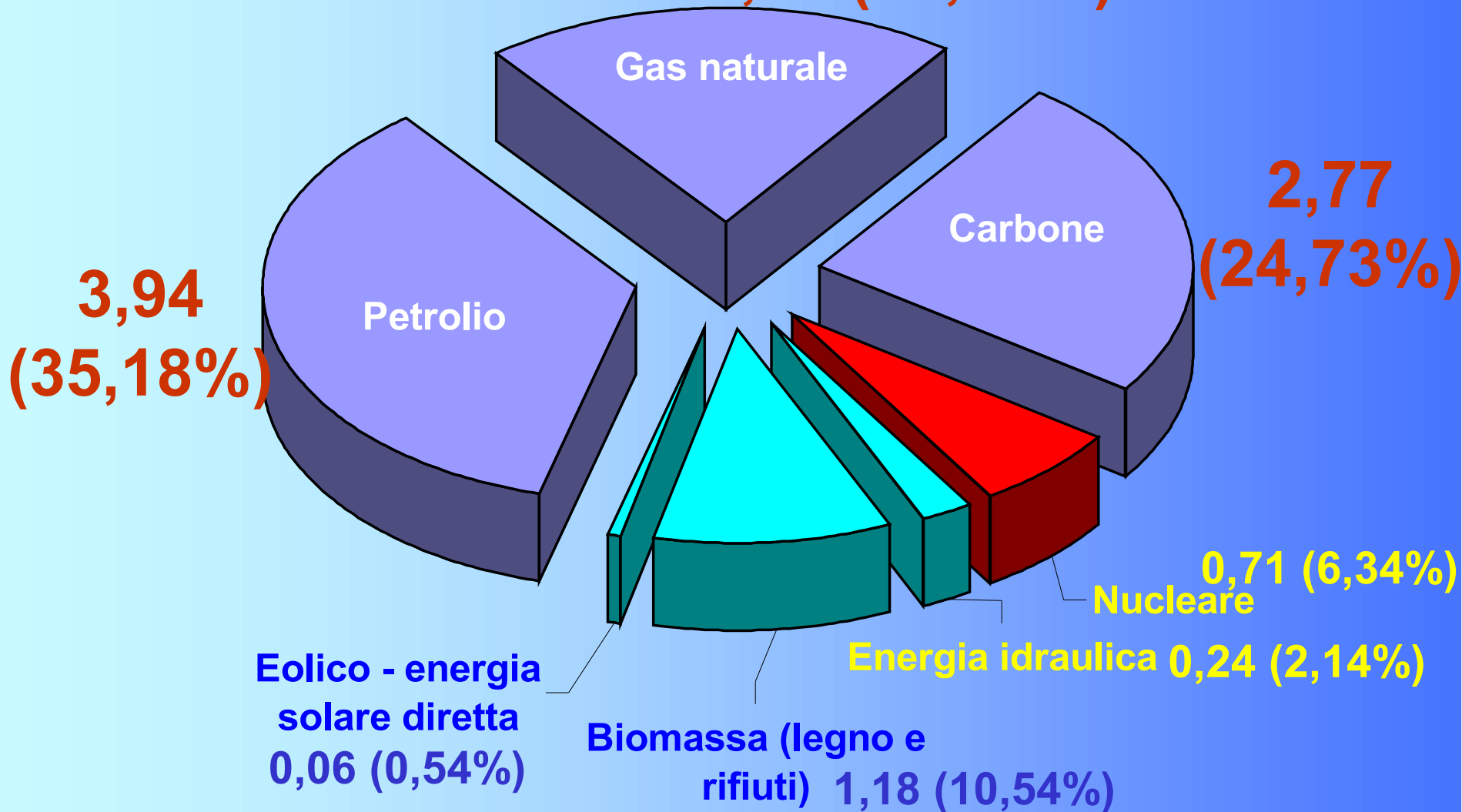
Negli ultimi anni la questione energetica è tornata di stretta attualità per 3 ordini di motivi che si situano in una dimensione globale:

- Economici
- Politici
- Ambientali

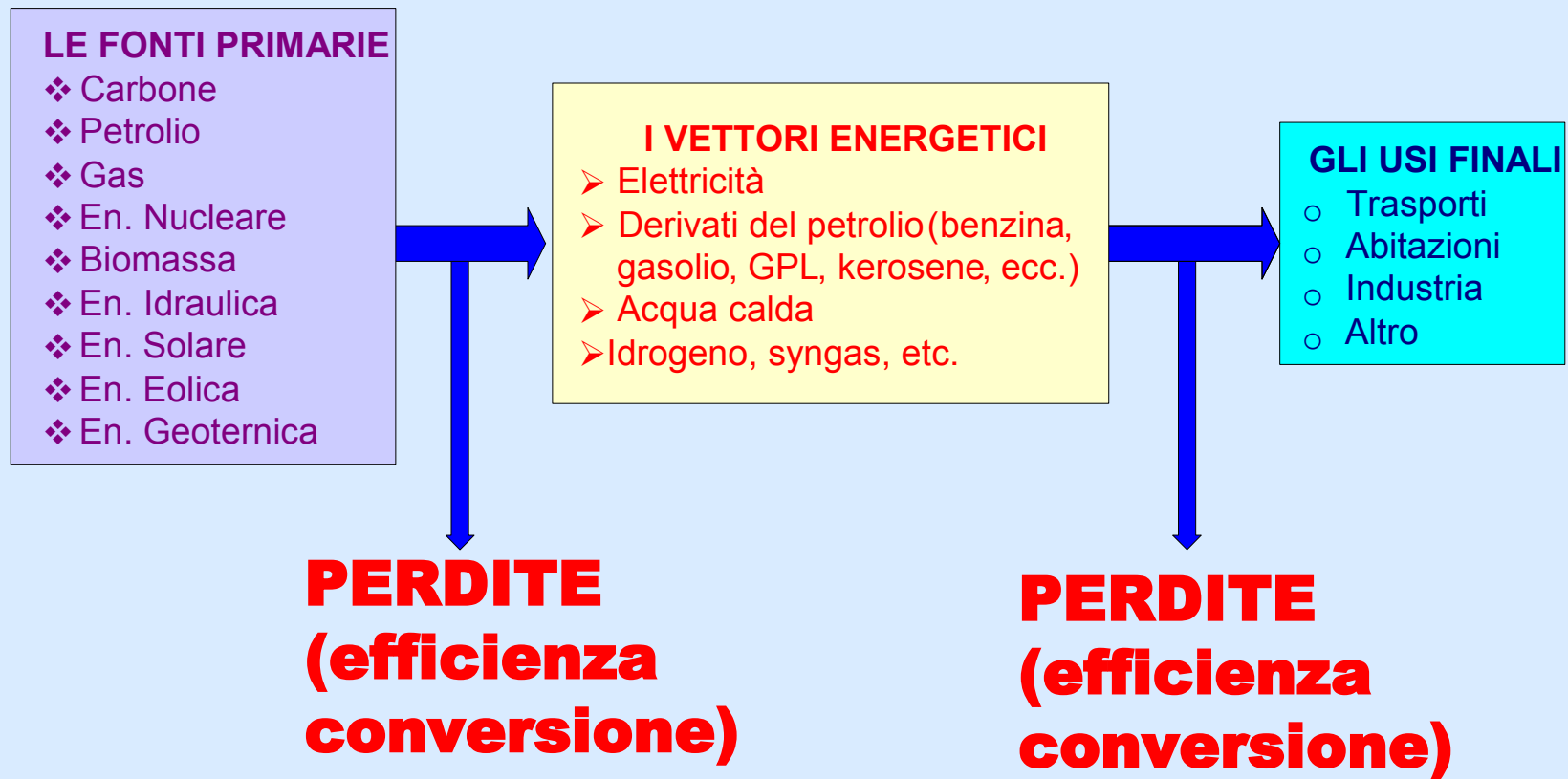
LE FONTI PRIMARIE:

da dove l'uomo nel 2006 ha prelevato l'energia

VALORI IN BTEP: 11.20 2,30 (20,54%)



La sequenza di utilizzazione



LE UTILIZZAZIONI:

dove l'uomo nel 2006 ha impiegato l'energia

Settore	Milioni di tonn eq.	Quota
Trasporti	1969	25,8%
Abitazioni/servizi	2905	38,0%
Industria	2511	32,9%
Altro	254	3,3%

RISORSE = 11.20 MTEP

USI FINALI = 7.64 MTEP

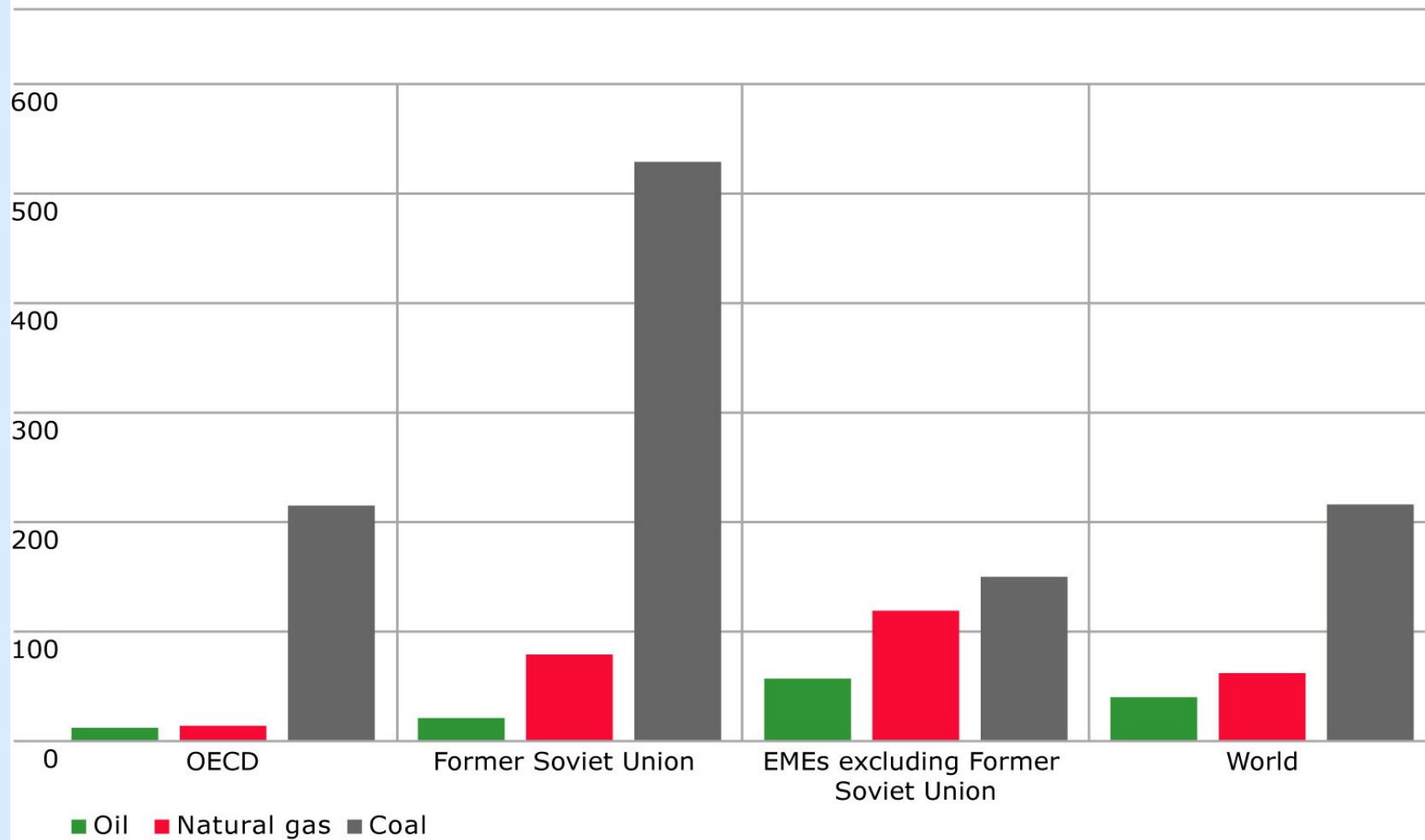
PERDITE = 3.56 MTEP

EFFICIENZA MEDIA = 68%

LE FONTI PRIMARIE

chart of fossil fuel R/P ratios

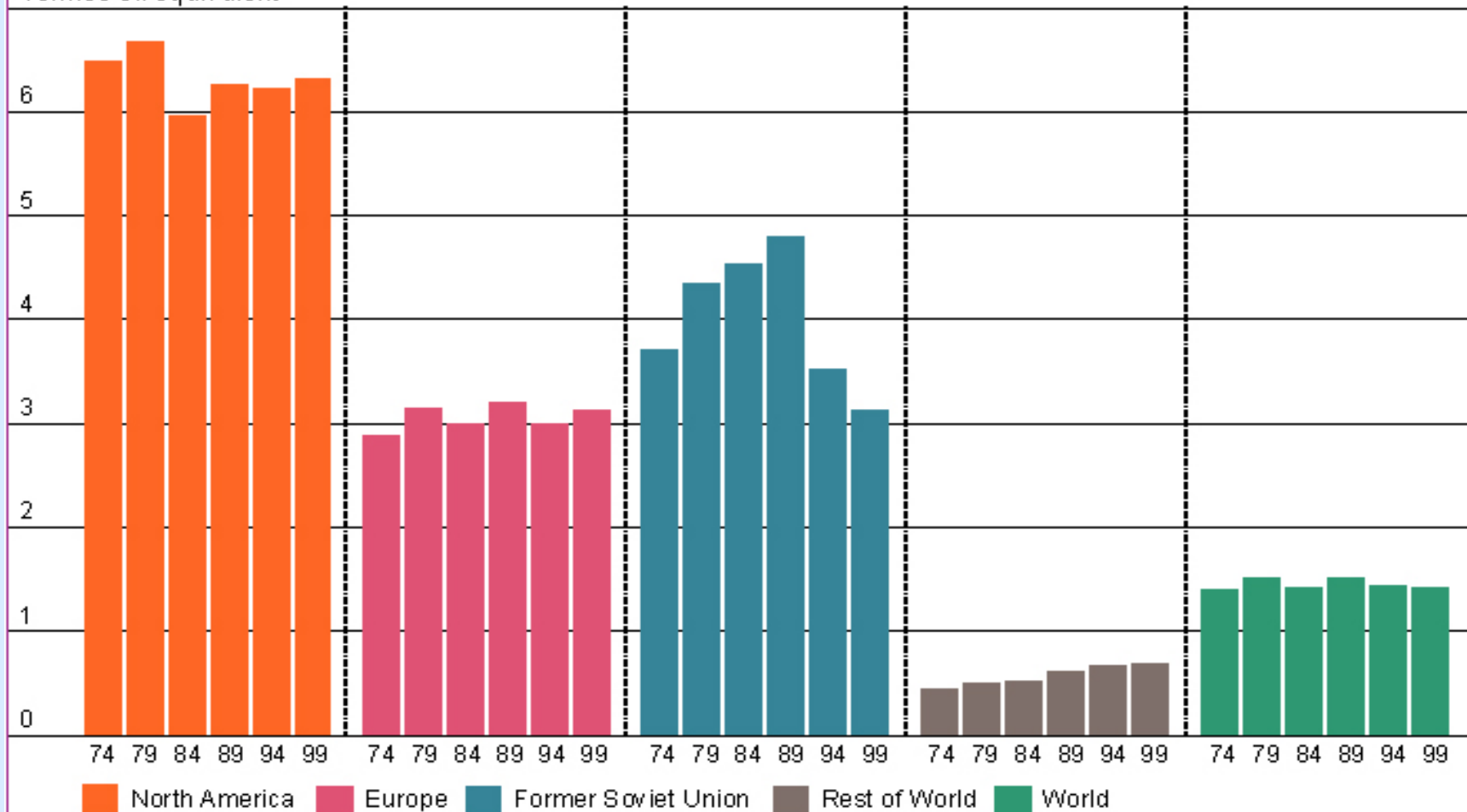
Years



LE FONTI PRIMARIE

Energy consumption per capita

Tonnes oil equivalent



Energy consumption per capita in the emerging markets continues to grow but remains well below the world average.
North American consumption per capita remains more than twice the levels in Europe.

LE FONTI PRIMARIE

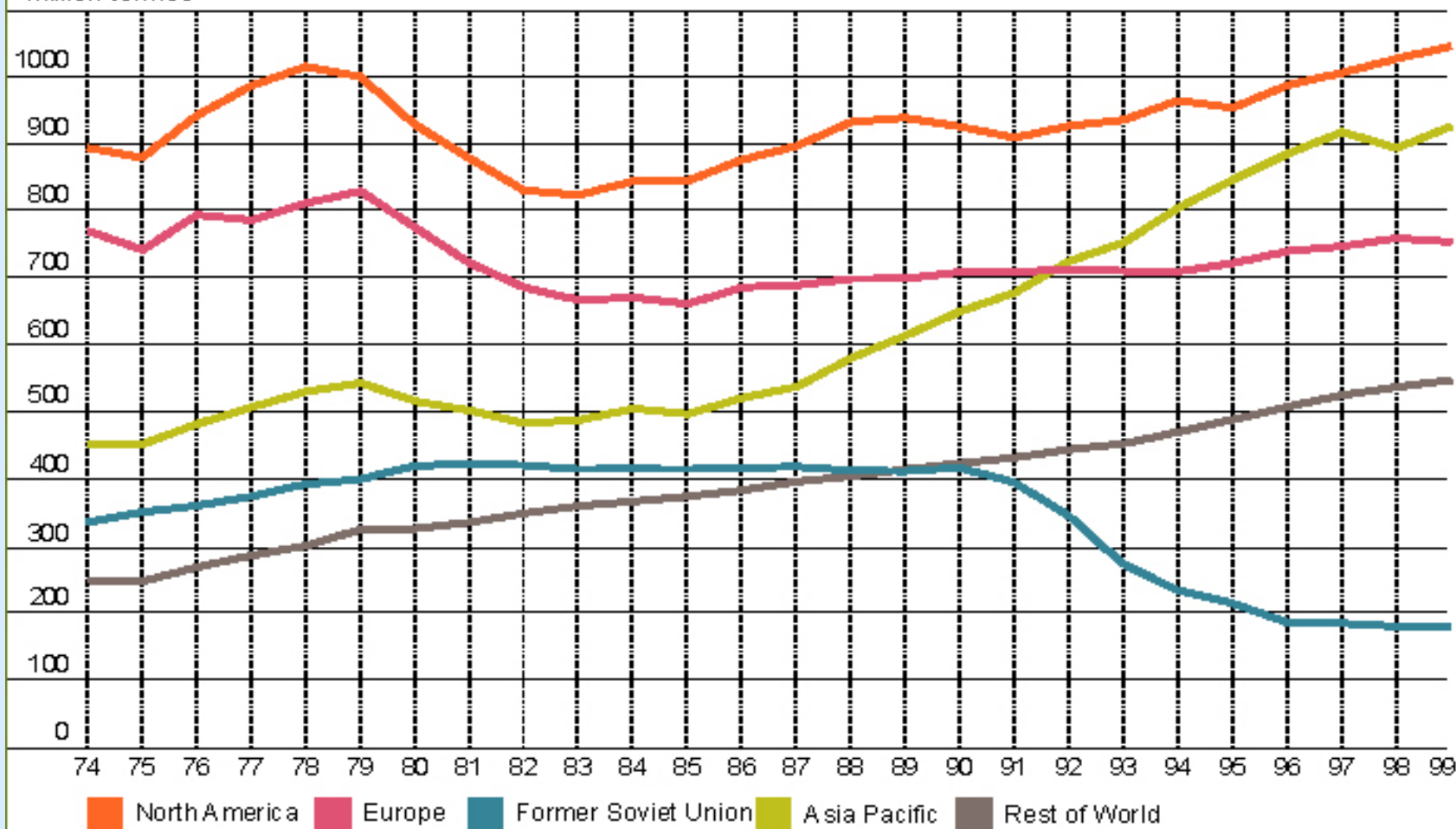
Fabbisogni di energia per usi primari e tecnologici

PERIODO STORICO	tep/(pro-cap anno)
Paleolitico (l'uomo nomade e cacciatore)	0,2
Neolitico (l'uomo contadino)	0,3
Il mondo classico: Greci e Romani	0,5
Medio Evo e Rinascimento	0,5

LE FONTI PRIMARIE

Consumption by area

Million tonnes



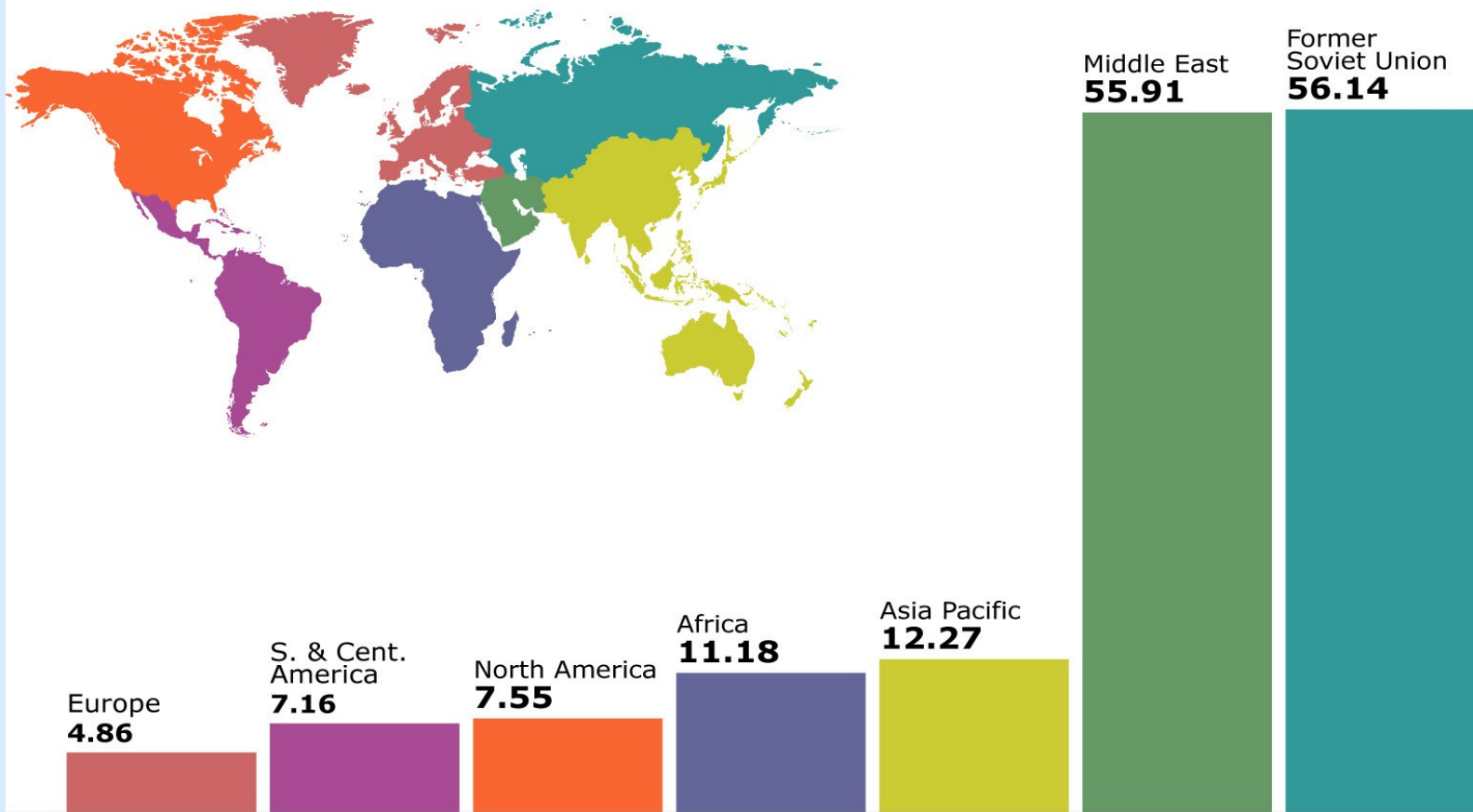
North America Europe Former Soviet Union Asia Pacific Rest of World

Oil demand growth has been strongest in the Asia Pacific region during the past 10 years although the Asian economic crisis in 1998 brought a sudden halt to this trend. Consumption has fallen considerably in the Former Soviet Union and is fairly stable in Europe. Demand in North America and the Rest of World continues to grow steadily.

LE FONTI PRIMARIE

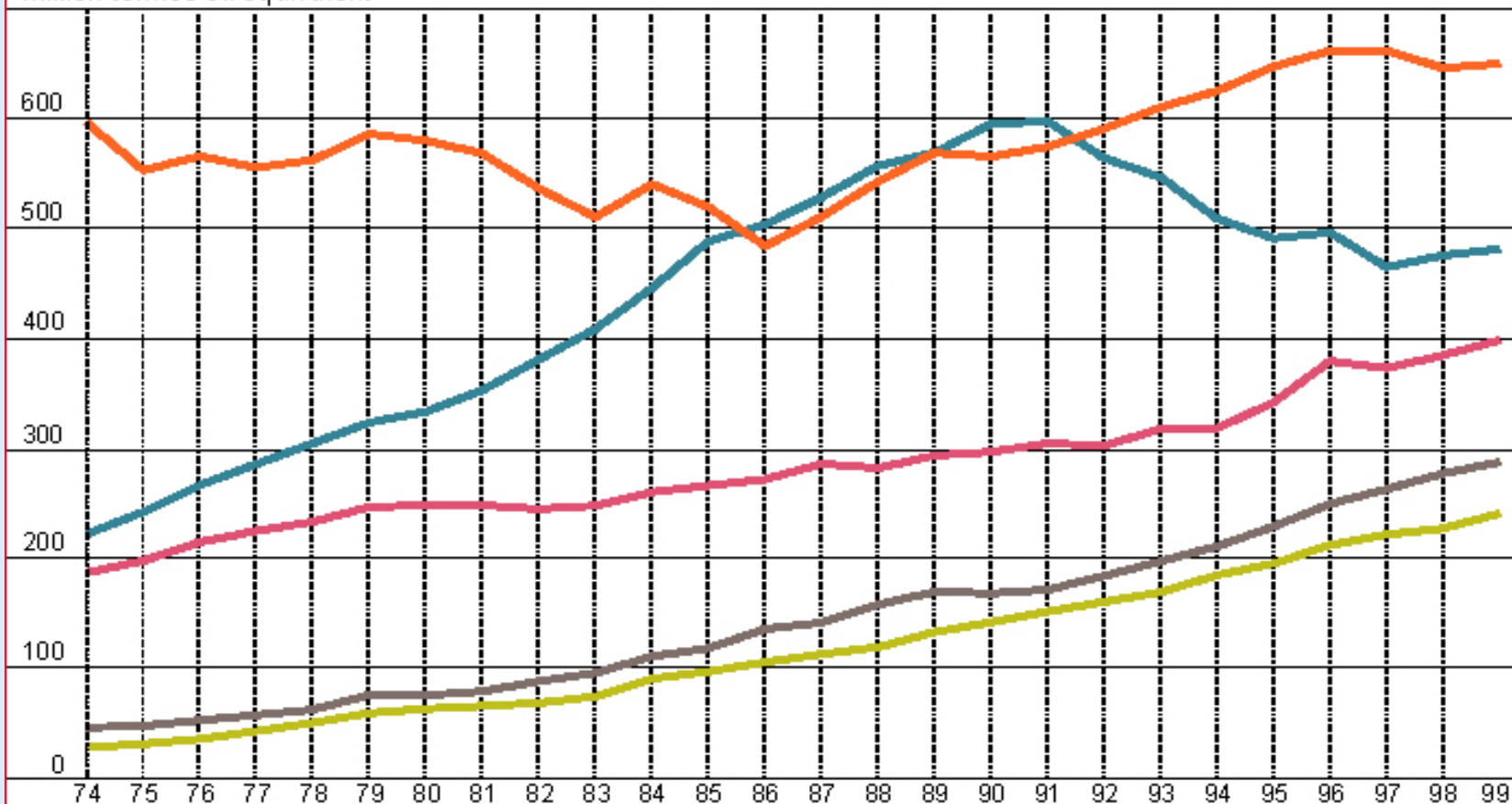
map of proved gas reserves

Trillion cubic metres



LE FONTI PRIMARIE

Consumption by area
Million tonnes oil equivalent



North America Europe Former Soviet Union Asia Pacific Rest of World

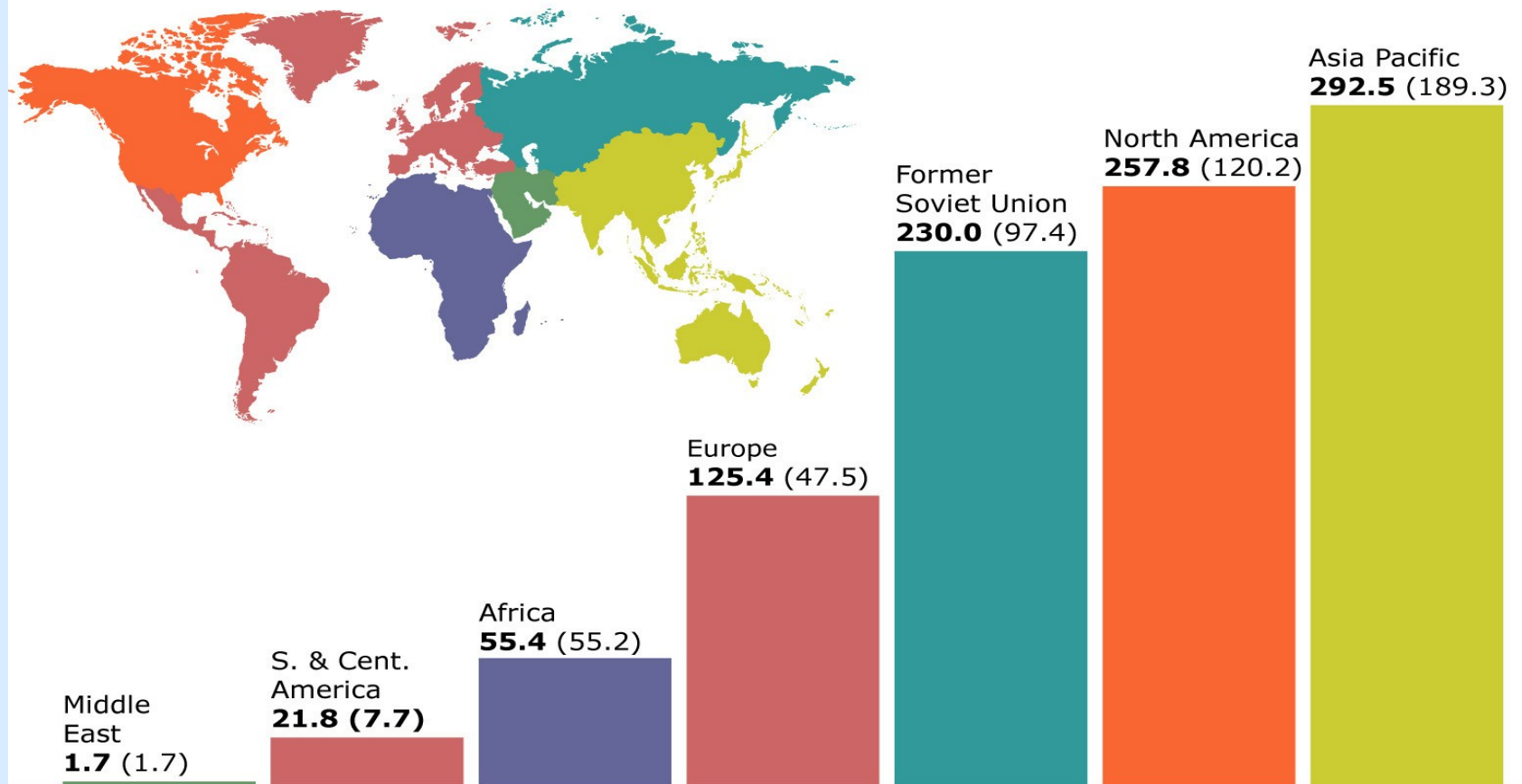
1999 world natural gas consumption increased by 2.4% over 1998, with growth in all regions.

Consumption in the Former Soviet Union is now rising again but remains 15% lower than 10 years ago.

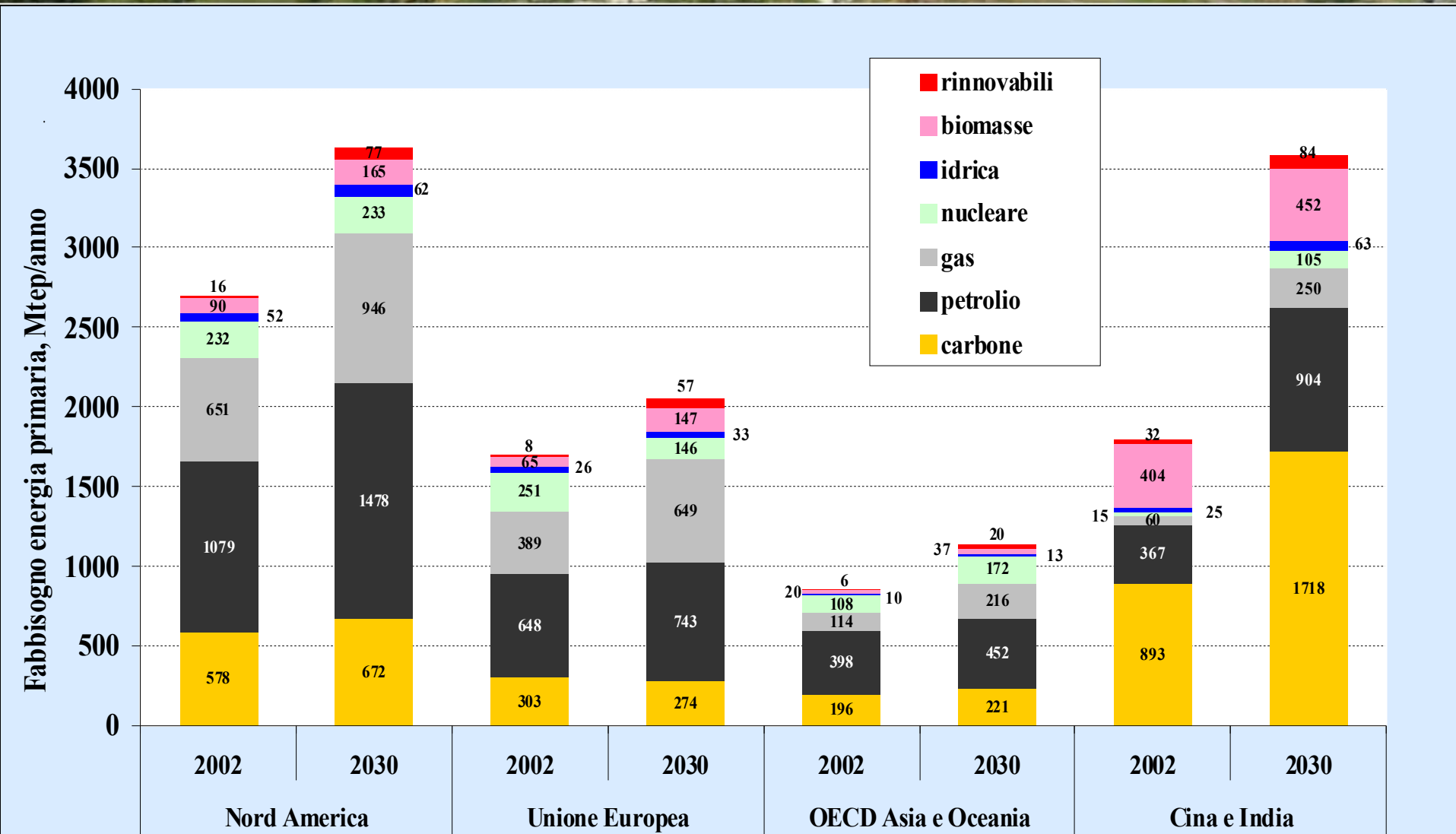
LE FONTI PRIMARIE

map of proved coal reserves

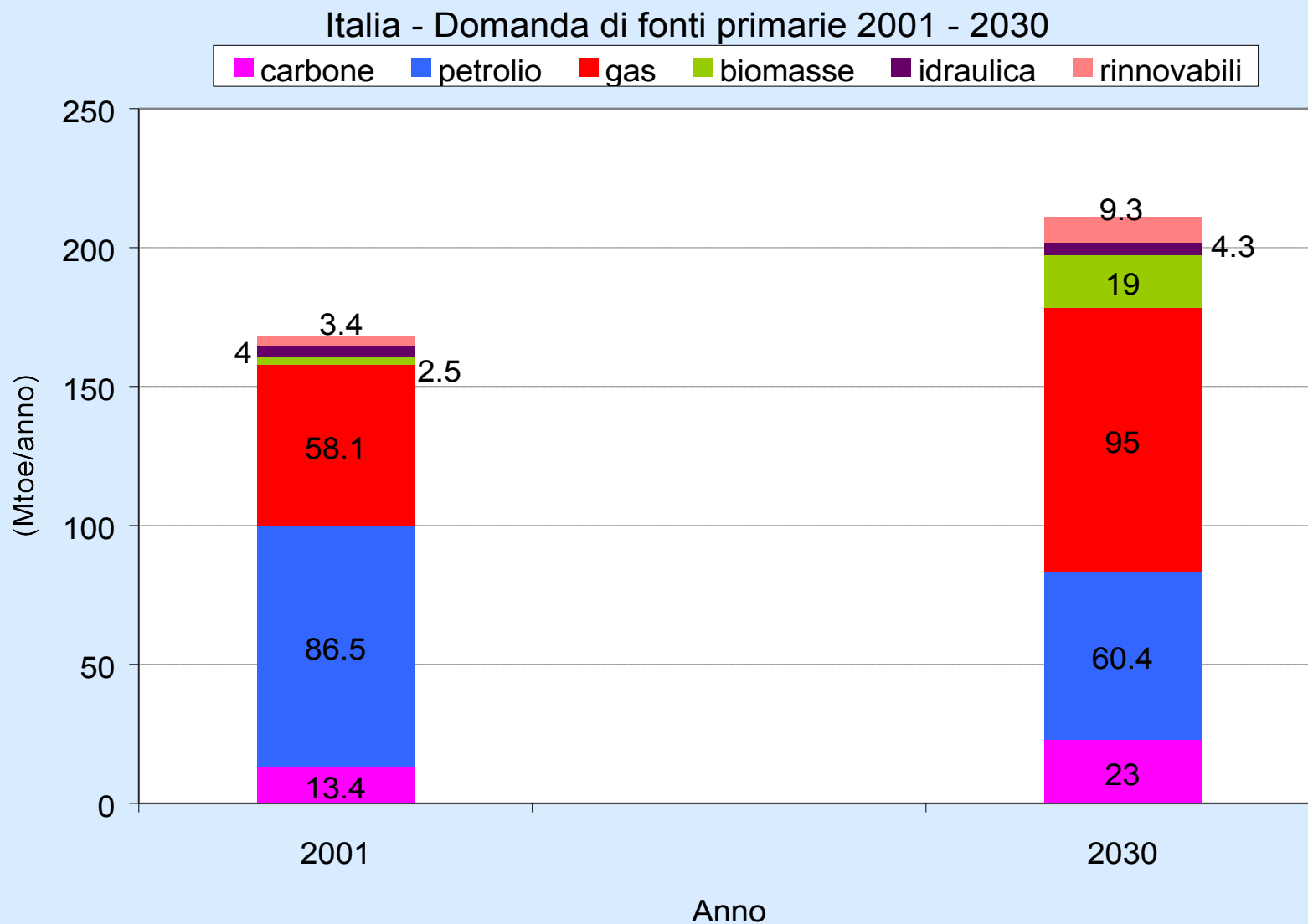
Thousand million tonnes (share of anthracite and bituminous coal is shown in brackets)



Gli scenari energetici al 2030

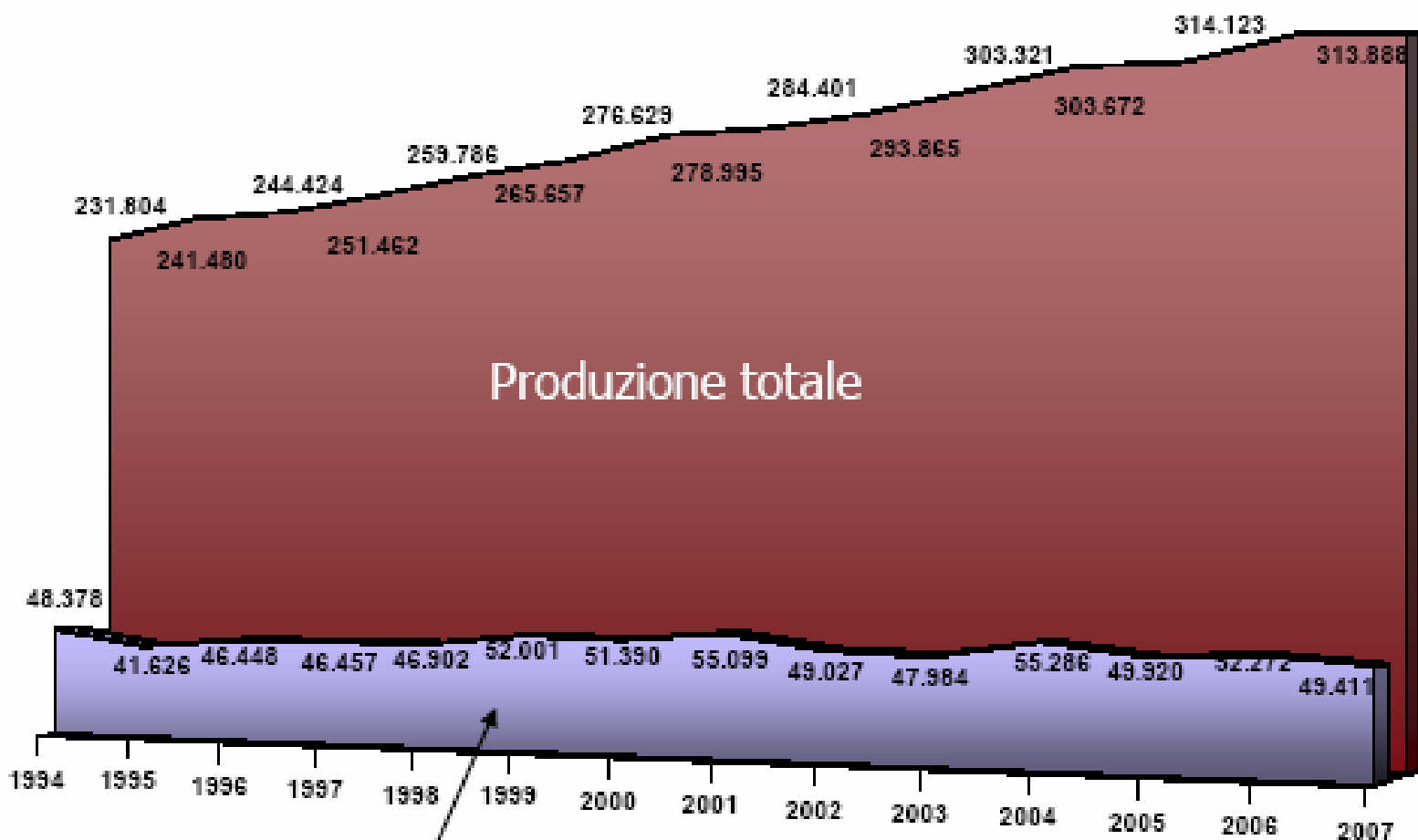


Gli scenari energetici al 2030: Italia



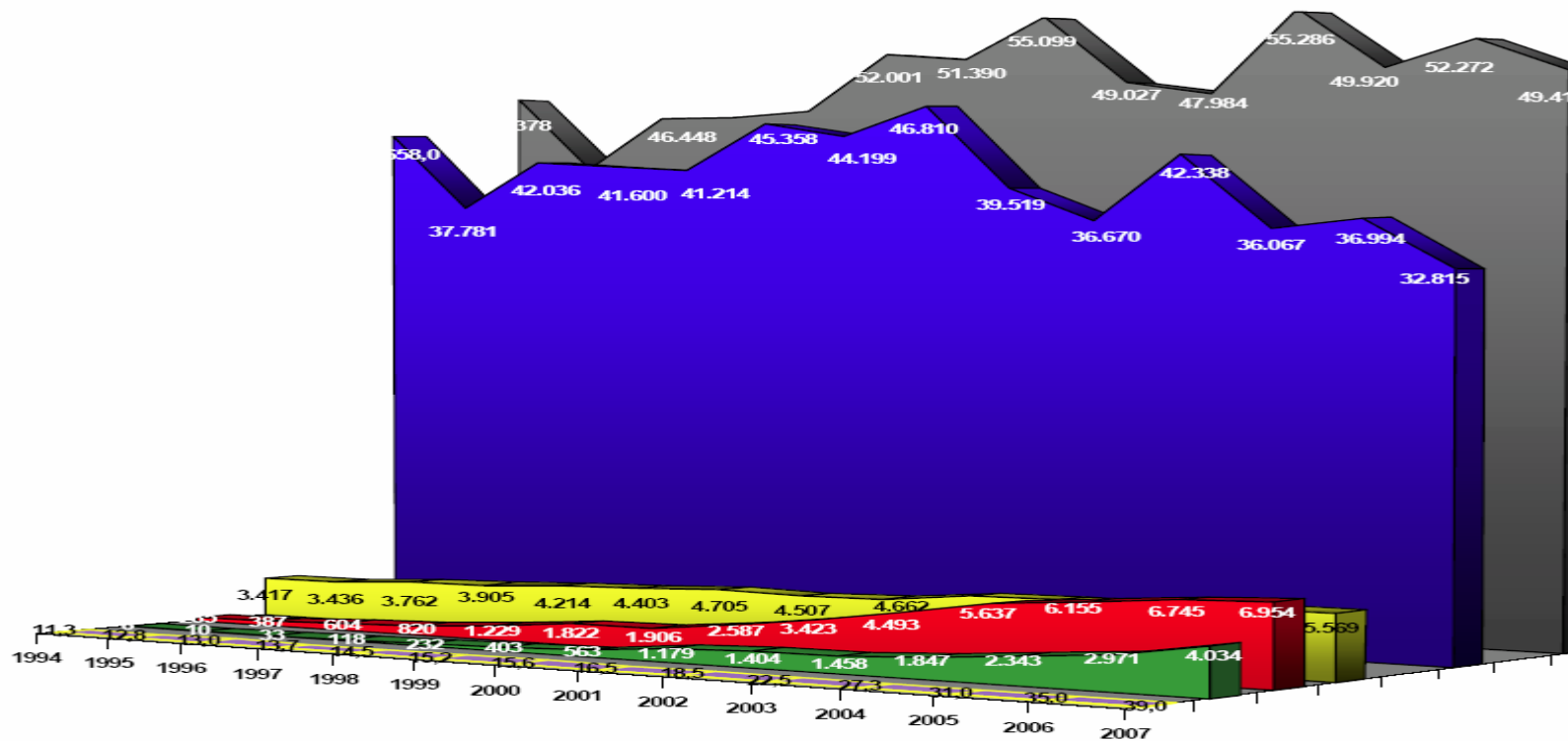
ITALIA

Confronto tra la produzione lorda totale e la produzione lorda rinnovabile in Italia dal 1994 al 2007 (GWh)



ITALIA

Andamento della produzione lorda da fonte rinnovabile in Italia dal 1994 al 2007 (GWh)



- Totale
- Idrica
- Geotermica
- Biomasse e rifiuti
- Eolica
- Solare



ITALIA

La politica energetica è attualmente guidata da:

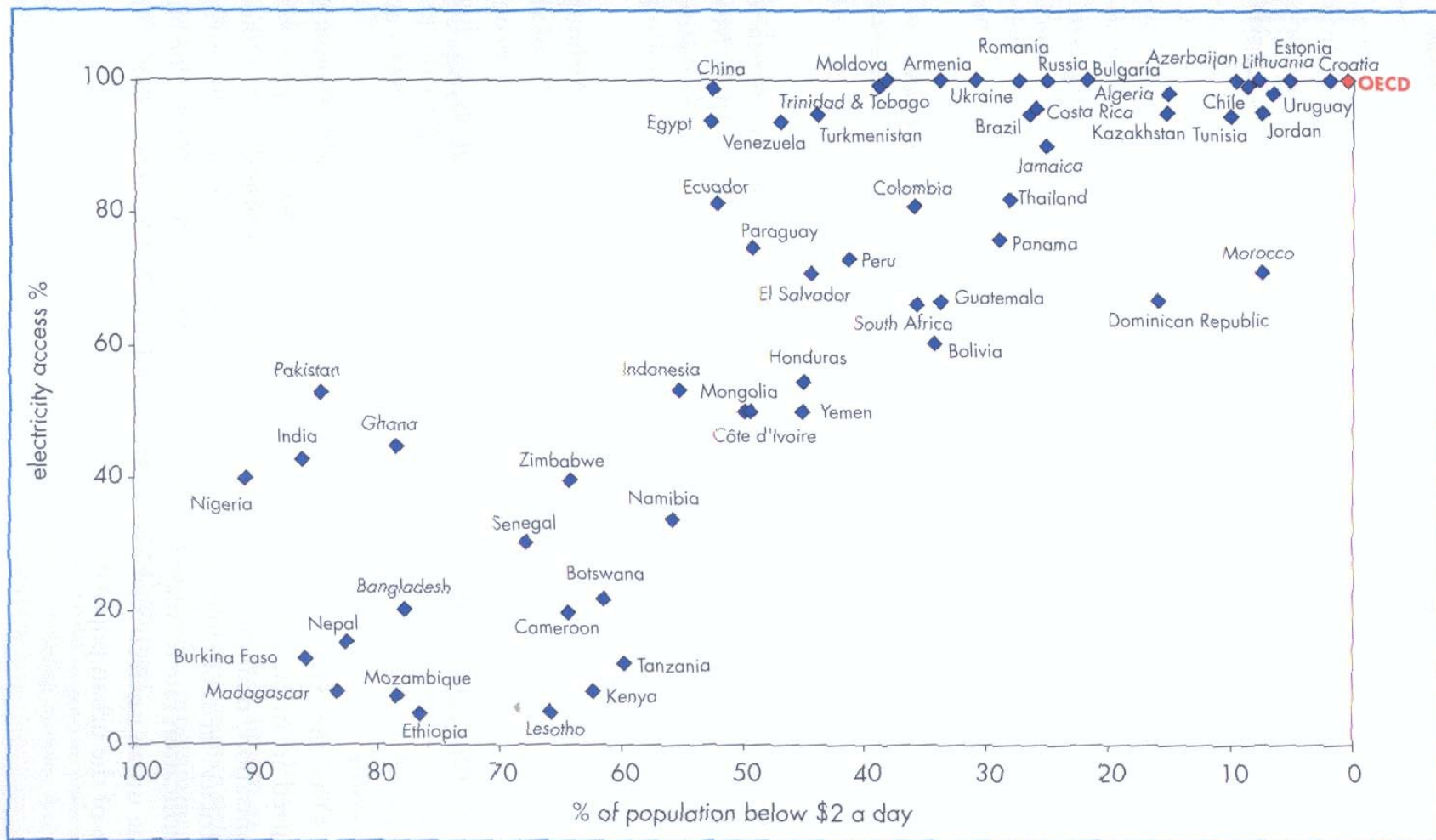
- liberalizzazione del mercato;
- decentramento di poteri specifici decisionali, politici e amministrativi alle singole regioni;
- diversificazione delle fonti di approvvigionamento (sicurezza energetica);
- miglioramenti dell'efficienza;
- tutela dell'ambiente.



Questioni socio-politiche

Questioni socio-politiche

Figure 13.5: The Link between Poverty and Electricity Access



Note: Some transition economies and the OECD average are included for comparison purposes.

Source: IEA analysis; income statistics from the World Bank's *World Development Indicators*, 2001.

Questioni socio-politiche



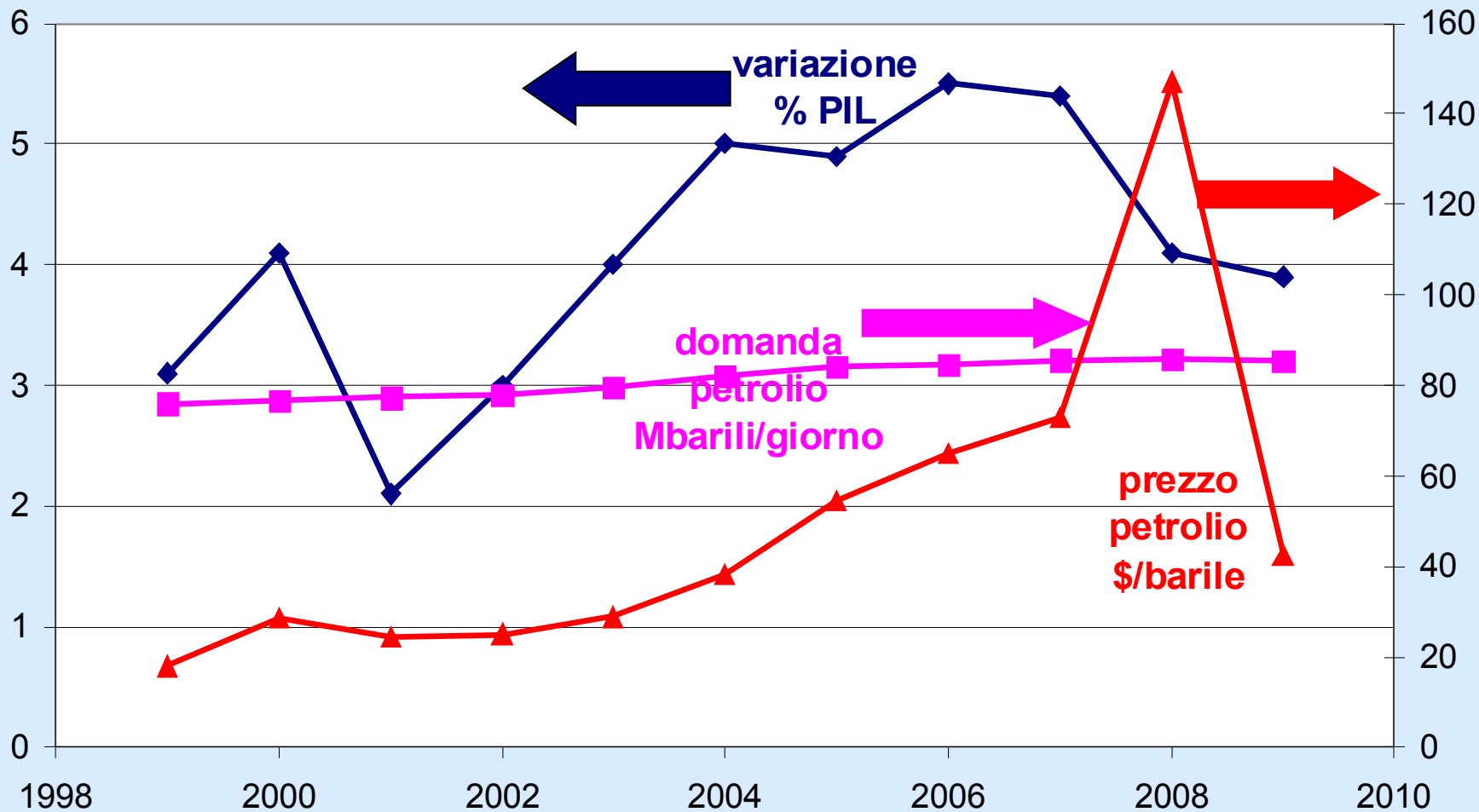
- Si prevede un forte aumento dei commerci energetici che provocheranno:
 - Interdipendenze sempre più forti tra le nazioni
 - Aumento della vulnerabilità delle linee di rifornimento, tenuto conto che la produzione rimarrà concentrata in pochi paesi
- Si assisterà di conseguenza ad un aumento delle emissioni di CO₂. Solo se si faranno politiche di forti interventi si potrà prevedere un inizio di riduzione tra 30 anni.

Questioni socio-politiche

- **Quadro di riferimento anni '80-'90:**
 - Bassa crescita della domanda di energia e forte eccesso di capacità produttiva
 - Fase declinante del ciclo degli investimenti
 - Elevata sicurezza degli approvvigionamenti energetici sui mercati internazionali
 - Contenuta importanza della questione ambientale
- **Nuovo quadro di riferimento (post 9/11):**
 - Shock dei prezzi per esponenziale crescita della domanda (Cina, India) e decisa riduzione del surplus di capacità produttiva
 - Rischi nella sicurezza energetica per moltiplicarsi di crisi internazionali
 - Svolta necessaria nel ciclo degli investimenti con avvio di fase espansiva
 - Fondamentale importanza della questione ambientale

Questioni socio-politiche

Crescita % PIL, domanda e prezzo petrolio



Questioni socio-politiche

- **Aumento prezzi petrolio (e quindi energia):**
 - Elevata e sostenuta crescita economica mondiale
 - Elevatissimo aumento della domanda in economie emergenti (Cina, India)
 - Riduzione (nei paesi industrializzati) di possibilità alternative a petrolio (per vincoli ambientali ed economici) a parte il ricorso crescente al gas naturale (altro problema, e comunque con prezzo indicizzato rispetto a quello del petrolio)
 - Rigidità (nei paesi industrializzati) della domanda di petrolio ai prezzi (monopolio assoluto del settore trasporti)
- **Concause:**
 - Riduzione degli investimenti nel settore della perforazione petrolifera (anche per accresciuti rischi e incertezza dei mercati)
 - Ridotta accessibilità alle risorse di idrocarburi delle società internazionali
 - Prevalere (nelle imprese occidentali) di logiche finanziarie su quelle industriali
 - Speculazioni finanziarie sui mercati
- **ATTUALE RIDUZIONE: crisi della domanda (recessione internazionale)**

Questioni socio-politiche

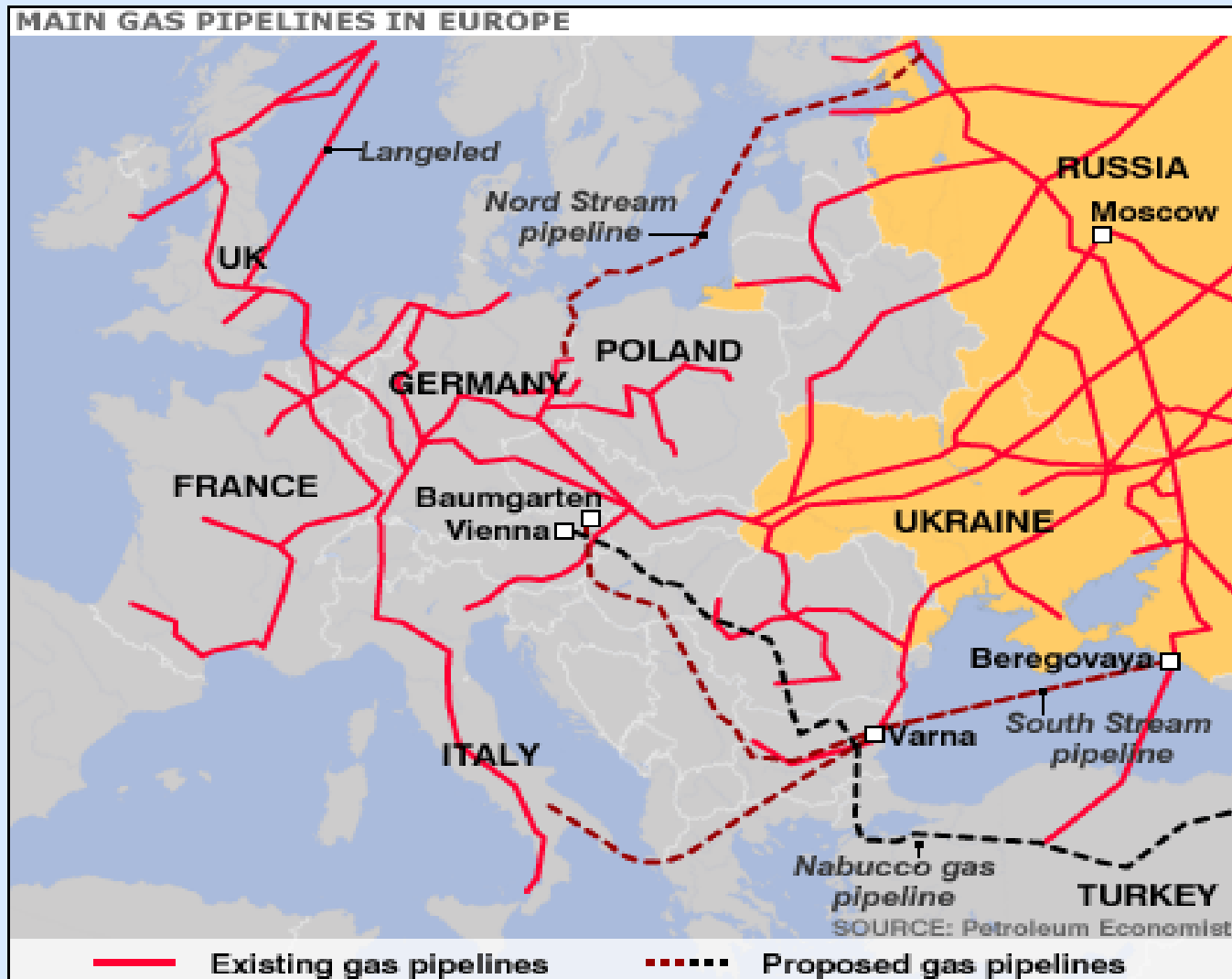
La crisi dei prezzi non sembra essere una crisi delle risorse

Risorse stimate petrolio (miliardi di barili) al 01.01.2006	
Produzione cumulata	1.117
Riserve provate	1.293
Rivalutazioni riserve	730
Riserve da scoprire	939
TOTALE RISORSE CONVENZIONALI	4.070
Non convenzionali recuperabili (sabbie e scisti bituminosi, Orimulsion)	1.300
Non convenzionali teoriche	4.700
TOTALE RISORSE NON CONVENZIONALI	6.000
TOTALE RISORSE ULTIME	10.700

Se verificata, con sole riserve convenzionali > 100 anni ai ritmi di consumo attuali (32 miliardi barili / anno)

Questioni socio-politiche

Dipendenza europea dal metano e strategia GAZPROM (Putin)



Questioni socio-politiche

Opzione nucleare?

Evoluzione dell'energia nucleare (1965-2030)

	1965	1970	1980	1990	2000	2005	2030
Numero paesi	6	14	24	30	31	31	n.d.
Numero reattori	45	81	243	419	436	443	n.d.
Potenza installata (GW)	5	16	136	326	352	368	416
Taglia media (MW)	111	197	560	778	807	834	n.d.
% domanda energia	--	0.4	2.6	5.8	6.5	6.2	4.8
% produzione elettrica	--	0.2	0.9	16.8	16.8	15.1	9.2

Questioni socio-politiche

Problemi del nucleare

- **Politico-sociali:** ostilità delle opinioni pubbliche (occidentali)
- **Economici:** difficile attrattiva economica nel contesto della liberalizzazione dei mercati elettrici (concorrenza)
 - Elevatissima intensità di capitale (elevata dimensione delle centrali, elevato costo unitario potenza)
 - Preferenza degli investitori per minor tempo di ritorno degli investimenti (meglio gas naturale, ma anche carbone)
 - Incertezza dei prezzi dei competitor (in primis il gas naturale) da cui dipendono le stime di competitività dell'investimento nucleare
 - Processi autorizzativi
 - Incertezza delle condizioni di mercato
- **Ambientali**
 - Gestione delle scorie nucleari
- **Geopolitici**
 - Sicurezza delle centrali
 - Proliferazione nucleare

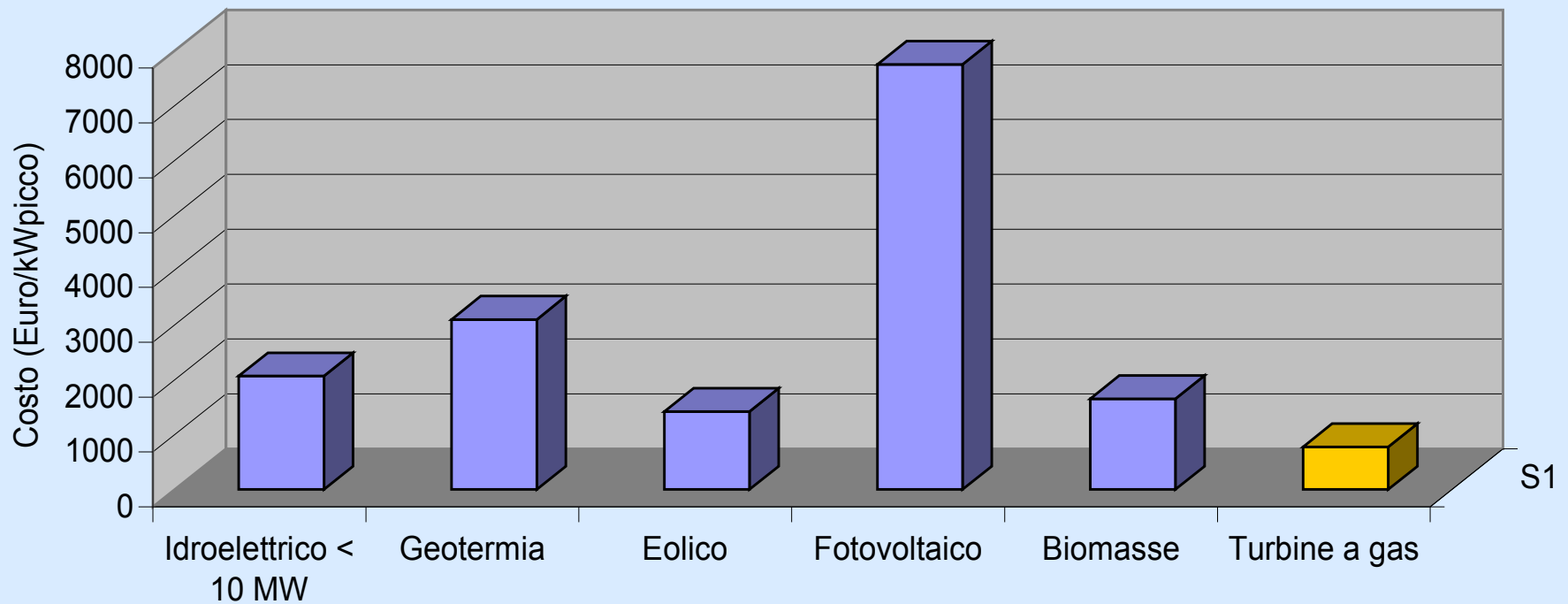
Questioni socio-politiche

Eppure ... nuove centrali nucleari

PAESE	IN COSTRUZIONE	IN PROGETTAZIONE	IN FASE DI PROPOSTA
ARGENTINA	1	0	0
BRASILE	0	1	4
BULGARIA	0	2	0
CANADA	2	4	0
CINA	4	23	54
NORD COREA	0	1	0
SUD COREA	1	7	0
FINLANDIA	1	0	0
FRANCIA	0	1	1
GIAPPONE	2	11	1
INDIA	6	4	15
IRAN	1	2	3
ISRAELE	0	0	1
MESSICO	0	0	1
PAKISTAN	0	2	2
REPUBBLICA CECA	0	0	2
ROMANIA	1	0	3
RUSSIA	5	8	18
SLOVENIA	0	0	1
SUD AFRICA	0	1	24
TURCHIA	0	3	0
UCRAINA	0	2	0
USA	1	2	21
VIETNAM	0	0	2

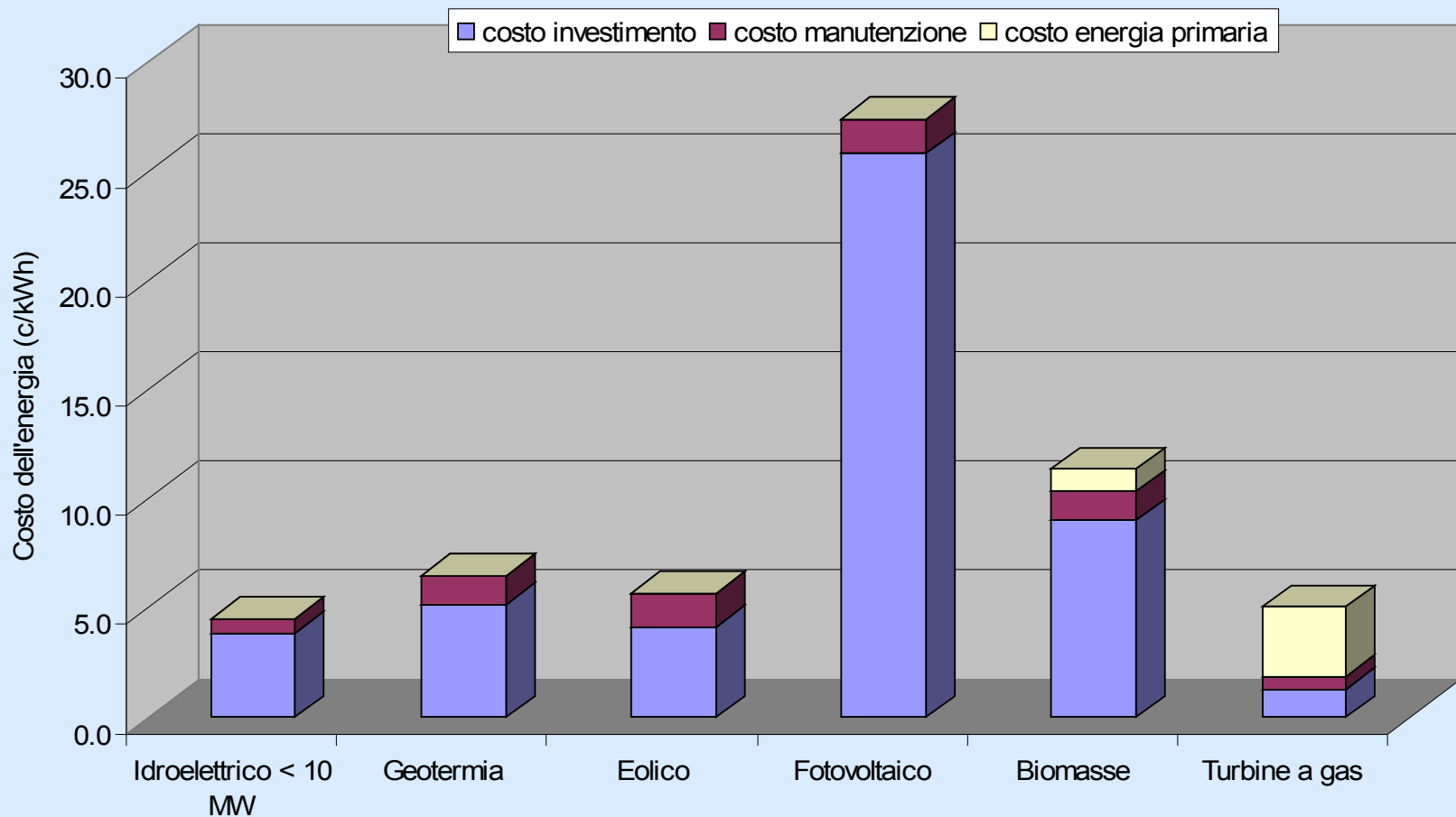
Fonti rinnovabili

Costo di installazione degli impianti a FR



Fonti rinnovabili

Costo dell'energia



Fonti rinnovabili

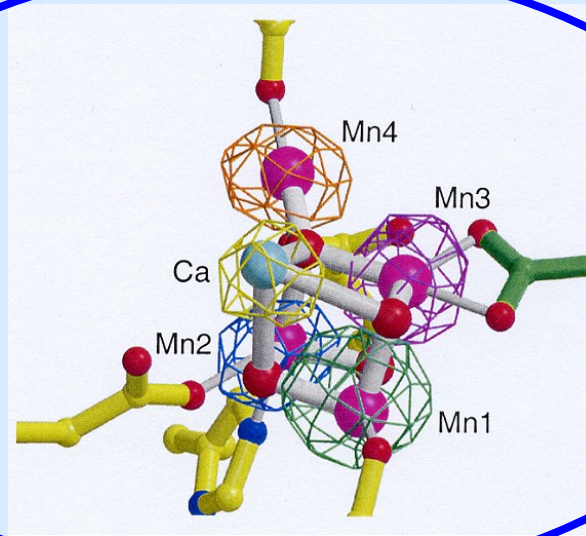
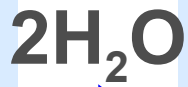
Problemi delle rinnovabili

- Problemi qualitativi: difficile compatibilità delle RES con gli assetti organizzativi, sociali, produttivi delle società industriali, che richiedono:
 - Alta concentrazione offerta in spazi ristretti
 - Massima affidabilità e controllabilità, possibilità di disporre nel posto e nel momento opportuni
 - Risorse stock e non risorse flusso (con relativi problemi di accumulo: (vettori energetici (idrogeno) possono contribuire?))
- Altri problemi:
 - Scarsa flessibilità uso: difficoltà del loro utilizzo diretto nel settore trasporti
 - Vincoli economici: costi elevati
 - ANCHE: vincoli ambientali (caso emblematico: biocombustibili)

Fonti rinnovabili: ... tuttavia...

Energia solare
(100,000TWh)

1 ora di energia solare è
equivalente a 1 anno di
consumi energetici attuali



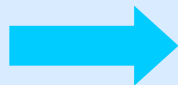
Consumo annuo
(14TWh)

Una pianta verde lo può fare
... forse può imparare a farlo
anche l'uomo

ENERGIA E TRASPORTI

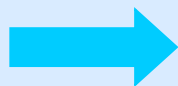
La questione mobilita'

- **COMBUSTIBILE**



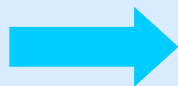
Benzina
Gasolio
Bio-carburanti
Elettricit  (da quale fonte)
Idrogeno (da quale fonte)
...

- **TECNOLOGIA**



Motori a combustione interna
Motori ibridi
Accumulo elettrico + motore elettrico
Cella a combustibile + motore elettrico
...

- **ORGANIZZAZIONE**



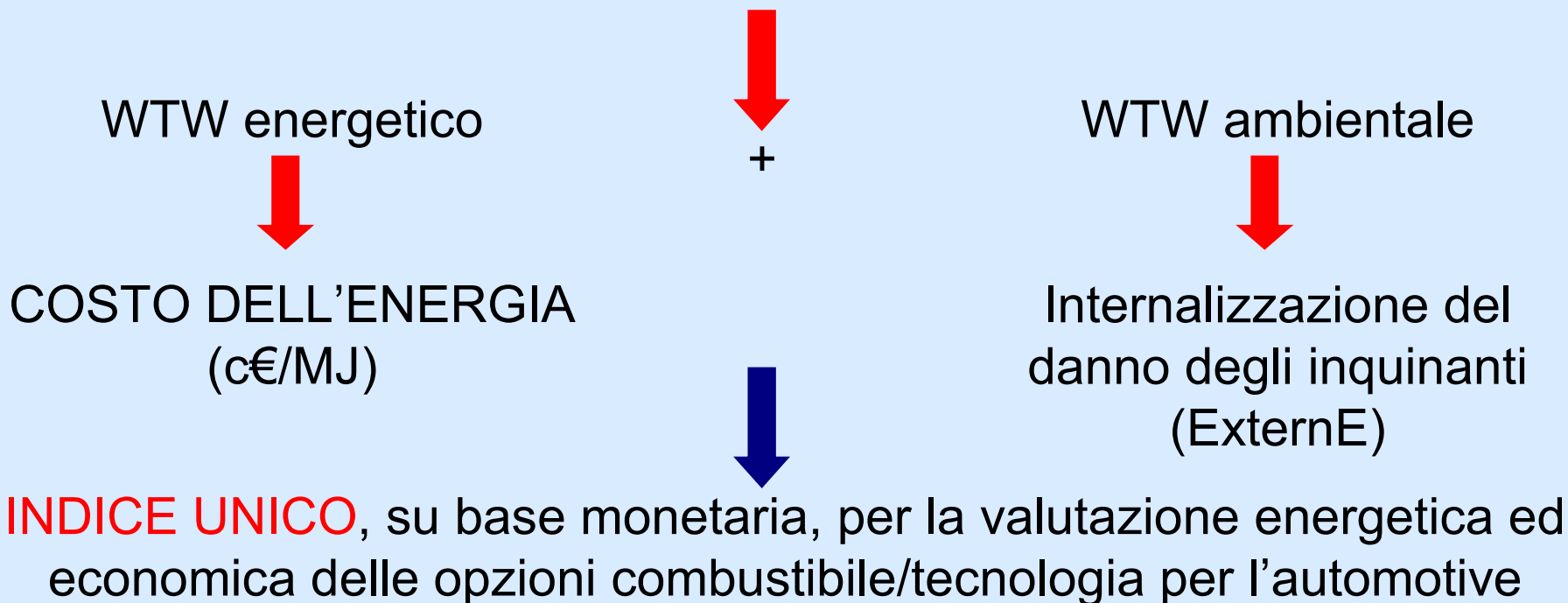
Trasporto condiviso
Car sharing
Intermodalit 
...

ENERGIA E TRASPORTI

Strumenti di analisi: WTW

L'indice "well-to-wheel" (WTW): *l'integrazione di tutti i passaggi richiesti per produrre e distribuire un combustibile (partendo dalla fonte energetica primaria) [WTT] e utilizzarlo in un veicolo [TTW].*

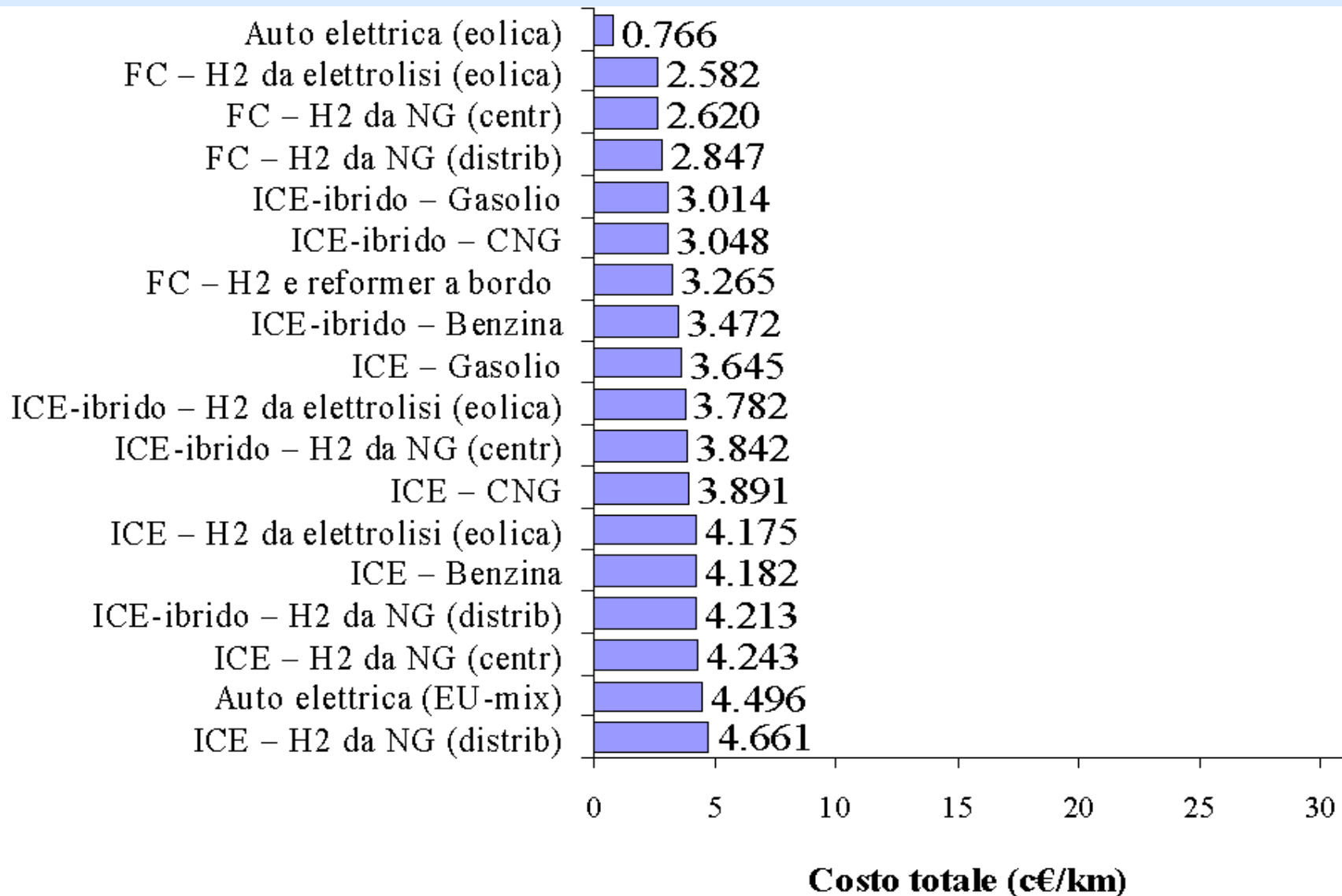
Si calcola come prodotto tra il "well-to-tank" e il "tank-to-wheel"



ENERGIA E TRASPORTI

Indice Unico energetico-ambientale

Combinazione motore-carburante



Questioni socio-politiche

- La soluzione della crisi richiede che si affrontino cruciali questioni che sono **insieme**
 - Tecnologiche
 - Geopolitiche
 - Economiche
 - Sociali
- **Non esiste** una tecnologia che da sola possa risolvere insieme tutti i problemi
- Occorrono avanzamenti significativi in
 - Gestione delle politiche internazionali
 - Sviluppo delle energie rinnovabili
 - Gestione dei rifiuti nucleari
 - Rimozione della CO₂ a basso costo
 - Aumento dell'efficienza dei processi

ENERGIA E TRASPORTI

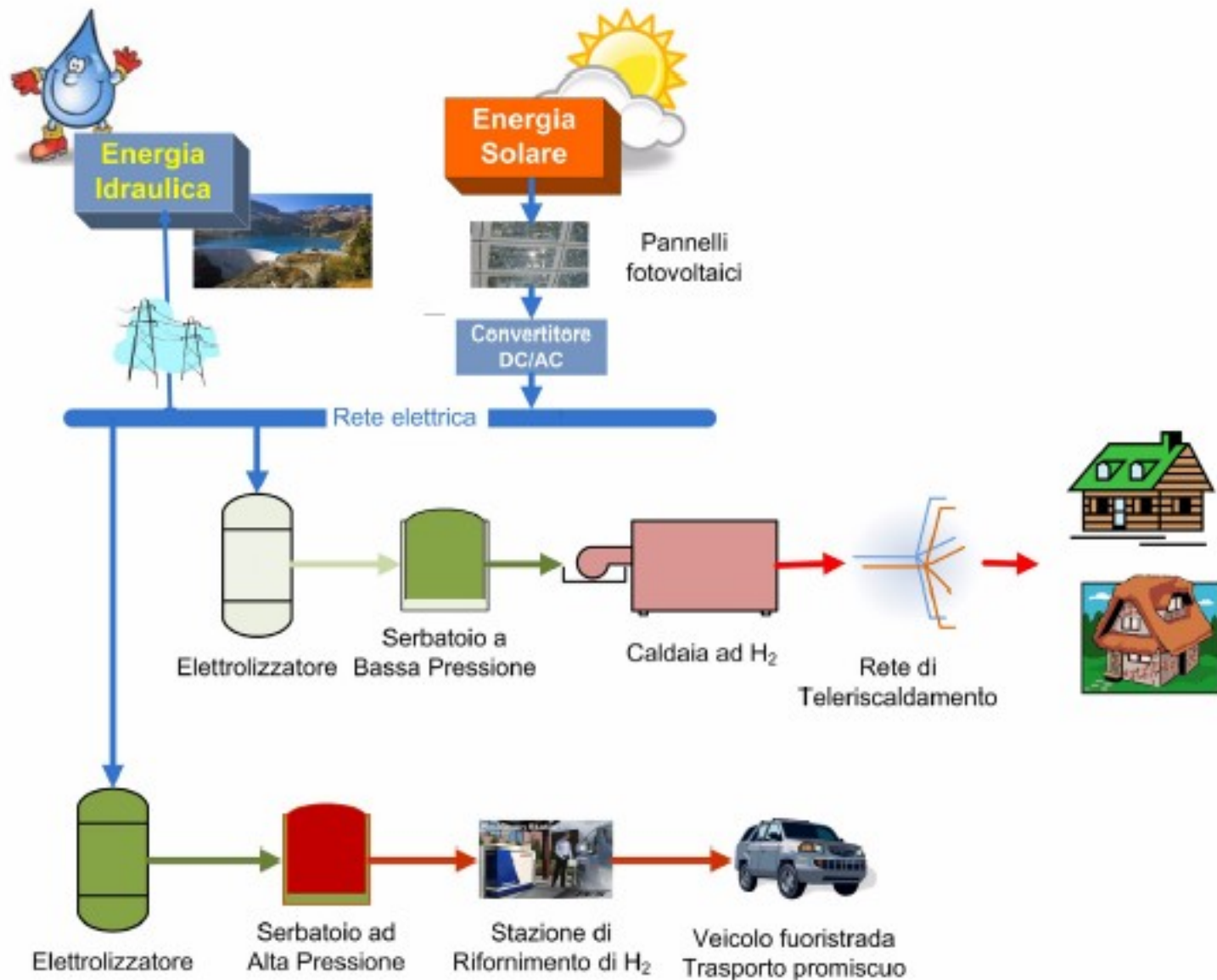
Iniziativa Comune di Leini - Fondazione TELIOS

1. Campo fotovoltaico grid connected
2. Conto Energia
3. Panda elettrica Ecolori
4. Integrazione con moduli fotovoltaici sagomabili sul tettuccio forniti da Enecom
5. Test su 1 anno di utilizzo in ambito comunale



Serie HighFlex
80 W_p

PROGETTO CHAMOIS



PROGETTO CHAMOIS



Serbatoio di stoccaggio H₂

Locale di produzione e utilizzo H₂

Stazione di rifornimento H₂

PROGETTO CHAMOIS

Costo dell'idrogeno prodotto

POTENZIALITA' INTERESSANTE

Sfruttando l'elettricità prodotta da fonte idroelettrica nelle fasce tariffarie più convenienti (notturne) si ottiene un costo di produzione di

idrogeno $\approx 0.24 \text{ €/Nm}^3$ (2.4 c€/MJ del combustibile)

contro

metano $\approx 0.60 \text{ €/Nm}^3$ (1.7 c€/MJ del combustibile)



Idrogeno può essere usato come combustibile di Celle a Combustibile (efficienza media ciclo misto 0.4)

Metano può essere usato in Motori a Combustione Interna (efficienza media ciclo misto 0.2)

Per cui, il costo finale a servizio reso (movimento del veicolo):

idrogeno $\approx 6.0 \text{ c€/MJ}$ disponibile al veicolo

contro

metano $\approx 8.4 \text{ c€/MJ}$ disponibile al veicolo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Campiglione Fenile, 22 Gennaio 2009

**Prof. Massimo Santarelli
Dipartimento di Energetica - Politecnico di Torino
massimo.santarelli@polito.it**

