

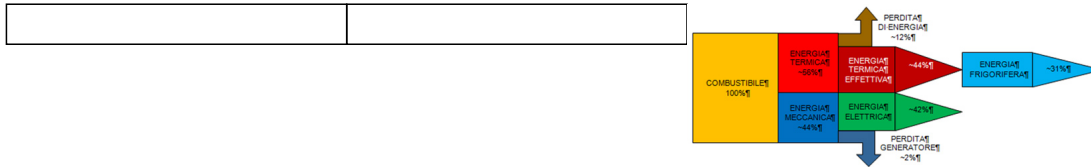
## I sistemi di cogenerazione e trigenerazione

**Gli impianti di cogenerazione**, nei quali si ha produzione combinata di energia elettrica e calore, nella loro configurazione tradizionale **non si adattano ad essere utilizzati per la climatizzazione degli edifici**, in quanto il loro uso risulta efficiente nel **solo periodo invernale**, quando è necessario provvedere al riscaldamento di questi. **Nei mesi più caldi bisogna invece tenere fermo l'impianto di cogenerazione o farlo funzionare dissipando il calore prodotto;** entrambe queste condizioni vanno a discapito della fattibilità economica dell'impianto e dell'efficienza complessiva.

Per ovviare a ciò si può pensare, nel periodo estivo, di **utilizzare il calore prodotto dall'impianto cogenerativo come sorgente principale di energia**, in luogo dell'elettricità, per la produzione di freddo **tramite sistemi ad assorbimento (chiller ad assorbimento).**

Si parla in questo caso di **"trigenerazione"** (in inglese spesso indicata come CCHP, *Combined Cooling, Heating and Power*): si tratta di un sistema capace di produrre tre forme distinte di energia (elettrica - termica - frigorifera).

**Il diagramma di fig. 1 indica**, in prima approssimazione, **le percentuali di conversione dell'energia chimica** estratta dal combustibile nelle altre forme di energia richieste dall'utenza. Posto pari a cento il contenuto energetico del combustibile, tipicamente con un impianto di cogenerazione ne vengono convertite 42 in energia elettrica e 44 in energia termica. Quest'ultima può essere ulteriormente convertita, avvalendosi di sistemi ad assorbimento, in energia frigorifera.



**Fig 1:** Bilancio energetico di un sistema di trigenerazione (Impianti di cogenerazione e trigenerazione)

La soluzione della trigenerazione si può applicare favorevolmente sia su costruzioni nuove, sia su costruzioni preesistenti attraverso operazioni di retrofitting. Quest'ultima possibilità risulta molto attraente per impianti e costruzioni di vecchia concezione, caratterizzati da flussi energetico quantitativamente importanti ma non ottimizzati e quindi corresponsabili di squilibri ed inefficienze del sistema elettrico nazionale.

## L'applicazione della trigenerazione a costruzioni preesistenti

Un esempio di costruzione dotata di sistemi di climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria non ottimizzati è dato dall'edificio che ospita i locali della mensa e gli uffici della direzione del Centro Ricerche ENEA della Casaccia: infatti, viene esso climatizzato in inverno attraverso uno scambiatore (circa 1 MWt acqua/acqua surriscaldata) con la rete di teleriscaldamento del Centro e durante la stagione estiva con due gruppi chiller tipo acqua-acqua installati negli anni '80, che assorbono una potenza complessiva di 160 CV (116,8 kWe) per una durata giornaliera di 13 ore (usualmente da fine maggio a metà settembre), con un COP medio di circa 3,5.

L'acqua calda sanitaria per la mensa e il bar (lavastoviglie, scaldavivande, ecc.) in estate viene fornita da 2 caldaie a gas da 90 kWt ciascuna che alimentano a 60 °C sei accumuli termici per un volume totale di 18 m<sup>3</sup>.

Per conoscere i reali carichi elettrici e termici sono state realizzate delle campagne di monitoraggio su base annuale.

**Riguardo ai consumi elettrici**, sono stati **valutati i diversi assorbimenti dei periodi estivi ed invernali**, deducendo così il consumo medio mensile non imputabile all'impianto di climatizzazione e il sovraccarico estivo dovuto al funzionamento dei due gruppi frigo.

Per il dimensionamento del cogeneratore, è stato necessario anche valutare i consumi di gas metano delle caldaie per la produzione di acqua calda sanitaria.

Sono state inoltre effettuate una serie di misure delle condizioni termometriche della sala mensa in modo da individuare eventuali situazioni di deficit dell'impianto frigo.

## Dimensionamento e realizzazione dell'impianto di trigenerazione

A seguito dell'acquisizione dei dati di monitoraggio e del completamento degli studi di fattibilità è stato deciso di **realizzare il sistema di trigenerazione nella configurazione indicata nelle fig. 2 e 3.**

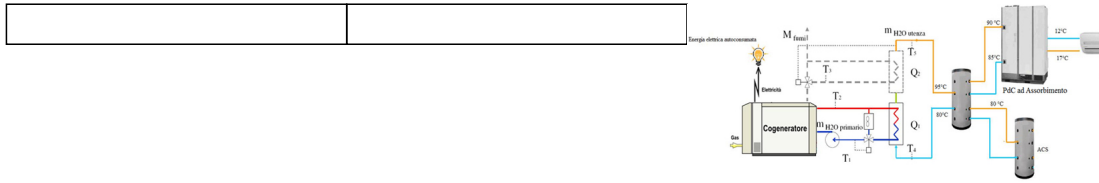
**Durante la stagione estiva (fig.2)**, parte dell'energia termica prodotta dal cogeneratore servirà ad alimentare il gruppo frigo ad assorbimento per la climatizzazione degli ambienti e parte per la produzione del fabbisogno giornaliero di ACS.

**Il calore prodotto durante la stagione invernale (fig.3)**

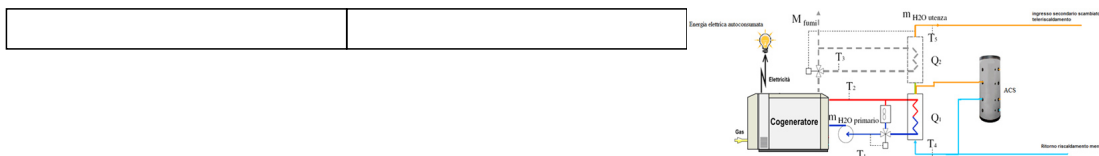
sarà invece utilizzato per

**integrare l'energia termica fornita all'edificio dalla rete di teleriscaldamento**

(riscaldamento degli ambienti e acqua calda sanitaria);



**Fig 2:** Schema impianto: configurazione estiva  
(Impianti di cogenerazione e trigenerazione)



**Fig 3:** Schema impianto: configurazione invernale  
(Impianti di cogenerazione e trigenerazione)

In funzione del fabbisogno di potenza termica per ACS e della richiesta di potenza frigorifera è

stata individuata una taglia che permettesse di massimizzare il numero di ore di funzionamento giornaliero sia in configurazione invernale che estiva e i cui ingombri fossero compatibili con gli spazi a disposizione.

Particolare attenzione è stata dedicata allo **studio del corretto accoppiamento** (temperature e portate) **tra il cogeneratore e il gruppo frigo ad assorbimento** in quanto non esistono sul mercato sistemi integrati di trigenerazione.

Infatti, per un corretto dimensionamento del sistema non basta effettuare un semplice bilancio energetico, ma è fondamentale tenere conto delle reali portate e temperature del fluido termovettore in uscita e ingresso da ciascun componente; un errato accoppiamento tra le macchine potrebbe causare una rapida decaduta della performance energetica del sistema, non rispettando i bilanci energetici ed economici previsti in fase progettuale.

A seguito dello studio preliminare è stata affidata, tramite procedura di gara, la progettazione esecutiva dell'impianto ad una società specializzata nel campo della cogenerazione.

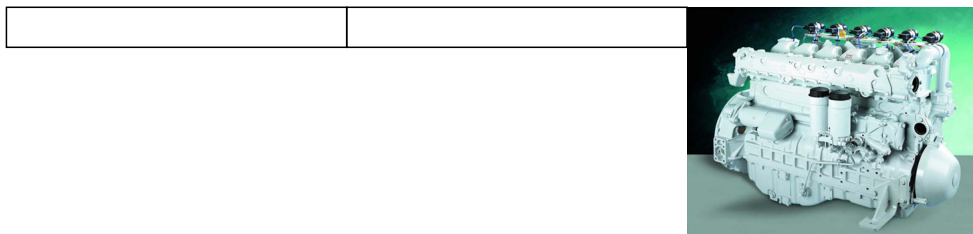
**L'impianto di trigenerazione è stato dimensionato per produrre in condizioni nominali 140kW elettrici e 207 kW termici che verranno utilizzati come di seguito riportato:**

- **140 kW elettrici saranno destinati totalmente ad autoconsumo del centro** e verranno consegnati in BT presso la cabina di trasformazione preesistente;

- **207 kW termici verranno utilizzati: in inverno** per integrare la produzione di energia termica necessaria al riscaldamento del locale mensa;  
**in estate, 150 kW alimenteranno il gruppo frigo ad assorbimento** producendo 110 kW frigoriferi (che andranno ad integrare i gruppi frigo tradizionali preesistenti),

**mentre i restanti 57 kW saranno destinati alla produzione di ACS** e saranno sufficienti al fabbisogno del locale mensa e dei suoi relativi servizi.

**Il motore selezionato per l'impianto di trigenerazione è mostrato in fig.4 (motore a gas metano MAN tipo E 2876 E 312 ciclo Otto – 4 tempi).**



<b>Fig 4:</b> (Impianti di cogenerazione e trigenerazione)	Motore endotermico per cogeneratore tipo MAN
---	--