

**FASCE TAMPONE BOScate
NEL RETICOLO IDRICO SECONDARIO:
UNA FILIERA “ECO-ENERGETICA”**

**4° Tavolo Tecnico
Rovato, 13 novembre 2013**

ASPETTI ENERGETICI

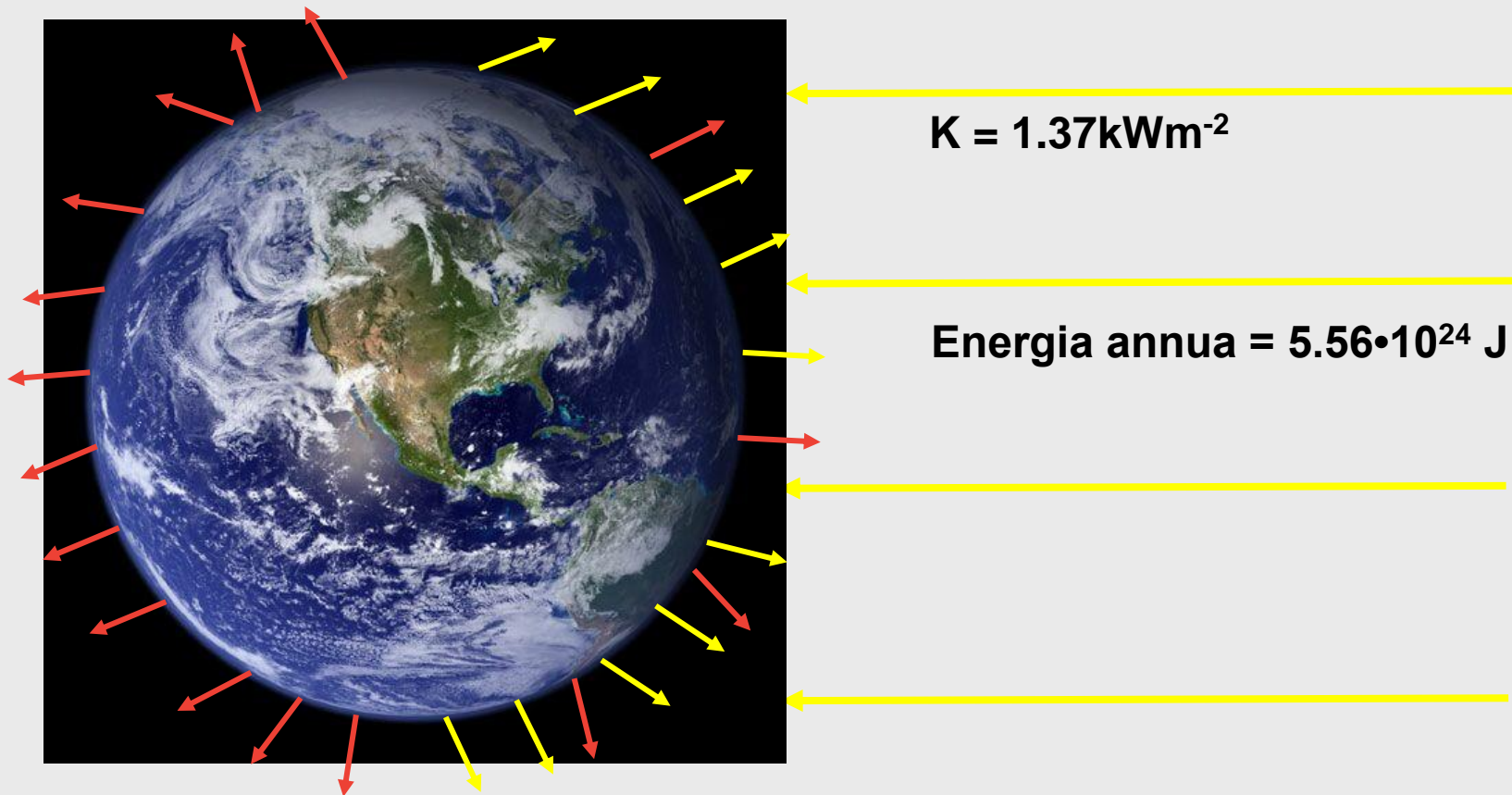
Prof. Francesco Giusiano

L'umanità sta veramente **modificando**

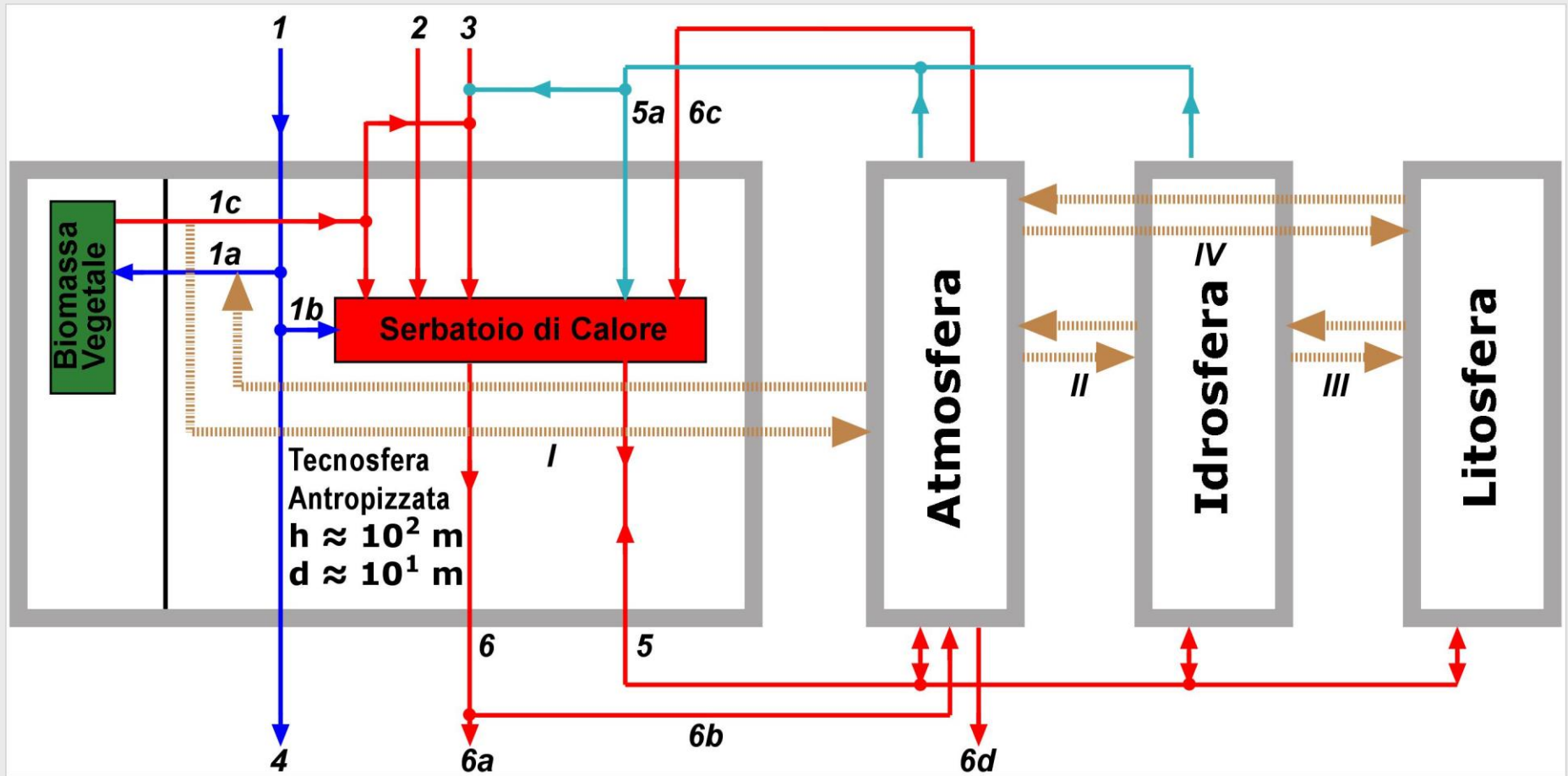
il bilancio energetico del pianeta?

- La risposta è affermativa
- Le conseguenze di queste modificazioni sono molto difficili da quantificare
- Le modificazioni si possono ridurre, e almeno in linea di principio eliminare, muovendosi verso una situazione di sostenibilità energetica

L'equilibrio del nostro Pianeta



Ante Era Industriale



Legenda: Schema 1

1 - Energia solare entrante $E_{SE} \approx 3 \cdot 10^{24} \text{ J}$

1_a - Fissata nella biomassa $E_{SB} \approx 10^{-5} E_{SE}$

1_b - Trasformata in calore $E_{SC} \approx 0.9 E_{SE}$

1_c - Energia restituita come calore

2 - Energia geotermica $E_{GT} \approx 10^{21} \text{ J}$

3 - Energia da attività antropica

4 - Energia solare uscente $E_{SU} \approx 0.1 E_{SE}$

5 - Energia termica per “macchina del clima”

5_a - Energia meccanica restituita

6 - Energia emessa come radiazione I.R. E_{IR}

6_a - Frazione trasmessa E_{IRt} (uscente)

6_b - Frazione assorbita E_{IRa}

6_c - Frazione riemessa E_{IRau} (uscente)

6_d - Frazione riemessa E_{IRae} (entrante)

I - Scambi gas serra biomassa \leftrightarrow atmosfera

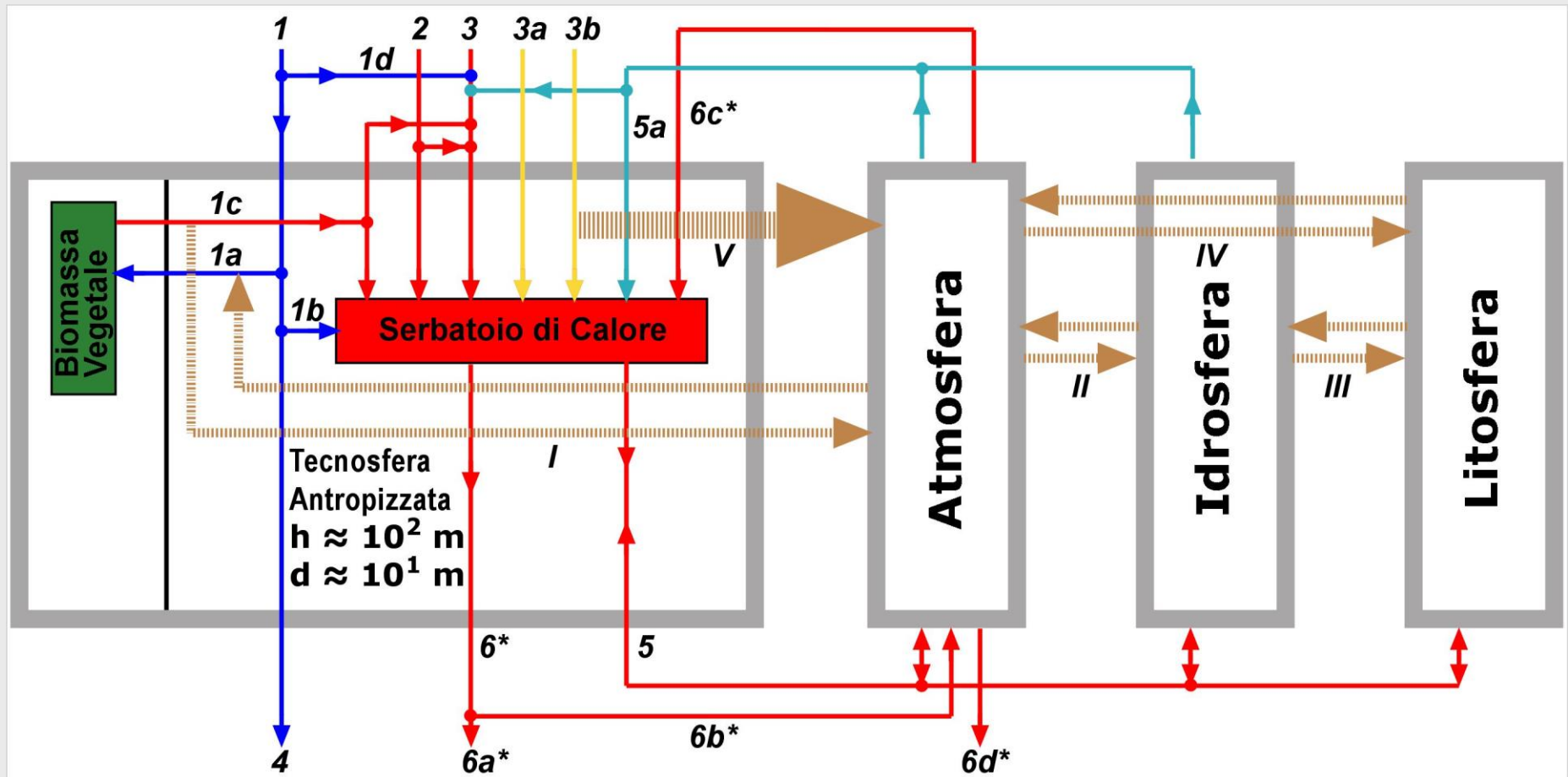
II - Scambi gas serra atmosfera \leftrightarrow idrosfera

III - Scambi gas serra idrosfera \leftrightarrow litosfera

IV - Scambi gas serra atmosfera \leftrightarrow litosfera

Concentrazione $\text{CO}_2 \approx 280 \text{ ppm}$

ATTUALMENTE



Legenda: Schema 2

Dati anno 2009-Consumo totale mondiale	$E_{AT} \approx 5.14 \cdot 10^{20} \text{ J}$
3 - Da fonti rinnovabili	$E_{AR} \approx 0.63 \cdot 10^{20} \text{ J} \quad (12\%)$
3 _a - Da “combustibile” nucleare	$E_{AN} \approx 0.30 \cdot 10^{20} \text{ J} \quad (6\%)$
3 _b - Da combustibili fossili	$E_{AF} \approx 4.21 \cdot 10^{20} \text{ J} \quad (82\%)$

Fonte: IEA key world energy statistics 2011 www.iea.org/publications

V- Immissione in atmosfera di gas serra da combustione di combustibili fossili :

≈ 30 Gton CO₂ Fonte: International Energy Agency www.iea.org

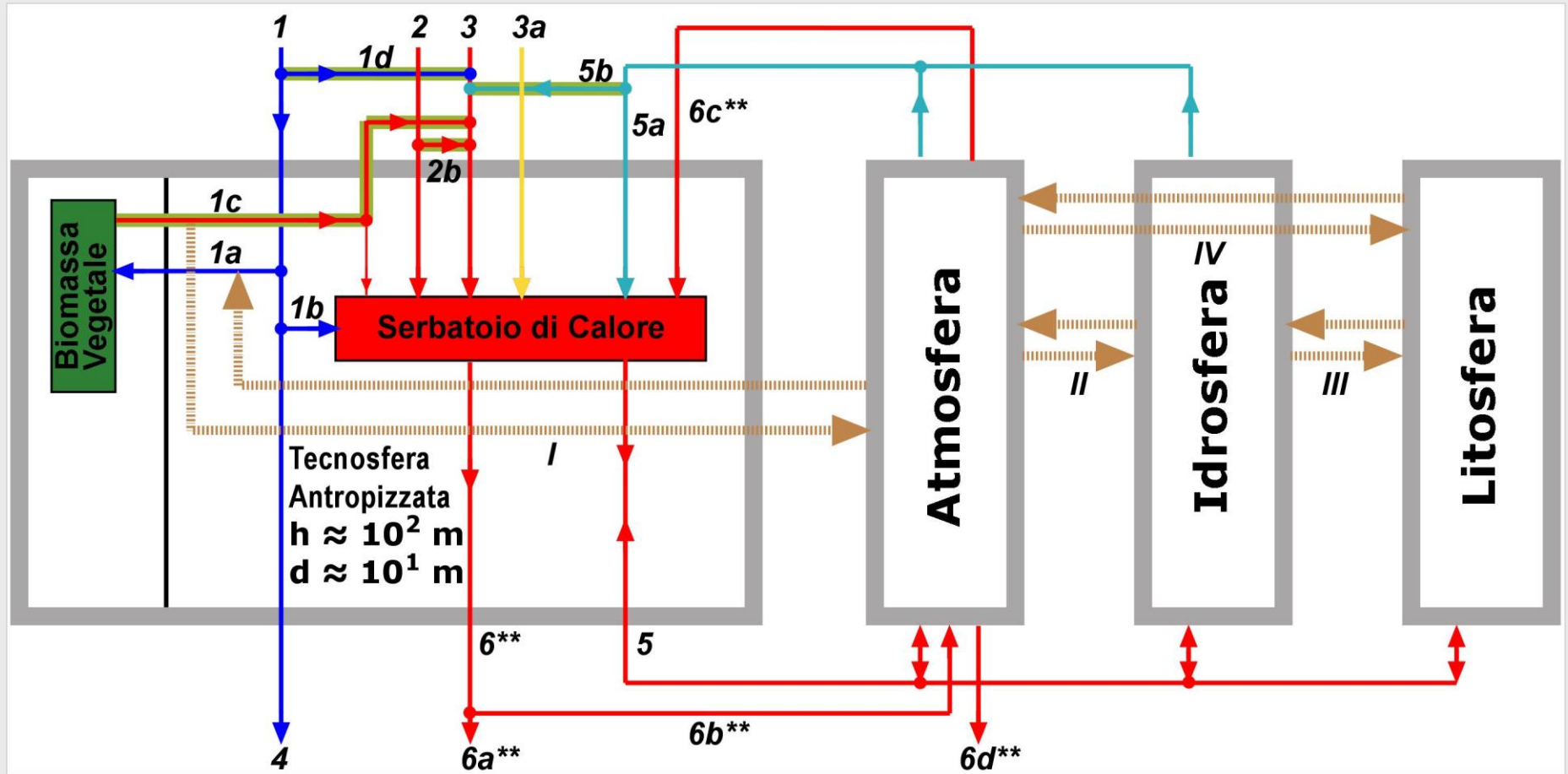
Concentrazione CO₂ (Mauna Loa media anno 2011) : 391.57 ppm www.esrl.noaa.gov

Flussi di radiazione IR modificati !

www.ipcc.ch www.grida.no www.carboncyclescience.gov <http://cdiac.ornl.gov>

www.climatechangescience.ornl.gov

In Futuro



Legenda: Schema 3

1_d - Energia rinnovabile “solare primaria”

2_b - Energia rinnovabile geotermica

1_c e 5_b - Energia rinnovabile “solare secondaria”

Immissione di gas serra da combustibili fossili praticamente azzerata.

Concentrazione di CO₂ ? 450-550 ppm ?

Flussi di radiazione IR sicuramente diversi da situazione attuale.

Accordi internazionali

Direttive europee

- Protocollo di Kyoto (United Nations Framework Convention on Climate Change):

<http://unfccc.int>

www.un.org

- Direttiva europea 20-20-20:

<http://ec.europa.eu>

<http://cordis.europa.eu>

(cordis = community research and development information service)

Cosa si può fare in Italia?

- Consumi energetici totali nel 2009:180 Mtep pari a $7.5 \cdot 10^{18}$ J (-5.8% rispetto a consumi 2008).
- Consumi di energia elettrica nel 2009:320 TWh (-5.7% rispetto a consumi 2008), di cui 66 TWh da fonti rinnovabili.

Fonte : ENEA Rapporto energia e ambiente 2009

www.enea.it

- Nel 2010: 326 TWh (+1.8%) ;Fonte: Terna.

www.terna.it

Risorse energetiche rinnovabili disponibili in Italia

I -Solari secondarie:

a)Biomassa vegetale e legnosa.

b)Biomassa da deiezioni animali e da scarti e rifiuti.

c)Acqua corrente.

d)Vento.

II -Solare primaria:

Radiazione solare.

III -Geotermica.

Da queste risorse si possono ottenere:

- Potenza termica da sola.
- Potenza elettrica da sola.
- Potenza elettrica e termica insieme (cogenerazione) ed eventualmente anche potenza frigorifera (trigenerazione).
- Combustibili per autotrazione.

Biomassa legnosa: filiera del “chippato”

Materia prima:

- prodotto della gestione del bosco
- scarto da coltivazioni arboree
- Coltivazioni energetiche (SRF: short rotation forestry)

Disponibilità: resa per unità di superficie variabile: ≈ 1 ton/ha anno da gestione del bosco; fino a ≈ 20 ton/ha anno da SRF

Raccolta: può risultare difficile per caratteristiche del territorio (la quasi totalità dei boschi italiani è in montagna o collina); comunque macchine operatrici e mezzi di trasporto affidabili disponibili commercialmente

Combustione : Possibile alimentazione automatica

Biomassa legnosa: filiera del “pellet”

Materia prima:

Scarto di lavorazione del legno (può anche essere bruciato “tal quale”).

Disponibilità:

Dipende dall'attività degli impianti (difficoltà di previsione).

Facilmente trasportato a distanza e fornito a terzi.

Combustione:

Possibile alimentazione automatica.

Biomassa legnosa: filiera del “tronchetto”

Materia prima:

gestione del bosco (solo materiale selezionato).

Disponibilità:

Minore che per il “chippato”.

Approvvigionamento:

Più difficoltose lavorazione e trasporto.

Combustione:

Impossibile alimentazione automatica.

Tecnologia per biomasse: generazione di sola potenza termica

Caldaie individuali: $P_t \approx 10^1$ kW

Buon rendimento energetico: $R > 0.8$

Ridotte emissioni inquinanti: CO, NO_x, SO₂ polveri sottili, diossina

Alimentabili con prodotti di qualunque filiera (con diversi gradi di automazione)

Caldaie condominiali: $P_t \approx 10^2 - 10^3$ kW

Solo alimentazione automatica (no tronchetti)

Caldaie per impianti di T.R. : $P_t \approx 10^3 - 10^4$ kW

Solo alimentazione automatica

Tecnologia per biomasse: generazione di sola potenza termica

- Qualche numero:

$$1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s} = 860 \text{ kcal/h}$$

$$\text{PCI legno} \approx 3000 \text{ kcal/kg} \approx 12500 \text{ kJ/kg}$$

Libro utile: “Elementi di Xiloenergetica” di Bernardo Hellrigl

editrice AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali)

www.aiel.cia.it

Per avere

$$P_t = 10 \text{ kW}, \text{ con } R = 0.8 \text{ serve } P_c = 10/0.8 = 12.5 \text{ kW}$$

- Quindi la portata di legna di alimentazione vale

$$p = (12.5 \text{ kJ/s}) / (12500 \text{ kJ/kg}) = 0.001 \text{ Kg/s} = 3.6 \text{ kg/h}$$

Tecnologia per biomasse: impianti convenzionali di cogenerazione a ciclo Rankine

Cogenerazione “leggera”: Privilegia generazione elettrica.

Necessaria taglia tale che $P_e > 10$ MW , per cui $P_t > 40$ MW, per avere resa elettrica accettabile ($R \geq 0.25$).

Problemi di:

- Approvvigionamento.
 - Disponibilità locale.
 - Trasporto.

Impatto ambientale complessivo elevato.

Tecnologia per biomasse: impianti convenzionali di cogenerazione

Cogenerazione “pesante”:

Valorizza anche potenza termica.

Accettabili anche piccole taglie ($P_t < 10$ MW).

Esempi di valorizzazione della potenza termica:

Periodo freddo: Teleriscaldamento di ambienti a uso civile e/o produttivo (serre), refrigerazione con macchine ad assorbimento.

Altri periodi: Essiccatoi per prodotti agricoli e del sottobosco, refrigerazione con macchine ad assorbimento, altre lavorazioni stagionali.

Tecnologia per biomasse:impianti avanzati di cogenerazione anche di piccola taglia

- Effettuano la gassificazione della biomassa prima della combustione.
- Il combustibile ottenuto (syngas, miscela soprattutto di CO e H₂) può essere usato in microturbine o in motori alternativi con resa elettrica più elevata degli impianti convenzionali.
- La tecnologia non è ancora ben affermata, almeno nel nostro paese.

Impianti avanzati di cogenerazione anche di piccola taglia

- Bruciano la biomassa in camera a combustione particolarmente sofisticata
- Il gas di combustione scambia calore con l'aria ambiente aspirata e compressa
- Quest'aria calda aziona una microturbina
- Un impianto in commercio da $\approx 100\text{kW}_e$ ha efficienza ≈ 0.25 , eroga potenza termica di $\approx 200\text{kW}_t$ e consuma ≈ 800 tonni di biomassa per 8000 ore annue

Tecnologia per biomasse: impianti avanzati di cogenerazione

- Producono energia elettrica non con un ciclo Rankine a vapore convenzionale ma con un ORC (Organic Rankine Cycle), in cui il fluido di lavoro non è acqua ma un liquido organico “basso-bollente”
- Per esempio si ottiene rendimento elettrico compreso fra 15% e 20% per potenza elettrica intorno a 1 MW, mentre con un ciclo convenzionale il rendimento sarebbe poco più di 10% (dati relativi alla centrale di Tirano, in provincia di Sondrio)

Norme e regolamenti

Fare riferimento a :

- www.aiel.cia.it (associazione italiana energia dal legno-confederazione italiana dell'agricoltura)
- www.gse.it (gestore dei servizi energetici)
- www.itabia.it

Integrazione a biomassa legnosa

- Ovviamente per un'utenza cittadina la biomassa legnosa non è una risorsa locale, ma può essere comunque “a filiera corta”, con costi ridotti (sia economici che ambientali) per l'approvvigionamento e il trasporto.
- Stufe a tronchetti: necessari caricamento manuale e raccolta ceneri.
- Stufe a pellets: possibile caricamento automatico per utenze collettive (caldaie condominiali); per utenze singole necessario caricamento manuale.
- Caldaie a chippato: praticamente utilizzabili solo per impianti grandi e molto grandi (teleriscaldamento).

Integrazione a biomassa: stato dell'arte

- Il costo del combustibile si prospetta più favorevole rispetto a quello del metano fossile solo a lungo termine, però bisogna tener conto che quest'ultimo è una risorsa importata, con tutte le conseguenze che ciò comporta.
- I costi di stufe e caldaie sono ancora superiori a quelli degli apparati a metano di pari potenza, anche se il divario si sta riducendo rapidamente.
- Sono affidabili sia come funzionamento che come emissione di prodotti di combustione.
- Con l'ingresso sul mercato anche di molti produttori italiani non ci sono più seri problemi di installazione ed assistenza tecnica.
- Comunque è sempre necessario che siano ben chiare le condizioni di fornitura.