



 POLITECNICO DI MILANO



**La micro-cogenerazione: una tecnologia che offre grandi potenzialità di risparmio energetico e migliora la qualità dell'aria**

**Ennio Macchi**

**Professore emerito nel Politecnico di Milano**



# Da molti anni mi interesso di cogenerazione.....



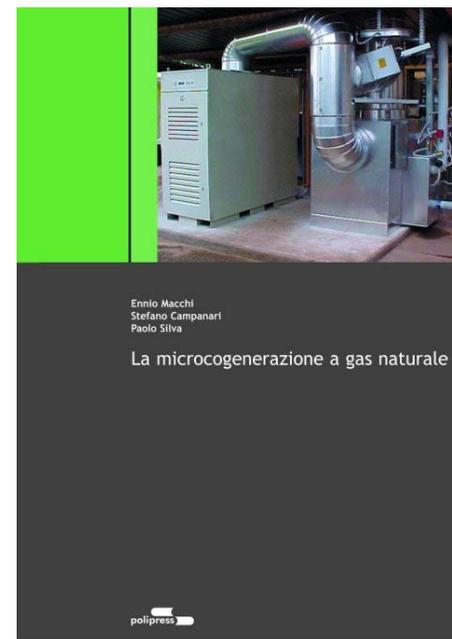
## La microcogenerazione a gas naturale

di Ennio Macchi, Stefano Campanari, Paolo Silva - Polipress - 2005

**Prezzo:** € 45.00

**Nostro Prezzo:** € 43.20 (-4%)

**Attualmente non disponibile, ma ordinabile (previsti 15/20 giorni lavorativi)**



## La climatizzazione a gas naturale e ad azionamento termico (brossura)

di Ennio Macchi, Stefano Campanari, Paolo Silva - Polipress - 2012

**Prezzo:** € 49.00

**Nostro Prezzo:** € 47.04 (-4%)

**Attualmente non disponibile, ma ordinabile (previsti 15/20 giorni lavorativi)**



# Abbiamo realizzato un bel laboratorio per misurare prestazioni energetiche ed ambientali dei microcogeneratori



POLITECNICO  
MILANO 1863



Home

Research Areas ▾

Laboratories ▾

Expertise ▾

Projects ▾

People

About Us



The laboratory is a complete infrastructure for testing **cogeneration** and **trigeneration** units fueled by natural gas, hydrogen, synthetic gas or any mixtures of the previous, as well as for testing heat pumps, absorption chillers and boilers. The units are characterised in terms of energy and environmental performances, allowing also to improve physical components and control logic. Tests are executed according to internal procedures as well as to available standards.

## Tests



### Micro-cogeneration

Electric power output up to 100 kW and thermal up to 200 kW at max 150°C



### Tri-generation

Integrated or separated systems. e.g. CHP + absorption



### Hydrogen production

Fuel processors with variable fuel feeding up to 300 kWth



### Chillers

Absorption/adsorption chillers up to 100 kW inlet thermal power at max 150°C, and



### Heat pumps

Compression and absorption heat pumps, including engine driven, up to



### Boilers

Hot water generation up to 200 kWth power output at max 150°C



## PERCHÉ TANTO ENTUSIASMO (almeno da parte mia..) PER LA MICROCOGENERAZIONE A GAS NATURALE?

- **Perché, se ben applicata, è imbattibile in termini di risparmio energetico**
- **E' facile, senza grandi sforzi tecnologici, fare molto meglio dei migliori impianti per sola generazione di energia elettrica (guadagnare un punto di rendimento con impianti convenzionali è un'impresa, guadagnarne quaranta con la microgenerazione è facile)**
- **Perché i risparmi energetici corrispondono a importanti benefici ambientali**
- **in termini planetari sempre (minori emissioni di gas serra)**
- **in termini locali, se la tecnologia è all'altezza**
- **Perché forse è giunto il momento in cui è lecito sperare che si abbattano le barriere (normative, tecniche, tariffarie, psicologiche...) che ne hanno sempre ostacolato la diffusione**



è inevitabile che la generazione distribuita alimentata a gas naturale sia **fortissimamente cogenerativa**, perché solo grazie alla cogenerazione si possono ottenere i benefici energetici e ambientali che possono giustificare un (indispensabile) quadro normativo e tariffario incentivante e perché la valorizzazione del calore è fondamentale nel bilancio economico dell' operazione.

Si deve co-produrre elettricità e calore in modo “intelligente”, vale a dire recuperando **sempre integralmente** il calore e concentrando la produzione elettrica nei periodi in cui essa è più pregiata.

Questo consentirebbe di ottenere **un rendimento quasi unitario** (imbattibile, dal momento che anche le migliori centrali di grande scala per sola generazione elettrica non arrivano al 60%) nella generazione di energia elettrica da gas naturale, per di più in ore pregiate ed esente dalle perdite di rete.



è inevitabile che la generazione distribuita alimentata a gas naturale sia **fortissimamente cogenerativa**, perché solo grazie alla cogenerazione si possono ottenere i benefici energetici e ambientali che possono giustificare un (indispensabile) quadro normativo e tariffario incentivante e perché la valorizzazione del calore è fondamentale nel bilancio economico dell' operazione.

Si deve co-produrre elettricità e calore in modo “intelligente”, vale a dire recuperando **sempre integralmente** il calore e concentrando la produzione elettrica nei periodi in cui essa è più pregiata.

Questo consentirebbe di ottenere **un rendimento unitario** (imbattibile, dal momento che anche le migliori centrali di grande scala per sola generazione elettrica non arrivano al 60%) nella generazione di energia elettrica da gas naturale, per di più in ore pregiate ed esente dalle perdite di rete.



## Ci piacerebbe che, fra dieci anni, migliaia (milioni?) di cucine italiane si presentassero così....<sup>7</sup>

Fra gli elettrodomestici, anche un microgeneratore inserito nella cucina

**microgeneratore**

Il motore sostituisce/integra la caldaietta domestica nella generazione di calore (ogni anno, in Italia se ne vendono più di un milione) e contemporaneamente cogenera energia elettrica, interfacciandosi sulla rete BT, con cui scambia energia elettrica in modo “intelligente”, esportandola nei periodi in cui è pregiata, importandola quando è poco pregiata

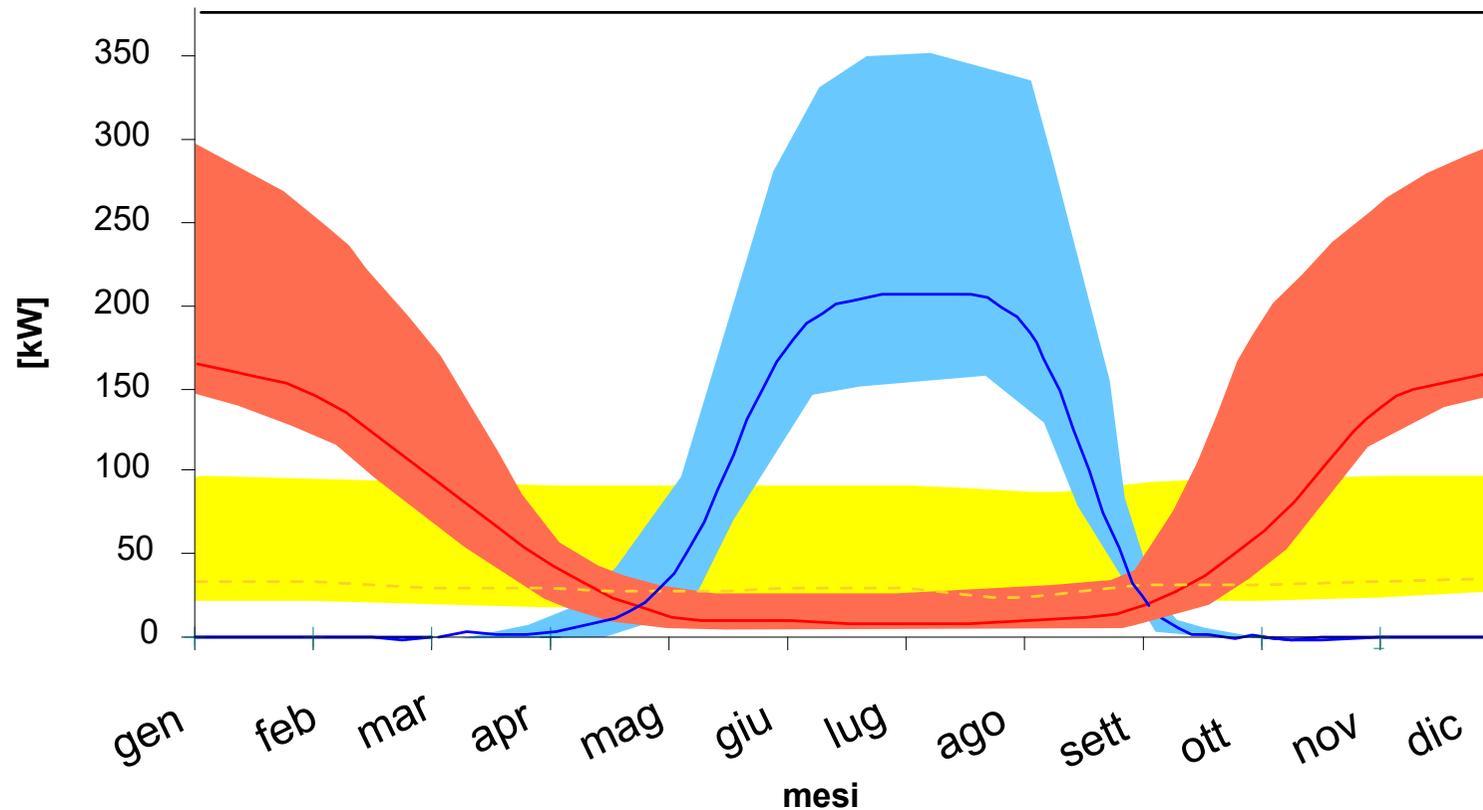




## Cogenerazione oppure Trigenerazione?

8

La domanda termica nei settori residenziale e terziario è fortemente stagionale: per molti mesi dell'anno il microgeneratore deve operare per periodi molto ridotti





La possibilità di recuperare il calore per generare freddo è fondamentale per ampliare il periodo di funzionamento del microgeneratore

Per taglie non piccolissime, la soluzione è praticabile

Spesso conviene ampliare il campo operativo aggiungendo nel sistema trigenerativo oltre a un frigorifero ad assorbimento anche un sistema a compressione (frigorifero/pompa di calore).

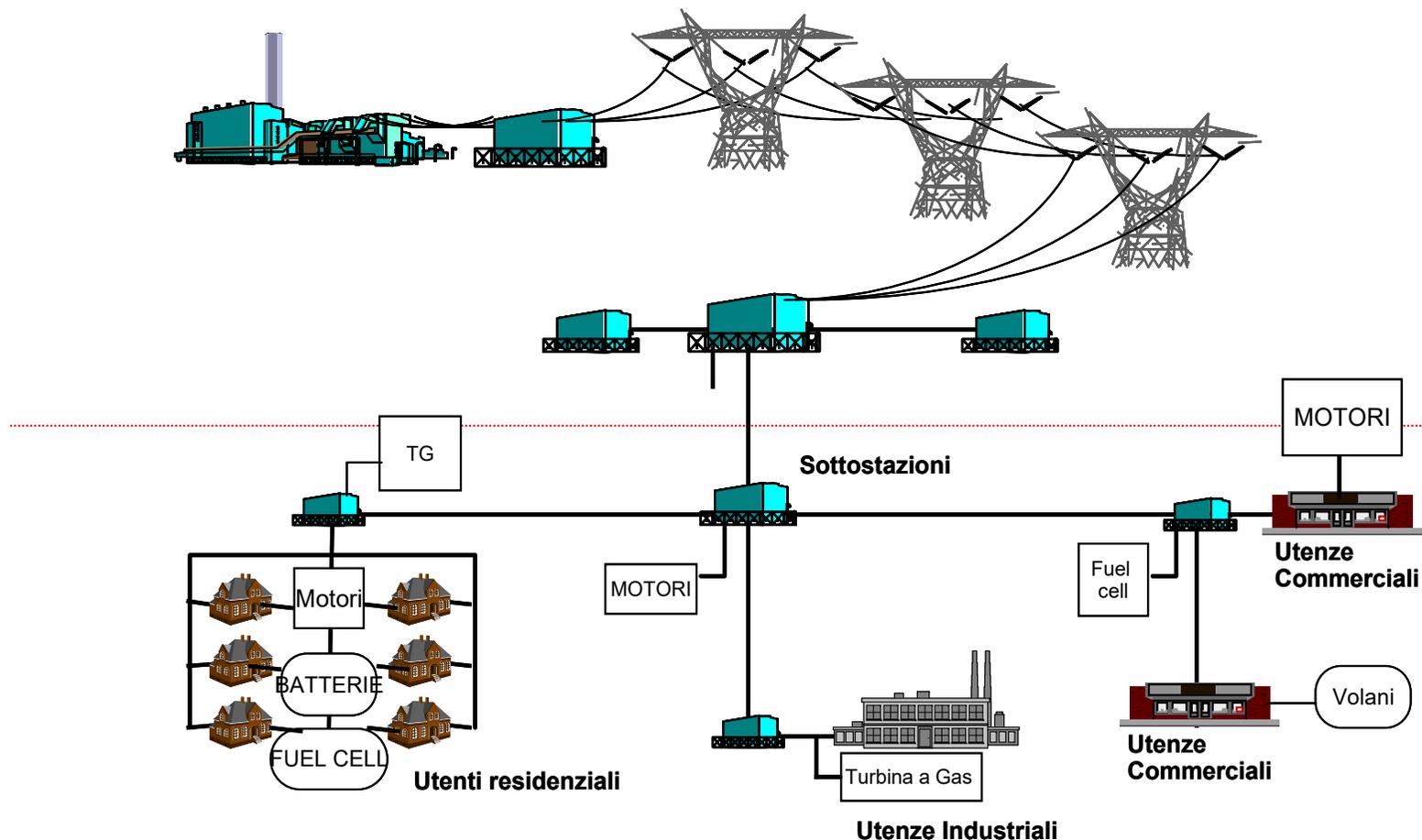


# Prospettiva interessante: la generazione distribuita (GD)

10

## Micro-tri-cogenerazione da gas naturale + fonti rinnovabili

Dalle fonti rinnovabili energia “difficile”, dalla microcogenerazione a gas energia “pregiata”





## I DUE CONCETTI FONDAMENTALI CHE VORREI TRASMETTERE

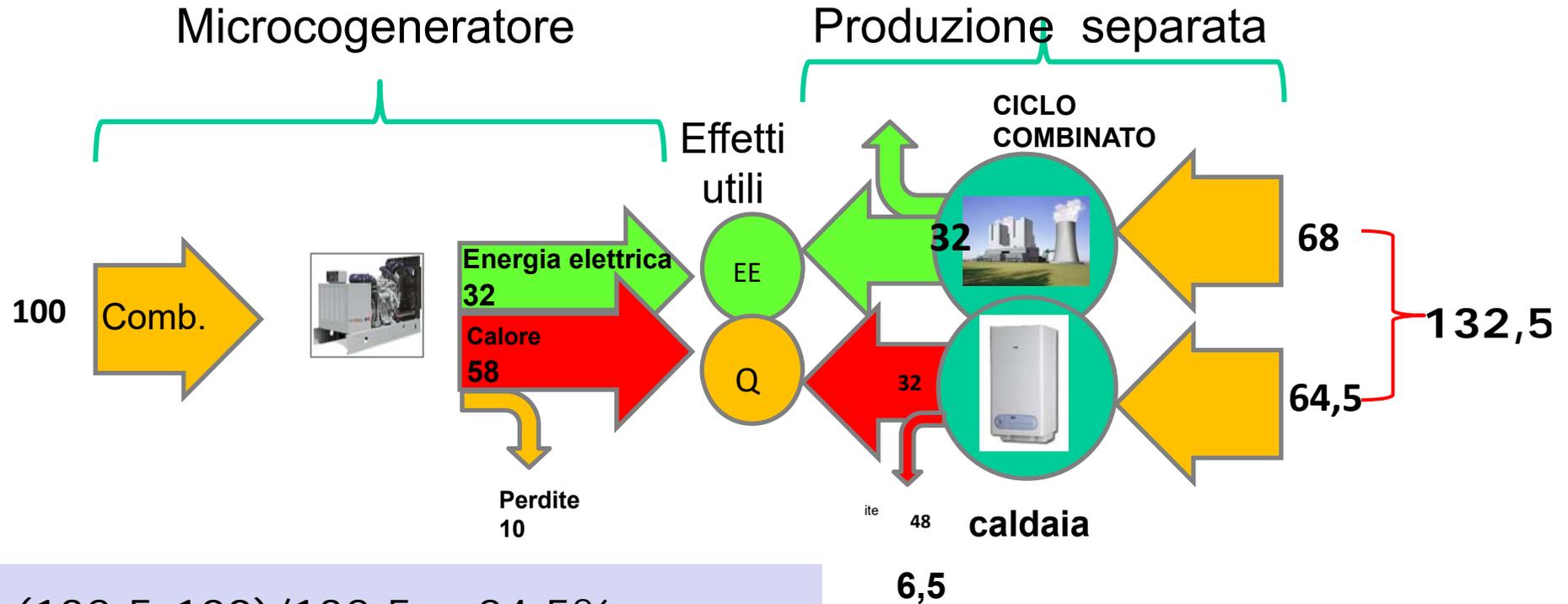
11

- Il grande risparmio di energia primaria:
  - Minor utilizzo di gas naturale (minori importazioni)
  - **Minori emissioni di gas serra (riscaldamento globale)**
- Minori emissioni di inquinanti
  - **NOx (precursori di particolato)**
  - Migliore qualità dell'aria



# Vantaggio energetico della cogenerazione

## Risparmio di energia primaria



$$(132,5 - 100) / 132,5 = 24,5\%$$

- BASTA UNA MACCHINA CON UN RENDIMENTO DEL 30% PER RISPARMIARE IL 24,5%
- SE VOLESSI OTTENERE LO STESSO RISPARMIO CON UN CICLO COMBINATO PER SOLA GENERAZIONE ELETTRICA, DOVREI AVERE UN RENDIMENTO MEDIO ANNUO = 69,5%



## Altro modo di veder la cosa: sostituisco una caldaia con un microgeneratore....

	caldaia	motore	delta		
comb. In	100	150	50		
calore out	90	90	0		
perdite	10	15	5		
e.e	0	45	45		
rendimento legato all'energia elettrica				45/50=90%	

.....ottengo un rendimento «elettrico» del 90%



## L'inquinamento della Pianura Padana a livelli record: è una delle aree più inquinate d'Europa



Secondo l'European Environmental Agency, l'Italia vanta il triste primato europeo di decessi causati dall'inquinamento atmosferico: 84.400 nel 2012. La World Health Organization ha stimato i costi sanitari dei decessi e delle patologie causate dall'inquinamento dell'aria in Italia: circa 90 miliardi di euro nel solo 2010.



## Come può contribuire la microcogenerazione?

la sostituzione di una caldaia convenzionale esistente con un moderno micro-cogeneratore alimentato a gas naturale - che beneficia delle più sofisticate tecniche di combustione e di abbattimento degli inquinanti - consentirebbe di ridurre fino al 90% le emissioni di ossidi di azoto e annullare quelle di particolato.

### EMISSIONI DI NO<sub>x</sub> A PARI PRODUZIONE DI E.E. E CALORE

CALDAIA	TOTEM	NGCC
mg/Nm <sup>3</sup> @ 5%O <sub>2</sub>		
42,6	10	86,77



**GRAZIE DELL'ATTENZIONE**