



università di ferrara
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI.

L'Aquila, 19 Ottobre 2011

LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA

Mirko Morini, Michele Pinelli

Dipartimento di Ingegneria
Università degli Studi di Ferrara

Perché le Biomasse?



- Produzione di energia da fonte energetica rinnovabile;
- A differenza delle altre fonti rinnovabili (sole e vento) è una **tecnologia programmabile** e non rappresenta quindi un fattore di criticità per la rete di trasmissione e distribuzione
- **Riduzione** delle emissioni influenti sull'**effetto serra**;
- Maggiore attrattività del territorio per **l'insediamento di attività produttive** e sostegno alle stesse;
- Possibilità di utilizzare una quota parte dell'energia termica prodotta in ambito locale, con sensibile **riduzione dei costi** energetici ed aumento dei vantaggi ambientali;
- **Riduzione della dipendenza** dai combustibili fossili e **diversificazione** dell'approvvigionamento;
- **Ricadute occupazionali** dirette ed indirette (sorveglianza, pulizia, manutenzione ordinaria, raccolta e trasporto della biomassa, ecc)



Perché le Biomasse in Italia?



- Presenza di sottoprodotti e residui agricoli, agro-industriali e forestali, stimati in circa 24 milioni di tonnellate in sostanza secca che ogni anno devono essere smaltite in maniera corretta;
- Eccedenza di superficie agricola destinata a coltivazioni alimentare, da utilizzare per coltivazioni energetiche ed industriali;
- Terreni agricoli abbandonati, pari a circa 3 milioni di ettari, con alto rischio di desertificazione e di dissesto idrogeologico;
- Necessità di intervento di manutenzione e riconversione del patrimonio forestale, oltre 8 milioni di ettari tra altofusto e ceduo;
- Spopolamento e alto tasso di disoccupazione nelle aree montane.



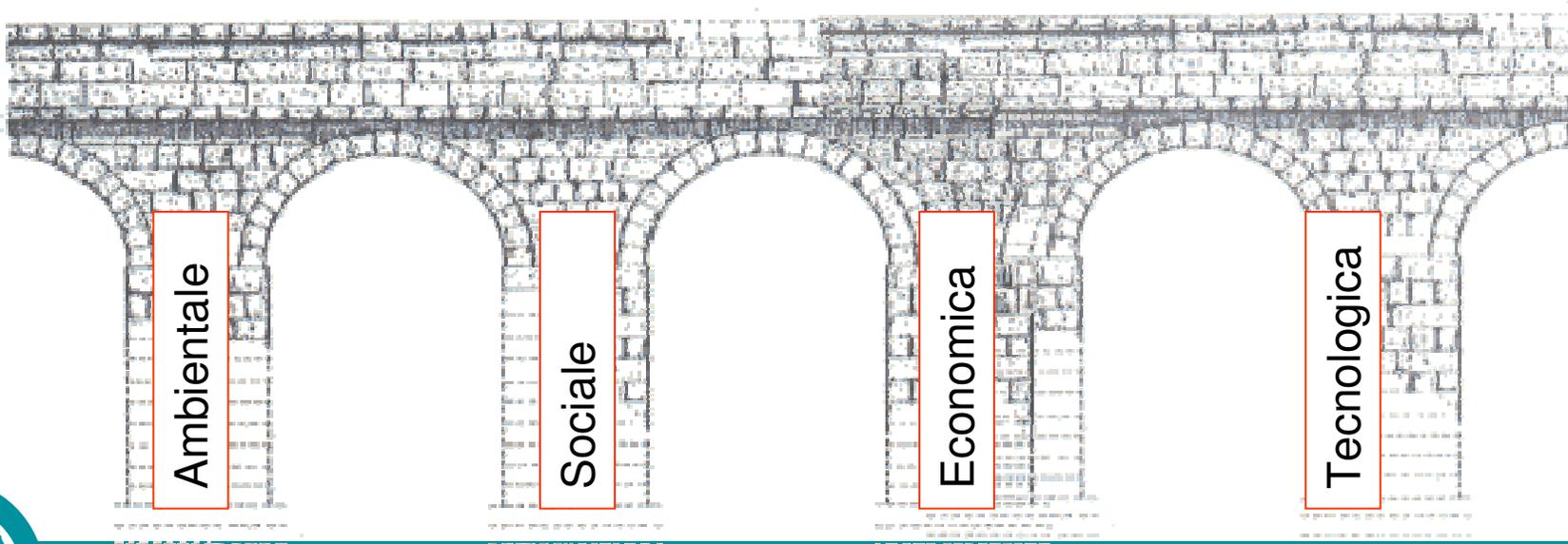
I 4 pilastri della sostenibilità



L'utilizzo delle biomasse deve essere coordinato all'interno di un **mix** di fonti energetiche e delle tecnologie per il loro sfruttamento.

Di ogni fonte, va valutata la **sostenibilità, sotto tutti gli aspetti.**

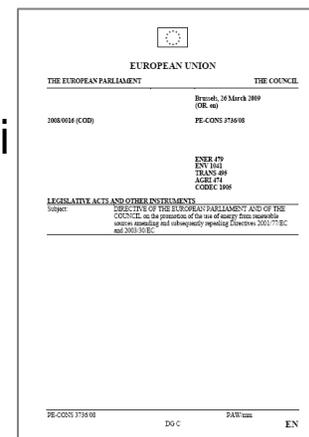
La conversione di energia con qualsiasi tecnologia ha effetti **diretti** ed **indiretti** sull'ambiente, sulla salute, sulla società, sull'economia e sulla tecnologia nella quale si innesta.



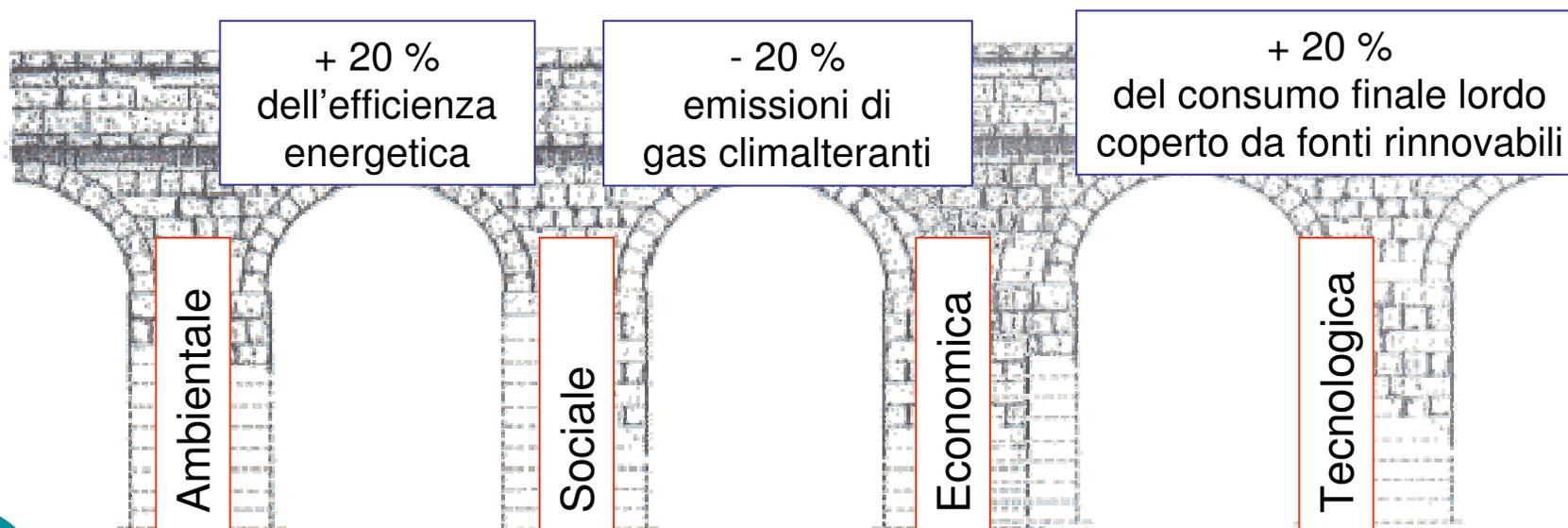
Politica energetica



L'Unione Europea ha emanato il 23 aprile 2009 una nuova direttiva (2009/28/CE) che costituisce la cornice entro la quale gli Stati membri devono legiferare in termini di politica energetica (l'Italia ha emanato nel marzo scorso il decreto di recepimento).



La nuova politica energetica europea si basa su tre obiettivi che devono essere raggiunti entri il 2020



Sostenibilità ambientale

Emissioni in atmosfera



Le emissioni in atmosfera di un sistema energetico basato sulla combustione possono essere classificate in:

Gas climalteranti

- CO_2
- H_2O
- CH_4 ⁽¹⁾
- N_2O

Inquinanti nocivi

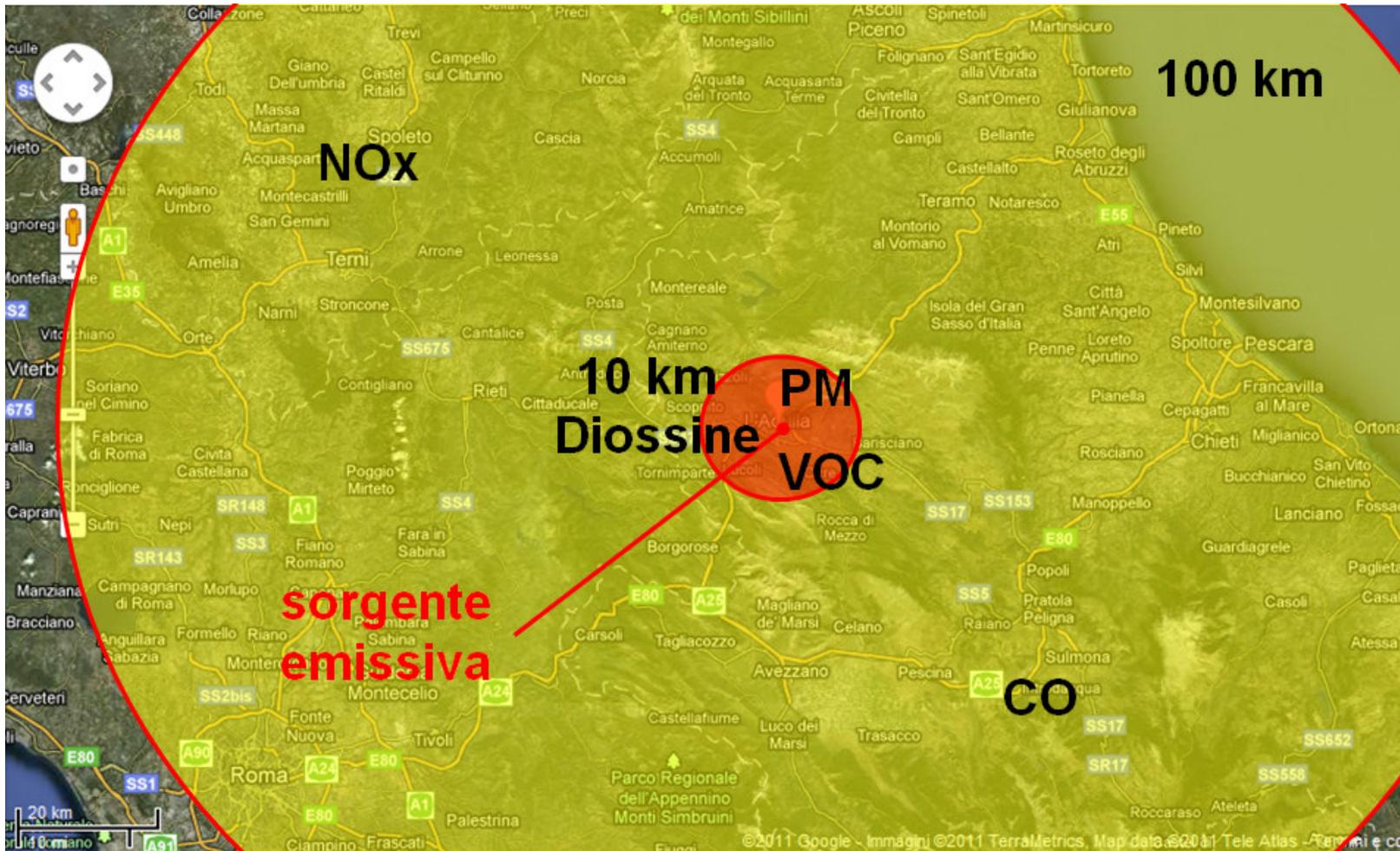
- NO_x
- SO_2/SO_3
- CO
- VOC
- particolato
- diossine

Per ridurre le emissioni è necessario, a parità di combustibile utilizzato, un aumento dell'efficienza di conversione.

(1) **N.B.** Potere climalterante (per unità di massa) circa **20 volte** superiore alla CO_2



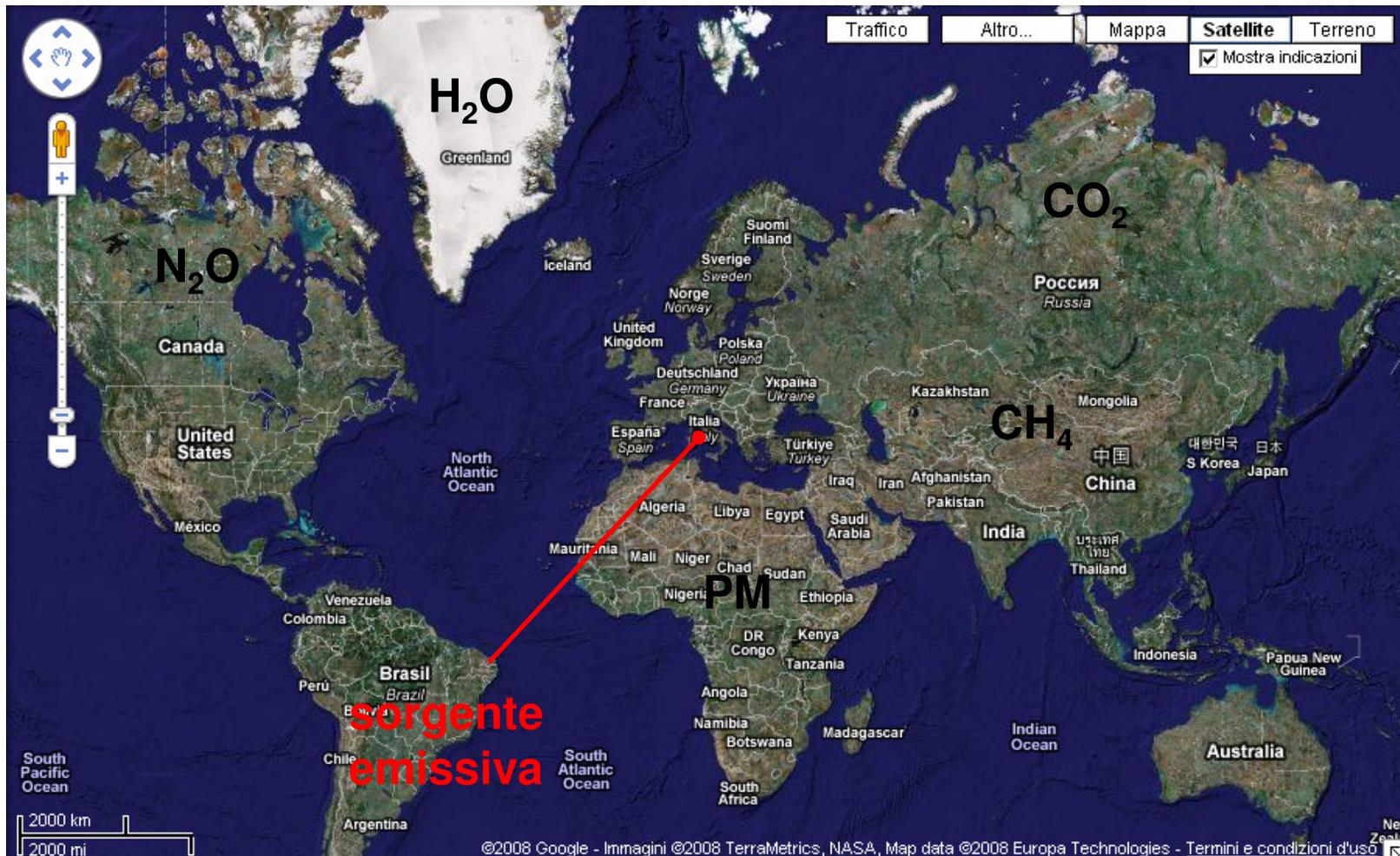
Impatto locale o globale?



LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA

Mirko Morini, Michele Pinelli

Impatto locale o globale?



LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA

Mirko Morini, Michele Pinelli

Emissioni in atmosfera



Gli impianti che utilizzano le biomasse sono assoggettati ai limiti alle emissioni in materia di inquinamento atmosferico previsti dal Testo Unico sulle norme ambientali approvato con Decreto Legislativo n. 152 del 3 Aprile 2006 e successive modifiche.

Se sono utilizzate le biomasse di cui all'allegato X in impianti nuovi e in impianti anteriori al 2006 autorizzati a partire dal 12 marzo 2002, si applicano i valori di emissione, riportati nella tabella seguente, riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'11%.

	Potenza termica nominale installata (MW)			
	[1] >0,15 ÷ ≤3	>3 ÷ ≤6	>6 ÷ ≤20	>20
polveri totali	100 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³
carbonio organico totale (COT)	-	-	30 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³ 10 mg/Nm ³ [2]
monossido di carbonio (CO)	350 mg/Nm ³	300 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³ 150 mg/Nm ³ [2]	200 100 mg/Nm ³ [2]
ossidi di azoto (espressi come NO ₂)	500 mg/Nm ³	500 mg/Nm ³	400 mg/Nm ³ 300 mg/Nm ³ [2]	400 mg/Nm ³ 200 mg/Nm ³ [2]
ossidi di zolfo (espressi come SO ₂)	200 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³

[1] Agli impianti di potenza termica nominale pari o superiore a 0,035 MW e non superiore a 0,15 MW si applica un valore di emissione per le polveri totali di 200



Emissioni in atmosfera



Il **controllo effettivo** delle emissioni può e deve essere fatto solo dopo la costruzione dell'impianto.

In fase di progetto, è necessario riferirsi alle tabelle dei **fattori di emissioni** e a dati storici che possono comunque dare una corretta indicazione

L'ordine di grandezza delle emissioni viene data in funzione del tipo del combustibile, dalla tecnologia di combustione, della taglia e dai sistemi di abbattimento dei fumi

Una corretta dotazione di sistemi di abbattimento è indispensabile per consentire ad un impianto a combustione di biomasse solide di rientrare nei limiti di legge (in particolare per le polveri).

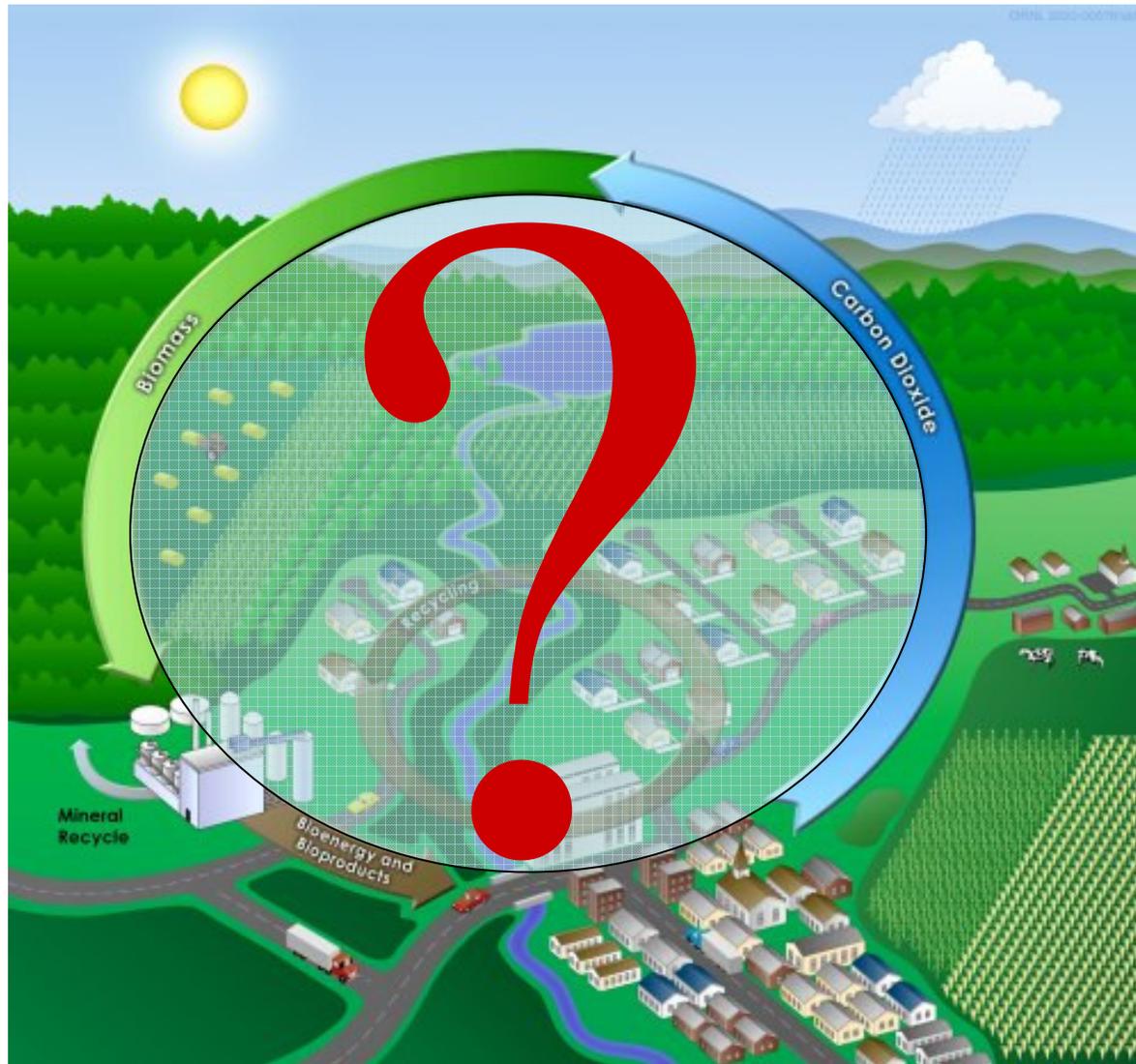




La CO₂



Ciclo della CO₂ chiuso?



Ciclo della CO₂ chiuso?



Valutazioni attraverso approcci **multicriteria** che tengano conto sia delle diverse realtà nelle quali le colture da energia si collocano, sia dei procedimenti tecnologici che permettono la loro trasformazione in energia comprensivi della raccolta, del trasporto e dello stoccaggio delle biomasse.

La **Life Cycle Assessment (LCA)** è una metodologia che permette di identificare tutti gli impatti ambientali associate a un prodotto, ad un processo o ad un'attività, identificando e quantificando tutte le risorse consumate e le emissioni rilasciate nell'ambiente

Comunque, l'utilizzo di biomasse **mitiga il bilancio della CO₂**. Possono essere quindi una reale opportunità per la riduzione delle emissioni climalteranti

la Repubblica

21 agosto 2009

Effetto Kyoto sulle bollette, consumatori in rivolta

Le associazioni: 40 euro in più nel 2010. L'Authority aspetta il decreto del governo



LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA

Mirko Morini, Michele Pinelli



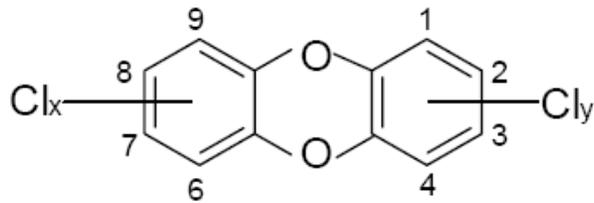
Le diossine



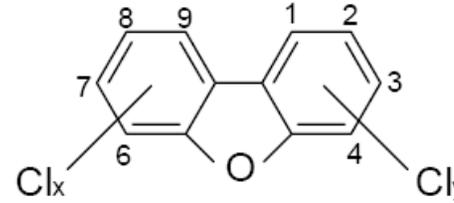
Le diossine



Con il termine generico “diossine” si indicano delle famiglie di composti eterociclici aromatici, PCDD (policlorodibenzodiossine) e PCDF (policlorodibenzofurani), costituiti da due anelli benzenici clorosostituiti, collegati da uno o due atomi di ossigeno.



PCDD



PCDF

Le diossine non sono prodotti industriali, ma sottoprodotti indesiderati di reazioni chimiche, termiche (incompleta combustione di materiale organico in presenza di cloro), fotochimiche, ed enzimatiche.

Sono oggi considerati contaminanti globali. Questo è il risultato della molteplicità delle sorgenti d'emissione e dell'elevata persistenza ambientale che ne favorisce la ridistribuzione dai punti d'emissione.



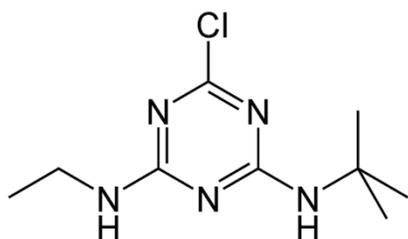
Cloro e fitofarmaci



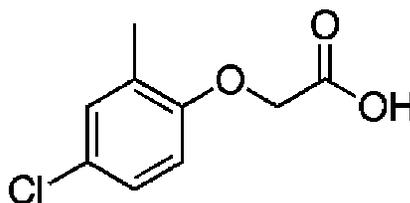
Perché si formino diossine è indispensabile la presenza di cloro.

A dispetto del nome, la clorofilla **non** contiene l'elemento cloro.

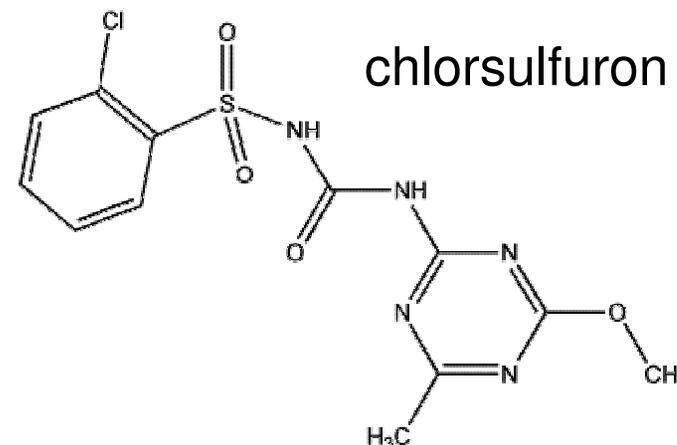
Il cloro può essere presente sotto forma di **sali** (per esempio, nella terra che può contaminare la biomassa) o contenuto nei **fitofarmaci** utilizzati durante la coltivazione della biomassa (es. **erbicidi** triazinici, derivati dell'acido fenossiacetico e sulfoniluree **utilizzati per il trattamento del mais**).



terbutilazina



MCPA



Controllo emissioni



Negli impianti attualmente funzionanti, è stato rilevato^[1] che con accorgimenti tecnici adeguati una quota pari a circa 80-85 % del cloro rilasciato si ritrova nelle ceneri e del rimanente **solo una piccolissima parte concorre alla formazione di diossine** (principalmente esce sotto forma di HCl e Cl₂) che principalmente si adsorbe nelle polveri e viene bloccata ai filtri.

Misure primarie

- Ottimizzazione della combustione
 - temperatura di combustione superiore a 850 °C
 - tempo di residenza superiore a 2 secondi a 850 °C
 - tenore di O₂: 6 – 7%

[1] I. Obernberger, T. Brunner, G. Barnthaler, 2006, “Chemical properties of solid biofuels—significance and impact”, Biomass & Bioenergy, 30, 973-982





Misure secondarie

Complesso di tecniche impiantistiche atte alla rimozione di singoli o di famiglie di inquinanti

- Rimozione delle polveri:
 - Cicloni;
 - Filtri elettrostatici;
 - Filtri a maniche
- Rimozione gas acidi:
 - lavaggio a secco/semisecco (calce o bicarbonato)
 - lavaggio a umido (acqua,soda)
- Rimozione ossidi di azoto:
 - SNCR (selective non catalytic reduction)
 - SCR (selective catalytic reduction)
- Rimozione microinquinanti:
 - **Adsorbimento su carbone attivo**
 - **Ossidazione catalica (organici)**



Sostenibilità sociale

Sostenibilità sociale



In passato le scelte politiche, spesso improntate alla segretezza (esperimenti atomici) e alla minimizzazione dei rischi (Vajont, Seveso, Chernobyl, mucca pazza, ecc.), hanno portato il cittadino ad essere incline alla **diffidenza nei confronti di scienza e tecnologia.**

In particolare, in relazione ai sistemi energetici, si assiste alla nascita di comitati di opposizione ovunque si decida di impiantare una nuova centrale per la produzione di energia elettrica.

Questi comitati, per quanto legittimi, sembrano spesso mossi da irrazionali pregiudizi, alimentati da una insufficiente informazione e da uno scarso coinvolgimento nelle fasi decisionali.



Qualità della vita ed energia



Per sostenere la qualità della vita serve energia:

- uno scolaro necessita di 400 kWh/anno^[1]
- un universitario di 1 700 kWh/anno^[1]
- un letto d'ospedale di 3 000 kWh/anno^[2]
- un carcerato di 7 000 kWh/anno^[3]

La correlazione non è lineare. Oltre un certo limite di consumo non c'è un effettivo miglioramento della qualità della vita.

Noi italiani possiamo facilmente ridurre i nostri consumi “senza” intaccare la qualità della nostra vita.

[1] AA.VV., 2003, “The UK Potential for Community Heating with Combined Heat and Power”, Building Research Establishment Ltd.

[2] Piacentino, A., 2004, Applicazioni della cogenerazione e della trigenerazione in edifici residenziali e del terziario civile: analisi energetica, exergetica ed economica delle diverse soluzioni impiantistiche utilizzabili, Università degli Studi di Palermo.

[3] AA.VV., 2004, Energy Consumption Guide ECG084 – Energy Use in Prisons, Action Energy.



(Dis)informazione



“ci saranno sempre nuovi allarmismi, perché si vendono benissimo e fanno sentire vivi i giornalisti”

Ben Goldacre, 2009, “La cattiva scienza”, Bruno Mondadori

L'informazione tecnico-scientifica sui mezzi di comunicazione di massa è parodistica: le notizie riguardanti scienza e tecnologia sono perlopiù “strampalate”, “sensazionalistiche” o “allarmistiche”.

E l'utente della comunicazione di massa sembra “programmato per fraintendere”:

- vede schemi dove c'è solo rumore casuale (astrologia)
- vede relazioni causali dove non ce ne sono (gatto nero)
- sopravvaluta le informazioni a conferma di una data ipotesi
- cerca informazioni a conferma di una data ipotesi (cherry picking)
- valuta la qualità delle nuove prove in funzione delle opinioni precedenti



Quindi a Ferrara: “No turbogas”



Paradigmatico è l'intervento della signora Dora P. nella rubrica delle lettere de La Nuova Ferrara del 7 febbraio 2007.

La signora invitava ad esprimersi contro il costruendo turbogas ferrarese perché a Torino avevano appena installato una centrale che **“da un metro cubo di metano bruciato trasforma in energia l'87 %”**.

La centrale, citata dalla signora Dora come esempio di eccellenza, è a Moncalieri per la precisione e usa la stessa medesima tecnologia di quella che sta per essere attivata a Ferrara.

LA REPLICA

Io voterò no

Mi riferisco alla lettera del signor Gianni Pesci che mi è parsa un po' troppo tranciante. Per due motivi: perché, ormai, come tutti i ferraresi bada più a «chi» dice, piuttosto alle «cose» sensate che uno dice (l'ing. Tavolazzi, a suo dire, non avrebbe diritto di parola perché quand'era city manager non si schierò contro la turbogas - così l'avrebbero esonerato prima!). Poi perché dà degli sprovveduti a coloro che dicono no alla turbogas. Ebbene mi sento sprovveduta anch'io. Andrò a votare al referendum per dire no alla centrale, a questa centrale, perché sparerà in aria tonnellate di gas, polveri e in particolare anidride carbonica. Signor Pesci, a Torino, hanno fatto una centrale che riutilizza il materiale che “brucia”. Da un metro cubo di metano «bruciato», trasforma in energia l'87 per cento. Si informi e venga a dire no anche lei. L'aspetto!

Dora P.

la Nuova Ferrara
QUOTIDIANO D'INFORMAZIONE



LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA

Mirko Morini, Michele Pinelli

Le contestazioni



LA SOSTENIBILITÀ DELL'UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA GENERAZIONE ELETTRICA
Mirko Morini, Michele Pinelli



Si deve passare da ...

Non si avvisano le rane quando si sta per drenare lo stagno

Rémy Carle, direttore di Electricité de France, a commento dell'imponente programma di costruzione di reattori nucleari tra il 1965 e il 1985



... a ...

[...] non esiste soluzione ai problemi tecnoscientifici senza la compartecipazione autonoma e attiva alla ricerca di quella soluzione da parte di tutte le articolazioni di una società democratica di massa: gli esperti, le istituzioni, i cittadini non esperti. Anche la migliore delle soluzioni tecniche rischia di non passare se viene adottata nel chiuso delle stanze degli esperti e avallata, senza discussione, dalle istituzioni politiche.

Pietro Greco, "La lezione di Scanzano", JCOM, 2(4), dicembre 2003



Sostenibilità sociale



- Rendere pubbliche e accessibili **tutte** le informazioni disponibili su rischi e benefici attraverso un'attività di comunicazione a priori, continua, trasparente e dialogica
- Istituire spazi adeguati di confronto fra **tutti** i gruppi di interesse coinvolti, capaci di portare all'attenzione dei decisori politici le **diverse istanze** ed esigenze, valorizzando eventuali esperienze e competenze presenti sul territorio.
- Individuare modalità di partecipazione ai processi decisionali, **fin dalla fase progettuale**, adattando le soluzioni tecniche (quando possibile) alle indicazioni provenienti dalle analisi ambientali e dal confronto con le popolazioni interessate.
- Concordare con la popolazione eventuali **misure di compensazione**, non esclusivamente di natura economica ma anche ambientale e sociale.





www.estense.com/?p=172602

Legambiente: 'Sospendere l'impianto a biogas di Bondeno'

Per gli ambientalisti le emissioni generano miasmi non più sopportabili dai cittadini

Bondeno. Legambiente Emilia Romagna ed il Circolo Alto Ferrarese scrivono a Regione, Provincia di Ferrara, Arpa e Comune di Bondeno, per ribadire i problemi riguardando l'impianto a biogas Bioenergy Renew, "la cui mala gestione – si legge nella comunicazione – genera da tempo emissioni di miasmi, con gravi ricadute sulla qualità della vita dei cittadini".

L'associazione ricorda inoltre gli episodi di "scarichi in scoli di bonifica", e la "gestione scorretta del digestato col rischio di inquinamento dei corpi idrici".

Nella lettera spedita alle istituzioni vi è inoltre un richiamo "al loro dovere e ad emettere un'ordinanza di sospensione immediata delle attività, fino a quando non siano rispettati i criteri dell'autorizzazione, che impongono l'esercizio dell'attività senza emissione di odori molesti e senza uno spargimento del digestato dannoso all'ambiente".



L'associazione sottolinea inoltre come "la cattiva esperienza di questo impianto, stia causando una diffidenza generalizzata, non solo nei cittadini ma anche negli amministratori, che rischia di impedire la diffusione di una tecnologia che se ben progettata e condotta è un efficace strumento di lotta ai cambiamenti climatici e di integrazione del reddito agricolo. La presenza di incentivi a favore delle energie rinnovabili, non deve diventare solo elemento di speculazione, ma deve essere accompagnata da un'attenzione all'ambiente a 360 gradi".

Gli ambientalisti colgono l'occasione per ribadire quanto sia "urgente l'emanazione delle linee guida per la gestione di questi impianti proprio per evitare questo tipo di problematiche sociali ed ambientali". Ricordando in particolare che "è necessario che la materia prima utilizzata sia adeguata alla tipologia di impianto, e deve provenire da filiera corta per evitare che i benefici energetici siano resi vani da trasporti troppo lunghi. Attenzione deve essere posta anche alle colture energetiche dedicate, che non dovrebbero superare il 10% della superficie agricola per non sostituirsi ad altre produzioni tipiche".

"la cattiva esperienza di questo impianto, stia causando una diffidenza generalizzata, non solo nei cittadini ma anche negli amministratori, che rischia di impedire la diffusione di una tecnologia che se ben progettata e condotta è un efficace strumento di lotta ai cambiamenti climatici e di integrazione del reddito agricolo. La presenza di incentivi a favore delle energie rinnovabili, non deve diventare solo elemento di speculazione, ma deve essere accompagnata da un'attenzione all'ambiente a 360 gradi"



Sostenibilità economica

Sostenibilità economica



L'impatto economico di un sistema a biomasse può essere

- diretto

Costo capitale dell'impianto di conversione, costo operativo e costo fonte energetica contribuiscono a formare il prezzo dell'energia elettrica.

- indiretto

La determinazione dell'incidenza delle **esternalità** e la valutazione della **LCCA** (Life Cycle Cost Analysis), che è l'analogo della LCA per le questioni ambientali

Nell'analisi costi-benefici rientrano quindi gli **aspetti ambientali** ed i **costi sociali** indotti o evitati (es. riduzione utilizzo combustibili fossili)

In questo contesto vanno considerati gli **incentivi** che possono rappresentare un introito diretto o un costo indiretto a seconda del soggetto considerato.



Sostenibilità economica



Per quanto riguarda nello specifico le biomasse, queste possono rappresentare una opportunità per la **riconversione di settori agroindustriali** a seguito di ristrutturazione.

In Emilia-Romagna a seguito della riforma dell'OCM zucchero del 2006 sono stati chiusi diversi zuccherifici e si è resa disponibile una superficie, prima occupata da barbabietole, di 50 000 ha.

Solo in provincia di Ferrara negli ultimi 5 anni sono stati chiusi tre zuccherifici

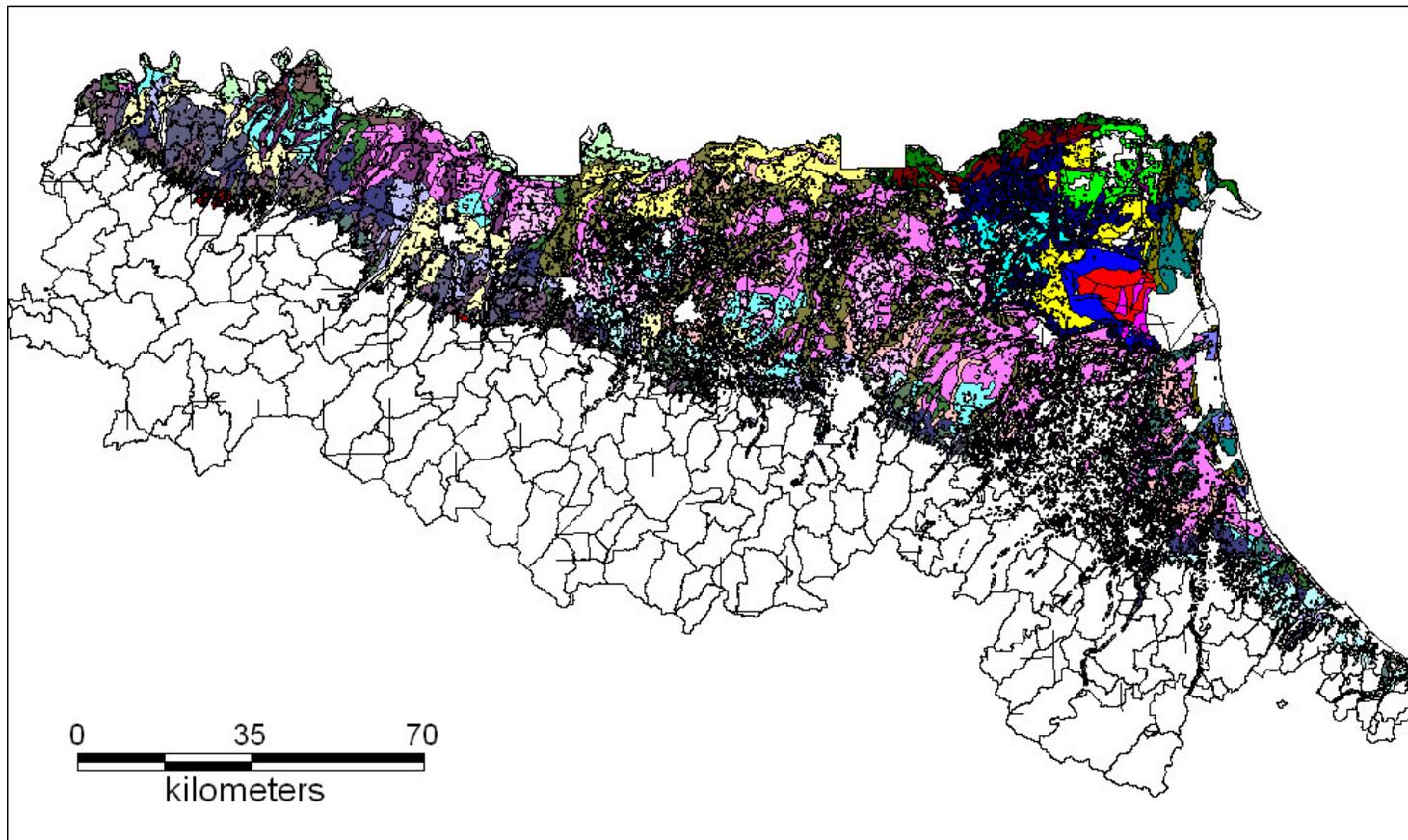
- Bondeno (tentativo di riconversione a olio vegetale, con industrie connesse per lo sfruttamento del calore, fallito per opposizione sociale)
- Ostellato (proposto accordo per riconversione a biogas)
- Pontelagoscuro (demolito)



Sostenibilità economica



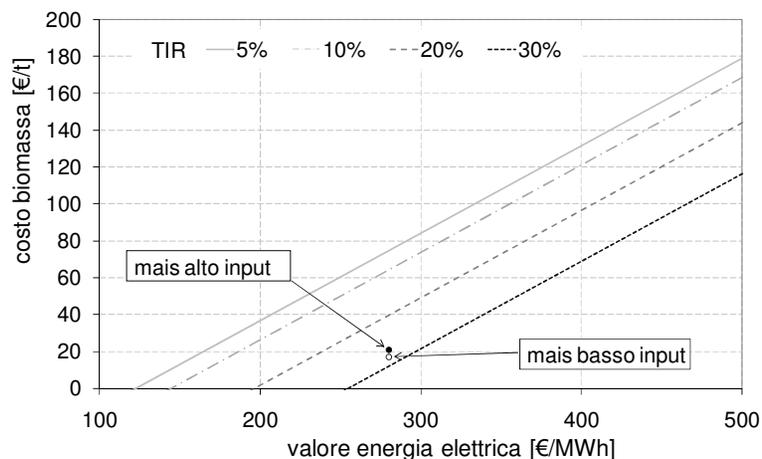
E' importante una corretta pianificazione, anche utilizzando modelli GIS inseriti in modelli di filera "well-to-wheel"



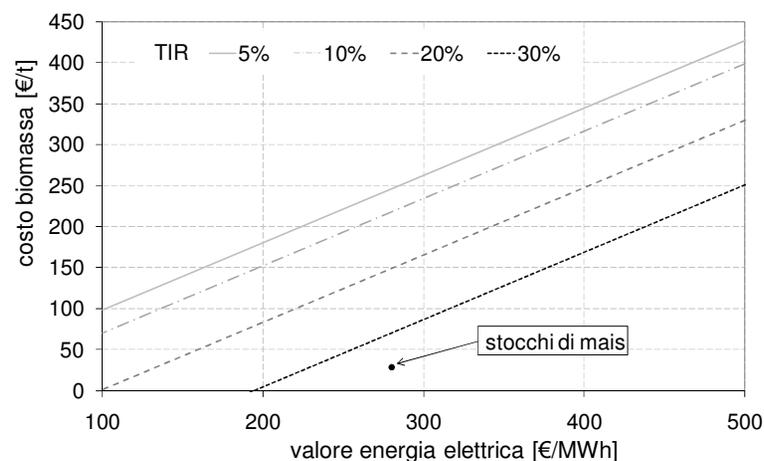
Sostenibilità economica



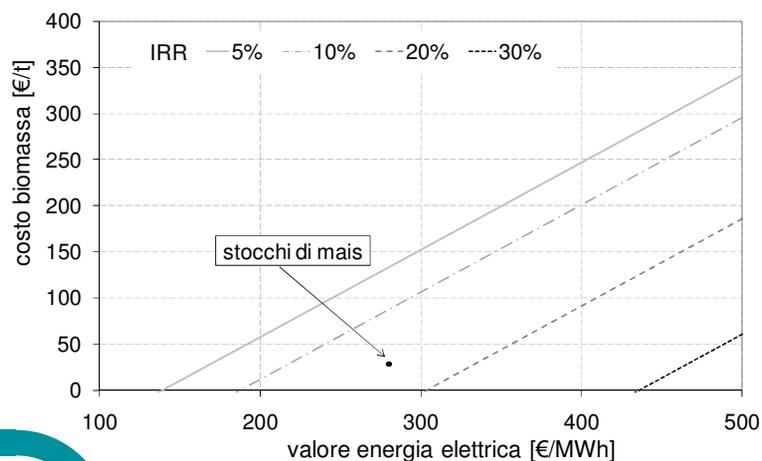
Digestione anaerobica



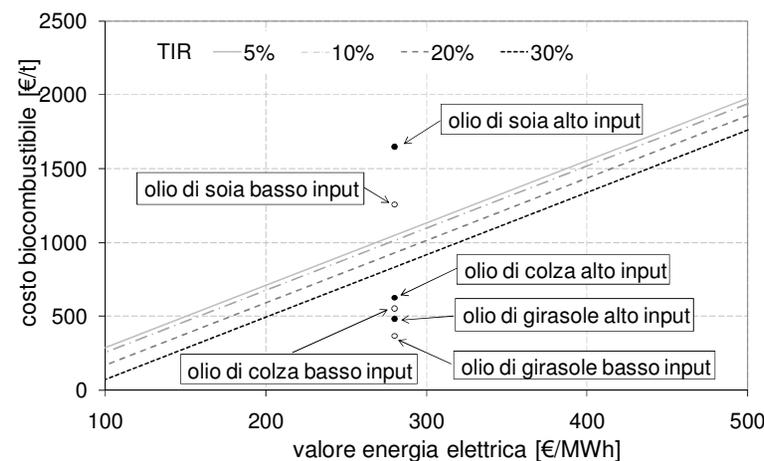
Combustione diretta



Gassificazione termochimica



Combustione di olio vegetale



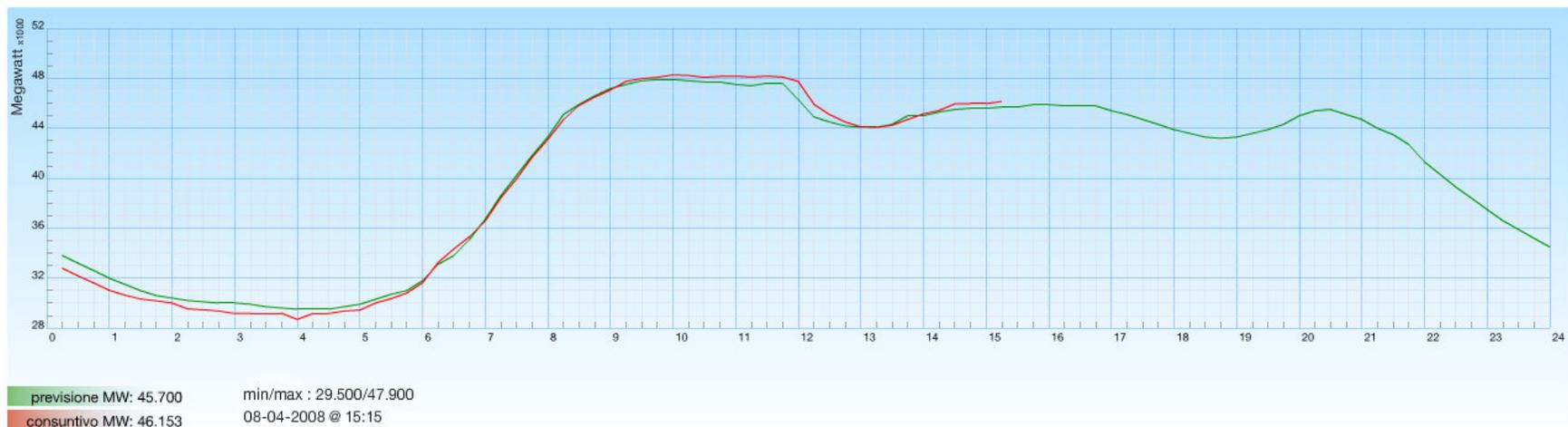
Sostenibilità tecnologica

Sostenibilità tecnologica

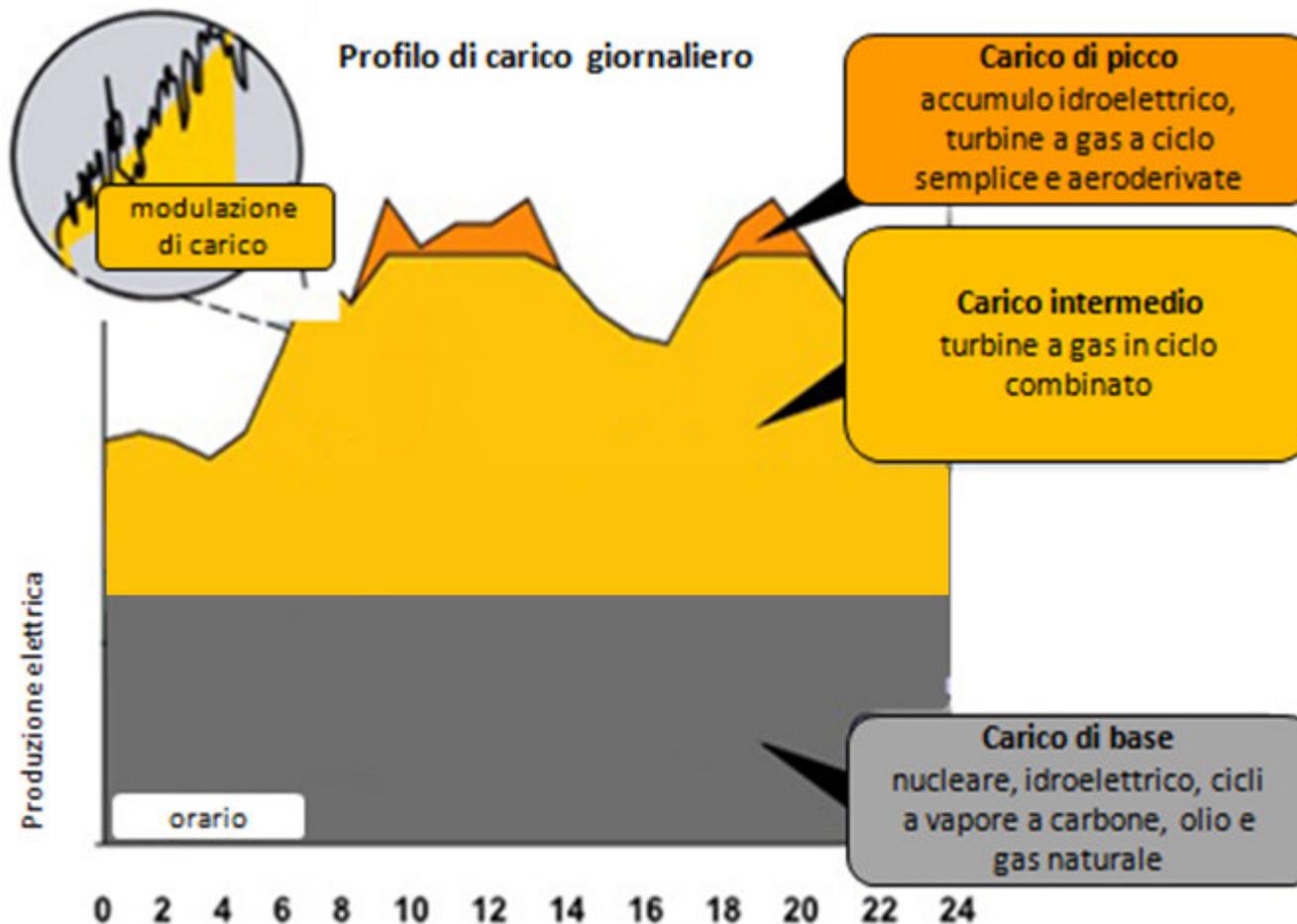


L'ente gestore della rete elettrica (Terna) deve garantire l'equilibrio tra la domanda e l'offerta di potenza al fine di mantenere costante la frequenza di rete al valore di 50 Hz.

La regolazione è effettuata in primo luogo programmando accensione, spegnimento e variazione di carico delle centrali



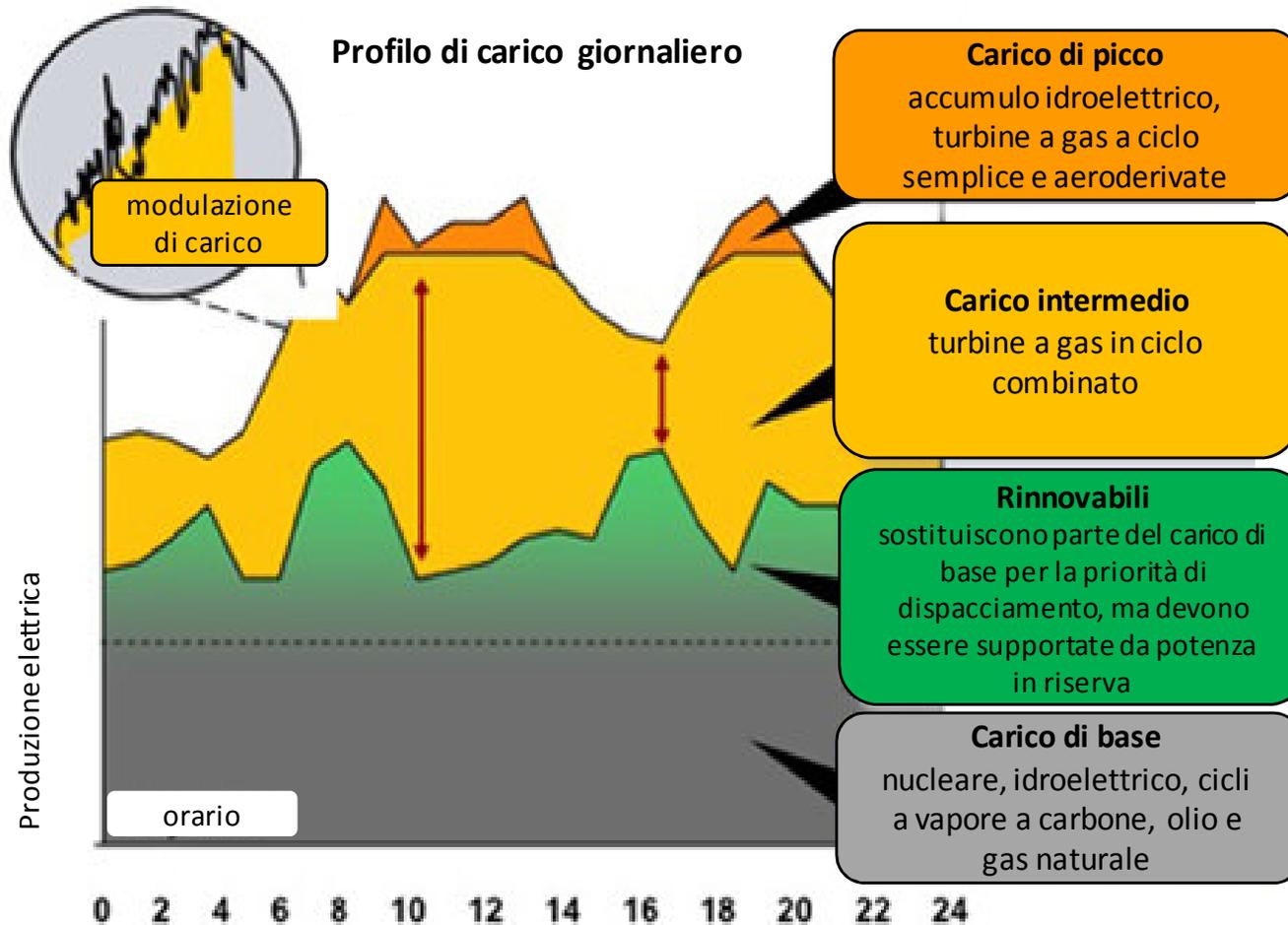
Sostenibilità tecnologica



Le tecnologie, in funzione della loro flessibilità, vanno a coprire il fabbisogno nelle ore della giornata.



Sostenibilità tecnologica



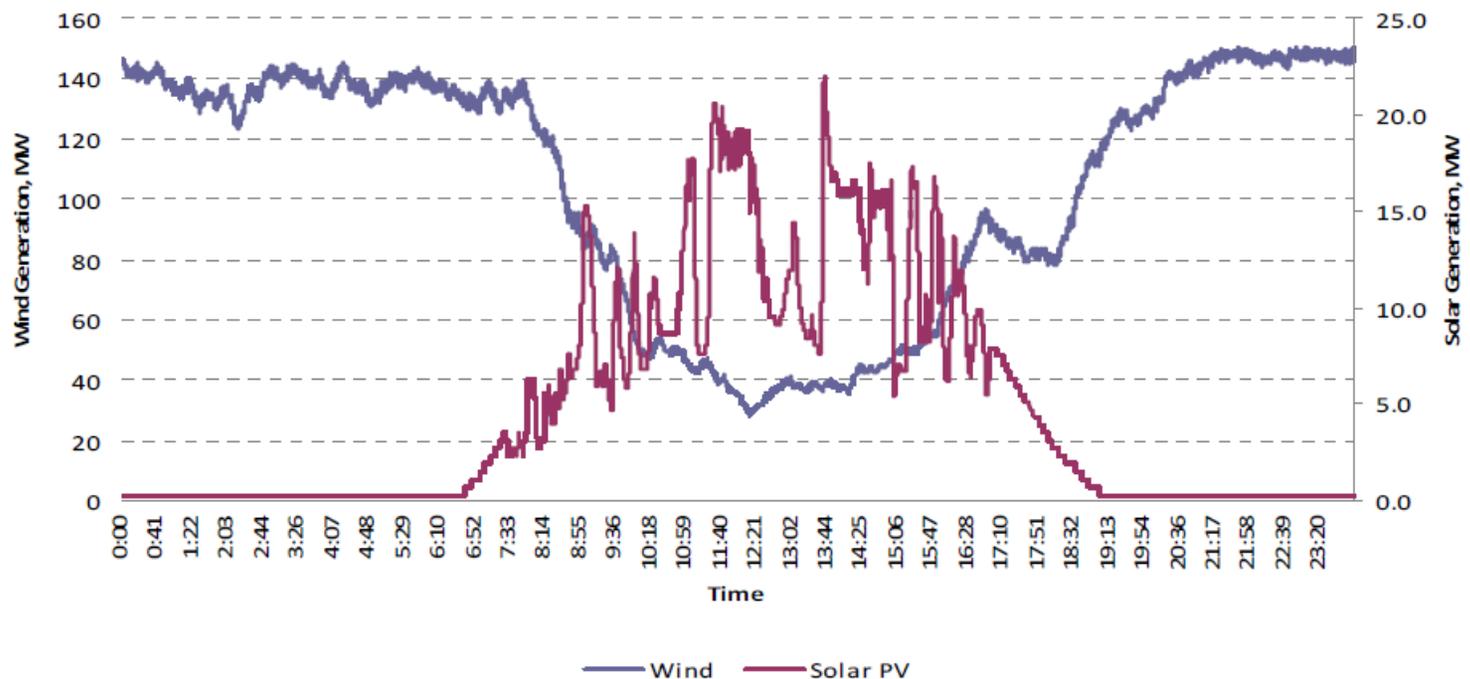
Le rinnovabili inseriscono una ulteriore aleatorietà nella parte di carico che deve essere coperta dai cicli combinati.



Sostenibilità tecnologica



Tra le fonti rinnovabili quelle che rappresentano una criticità per il sistema elettrico (stabilità della rete) ci sono l'eolico e il fotovoltaico. Le biomasse, il biogas e i bioliquidi, essendo utilizzati in sistemi termoelettrici convenzionali, non creano problemi, ma rappresentano una alternativa al carico di base. Lo stesso vale per lo sfruttamento della fonte idroelettrica.



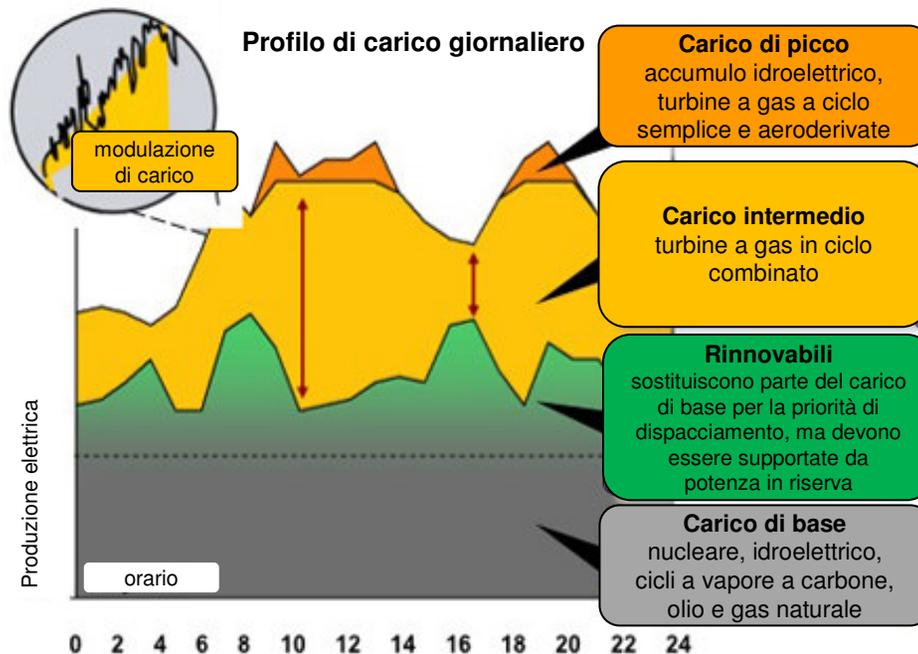
Sostenibilità tecnologica



A causa dei profili di eolico e solare, anche i sistemi di generazione tradizionale devono cambiare il modo di funzionamento.

Per alcuni NGCC si passerebbe da 8000 h e 10 accensioni all'anno a meno di 2500 ore di funzionamento con oltre 400 accensioni.

Questo comporta un aumento dei costi di manutenzione, che unito alla riduzione del numero di ore di funzionamento e alla riduzione del rendimento complessivo a causa della modulazione, porta ad un aumento del costo di produzione dell'energia elettrica.



La sfida è ottenere

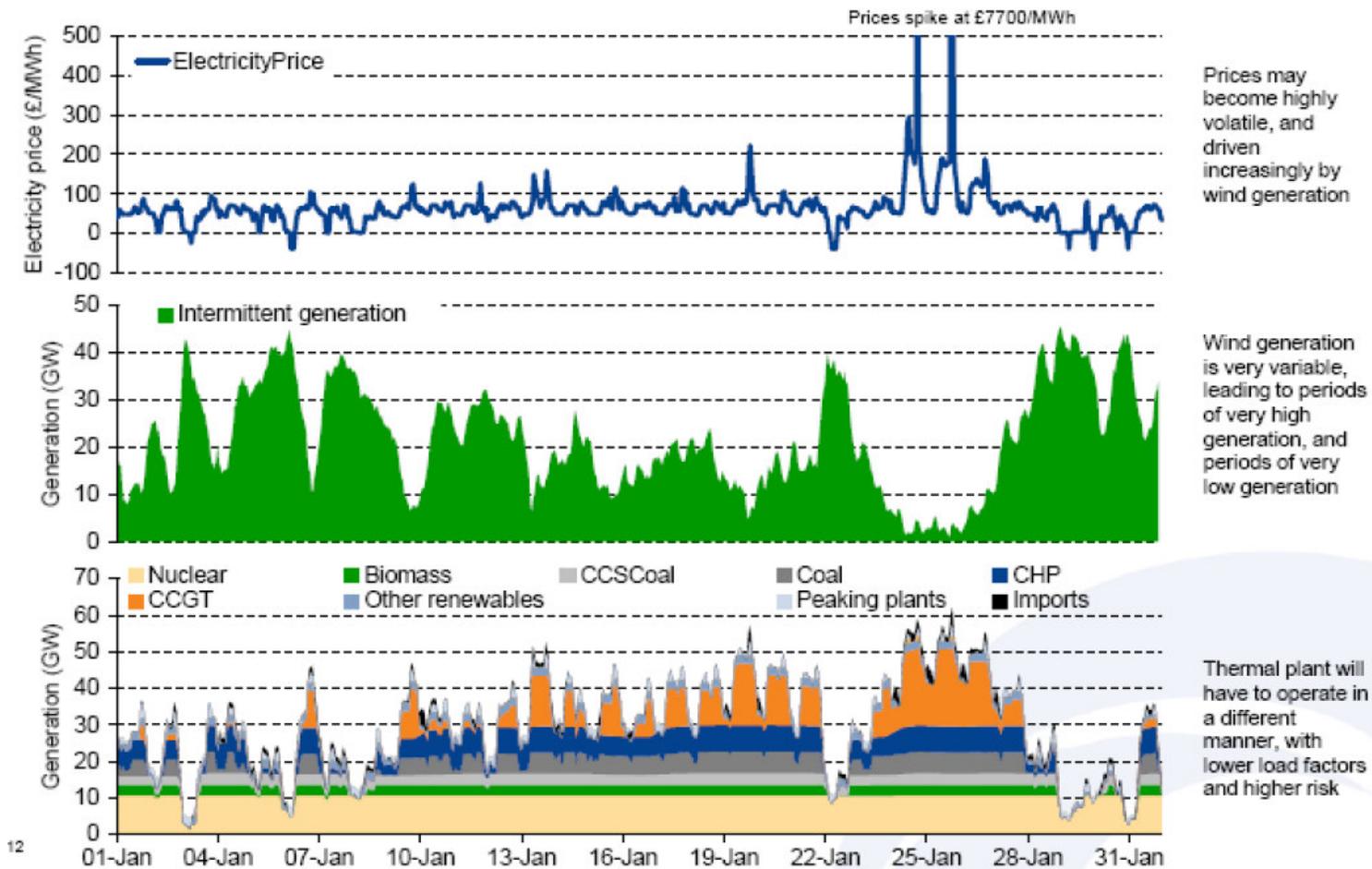
- bassi costi di produzione
- ridotti tempi di start-up
- alta affidabilità dello start-up
- ottimi rendimenti a partload



Sostenibilità tecnologica



Simulazione della penetrazione dell'eolico in Gran Bretagna fino a 45 GW



12

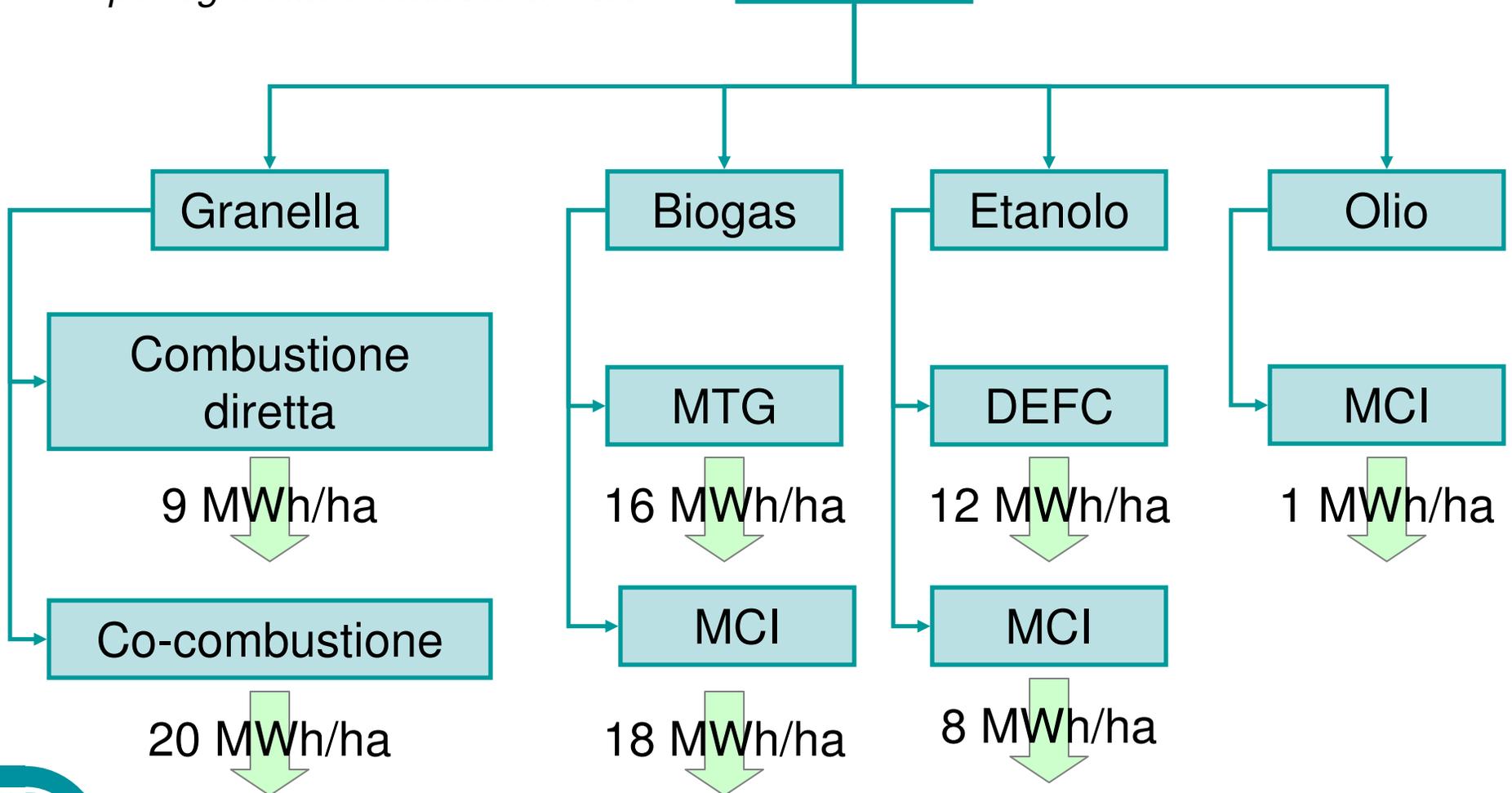


In sintesi – un esempio



Energia elettrica producibile per ogni ettaro coltivato a mais

Mais



In sintesi – un esempio



*Energia elettrica producibile
per ogni ettaro coltivato a mais*

Mais

Granella

Lo stesso ettaro utilizzato per
produrre mais ad uso **alimentare**
avrebbe soddisfatto il fabbisogno di
40 persone.

Co-combustione

20 MWh/ha

Si soddisfa il bisogno di energia
elettrica di circa 16 persone.



In sintesi – un esempio



*Energia elettrica producibile
per ogni ettaro coltivato a mais*

Mais

Granella

Lo stesso ettaro utilizzato per
produrre mais ad uso **alimentare**
avrebbe soddisfatto il fabbisogno di
40 persone.

Co-combustione

20 MWh/ha

Si soddisfa il bisogno di **energia**
elettrica di circa **16 persone.**



In sintesi – un esempio



*Energia elettrica producibile
per ogni ettaro coltivato a mais*

Mais

Stocco

Combustione
diretta

5 MWh/ha

Si soddisfa
contemporaneamente il
fabbisogno di **energia elettrica**
di circa 4 persone e il
fabbisogno alimentare di 40





Grazie per l'attenzione.

DOMANDE?

Mirko Morini

mirko.morini@unife.it
0532 97 4966

Michele Pinelli

michele.pinelli@unife.it
0532 97 4889

