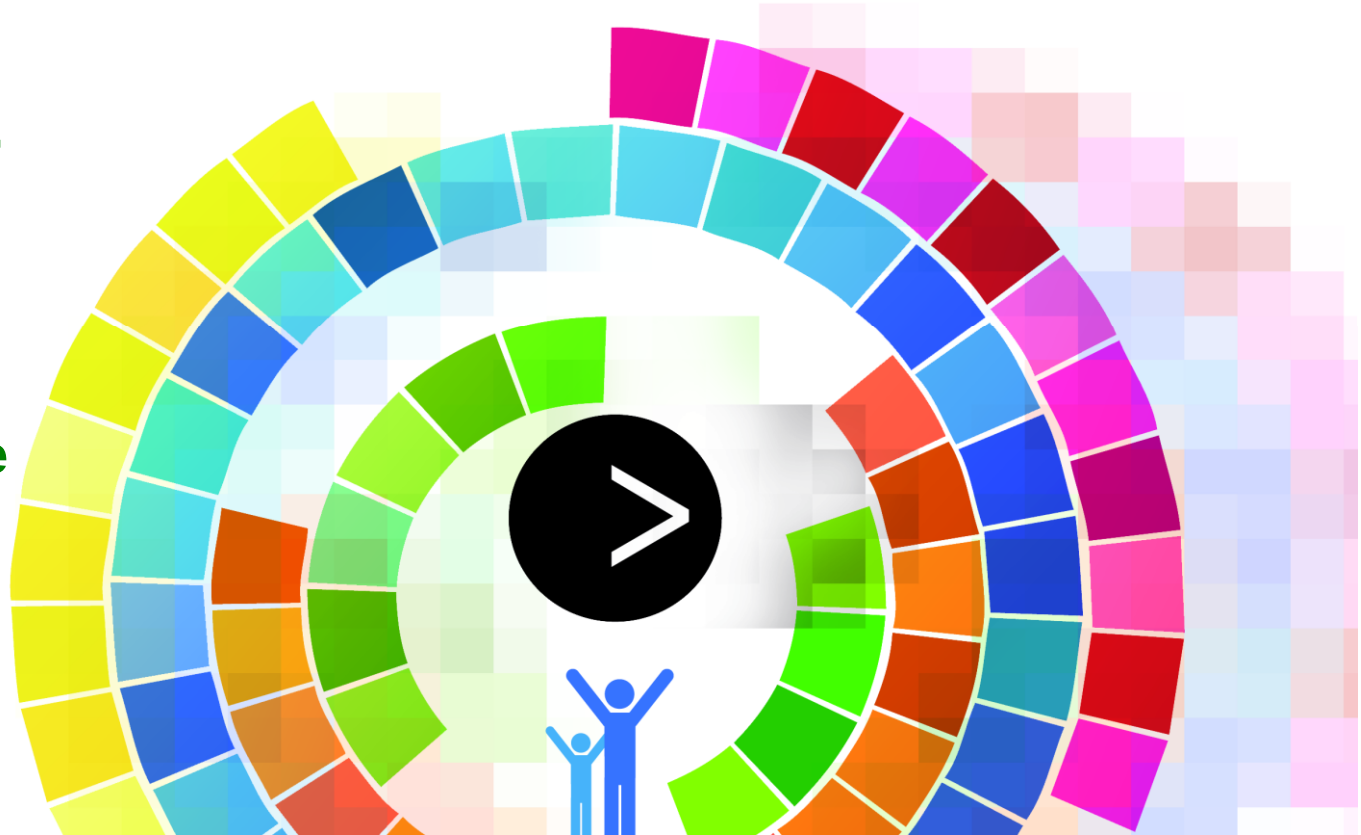
Fare i conti con l'ambiente
Rifiuti acqua energia
Ravenna 2016
18·19·20 maggio

Workshop M
– Il Bosco coltivato ad Arte –
2^ edizione, focus biomasse

Energia sostenibile, dalla culla alla tomba

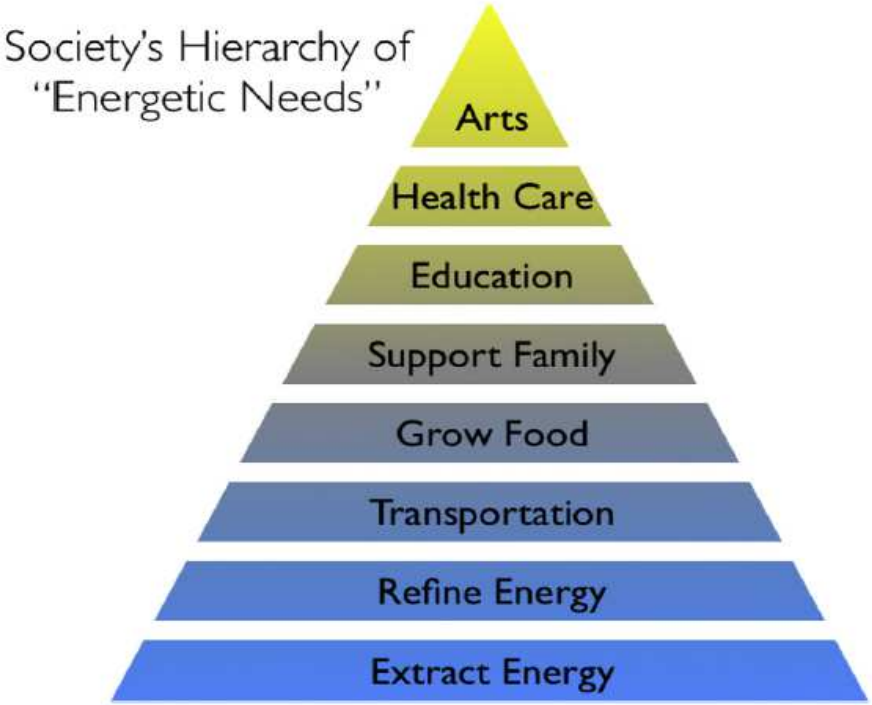
Dott. Pierluigi Totaro
Comitato Nucleare e Ragione



www.ravenna2016.it

L'uomo e l'energia

Alla base dello **sviluppo della società** e della crescita dei **livelli di benessere,** vi è da sempre la capacità di saper impiegare in maniera **efficiente** e **vantaggiosa** le **fonti di energia** disponibili nell'ambiente



www.ravenna2016.it

Sviluppo sostenibile

Negli ultimi decenni, è maturata nell'uomo una maggiore consapevolezza nel dover perseguire lo sviluppo riducendo contestualmente la propria “impronta” sul pianeta.

Un'impresa impossibile?

www.ravenna2016.it

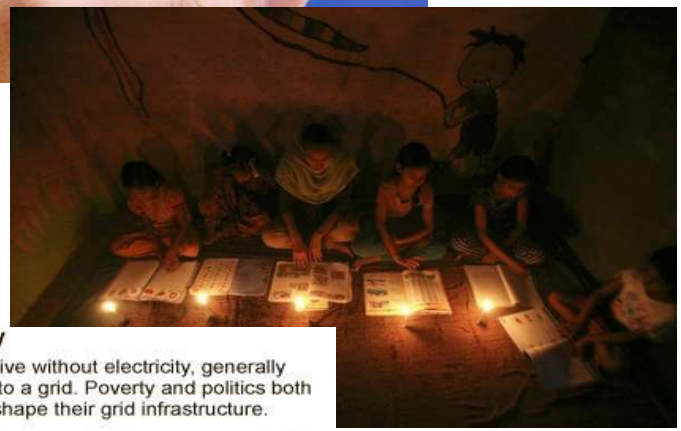
Sviluppo sostenibile

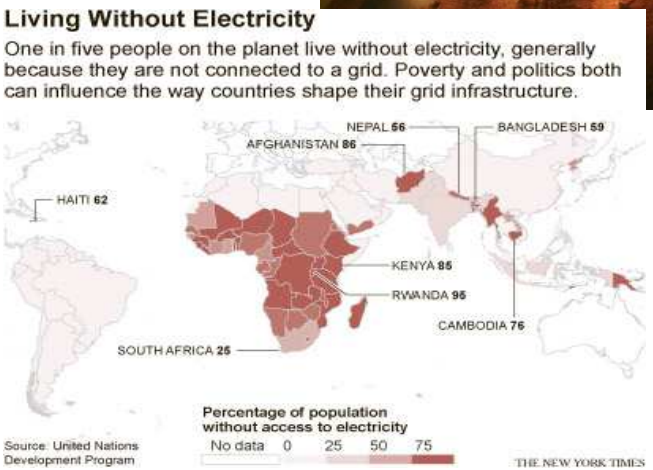
World Commission on Environment and Development (WCED), 1987:

<<Lo Sviluppo sostenibile è lo sviluppo che permette di soddisfare i bisogni del presente, senza compromettere la capacità delle future generazioni di provvedere ai propri bisogni.>>

Concetti chiave:

1) i **bisogni** delle popolazioni
2) le **limitazioni** imposte dalla condizioni tecnologiche e sociali





www.ravenna2016.it

ENERGIE "ALTERNATIVE"

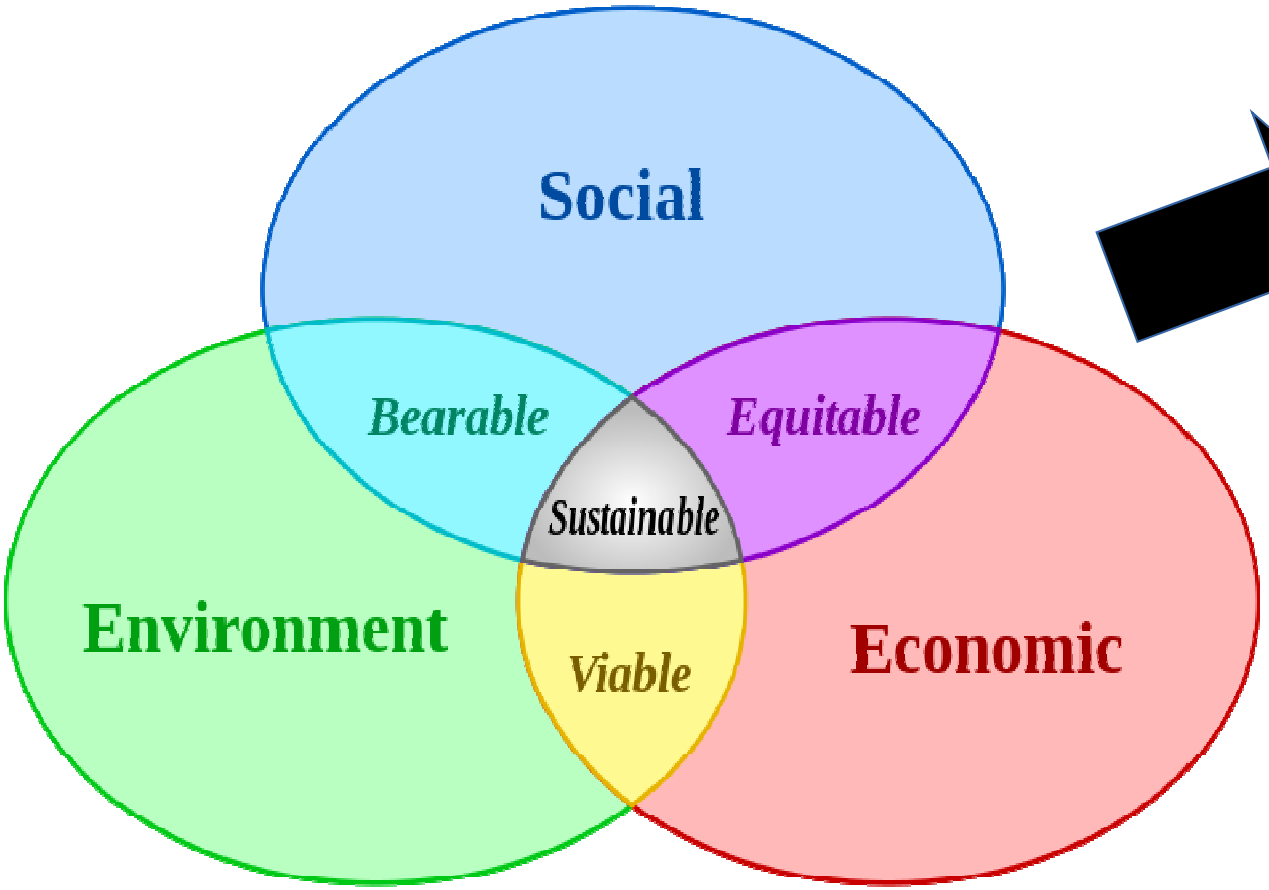
ENERGIE "RINNOVABILI" → **SINONIMI?**

ENERGIE "SOSTENIBILI"

ALTERNATIVA... "A COSA"?
Wikipedia: *<<Any energy source that is an alternative to fossil fuel. >>* (E **il nucleare?)**

RINNOVABILE:
International Energy Agency (IEA):
<<Energy derived from natural processes (e.g. sunlight and wind) that are replenished at a faster rate than they are consumed.>>

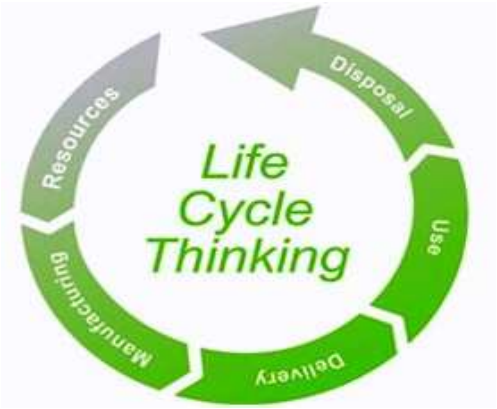
Energy indicators for substainable development (IAEA, UNDESA, IEA, EEA), 2005



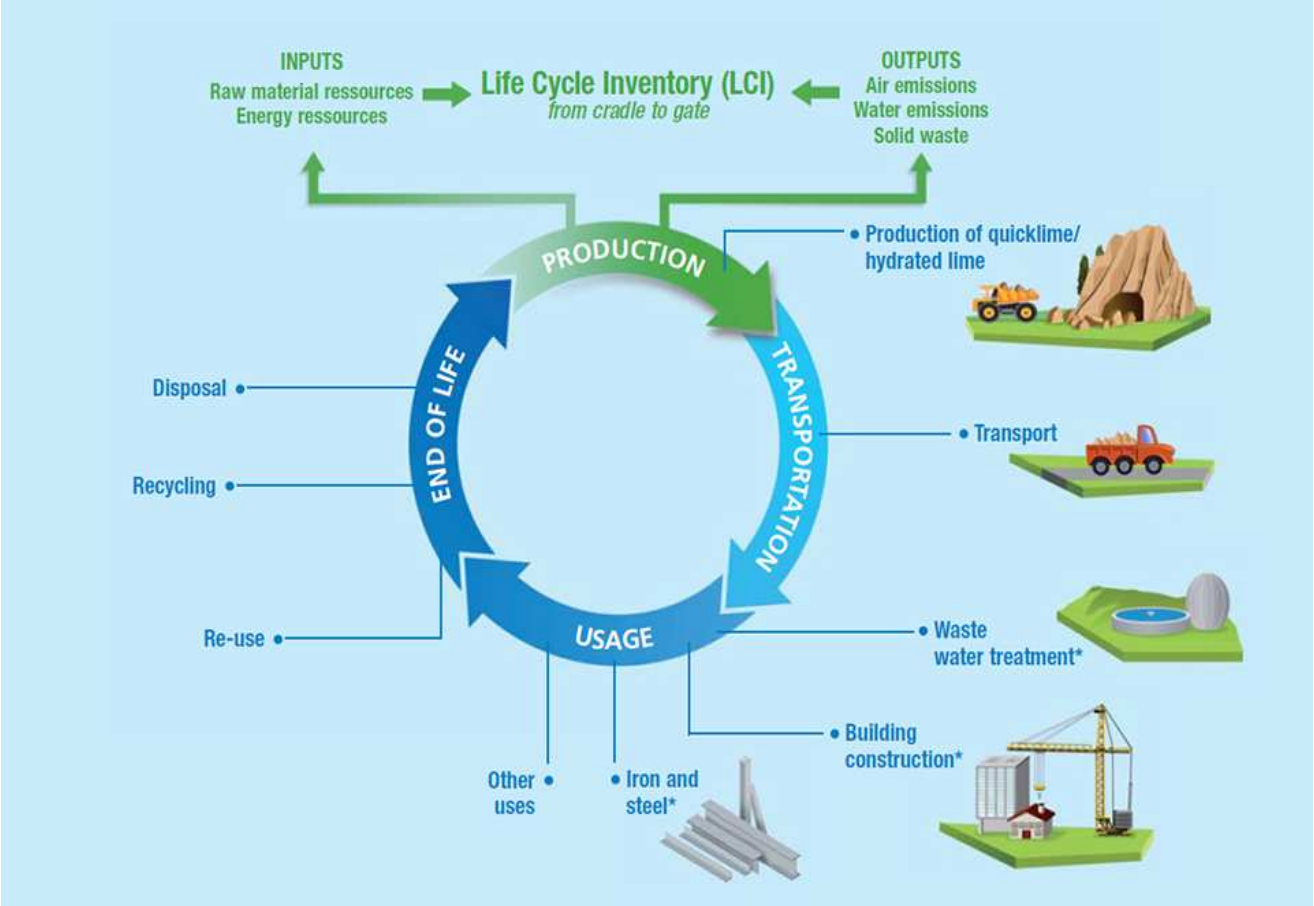
valutazione di sostenibilità

Tollerabilità
Equità
Prosperità

www.ravenna2016.it



Life Cycle Thinking

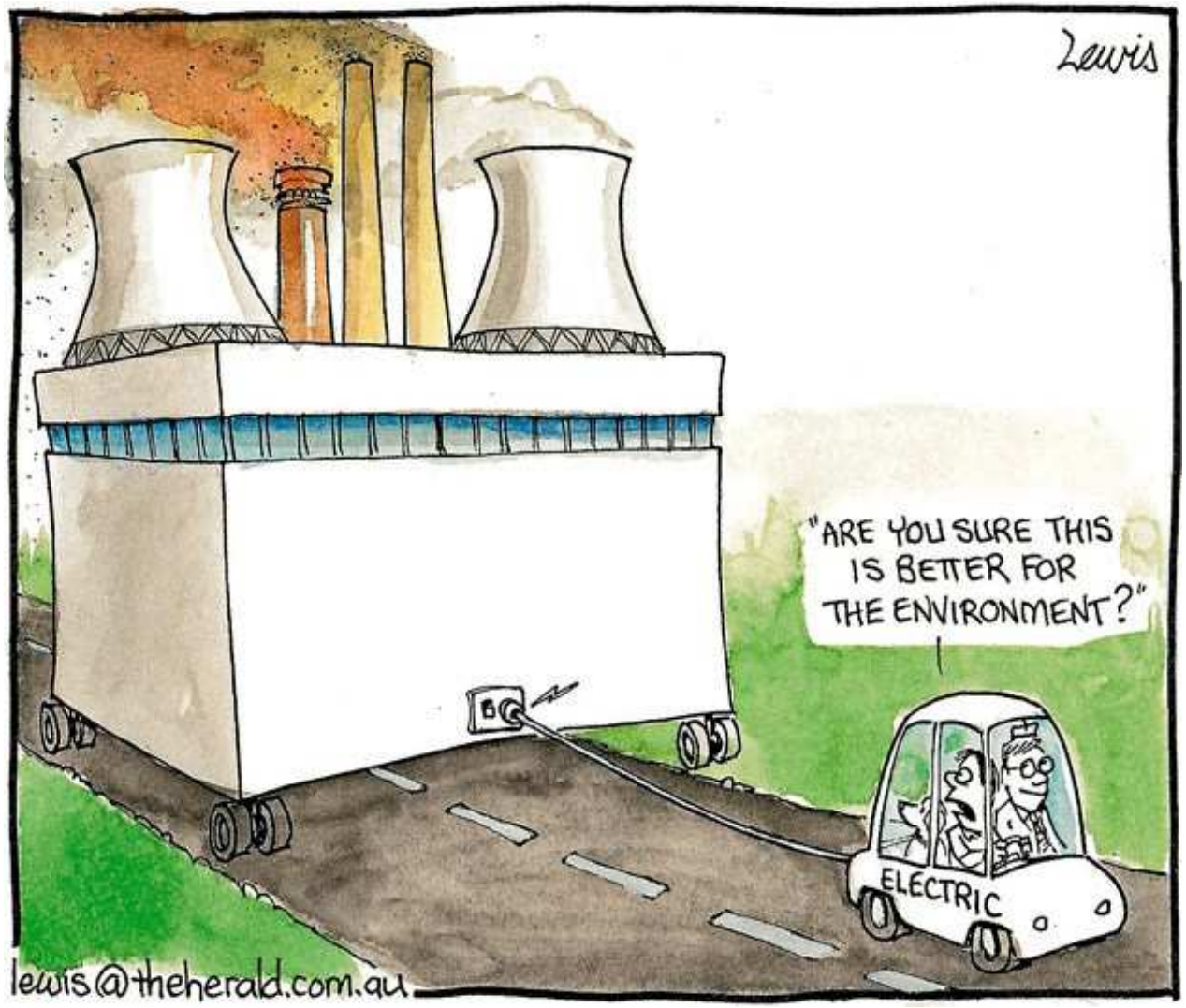


*Il **Life Cicle Assessment (LCA)** è un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei **carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali** associati ad un prodotto/ processo/ attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("**dalla Culla alla Tomba**").*

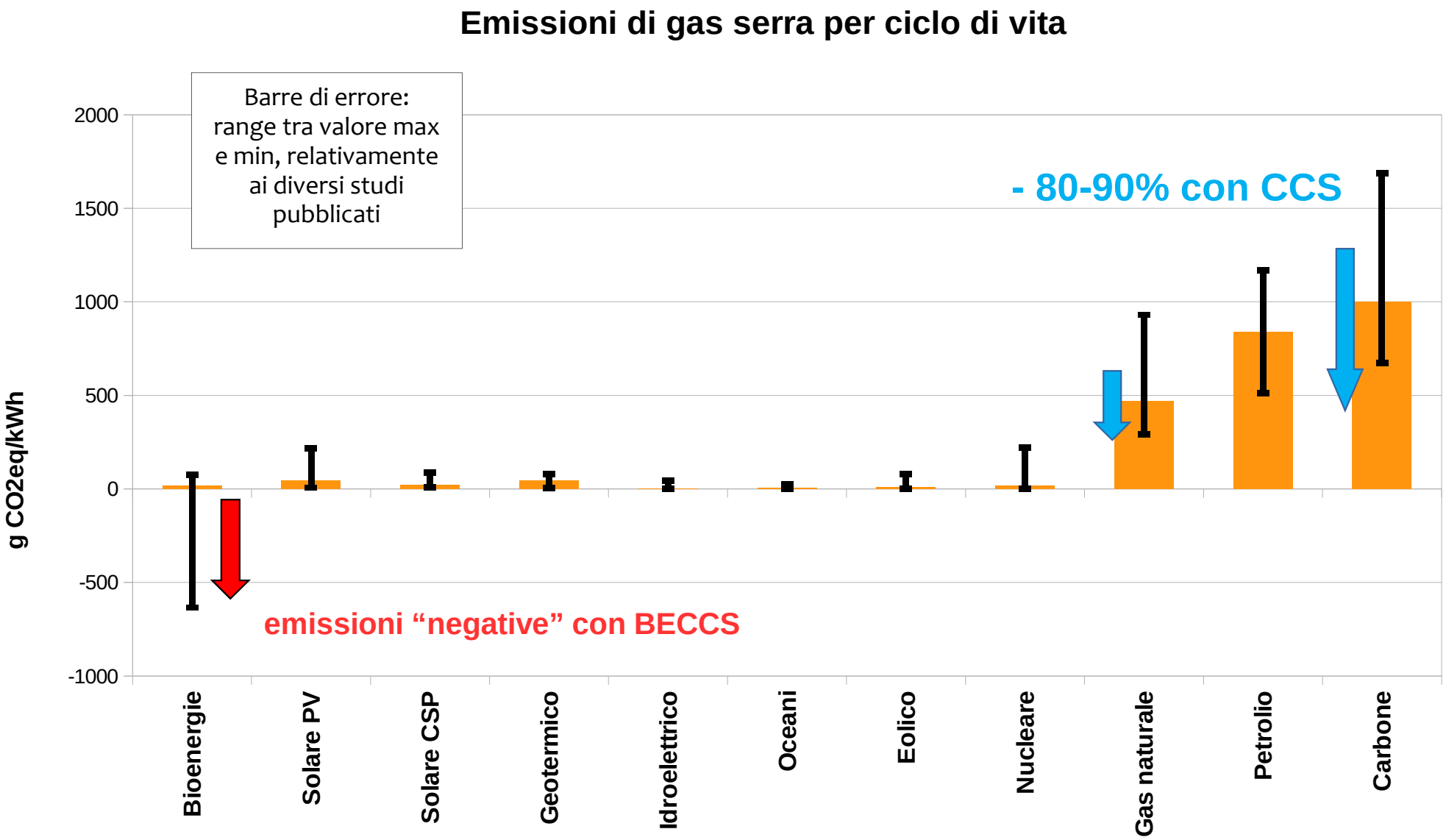
www.ravenna2016.it

Fonte: ISPRA

A volte non è tutto oro quello che luccica ...



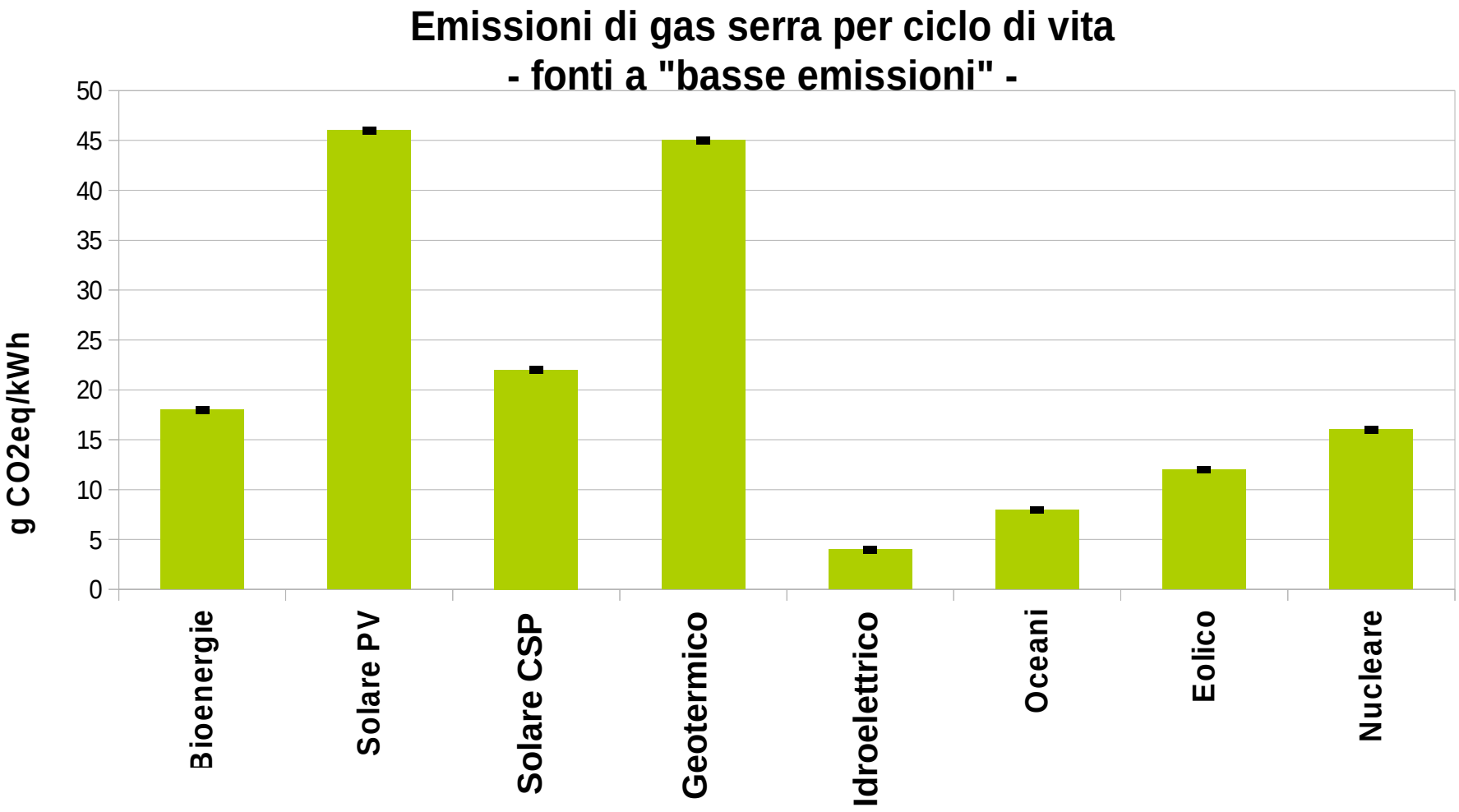
Rinnovabile = Sostenibile = Ecologico?



Elaborazione CNeR

FONTE:Special Report on Renewable EnergySources and Climate Change Mitigation WGIII, IPCC

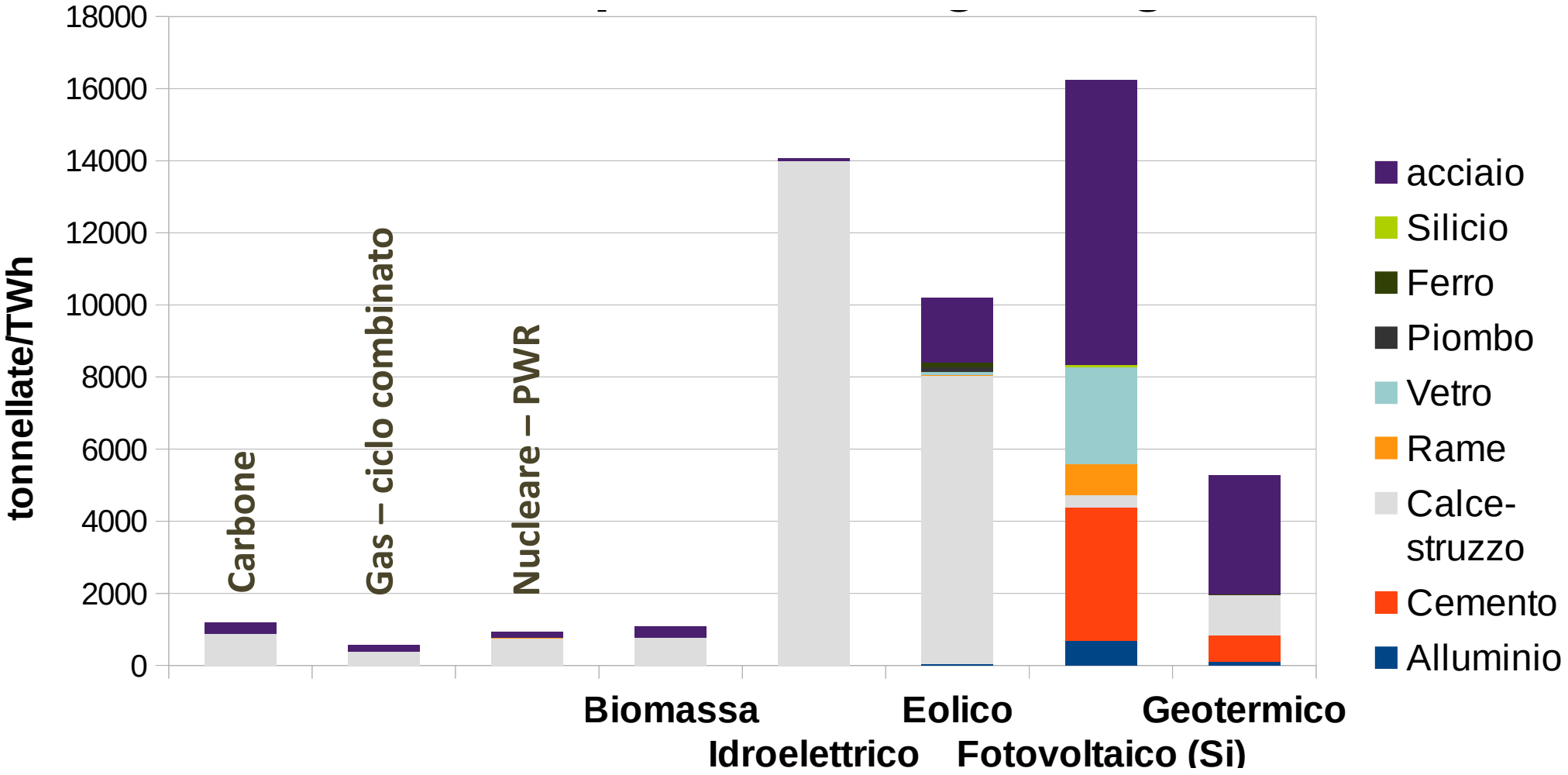
Rinnovabile = Sostenibile = Ecologico?



www.ravenna2016.it

Elaborazione CNeR
FONTE: Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change mitigation WGIII, IPCC

Materiali da costruzione coinvolti a seconda della tecnologia impiegata per la produzione di energia elettrica



Fonte: elaborzione CNeR su dati US Department of Energy, Quadriennal Technology Review, 2015

Rinnovabile = Ecologico?

L'energia in ingresso (INPUT) deve essere trasformata per poter ottenere (OUTPUT) energia di alta qualità, vale a dire la migliore possibile per rispondere alle esigenze dei consumatori.

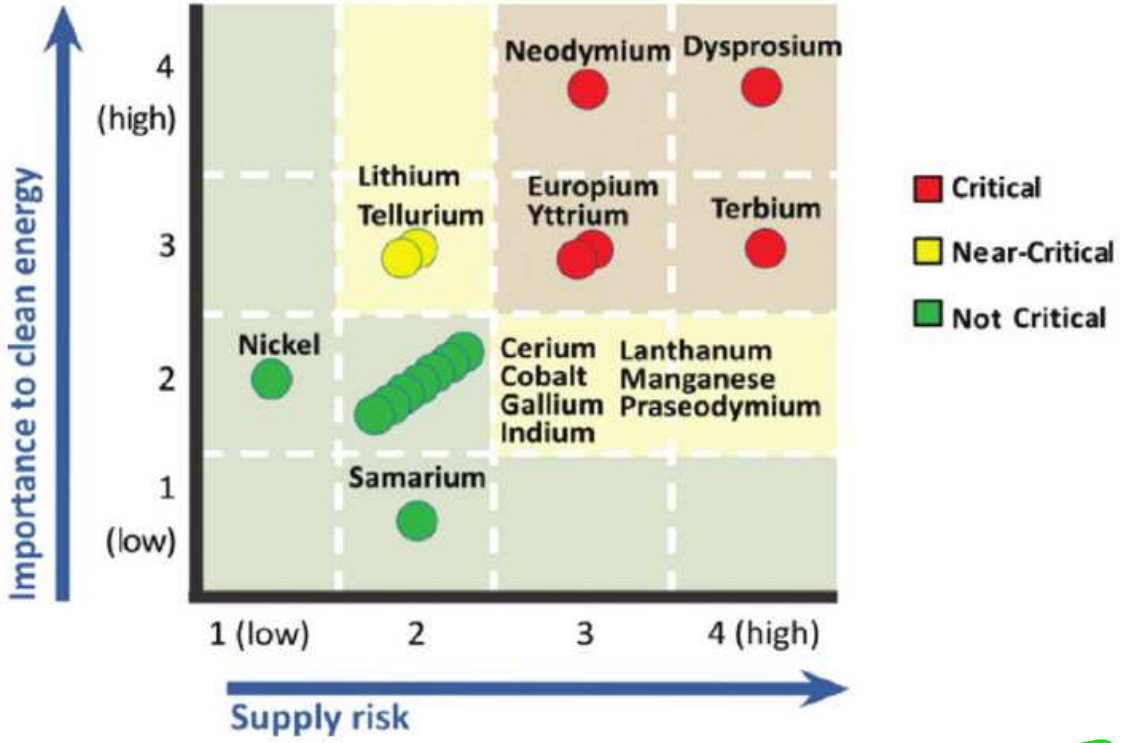
→ TRASFORMAZIONE

→ perdite + altra energia spesa per costruire e mantenere sistemi adatti allo scopo

Sottoprodotti dell'estrazione delle Terre Rare immessi senza alcun controllo nel lago Batou – Cina

Materiali Critici nel medio termine (2015-2025)

Fonte: Joint Research Centre – European Commission



RINNOVABILE = ECOLOGICO?

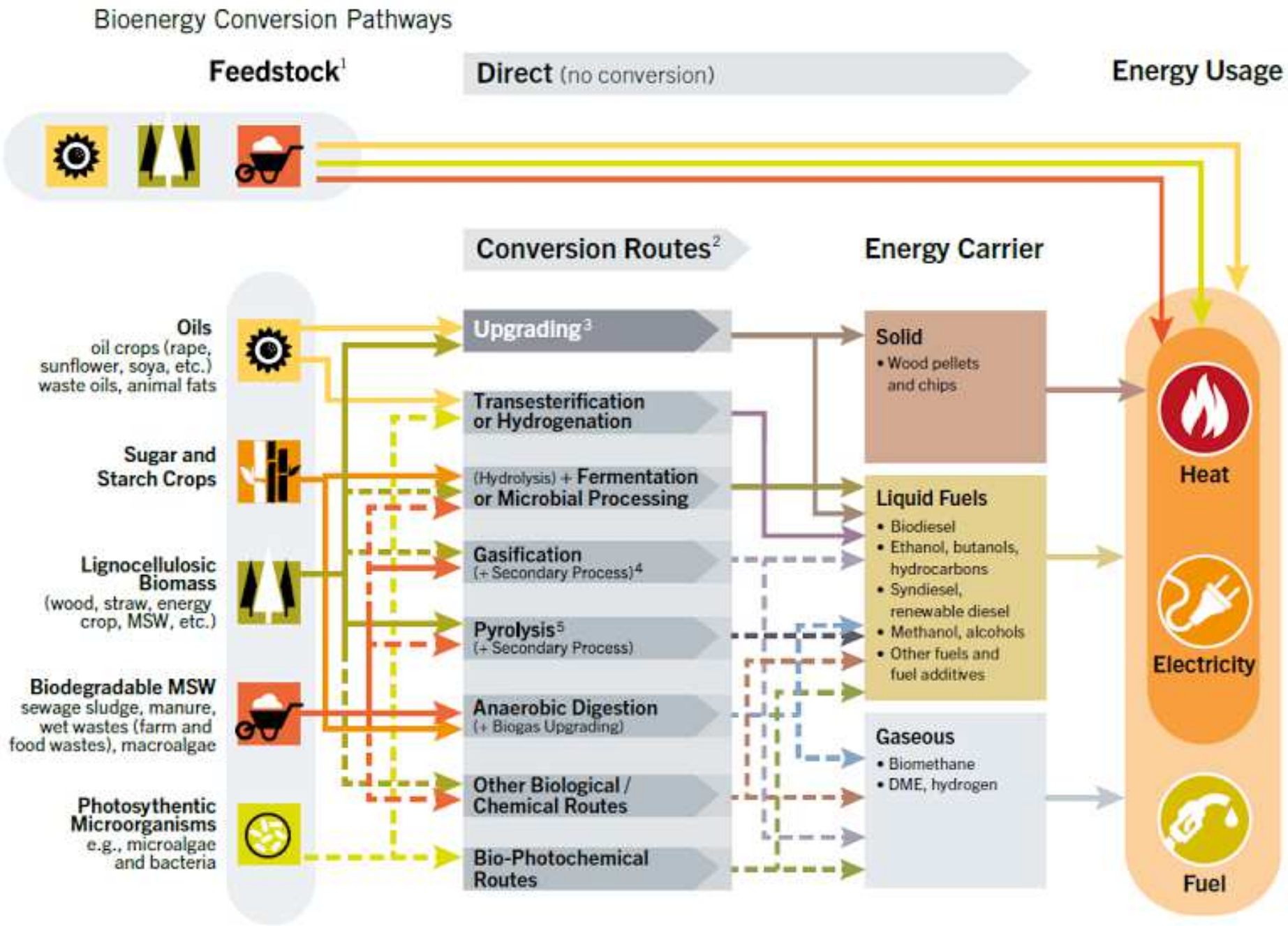
LCA (Analisi Ciclo di Vita)

→ materiali critici

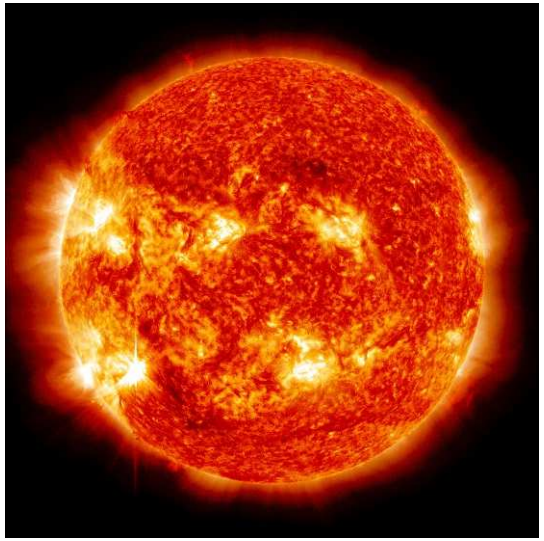
→ problema delle Terre Rare

Un focus sulle “bioenergie”: da dove arrivano?

Ravenna 18·19·20 maggio 2016



Quando si dice «trasformazione energetica»



Nucleare

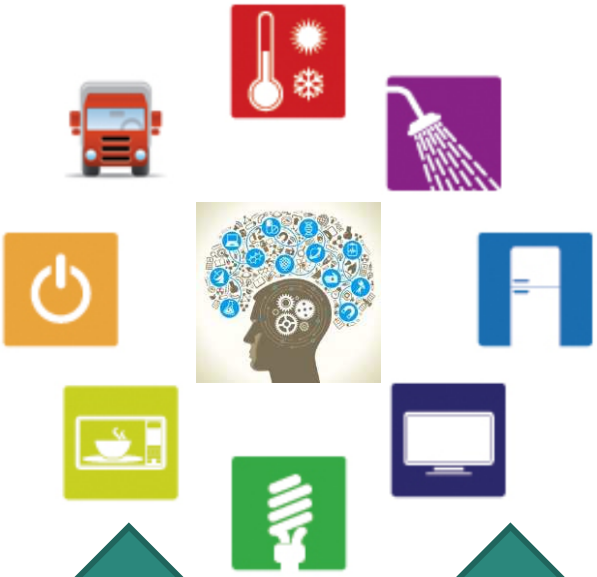
Elettro-magnetismo

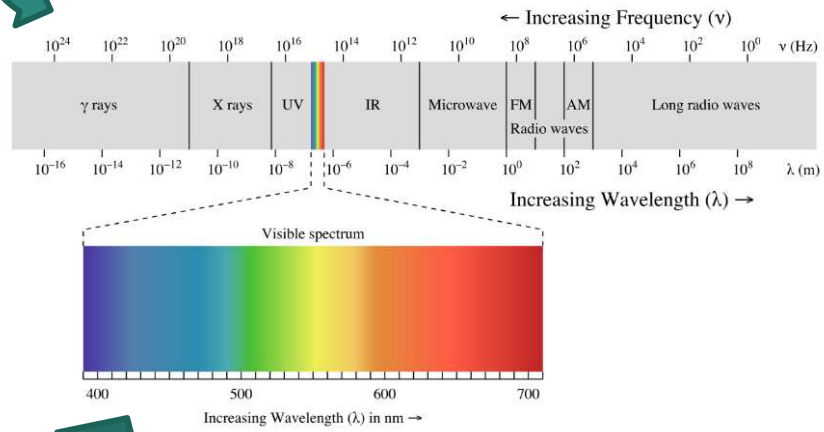
Chimica

Chimica

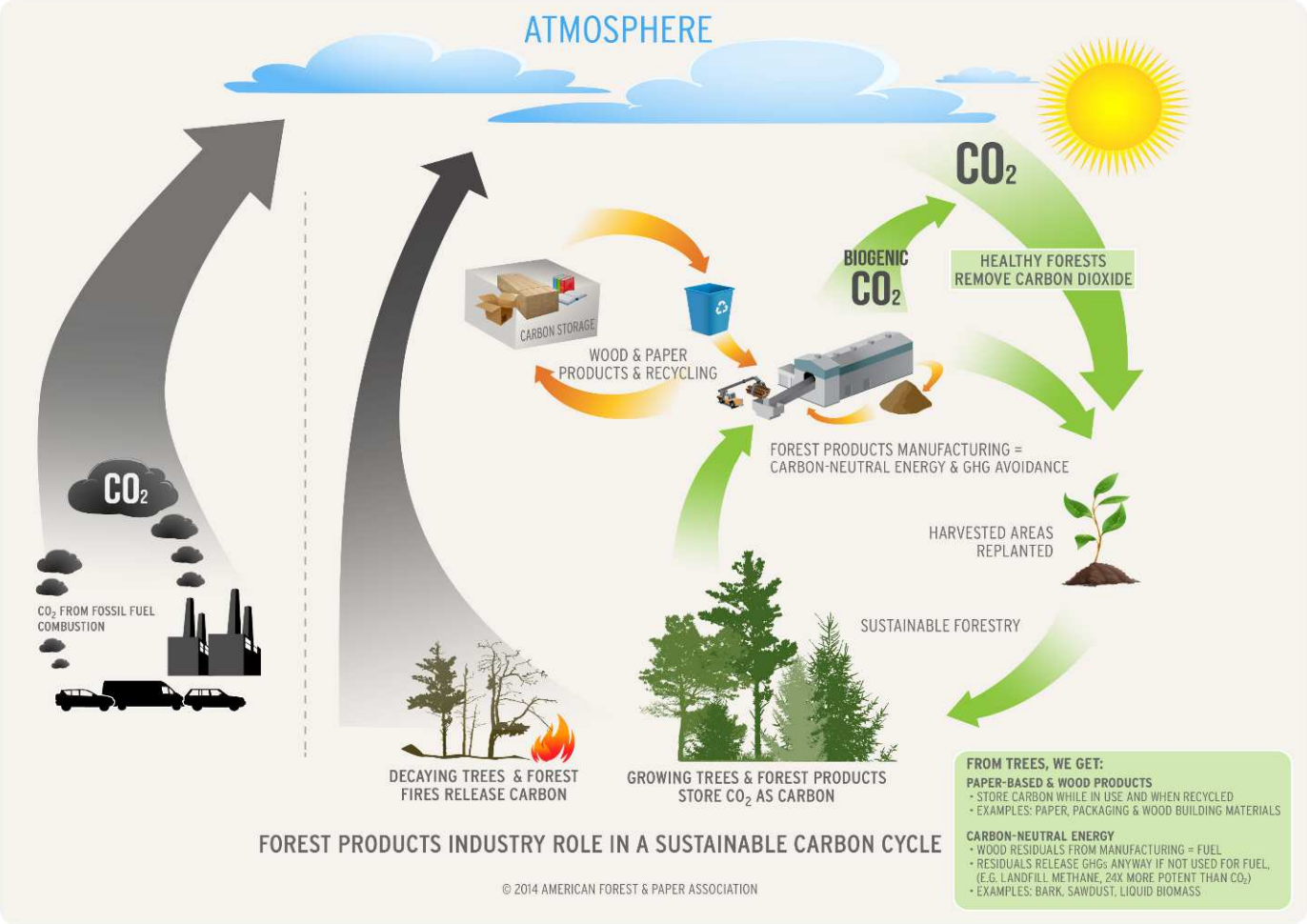
Elettricità

Calore





Ciclo del carbonio e bioenergie: tornano i conti?



minor potere calorifico rispetto ai combustibili fossili, per unità di massa

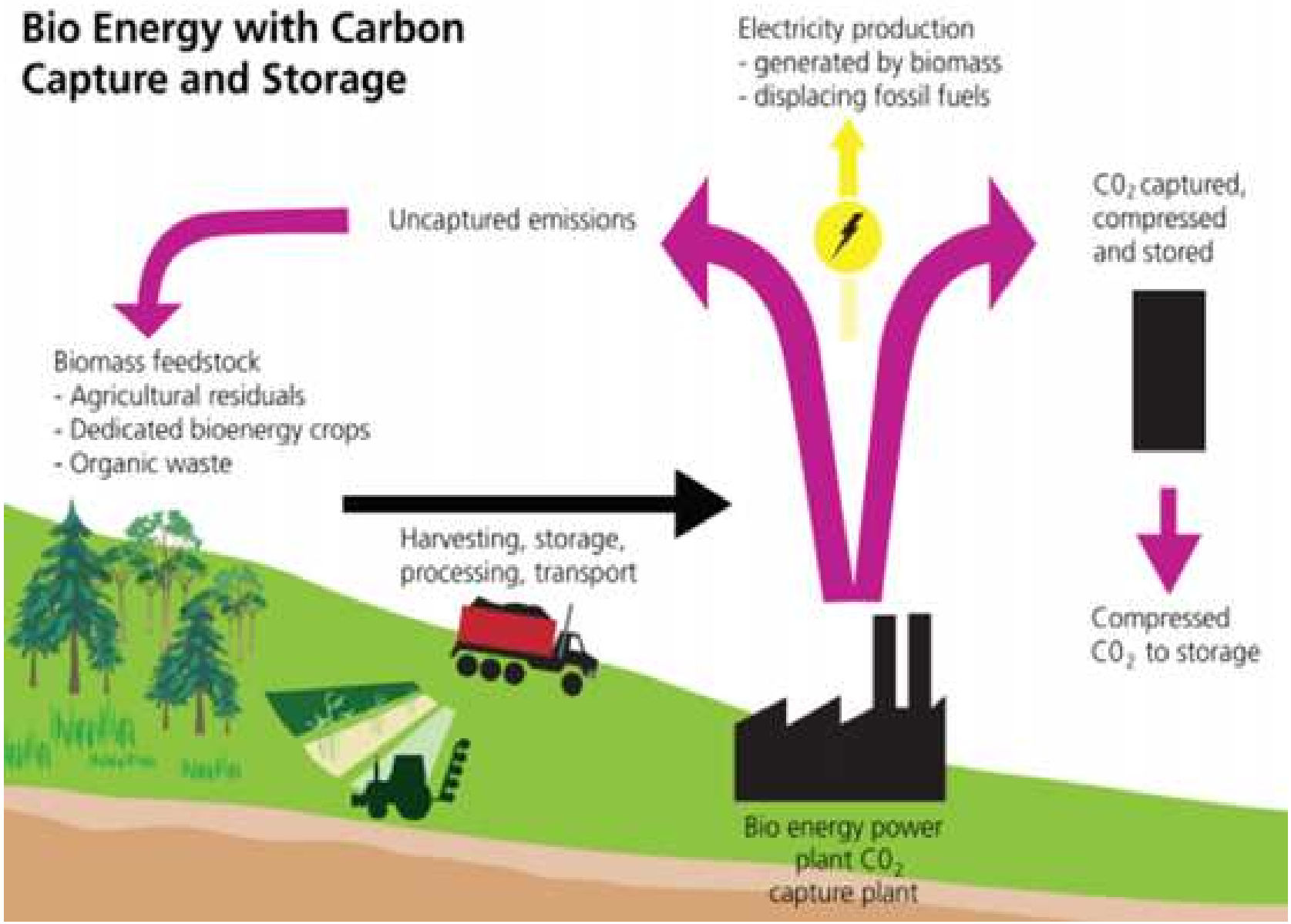
minor efficienza degli impianti termoelettrici

↓

maggiori emissioni a parità di calore/elettricità prodotti

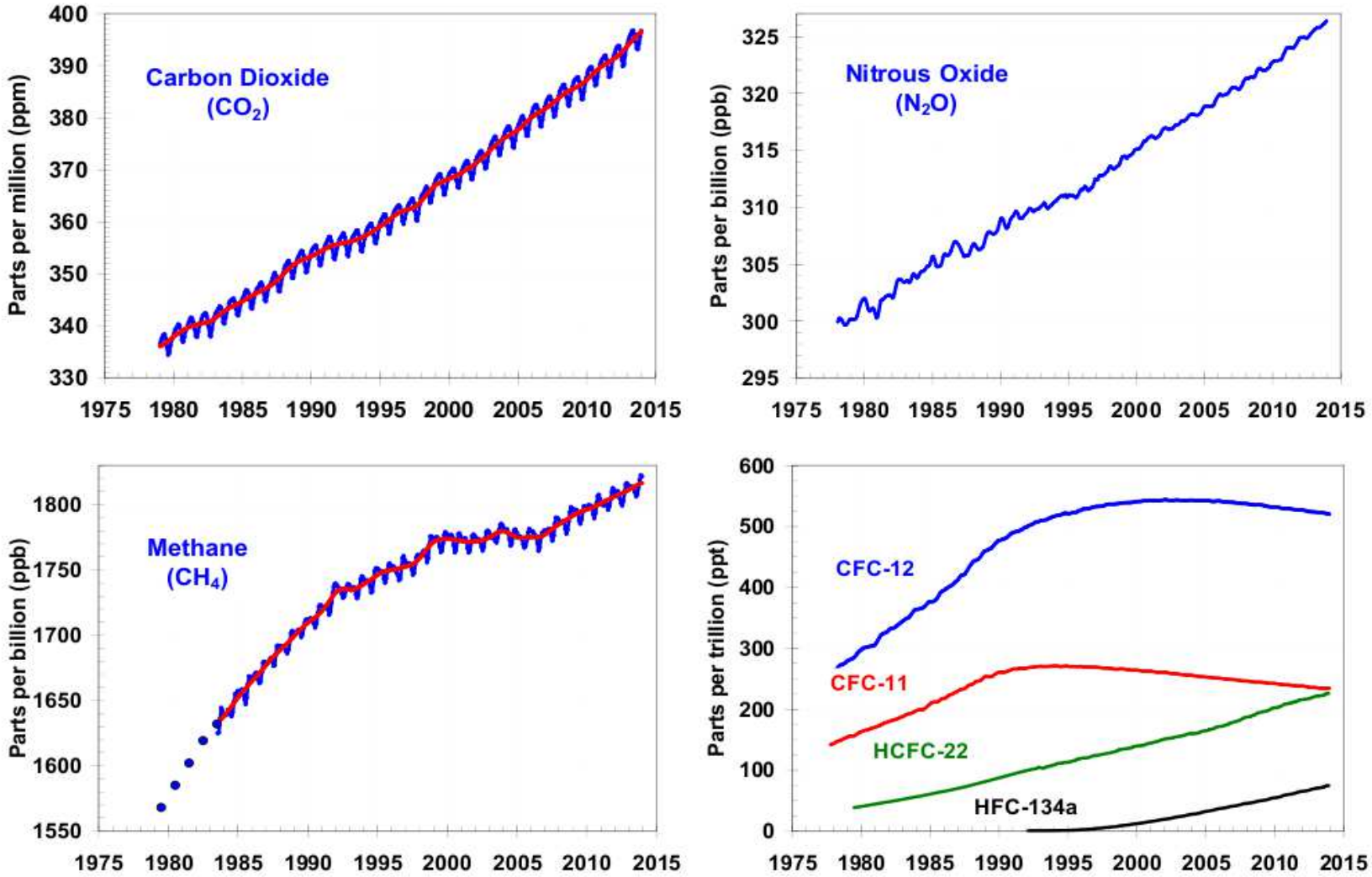
Tuttavia: **con le emissioni si restituisce all'ambiente quanto assorbito dalle piante nel loro ciclo vitale**

EMISSIONI ZERO?
Non proprio …LCA → valutazione dei consumi, dei costi e delle emissioni lungo l'intera filiera: raccolta delle biomasse, trasporti, realizzazione degli impianti, smaltimento o riuso dei sottoprodotti (es. ceneri), ecc.



Con tecniche di cattura del carbonio è possibile ottenere un bilancio di emissioni “negative”

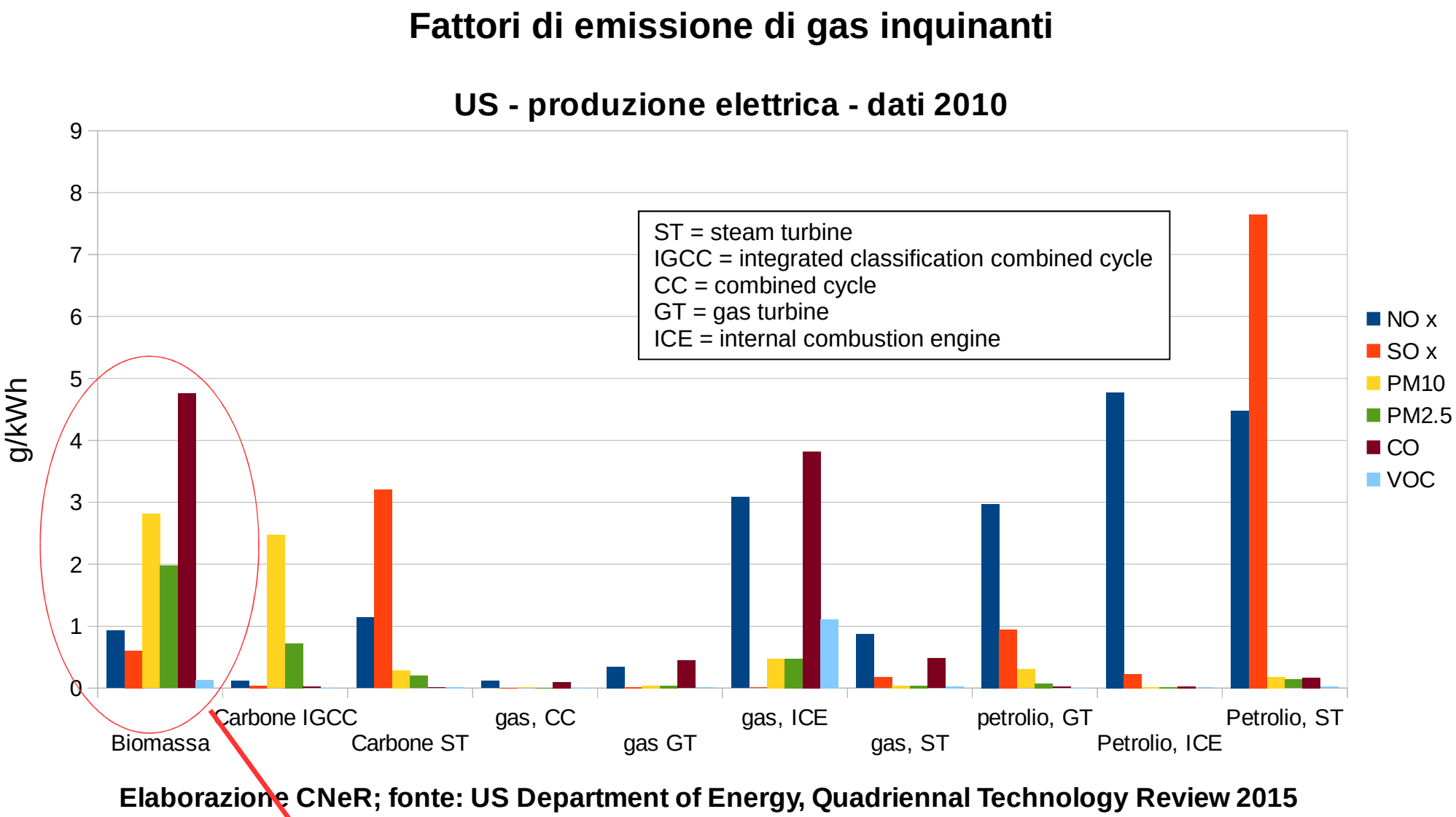
Emissioni in atmosfera, ambiente e salute: è solo questione di CO_2?



www.ravenna2016.it

Fonte: THE NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI)

Energia e gas inquinanti



Gli impianti a biomasse, a parità di energia elettrica prodotta, sono i principali emettitori di polveri sottili e monossido di carbonio

Energia e gas inquinanti

	UNITÀ	GAS NATURALE		LEGNO	
		VALORE MEDIO	MIN-MAX	VALORE MEDIO	MIN-MAX
NOx	g/GJ	89	15-185	211	55-420
SOx	g/GJ	0,3	0,2-0,4	11	6,5-15,0
COV	g/GJ	1,5	0,8-6,0	7,3	2,4-22,0
PM_{10}	g/GJ	0,9	0,4-1,3	25	5,7-645,0
$PM_{2,5}$	g/GJ	0,9	0,4-1,3	12	5,2-555,0
Hg	mg/GJ	0,1	0,05-0,15	1,5	0,9-2,1
PCDD/F,	ng I-TEQ/GJ	0,5	0,3-0,8	50	25-75
BaP	µg/GJ	0,6	0,2-0,6	1,1	0,7-1,6

COV = composti organici volatili; PCDD/F= policloro-dibenzo-p-diossine e furani; BaP = benzo[a]pirene

Fattori di emissione da impianti per la produzione di elettricità e calore. (impianti >50 MW dotati di sistemi di trattamento fumi; dati Agenzia Europea per l'Ambiente)

Fonte: F.Valerio, Environmental and helath impacts of wood combustion to produce heat and power, Epidemiol Prev 2012; 36(1): 16-26

Energia e gas inquinanti: impatto ambientale e sanitario nell'uso domestico delle biomasse

Inquinamento all'interno di abitazioni:

IMPIANTI TRADIZIONALI vs. **IMPIANTI MODERNI**
(stufe, caminetti, ecc.) (caldaie con forno ceramico, impianti pellet, ecc.)

La casistica è molto varia, ma diversi studi confermano la misurazione di concentrazioni elevate di **polveri sottili e ultrasottili** negli ambienti interni e una maggiore esposizione delle popolazioni che fanno uso di impianti di questo tipo a **benzene**, **1-3 butadiene**, **metalli pesanti** (zinco, rame, piombo, manganese), ossidi di carbonio

Studi epidemiologici evidenziano una **possibile associazione tra esposizione a fumo di legna ed effetti anche gravi sulla salute umana**.

(N.B. → si consideri il vasto impiego di biomasse domestiche nei paesi in via di sviluppo)

Fonte: F.Valerio, Environmental and helath impacts of wood combustion to produce heat and power, Epidemiol Prev 2012; 36(1): 16-26

Come chiudere il ciclo: le ceneri da biomasse

frazione in peso: fortemente dipendente dalla tipologia di combustibile
(p.e. <1% per cippato da albero, >15% per paglia di grano)

composizione: 85-95% sostanze minerali in forma ossidata, assorbite dal terreno
(5-15% materia organica incombusta)

tipologia 1: CENERI LEGGERE (fly ash)

Trasportate dai fumi di combustione (e parzialmente raccolte dai sistemi di filtrazione
Densità ~ 0.8-0.9 t/m3
Maggiori concentrazioni di metalli pesanti
(p.e. cadmio, zinco, piombo e mercurio)

tipologia 2: CENERI PESANTI (bottom ash)
Prelevate al di sotto della camera di combustione
Densità ~ 1.3 t/m3
Sono la componente prevalente e contengono, oltre alla maggior parte dei macro nutrienti per le piante, anche sabbia e terra derivanti dalle impurità del combustibile

Come chiudere il ciclo: composizione delle ceneri da biomasse

Tipologia/frazione ceneri	Percentuale sul totale delle ceneri [% massa]			
	Corteccia	Legno Cippato	Segatura	Paglia e Cereali
Ceneri pesanti sotto-griglia	65,0 - 85,0	60,0 - 90,0	20,0 - 30,0	80,0 - 90,0
Ceneri leggere da ciclone	10,0- 25,0	10,0 - 30,0	50,0 – 70,0	2,0 – 5,0
Ceneri leggere/fini da (elettro)filtro/condensazione	2,0 - 10,0	2,0 - 10,0	10,0 - 20,0	5,0 - 15,0

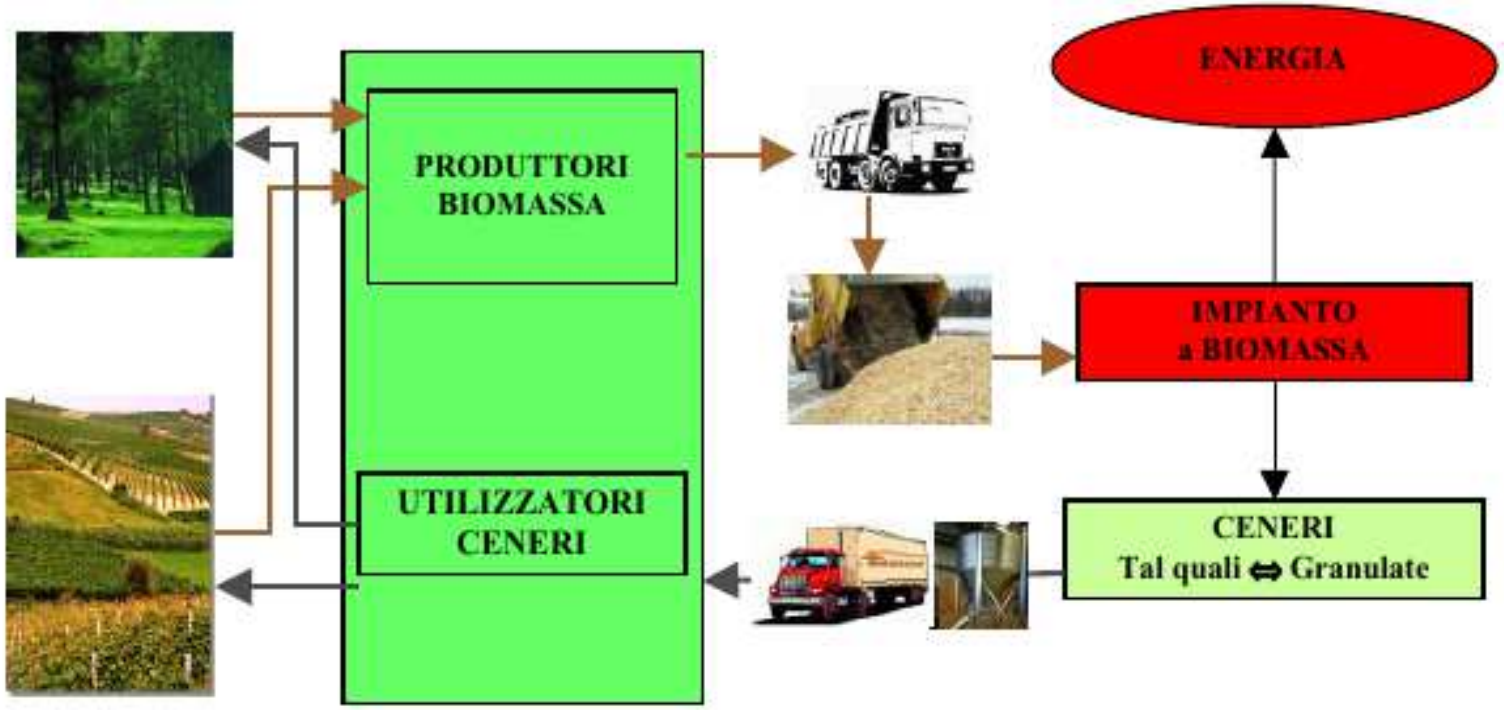
Frazione ceneri	CaO		MgO		K_2O		Na_2O		P_2O_5	
	Media	Dev. Std.	Media	Dev. Std.	Media	Dev. Std.	Media	Dev. Std.	*Media*	*Dev. Std.*
(percentuale in peso sulla sostanza secca - %)										
CIPPATO, CORTECCIA, SEGATURA										
Pesanti	41,7	*8,7*	6,0	*1,2*	6,4	*2,1*	0,7	*0,2*	2,6	*1,0*
Leggere	35,2	*11,8*	4,4	*0,9*	6,8	*2,3*	0,6	*0,3*	2,5	*0,9*
Leggere/fini	32,2	*6,9*	3,6	*0,7*	14,3	*7,2*	0,8	*0,6*	2,8	*0,7*
PAGLIA										
Pesanti	7,8		4,3		14,3		0,4		2,2	
Leggere	5,9		3,4		11,6		0,3		1,9	
Leggere/fini	1,2		0,7		48,0		0,5		1,1	
CEREALI										
Pesanti	7,0		4,2		14,0		0,5		9,6	
Leggere	6,0		3,2		12,7		0,3		7,4	
Leggere/fini	1,0		0,4		47,0		0,3		10,3	

Dati: Austria (Obernberger, 1997-1998)
Fonte: BIOCEN, Gestione e valorizzazione delle ceneri di combustione nella filiera Legno-Energia – Relazione tecnica conclusiva, 2004

Come chiudere il ciclo: è possibile un riutilizzo agronomico delle ceneri?

Restituzione al terreno delle sostanze minerali → **chiusura del ciclo inorganico**
(N.B. parte delle sostanze contenute nel *fly ash* disperso in atmosfera ricadono naturalmente al suolo, non sempre di tipo agricolo o forestale)

Dispersione sostenibile (con benefici in termine di **fertilizzazione**) fino a **1 t/ha**



N.B. → **in Italia il riutilizzo delle ceneri mediante spandimento sul terreno non è esplicitamente consentito** (D.Lgs. 152/2006)
Sono stati tuttavia elaborati studi di fattibilità economica e sostenibilità ambientale che ne suggeriscono l'adozione in molti contesti (si veda progetto BIOCEN)

Recupero delle ceneri: lo stato dell'arte in Italia

Consumo di biomasse legnose nel 2013 = 27,3 milioni tonnellate:

19,3 Mt legna da ardere
3,3 Mt pellet
4,7 Mt cippato

(Fonte: AIEL - Associazione Italiana Energie Agroforestali , 2014)

→ Si possono stimare **circa 0,5 milioni di tonnellate di ceneri da smaltire**

Il **D.Lgs. 152/2006 (parte IV)** classifica le ceneri da biomasse come "rifiuti speciali non pericolosi" e ne prevede lo smaltimento mediante le seguenti procedure semplificate:

1) Produzione di **conglomerati cementizi, utilizzo in cementifici o industria di laterizi**
2) Produzione di **compost**
3) Produzione di **fertilizzanti**

N.B.

- non tutti i comuni adottano le procedure di raccolta specifiche e conferiscono le ceneri come rifiuto indifferenziato
- assenza della filiera di recupero in molte realtà italiane
- inadeguatezza degli strumenti tecnici e normativi

Conclusioni

La valorizzazione energetica delle biomasse può rappresentare un'opzione valida?

SI, ma...

- è necessaria un'attenta analisi costi/benefici in ottica di sostenibilità economica, sociale e ambientale (LCA);
- è cruciale valutare l'idoneità degli impianti, la loro localizzazione, l'accessibilità delle risorse naturali, l'impatto sanitario sulle popolazioni, e curare l'intera filiera...dalla culla alla tomba.