

La micro generazione e la micro cogenerazione.

La cogenerazione è la produzione combinata di elettricità e calore. Nella cogenerazione queste due forme di energia, cioè l'elettricità e il calore, vengono prodotte in cascata, con un unico sistema.

In un impianto convenzionale per la produzione di energia elettrica, l'energia chimica del combustibile, trasformata in energia termica tramite combustione, viene utilizzata in un ciclo di potenza che la trasforma in elettricità. Il calore di scarto del ciclo viene disperso nell'ambiente ottenendo così rendimenti di primo principio del 40-50%. Con un impianto di cogenerazione, invece, il calore di scarto non viene disperso, ma recuperato per essere poi utilizzato in vario modo. In questo modo la cogenerazione raggiunge un'efficienza superiore anche al 85%.

La micro-cogenerazione è la cogenerazione su piccola scala; le potenze elettriche vanno dal kilowatt al centinaio di kilowatt. La micro-cogenerazione è stata per lungo tempo poco praticata, se non a livello di ricerca, principalmente per due motivi: le vantaggiose economie di scala sfruttate dalle grandi turbine da centrale e dai sistemi di trasmissione in alta tensione, i bassi rendimenti elettrici e termici offerti dalle macchine di piccola taglia.

La possibilità di accoppiare un frigorifero ad assorbimento ad un impianto di micro-cogenerazione mostra le ulteriori potenzialità di questi sistemi; il frigo ad assorbimento è una macchina, senza entrare troppo nel dettaglio, capace di compiere un ciclo frigorifero non sfruttando il lavoro del compressore ma utilizzando il calore fornito da una sorgente calda, quale il calore di scarto di un motore, di una micro-turbina o di un altro generatore di potenza.

Quindi un sistema che comprende un motore, un generatore elettrico, un sistema di recupero del calore di scarto e un frigorifero ad assorbimento, costituisce un impianto di trigenerazione, in grado di effettuare una produzione combinata di energia elettrica,

termica e frigorifera. Un micro-trigeneratore può facilmente soddisfare le esigenze di condizionamento di un condominio o quelle di refrigerazione in attività industriali e artigianali. Se si considera quindi che si possono estendere facilmente i vantaggi già citati per la produzione combinata di calore e elettricità alla produzione del freddo sarà più evidente il risparmio energetico ottenibile dall'adozione di queste tecnologie.

La ricerca e i progressi che essa ha portato alle tecnologie produttive, permettono ora di ottenere macchine e impianti cogenerativi con rendimenti superiori al 90%, basso impatto ambientale, bassa rumorosità e grazie all'elettronica grande facilità di gestione e utilizzo. Caratteristiche che permettono l'installazione di questi impianti direttamente nei centri urbani. Grazie alla micro-cogenerazione la logica convenzionale di distribuzione può venire stravolta: non più pochi grandi siti produttivi, giganti centrali elettriche dall'enorme impatto ambientale, ma molti piccoli siti di generazione dislocati nel territorio vicino all'utente finale, interconnessi, di dimensioni ridotte ed ecologicamente compatibili.

I sistemi di micro-co-trigenerazione comportano una lunga serie di vantaggi soprattutto in un sistema energetico come quello italiano grosso importatore di energia, con un parco centrali carente, una rete di trasmissione non più giovane.

Si elencano in estrema sintesi i principali benefici:

- risparmio di energia primaria con diminuzione dei costi energetici,
- miglioramento dell'impatto ambientale e riduzione delle emissioni (si emettono in atmosfera centinaia di migliaia di tonnellate di anidride carbonica in meno),
- nessuna perdita di distribuzione calore,
- nessuna perdita di distribuzione e trasmissione dell'elettricità (riversata direttamente nelle linee a bassa tensione),

- limitazione delle cadute di tensione sulle linee finali di utenza ed aumento della affidabilità della rete elettrica,
- esposizioni finanziarie minori grazie a taglie ridotte ed a tempi di installazione rapidi,
- possibilità di penetrazione in zone isolate e difficilmente accessibili.

Accanto alla micro co-generazione esistono anche tecnologie di micro generazione, che producono solamente elettricità o solamente calore da fonti rinnovabili (es. vento o sole).

Tecnologie.

Diverse sono le tecnologie disponibili di micro generazione domestica;

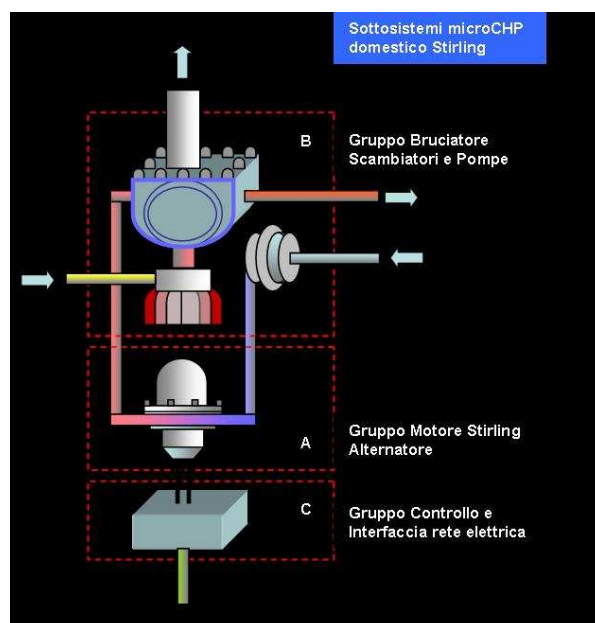
- **Piccole turbine eoliche (microgenerazione):** forniscono una potenza intermittente in relazione alle condizioni del vento – difficilmente applicabili in ambiente urbano.
- **Solare fotovoltaico (microgenerazione):** offrono una grande potenzialità, ma i costi resteranno alti per un lungo periodo di tempo – la diffusione avviene mediante generosi sussidi in conto capitale o in conto energia. In ambiente urbano possono esserci problemi per il reperimento di adeguati spazi per l'installazione dei pannelli.
- **Solare termico (microgenerazione):** abbastanza diffuso (si tratta dei pannelli di riscaldamento per acqua sanitaria domestica). Presenta gli stessi problemi del solare fotovoltaico.
- **Micro co-generazione con fuel cells (micro cogenerazione):** tecnologia molto promettente ma ancora giovane. Inoltre richiede idrogeno come combustibile che va prodotto e distribuito.
- **Micro co-generazione con motori Stirling (micro cogenerazione):** è la tecnologia più promettente. E'

installabile in ambienti urbani, può utilizzare qualunque fonte di calore (sia il metano, sia l'idrogeno, sia le biomasse come pure il calore solare). Presenta una prospettiva di pareggio molto vicina nel tempo anche in assenza di sussidi da parte pubblica.

Micro co-generatore Stirling.

I sottosistemi necessari alla realizzazione di un micro co-generatore Stirling sono:

- A. Gruppo motore Stirling e Alternatore (Generatore Stirling).
- B. Gruppo Bruciatore, Scambiatori e Pompe (Gruppo Caldaia)
- C. Gruppo Controllo e Interfaccia Rete Elettrica (Gruppo Controllo)



La parte cruciale dal punto di vista tecnologico è la realizzazione di un motore Stirling che presenti le caratteristiche adatte a rendere le ipotesi tecnico-economiche di progetto verificate:

- Efficienza del generatore tra il 20% ed il 25% (Calore immesso/elettricità prodotta)
- Vita utile ed affidabilità del gruppo generatore (Motore Stirling + Alternatore) > 8 anni
- Costo dell'intero gruppo di micro cogenerazione CHP < € 2500

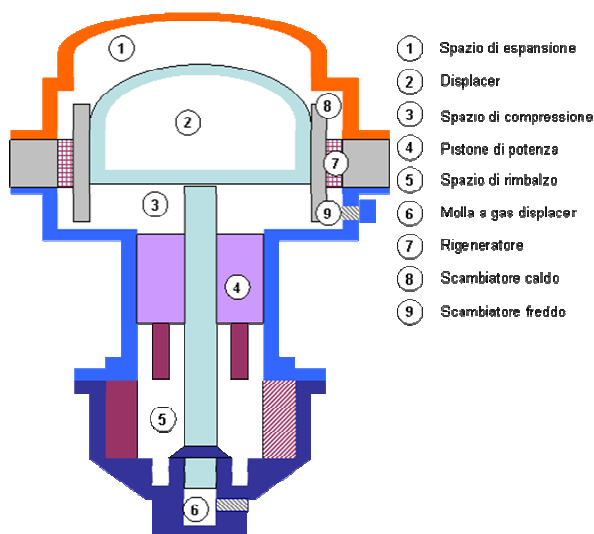
Il micro co-generatore può essere pensato come una comune caldaia a metano per riscaldamento domestico, ma modificata con l'aggiunta di un motore Stirling e di un alternatore per la contemporanea produzione di calore ed energia elettrica.

I maggiori costi del co-generatore verrebbero ripagati dai ricavi per produzione di energia elettrica.

Motore Stirling e Alternatore.

Il motore Stirling free piston ha fatto la prima apparizione attorno al 1962 alla Ohio State University per opera del prof. William Beale. Essa fu seguita da ulteriori studi che portarono, nel 1966, ad una realizzazione coronata da successo.

La ricerca è poi proseguita partendo dalla disposizione classica con stantuffo e displacer ed ha esplorato molte possibili configurazioni.



A fronte delle prime difficoltà costruttive (tenute a secco, cuscinetti speciali, centraggio del moto del pistone e del displacer), il motore Stirling free piston ha dimostrato notevoli pregi rispetto a quello a trasmissione cinematica:

1. maggiore rendimento
2. minore rumorosità
3. minori problemi di tenuta per il fluido di lavoro (contenitore sigillato)
4. vita potenziale ed affidabilità maggiori (solo due parti in movimento)

In base queste potenzialità, la NASA ha avviato un programma per lo sviluppo di elettrogeneratori di bordo per veicoli spaziali basati sulla tecnologia Stirling Free Piston. In particolare, tali elettrogeneratori utilizzano una sorgente a radio isotopi per fornire calore alla parte calda del motore ed un alternatore lineare per trasformare il moto meccanico del motore Stirling in energia elettrica per la strumentazione di bordo.

L'idea tecnologica alla base del progetto di microCHP è lo sviluppo congiunto, in collaborazione con la Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Meccanica ed Aeronautica, di una versione Stirling Free Piston da 1 KWe specificamente progettato per l'applicazione di micro cogenerazione domestica, con efficienza tra il 20% ed il 25% ed una vita utile tra 8 e 10 anni e la sua integrazione in una apparecchiatura di micro cogenerazione domestica.

L'aspetto innovativo del progetto è l'utilizzo di una evoluzione della tecnologia Stirling – quella free piston – già testata in altri paesi per applicazioni spaziali, ma progettata specificamente per applicazioni di micro cogenerazione e risparmio energetico. Alcuni esigenze ed obiettivi di progetto sono comuni tra i due ambiti, in particolare la necessità di vita elevata ed alta affidabilità del motore/alternatore.

Per l'applicazione di micro cogenerazione hanno minore importanza le considerazioni relative al peso, agli ingombri ed al

rendimento, in quanto il concetto di recupero del calore usato per riscaldamento (o raffreddamento) si basa sull'inseguimento del carico termico: la funzione primaria dell'apparecchiatura rimane quella di produzione di calore (e/o eventualmente di energia frigorifera in un ulteriore sviluppo) e il microgeneratore permette un recupero di parte di questa energia sotto forma di produzione elettrica.

I rendimenti accettabili sono pertanto minori di quelli imposti dalle applicazioni spaziali, come pure i limiti di peso ed ingombri. Questo permette una maggiore flessibilità nella scelta delle alternative tecniche, privilegiando soluzioni che risultino più economiche, in modo da garantire la fattibilità dal punto di vista dei costi di prodotto.

Risparmio energetico e benefici ambientali.

La seguente tabella riporta l'utilizzo medio annuale di una caldaia per riscaldamento e produzione di acqua calda. In relazione a tale consumo, viene calcolata la produzione di energia elettrica di un micro cogeneratore Stirling accoppiato ed il risparmio annuo in termini di bolletta elettrica.

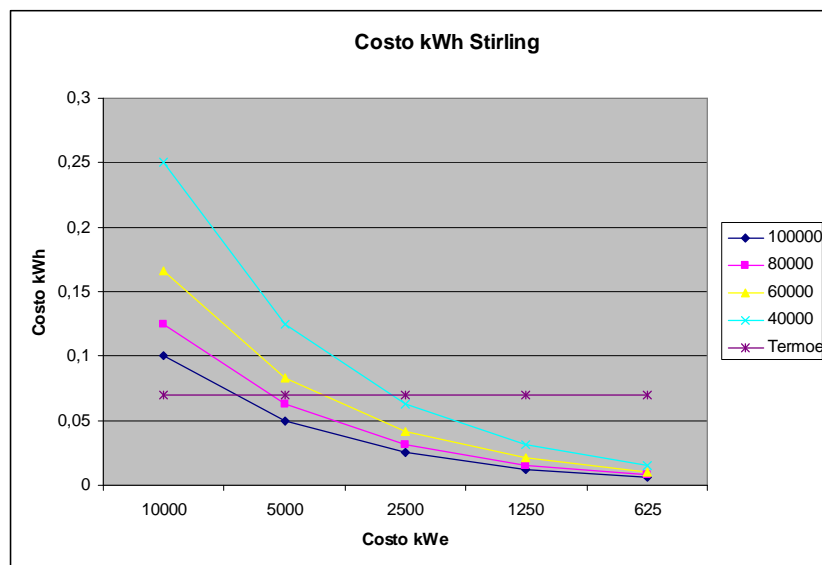
	Riscaldamento(h)	Acqua calda(h)	Giorni	Totale(h)
Gen	8	1,5	31	294,5
Feb	8	1,5	28	266
Mar	4	1,5	31	170,5
Apr	0	1,5	30	45
Mag	0	1,5	31	46,5
Giu	0	1,5	30	45
Lug	0	1,5	31	46,5
Ago	0	1,5	31	46,5
Set	0	1,5	30	45
Ott	4	1,5	31	170,5
Nov	8	1,5	30	285
Dic	8	1,5	31	294,5
Totale				1755,5

Produzione energia elettrica da Stirling

Pot. (kW)	Costo kWh (€)	NumeroOre	Totale (€)
1	0,21	1755,5	368,655

Il seguente grafico mostra il costo di produzione del kWh elettrico mediante la micro cogenerazione Stirling sotto diverse ipotesi di vita utile dell'apparecchio di micro cogenerazione (100.000, 80.000, 60.000 e 40.000 ore) e sotto diverse ipotesi di costo per l'apparecchio stesso (10.000, 5000, 2500, 1250 e 625 €).

Viene mostrata anche, per confronto, la linea del costo attuale del kWh prodotto convenzionalmente (0,07 €/kWh).



Come si evince dal grafico, a partire da 2500 € per il costo dell'apparecchio, la produzione del kWh diviene concorrenziale sotto ogni ipotesi di vita utile dell'apparato.

L'utilizzo della micro cogenerazione Stirling permette inoltre un **risparmio in termini di mancate emissioni di CO2 compreso tra 1.0 e 1.5 tonn/anno** per apparecchio installato.