

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

TESI DI LAUREA

**ANALISI DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER
L'INSTALLAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO DI
COGENERAZIONE PRESSO IL POLICLINICO FEDERICO II**

RELATORE

CH.MO PROF. ING. FRANCESCO CALISE
CH.MO PROF. ING. ADOLFO PALOMBO

CANDIDATO

Francesca Modesti
M67/77

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

L'esigenza sempre più sentita di contenere i costi legati al servizio energia e la maggiore attenzione verso la salvaguardia dell'ambiente, impongono ai responsabili di grosse utenze di intervenire con misure e tecnologie finalizzate ad un uso razionale delle risorse energetiche.

Nell'ottica del risparmio energetico si muove la cogenerazione. Quest'ultima è, allo stato attuale, una delle modalità di produzione dei vettori energetici per usi finali più efficiente; permette, infatti, di produrre insieme energia elettrica e calore sfruttando in maniera ottimale l'energia primaria contenuta nel combustibile.

Tra le entità più energivore del nostro paese sono annoverati gli ospedali, strutture complesse che necessitano durante tutto l'anno, contemporaneamente energia elettrica, termica e frigorifera, al fine di fornire cure mediche senza interruzioni, con la migliore qualità, nel minor tempo possibile e nelle migliori condizioni ambientali e umane.

Proprio la necessità di richiedere simultaneamente sia energia elettrica che termica, fa sì che l'ambito Ospedaliero rappresenti una delle situazioni di maggior interesse per l'inserimento di impianti cogenerativi.

In questo lavoro di tesi l'attenzione è stata rivolta alle strutture della zona ospedaliera della città di Napoli, in particolare al Policlinico dell'AOU Federico II, già dotato di una centrale di trigenerazione, e agli ospedali Monaldi e Cotugno dell'Azienda Ospedaliera di Rilievo Nazionale Ospedali dei Colli. La centrale di trigenerazione del Policlinico consente la produzione combinata di energia elettrica, di energia termica e di energia frigorifera. La cogenerazione avviene attraverso una turbina a gas, di potenza elettrica effettiva circa pari a 5 MW. Eventuali eccedenze di energia elettrica vengono immesse in rete, e dalla rete viene integrata l'energia elettrica necessaria, nel caso la produzione del cogeneratore non sia sufficiente. I fumi in uscita dalla turbina vengono convogliati in una caldaia a recupero, con potenza di recupero termico di circa 9 MW, per la produzione di vapore. Il cogeneratore lavora in parallelo con 2 caldaie, necessarie per garantire il soddisfacimento della richiesta di energia termica nei periodi di maggiore richiesta. L'energia così prodotta è utilizzabile per il riscaldamento ambientale, per la produzione di ACS, e per alimentare cinque assorbitori, i quali convertono energia termica in energia frigorifera.

Dei 3 complessi ospedalieri, sopra citati, sono stati studiati i flussi energetici, in particolare relativamente al Policlinico è stata confrontata sia la richiesta elettrica sia quella termica, con la potenza elettrica e il recupero termico del cogeneratore.

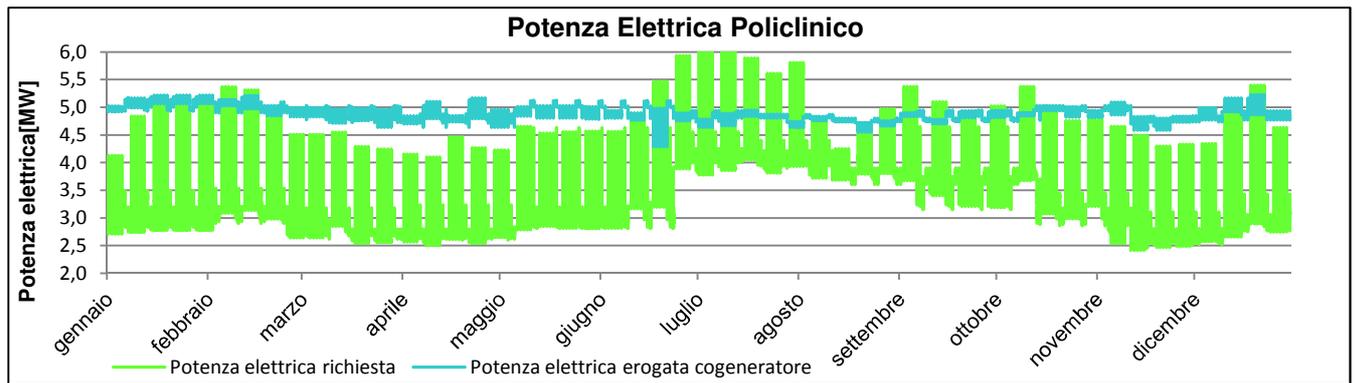


Figura 1: Confronto tra la richiesta elettrica del Policlinico e la potenza elettrica erogata dal cogeneratore

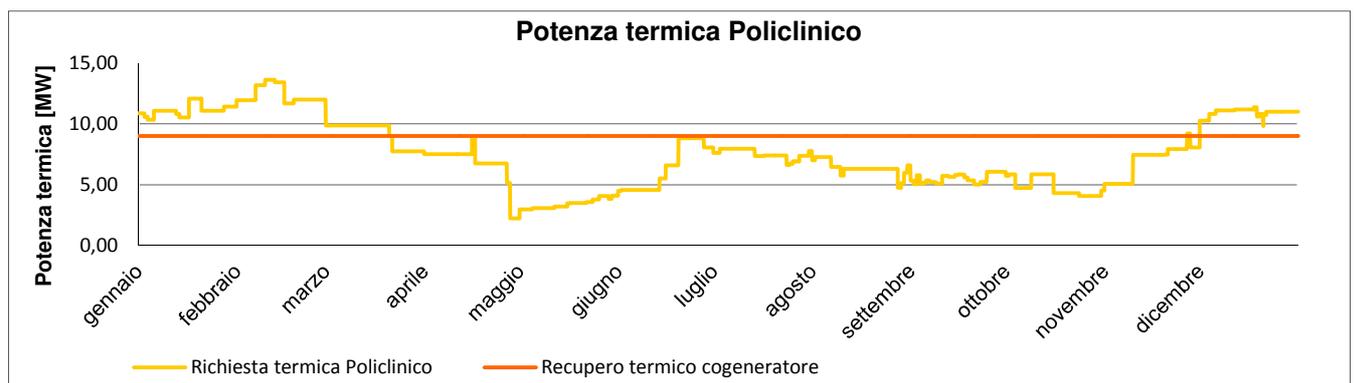


Figura 2: Confronto tra la richiesta termica del Policlinico e il recupero termico del cogeneratore

Dal grafico in Figura 1 è evidente la necessità di integrazioni di energia elettrica nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto; e per il resto dell'anno la presenza di eccedenze, che mensilmente superano i 1000 MWh che vengono ceduti alla rete. Per quanto riguarda l'energia termica, Figura 2, si riscontra un surplus di energia, specialmente nelle stagioni intermedie, che non viene utilizzata. A partire dall'analisi dei flussi energetici e facendo particolare attenzione agli aspetti normativi riguardanti la cogenerazione, sono stati individuati i possibili interventi di sostituzione dell'attuale cogeneratore in quanto risulta in funzione da più di 10 anni e il contratto di servizio energia in vigore è in scadenza.

Inizialmente, sono state considerate tecnologie cogenerative di taglia analoga a quella attuale:

- Turbina a gas Solar, modello Mercury 50;
- 2 Motori endotermici Jenbacher, modello J616 GS;
- 2 Motori endotermici Jenbacher, modello J620 GS;
- 1 Motore endotermico Jenbacher, modello J624 2 Stage.

Con queste possibili soluzioni viene venduta energia elettrica e termica al solo Policlinico.

Cercando poi di soddisfare totalmente la richiesta termica, elettrica e frigorifera del Policlinico, riducendo in questo modo le integrazioni delle caldaie e della rete, si è ipotizzato l'impiego di tecnologie di taglia maggiore:

- Turbina a gas modello GE5;
- Turbina a gas modello Taurus 65;
- Turbina a gas modello Taurus 70;

In questi casi, con l'obiettivo di limitare la dissipazione delle eccedenze di energia termica, nasce l'idea di vettoriare mediante una rete di teleriscaldamento il surplus di energia termica ai due ospedali Monaldi e Cotugno oggi alimentati da sistemi di tipo tradizionale. La rete vapore può essere realizzata seguendo 2 possibili percorsi rappresentati in Figura 3.



Figura 3: Possibili percorsi per la rete di teleriscaldamento

Per tutte le soluzioni proposte viene fatta un'analisi sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista economico.

Relativamente all'analisi economica, l'ipotesi sostenuta è che l'AOU Federico II stabilisca un nuovo contratto con il futuro gestore che prevede la completa gestione dell'impianto di proprietà dell'AOU. Il gestore vende energia elettrica, termica e frigorifera al Policlinico ed energia termica agli ospedali dei Colli, nel caso di realizzazione della rete vapore, ad una tariffa omnicomprensiva stabilita dal contratto stesso, provvedendo ad acquistare le eventuali integrazioni di energia elettrica ed a vendere le eccedenze, oltre che a sostenere tutte le spese di gestione e manutenzione dell'impianto.

Nei casi in cui è prevista la vendita dell'energia elettrica e termica al solo Policlinico, l'analisi economica è stata fatta considerando una riduzione percentuale del 5%, 10%, 15%, 20% rispetto alle attuali tariffe di vendita, in questo modo l'investimento consente di fornire un vantaggio al Policlinico stesso.

In riferimento agli interventi di sostituzione associati alla realizzazione della rete vapore, l'analisi economica è stata realizzata considerando una riduzione rispetto alle tariffe di vendita attuali del 5%,10%,15%, 20% sia per le tariffe di vendita dell'energia termica ed elettrica al Policlinico, sia per la tariffa di vendita dell'energia termica agli ospedali dei Colli.

La cogenerazione può contare su un sistema articolato di incentivi diretti e indiretti.

Per ciascun intervento, è stato verificato che il nuovo impianto di cogenerazione, rientri nella definizione di cogenerazione ad alto rendimento (CAR), in accordo a quanto previsto dal DM 4 agosto 2011 e s.m.i. Verificando tale condizione sono quindi stati determinati i Titoli di efficienza Energetica, che è possibile ottenere secondo il DM 5 settembre 2011 per gli impianti riconosciuti come CAR. Considerando la possibilità di accedere a tali incentivi sono stati calcolati i principali indici economici, per tutte le soluzioni proposte.

In particolare il primo intervento proposto prevede la sostituzione dell'attuale turbina Taurus 60 con una turbina Mercury 50 di potenza elettrica 4,6 MW e potenza termica recuperabile di 7,2 MW.

Utilizzando le curve di correzione, fornite dalla casa produttrice della turbina Mercury 50, è stato modificato per ogni ora dell'anno il valore della potenza elettrica erogata, della potenza termica recuperabile e dell'efficienza della turbina in relazione alla temperatura esterna di Napoli. In questo modo è stato possibile confrontare sia il carico elettrico sia quello termico, richiesti dal Policlinico, con la potenza elettrica e il recupero termico del nuovo cogeneratore. Poiché nelle stagioni intermedie: Aprile-Giugno e Settembre-Novembre si riscontra un surplus di energia termica disponibile, è possibile utilizzare tale energia termica per alimentare una batteria di raffreddamento aria comburente di cui è dotato il cogeneratore, in modo da avere prestazioni della turbina più elevate indipendentemente dalla temperatura dell'aria ambiente.

Il secondo intervento proposto prevede la sostituzione dell'attuale turbina, rispettivamente o con 2 motori J616 GS o 2 motori J620 GS oppure con un motore J624 2 stage.

In prima ipotesi si è pensato di utilizzare il solo recupero ad alta temperatura dei motori ma si avrebbe un notevole spreco di energia termica, pertanto nel terzo intervento proposto è stata considerata la possibilità di utilizzare anche il recupero a bassa temperatura.

In particolare il recupero termico ad alta temperatura viene utilizzato principalmente per alimentare i cinque assorbitori bistadio e per l'energia termica richiesta come vapore da alcuni edifici del Policlinico. Nei mesi in cui gli assorbitori non sono in funzione e nel caso in cui la potenza termica necessaria ad alimentarli e a produrre il vapore richiesto è inferiore alla potenza recuperata, la restante parte di energia termica, proveniente dal recupero ad alta temperatura, viene impiegata unitamente al recupero a bassa temperatura, per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento ambientale.

Per poter utilizzare il recupero termico a bassa temperatura è necessario però, sostituire gli scambiatori di calore presenti nelle sottocentrali termiche di ciascun edificio del complesso ospedaliero. I nuovi scambiatori considerati sono degli scambiatori a fascio tubiero, per i quali è stato determinato il costo in relazione all'area di scambio.

Il terzo intervento considera la sostituzione con una turbina GE5 di potenza elettrica 5,5 MW e recupero termico circa 12 MW.

L'utilizzo di questa turbina consente di soddisfare quasi totalmente la richiesta termica ed elettrica del Policlinico ma si hanno notevoli eccedenze termiche, soprattutto nei mesi da Aprile a Novembre.

Pertanto al fine di massimizzare l'efficienza del sistema, le eccedenze termiche vengono cedute agli ospedali dei Colli, localizzati in prossimità del Policlinico, attraverso la realizzazione di una rete di teleriscaldamento. In questo modo il calore effettivamente utilizzato risulta notevolmente superiore e l'impianto rispetta i limiti stabiliti per la CAR.

Analogamente l'utilizzo delle turbine Taurus 65 e Taurus 70 è associato alla realizzazione della rete vapore e quindi alla cessione delle eccedenze termiche agli ospedali Monaldi e al Cotugno.

In particolare, la turbina Taurus 65 di potenza elettrica 6,3 MW necessita di integrazioni di energia elettrica nei mesi estivi e termiche nei mesi invernali per il Policlinico; mentre l'utilizzo della turbina Taurus soddisfa completamente la richiesta termica ed elettrica del Policlinico ed anche la richiesta termica degli ospedali dei Colli.

Nei diagrammi in Figura 4 e in Figura 5, sono riportati i grafici di confronto tra le soluzioni in relazioni al SPB e all'IP a parità di riduzione delle tariffe di vendita e tenendo conto dell'incentivo relativo all'energia elettrica prodotta in regime CAR. Dal confronto sono stati esclusi l'impiego dei motori nel caso in cui si utilizzi solo il recupero ad alta temperatura e l'impiego della turbina GE5 non associata alla rete di teleriscaldamento.

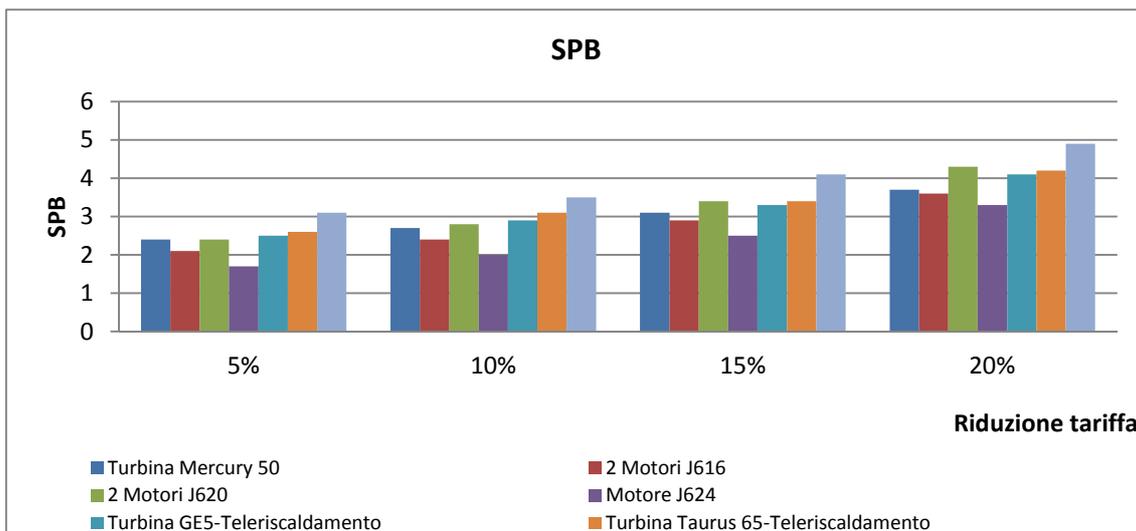


Figura 4: Valori del SPB per gli interventi proposti

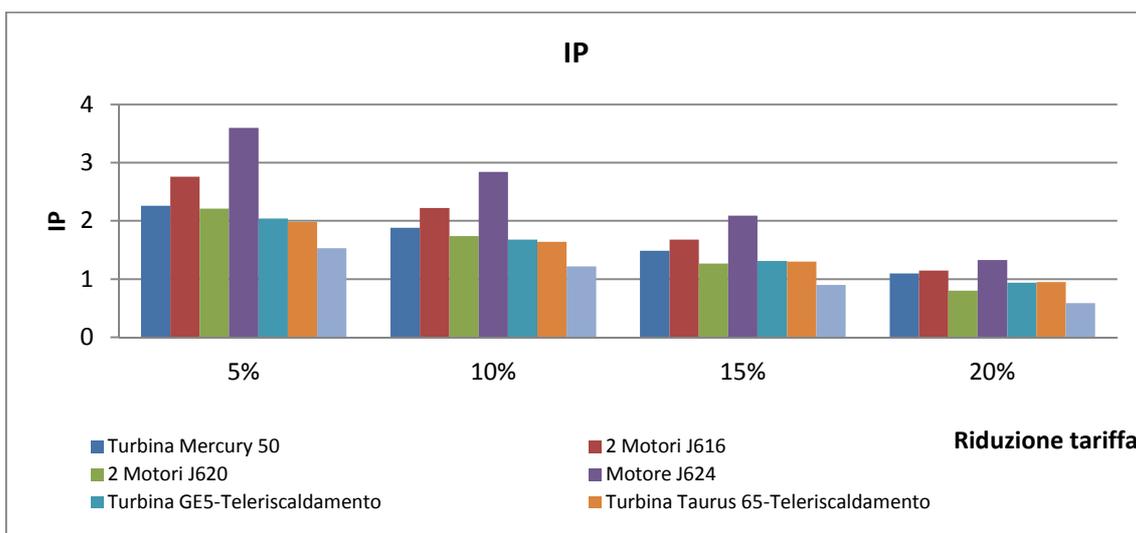


Figura 5: Valore dell'IP per gli interventi proposti

In assoluto la soluzione più conveniente per l'investitore è rappresentata dall'impiego del motore J624 2 stage, che prevede anche la sostituzione degli scambiatori di calore attualmente presenti.

Considerando un SPB non superiore a 3 anni, la riduzione massima per la tariffe di vendita al Policlinico è del 15% , in questo caso però non si avrebbe nessun beneficio per gli ospedali dei Colli.

Nel caso in cui, invece si vorrebbe ottenere un vantaggio anche per gli ospedali dei Colli, attraverso la realizzazione della rete di teleriscaldamento, la soluzione più conveniente per l'investitore è l'utilizzo della turbina GE5 con una riduzione massima delle tariffe pari a del 10%.