

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

ELABORATO DI LAUREA MAGISTRALE

**PROGETTAZIONE E SIMULAZIONE DINAMICA DI UN
IMPIANTO DI TRIGENERAZIONE AD ENERGIA SOLARE PER
UN'UTENZA OSPEDALIERA**

RELATORE

CH.MO PROF. ING. FRANCESCO CALISE

CANDIDATO

FIGAJ RAFAL DAMIAN

MATR. M67/78

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

Abstract

Al giorno d'oggi i problemi energetici hanno assunto un rilevanza fondamentale da un punto di vista politico, economico, sociale ed ambientale. La focalizzazione dell'attenzione su queste problematiche sta facendo cambiare il rapporto dell'uomo con l'energia, comportando anche una modifica dei stili di vita. Senza dubbio l'energia è il "motore" dei fenomeni naturali ed artificiali ed è quindi fondamentale per la vita sul nostro pianeta.

L'energia solare, oltre ad essere fondamentale per ogni forma di vita del nostro pianeta, risulta, rispetto alle altre fonti di energia sfruttate dall'uomo, pulita, inesauribile ed abbondante. Purtroppo, esistono anche degli svantaggi che ne ostacolano, seppur non in larga misura, l'utilizzo: infatti, l'energia del sole è per natura discontinua nel tempo a causa dei movimenti planetari, cambia di intensità da luogo in luogo e comporta notevoli costi per gli impianti atti alla sua captazione. Però la rapida espansione della generazione elettrica da energia solare ha consolidato il suo ruolo di fonte di energia rinnovabile e come fonte indispensabile nel quadro energetico mondiale.

L'energia che proviene dal sole sotto forma di radiazione può essere sfruttata ai fini energetici essenzialmente attraverso due tecnologie: collettori solari e pannelli fotovoltaici.

Nel collettore solare la radiazione arriva al dispositivo di captazione, viene assorbita dall'assorbitore e trasferita ad un fluido termovettore, che può essere acqua, aria o un fluido diatermico per poi cedere e accumulare questo calore in un apposito serbatoio. Il collettore solare è il componente essenziale dei dispositivi che trasformano l'energia solare radiativa in qualche altra forma utile di energia.

Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulla sull'effetto fotoelettrico, ovvero sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, di convertire direttamente l'energia della radiazione solare in energia elettrica.

La produzione di energia termica ed elettrica può avvenire contemporaneamente nei pannelli fotovoltaici cogenerativi.

L'utilizzo del district heating and cooling, ovvero di teleriscaldamento e teleraffreddamento, può avere un significativo impatto sulla riduzione delle emissioni dei gas serra e dell'inquinamento atmosferico. Un sistema energetico centralizzato, che può produrre sia fluidi caldi che freddi e di distribuirli alla comunità, ha un significativo potenziale nel risolvere i diversi problemi energetici. Avere un sistema di produzione e distribuzione di riscaldamento e raffreddamento non solo procura acqua calda e aria calda o fredda alla comunità con un consumo ridotto di energia, ma anche comporta una riduzione delle emissioni di gas serra. Inoltre, l'utilizzo di una fonte rinnovabile per la fornitura dell'energia mediante un sistema centralizzato può essere più semplice e più economico rispetto all'utilizzo della stessa energia rinnovabile direttamente in ciascun singolo edificio. Sistemi ibridi che combinano fonti di energia rinnovabili o alternative come collettori solari sono stati incominciati ad essere utilizzati come fonte di energia.

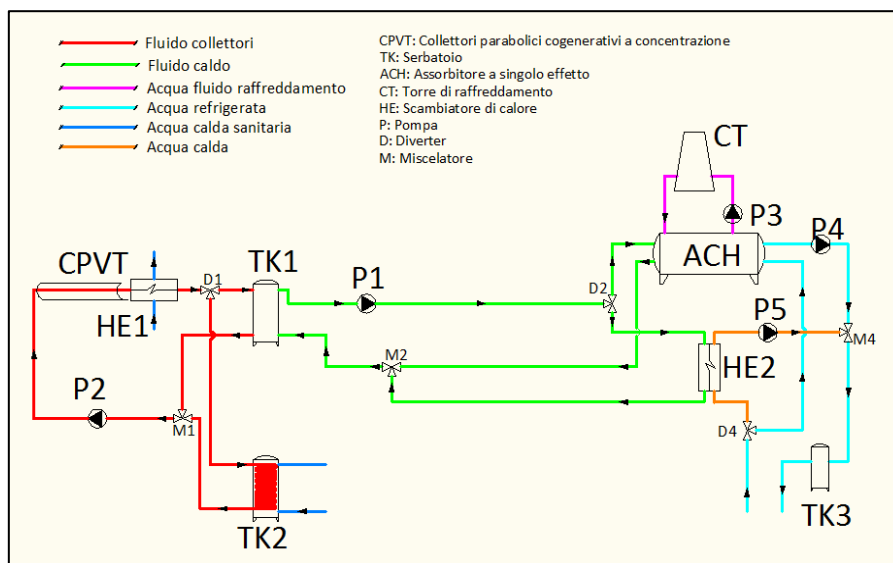
Dopo un'analisi di letteratura, la seguente tesi sviluppa la progettazione simulazione, in regime di dinamico, e l'analisi di un impianto di district solar heating and cooling, ovvero DSHC, tarato con le richieste di un utenza ospedaliera, rappresentata dall'ospedale universitario "Federico II" di Napoli, chiamato anche Policlinico di Napoli.



Ospedale universitario "Federico II"

Tra le varie tecnologie di collettori solari disponibili, e di conseguenza utilizzati negli impianti già esistenti per la trasformazione utile dell'energia solare, si è scelto un particolare tipo di collettore rappresentato dal CPVT, collettore solare fotovoltaico cogenerativo a concentrazione. La simulazione dinamica del sistema è stata operata per mezzo di un particolare software di calcolo denominato TRNSYS, TRAnsient SYstems Simulation.

Il sistema solare preso in analisi prevede la produzione combinata di acqua calda sanitaria insieme a un funzionamento che permette il riscaldamento ambientale invernale o in alternativa il raffrescamento ambientale estivo.

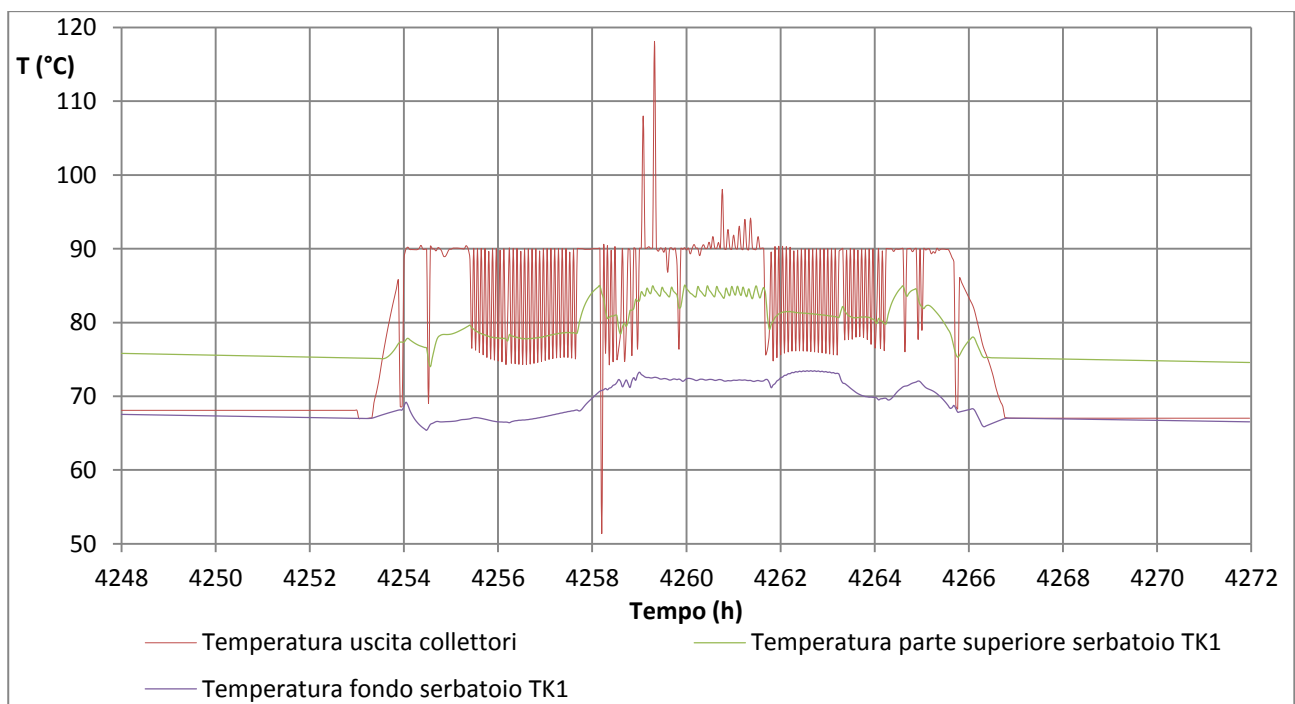


Schema impianto DSHC.

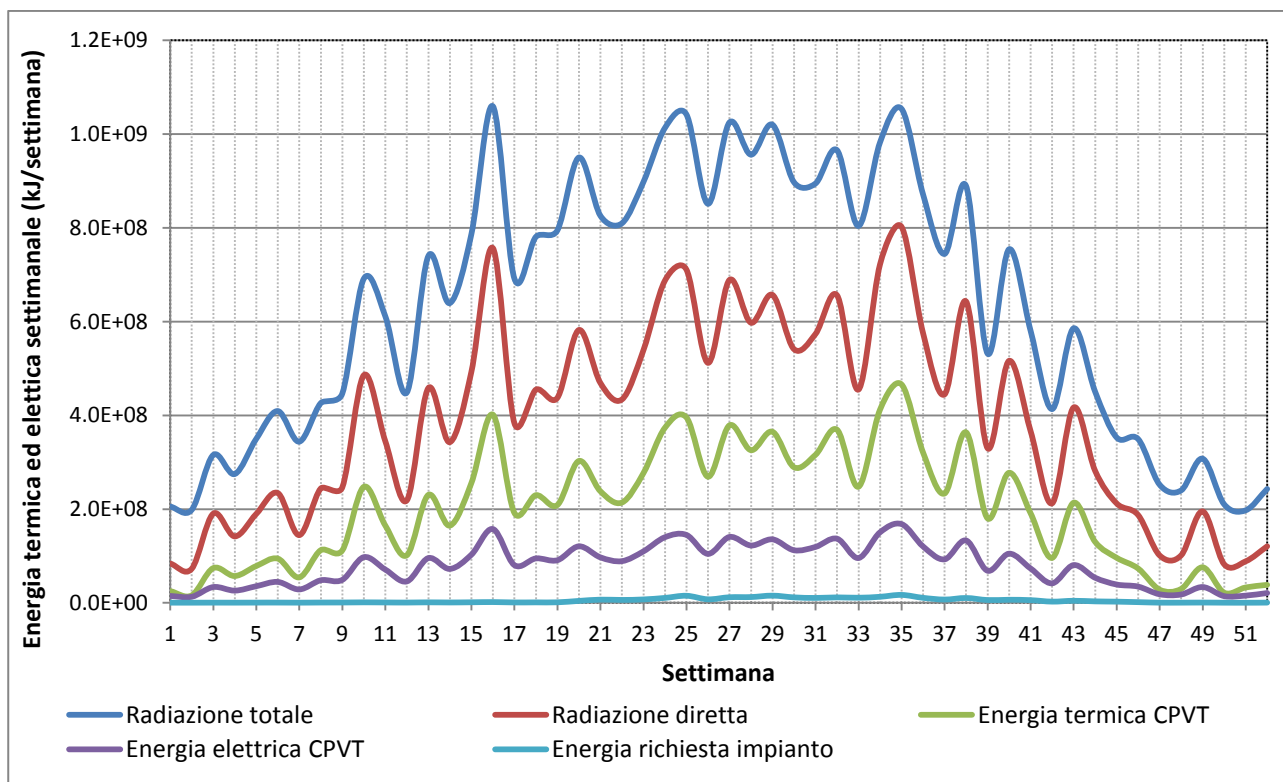
La funzione combinata del riscaldamento è possibile per mezzo di uno scambiatore di calore che fornisce acqua calda da mandare al sistema centralizzato, mentre quella del raffreddamento è effettuata con l'uso di un assorbitore a singolo effetto che, a sua volta, fornisce acqua fredda da mandare al sistema di climatizzazione, sempre centralizzato. Oltre alla produzione dell'energia termica e frigorifera, avendo adottato un pannello fotovoltaico nel collettore a concentrazione, esiste la produzione di energia elettrica. Quindi il sistema proposto è cogenerativo in quanto da un'unica fonte di energia, quella del sole, viene prodotta l'energia termica, frigorifera ed elettrica. Con la conversione dell'energia solare in energia termica generata dai collettori, è possibile realizzare il raffrescamento e il riscaldamento ambientale centralizzato, ovvero il district solar heating and cooling.

Il sistema di trigenerazione proposto, progettato e simulato dinamicamente in TRNSYS, basato sull'utilizzo di un particolare modello di collettori solari CPVT nell'alimentazione di un sistema di Solar Heating and Cooling a servizio di un utenza ospedaliera, ha mostrato, attraverso le analisi fatte, un corretto funzionamento.

La simulazione ha evidenziato, in generale, una frequente oscillazione della temperatura del fluido termovettore in uscita dai collettori, in grado di superare anche 100°C, dovuta all'alimentazione alternata dal fondo del serbatoio TK1 (dedicato al DSHC) e dall'uscita dello scambiatore interno del serbatoio TK2 (dedicato alla produzione di acqua calda sanitaria), che presenta una temperatura molto più bassa essendo a contatto con l'acqua di alimentazione di rete immessa a 12°C. Il funzionamento del sistema durante il periodo estivo di climatizzazione, analizzato nel regime dinamico, è stato soddisfacente in quanto la temperatura del fluido della parte superiore del serbatoio TK1, alimentante l'assorbitore, è quasi sempre superiore a 75°C, temperatura minima di alimentazione della macchina frigorifera in questione. La diversa temperatura della parte superiore e del fondo evidenziano la stratificazione del serbatoio.



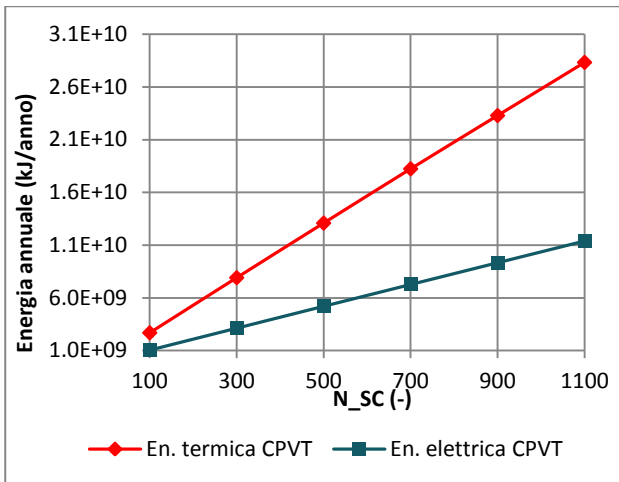
Il sistema presentato, anche se non essendo in grado di sopperire completamente alle richieste dell'utenza (riscaldamento, climatizzazione, acqua calda sanitaria ed energia elettrica), ha comunque evidenziato un potenziale risparmio energetico rispetto ad un sistema tradizionale. L'alimentazione del sistema avviene con un input di energia primaria pari a zero, essendo alimentato mediante energia solare, e ciò comporta il fatto che l'energia che esso produce e che viene utilizzata comporta un risparmio per l'utenza. Il motivo principale del risparmio è dovuta alla possibilità di massimizzare l'utilizzazione dell'energia termica ed elettrica prodotta dai CPVT, in particolare si ha che le produzioni maggiori si registrano in estate, dovute alle migliori condizioni di irraggiamento.



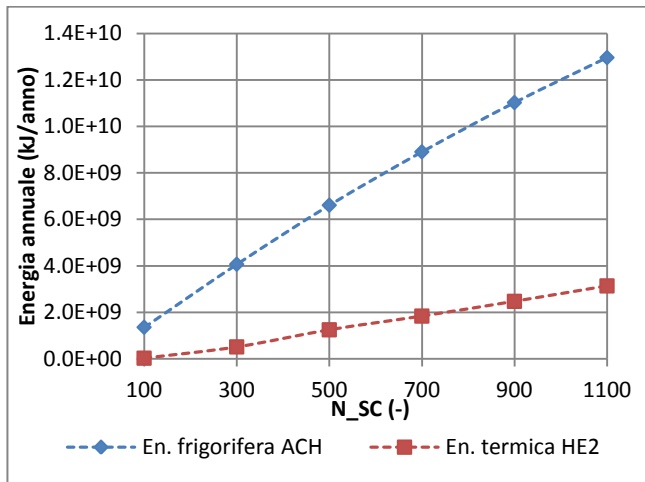
La produzione di energia elettrica, essendo superiore a quella utilizzata per alimentare i dispositivi elettrici dell'impianto, comporta dei risparmi economici in quanto essa viene in primis autoconsumata evitando il costo del suo acquisto e ceduta alla rete, comportano un soddisfacente risultato. Il ricavo dato dall'energia elettrica ceduta è forte del fatto che la maggiore produzione di energia si ha nelle ore centrali della giornata dove il prezzo di vendita di energia elettrica è maggiore. Di contro il funzionamento invernale è di gran lunga meno soddisfacente rispetto a quello estivo, poiché le produzioni termiche ed elettriche dei CPVT sono inferiori. In questo periodo la quantità di calore prodotta dai CPVT non è tale da garantire un soddisfacente livello di produzione di riscaldamento ambientale. Per quanto riguarda l'acqua calda sanitaria maggiori produzioni si hanno nel periodo invernale dovute al maggior apporto di energia al suo serbatoio, apporto, e quindi produzione, che si riduce nel periodo estivo dove il sistema punta di più alla produzione di energia frigorifera.

E' stata fatta un'analisi parametrica volta a determinare da quali parametri è più condizionato il funzionamento del sistema. Essa ha evidenziato che tra gli 8 parametri scelti, quello più influente è il numero

dei collettori, determinante la dimensione dell'impianto. Aumentando il numero di collettori aumentano, ovviamente, le produzioni di energia termica ed elettrica, e di conseguenza quelle cedute all'utenza.



Potenza termica ed elettrica al variare del numero di collettori



Potenza termica ed frigorifera cedute all'utenza

La redditività economica dell'impianto risulta paragonabile a quella di sistemi di riscaldamento e climatizzazione solare in generale. L'analisi economica ha evidenziato che il sistema, senza l'apporto di politiche di incentivazione, non è tanto redditizio in quanto nella configurazione di riferimento presenta un tempo di ritorno di quasi 15 anni, valore improponibile a livello economico. Mentre, sotto un incentivo, in particolare, in conto energia l'impianto può divenire molto conveniente, con riduzione del tempo di ritorno a meno di circa 3.5 anni, tanto da renderlo praticabile economicamente. Il funzionamento del sistema potrebbe essere sottoposto ad un processo di ottimizzazione fatto al fine massimizzare spinto la produzione di energia e i conseguenti ricavi dovuti al risparmio.