

## DESCRIZIONE TECNICA

La tecnologia adottata dalle micro turbine a gas (MTG) è frutto della ricerca tecnologica sui materiali e sui processi produttivi iniziata negli anni '70 per rendere competitive le turbomacchine nella generazione combinata di energia per piccole taglie (inferiori al MWel). Lo sviluppo tecnologico conseguito ha consentito il raggiungimento di valori di efficienza elettrica del sistema dell'ordine del 30% e una riduzione dei costi produttivi associati alle turbomacchine utilizzate.

L'adozione di turbine a gas tradizionali multistadio a ciclo aperto semplice risultava competitiva per taglie d'impianto medio-grandi, superiori comunque ai 4-5 MWel, mentre le unità di potenza dell'ordine del MWel mostravano costi specifici crescenti e rendimenti penalizzanti, rendendo il costo del kWh prodotto poco competitivo. Ne è derivata la necessità di riprogettare completamente la struttura delle turbomacchine per renderle adatta alla cogenerazione di piccole potenze giungendo così allo sviluppo delle MTG con compressore e turbina radiali.

Dal 2000 le MTG sono diventate una realtà commerciale e una valida alternativa alle tecnologie precedentemente utilizzate in micro e piccola cogenerazione; inoltre la modularità d'impianto, le ridotte emissioni di inquinanti e una elevata affidabilità di funzionamento portano a individuare nella generazione distribuita il loro campo di utilizzo preferenziale.

Come le più grandi turbine a gas, le MTG possono essere usate nella produzione combinata di energia elettrica e calore recuperando attraverso uno scambiatore l'energia termica posseduta dai fumi a valle del rigeneratore (CHP, Combined Heating and Power), e nella trigenerazione (CHCP, Combined Heating, Cooling and Power) dove tutto o parte del calore recuperato è dedicato alla generazione di energia frigorifera, tramite l'impiego di assorbitori.

Tra i principali impieghi delle MTG si segnala:

- cogenerazione: la produzione di energia elettrica e calore permette di raggiungere efficienze complessive del 70-80%. Le microturbine possono soddisfare le necessità di energia elettrica e calore in alberghi, ristoranti, piccole fabbriche, centri commerciali, serre ed essiccatoi, in cui ne sia economicamente conveniente l'utilizzo, tipicamente in ambiti in cui il profilo di domanda dei due effetti utili prodotti (energia elettrica e termica) risulti analogo
- *Flare gas recovery*: viene prodotta energia elettrica in zone isolate (cantieri, piattaforme petrolifere ecc.). Ad esempio, presso depositi significativi di petrolio sono quasi sempre presenti piccole quantità di gas che viene bruciato in torcia, non essendo conveniente il suo recupero; la capacità della microturbina di operare in modo continuo con pochissime fermate per manutenzione consente di utilizzare questo gas e di convertirlo in energia elettrica per alimentare lo stesso sito.

I benefici introdotti dalla microturbine possono essere così riassunti:

- ridotte emissioni di inquinanti e di particolato, senza alcuna necessità di sistemi di trattamento dei fumi
- affidabilità d'esercizio e ridotti costi manutentivi; date le minori parti in movimento soggette ad usura, si ottiene una disponibilità di impianto nettamente maggiore rispetto a quella di un gruppo di generazione a combustione interna; ciò è dovuto alla minor frequenza dei fermi macchina per attività di manutenzione, con i conseguenti risvolti sulla riduzione dei costi delle operazioni di mantenimento del sistema e sulla minore mancata produzione
- costi della tecnologia; grazie al mercato che le MTG hanno ottenuto nelle installazioni per piccola generazione, i costi costruttivi di tali sistemi si sono notevolmente ridotti, portandoli ad una quasi parificazione con quelli relativi alla tecnologia concorrente (MCI)
- varietà di combustibili utilizzabili; dove sia economicamente vantaggioso questo consente di utilizzare le microturbine in assenza di allacciamento alla rete gas, utilizzando come combustibili sottoprodotti di altri processi tecnologici (processi estrattivi petroliferi, di sintesi ecc.)
- ridotte emissioni acustiche; permettono ampie possibilità di installazione anche in ambito residenziale e/o terziario;
- rapporto peso/potenza più basso rispetto ad un generatore MCI; consente una maggiore facilità di installazione e più ampi campi di impiego
- possibilità di operare anche a carichi parziali, mantenendo discretamente elevati gli indici prestazionali di macchina; il che si rivela particolarmente interessante in ambito cogenerativo, dove i carichi, specialmente nell'ambito della piccola cogenerazione, risultano essere di carattere discontinuo e/o variabile nel tempo.

## STATO DI AVANZAMENTO

### Internazionale

Studi di settore prevedono investimenti annuali globali, nel settore della piccola cogenerazione basata su microturbine a gas, dell'ordine del miliardo di dollari al 2020 e che la potenza installata globalmente supererà i 4,0 GW al 2024.

### Nazionale

In Italia nel 2010 gli impianti di piccola cogenerazione superavano i 300 MW di potenza installata. Di questi il 2,4% è costituito da impianti basati su turbina a gas.

## TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

La tecnologia è pienamente sviluppata e commerciale.

## RELAZIONI CON LE FONTI ENERGETICHE

La versatilità delle microturbine in termini di combustibile ne permette il facile interfacciamento con diverse tipologie di provenienza: Gas naturale, Biogas, Gas di sintesi, Combustibili liquidi.

## VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

La tecnologia può avere impatto su tutti quei settori tipici in cui vi sia utilizzo combinato di energia elettrica e termica, quali il settore alberghiero, quello ospedaliero, i centri commerciali, le industrie alimentari, le lavanderie industriali e laddove sono presenti processi di essiccazione in generale.

## IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Le MTG si configurano come impianti per la conversione di energia a basse emissioni, soprattutto in caso di alimentazione con combustibile gassoso, sia per quanto riguarda CO e NO<sub>x</sub> (NO<sub>x</sub> < 15ppm, CO < 50ppm) sia per quanto riguarda il particolato. Non sono utilizzate risorse idriche e i quantitativi di olio consumati per lubrificazione sono di ordini di grandezza inferiori rispetto ai motori alternativi a parità di taglia.

### Emissioni CO<sub>2</sub>/MWh

Per una MTG alimentata a gas naturale le emissioni di CO<sub>2</sub> sono pari a circa 0.68 kg/kWh.

## EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

Le MTG più recenti consentono di operare a carico variabile mantenendo un rendimento accettabile. Nel caso più comune di impianti basati su cicli rigenerativi il rendimento elettrico può arrivare al 30%.

Rendimento elettrico : ~30%

Rendimento termico : ~50%

Vita utile 12-15 anni.

## PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

Costo investimento dipende dalla taglia dell'impianto considerato e si attesta nell'ordine delle migliaia di euro per kW.

## PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il principale ostacolo allo sviluppo su ampia scala delle MTG riguarda l'attuale elevato costo di acquisto e installazione. In tale contesto anche l'acquisto di pezzi di ricambio e richieste di intervento da parte dei tecnici specializzati può comportare costi in proporzione elevati e tempi più lunghi rispetto a problemi analoghi per differenti soluzioni impiantistiche. In caso di sviluppo della tecnologia e di aumento dei volumi di vendite tali problematiche verranno presumibilmente meno.

## POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE

A differenza dei motori a combustione interna, la tecnologia delle microturbine a gas offre ancora ampie possibilità di sviluppo in termini di rendimento globale e di riduzione dei costi.

In particolare nel prossimo futuro si prospettano sviluppi relativi a:

- una riduzione dei costi di acquisto del singolo package (attualmente si attesta su valori intorno a 1400 €/kW), dovuto principalmente alla crescita del mercato commerciale delle MTG;
- un ulteriore incremento di competitività delle MTG rispetto agli MCI in termini di rendimento globale, conseguibile grazie all'introduzione di materiali ceramici per la realizzazione delle parti calde, e agli sviluppi dell'elettronica di potenza e di controllo che permetteranno un incremento delle prestazioni limite ottenibili oggi dal sistema.

## POTENZIALITÀ D ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

Allo stato attuale l'unico produttore in Italia di MTG è Ansaldo Energia che ha rilevato la proprietà della Turbec Spa. In caso di crescita del mercato commerciale, una percentuale rilevante delle vendite potrebbe essere indirizzata verso l'estero. Le MTG Turbec sono oggetto di ricerca all'interno di Università e Centri di ricerca presenti in diversi paesi europei.

## POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

Come qualsiasi impianto che possa essere sfruttato in ambito cogenerativo, il suo utilizzo può portare alla riduzione delle emissioni inquinanti complessivamente prodotte per la generazione combinata di energia termica ed elettrica.

## MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

### Utilizzo della tecnologia

- Settore alberghiero, Condomini
- Settore ospedaliero, Case di riposo
- Centri commerciali, Centri ricreativi, Piscine
- ESCO
- Aziende agricole
- Industrie alimentari
- Impianti chimici e petrolchimici
- Lavanderie industriali, impianti di trattamento delle acque reflue
- Processi di essiccazione in generale (forni, fornaci, impianti di verniciatura, ecc.).

### Sviluppo della tecnologia

- Ansaldo Energia – microturbine - Studio e realizzazione di microturbine alimentabili mediante combustione esterna - EFMGT
- Ingersoll Rand Italia.

## ■ ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

- **Ansaldo Energia** : microturbine
- **RSE**: sviluppo di materiali innovativi per microturbine ad alta efficienza elettrica
- **Università di Ferrara**: cogenerazione distribuita con micro-turbina.

## ■ BEST PRACTICES

Allo stato attuale le attività di ricerca e sviluppo della tecnologia maggiormente promettenti sono indirizzati su:

- MTG policombustibile
- mHAT (micro Humid Air Turbine)
- Integrazione di MTG in microgrid energetiche e impianti ibridi di generazione distribuita di energia.

Le MicroTurbine a Gas ( Pel = 30 kW÷600 kW) rappresentano una delle opportunità di maggior interesse per la Micro Cogenerazione Distribuita (MicroCHP), cioè la produzione combinata di energia elettrica e termica con generatori di bassa potenza (< 1 MW) dislocati sul territorio. Soluzioni molto innovative in questo campo sono state realizzate da: Capstone Turbine (CPST), Ingersoll Rand, Elliott e Turbec S.pA.

### BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] E. Macchi, S. Campanari, P. Silva, “La microcogenerazione a gas naturale”, 2005
- [2] C. Soares, “Microturbines: Applications for Distributed Energy Systems”, 2007
- [3] S. L. Hamilton, “The Handbook of Microturbine Generators”, 2003
- [4] Combined heat and power - Evaluating the benefits of Greater global investment - 2008 - IEA (International Energy Agency)
- [5] Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants - 2013 - EIA (U.S. Energy Information Administration)
- [6] Ansaldo Energia (<http://www.ansaldoenergia.it>)
- [7] Capstone (<http://www.capstoneturbine.com>)