

MONITORAGGIO E DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI E DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO DEL COMPLESSO PEEP DI CORTICELLA

TESI DI: ANGELA BORGHI
LAUREATA A.A.2015/16 SESSIONE I

RELATORE: CHIAR.MO PROF. GIOVANNI SEMPRINI
DOCENTE DI IMPIANTI TECNICI – D.I.N.

CORRELATORE: ING. BRUNO VERSARI
RESPONSABILE DELLA CENTRALE TERMICA DI CORTICELLA (BO)

SINTESI

Il raggiungimento dell'obiettivo di efficienza energetica in edilizia è irrealizzabile attraverso la sola progettazione di nuovi edifici a consumi quasi zero (edifici NZEB); è fondamentale invece intervenire per ridurre i consumi energetici e le emissioni nocive del patrimonio immobiliare esistente. In questo senso si stanno orientando le normative europee ed italiane attraverso, per esempio, l'introduzione di incentivi per le riqualificazioni energetiche o con l'obbligo di contabilizzazione del calore negli edifici con impianti centralizzati.

E' tuttavia inefficace e rischioso investire in interventi di riqualificazione energetica senza una attenta analisi costi-benefici sia in fase ex-ante che post-intervento. Si rende quindi necessaria una continua attività di monitoraggio del sistema edificio-impianto che consenta, attraverso una adeguata diagnosi energetica, di comprendere il funzionamento e le potenzialità del complesso edilizio, valutare possibili scenari di intervento, scegliere e attuare le azioni più opportune, verificarne l'efficacia in fase di esercizio ed eventualmente intervenire nuovamente.

Il lavoro di tesi svolto si è posto come scopo principale quello di mostrare il grande potenziale delle attività di monitoraggio e diagnosi energetica, applicandone i concetti allo studio del complesso PEEP di Corticella (BO).

Il complesso edilizio PEEP di Corticella¹ si sviluppa tra il 1963 (piano PEEP Bologna) e il 1990 nella estrema periferia Nord di Bologna, su un'area di 10ha in cui sorgono 35 edifici, di cui 27 residenziali, per un totale di 938 appartamenti.

¹ Paragrafo 1.2

Il calore necessario all'intero complesso per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria è prodotto dalla Centrale Termica di Corticella e trasferito alle utenze grazie ad una rete di teleriscaldamento e a 17 sottocentrali di scambio termico².

Analizzando le letture dei contatermie censite dal 2010 e i dati registrati dal sistema informatizzato di gestione e controllo attivo da ottobre 2014, si sono elaborati due studi: un primo volto alla comprensione del funzionamento della rete di teleriscaldamento e l'altro destinato alla determinazione del comportamento energetico del parco immobiliare del comprensorio.

FUNZIONAMENTO DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO³

La rete di teleriscaldamento è alimentata dalla Centrale Termica di Corticella all'interno della quale operano 4 caldaie, ciascuna con potenza nominale di 2900 kW dotate di bruciatori modulanti alimentati a gas metano, e un cogeneratore in grado di produrre una potenza termica di 1576 kW e una potenza elettrica di 1413 kW. Questi generatori sono attivati in base alle richieste della rete, e in particolare in base agli orari di accensione fissati per ogni sottocentrale.

In fase invernale è fornita una potenza termica costante durante tutta la giornata di circa 1800kW, che deriva principalmente dal cogeneratore; negli orari di attivazione del riscaldamento intervengono le caldaie, di cui due lavorano alla massima potenza, mentre le altre due gestiscono i picchi di potenza richiesti in fase di accensione e nei periodi particolarmente freddi.

Per garantire al cogeneratore massimo rendimento, esso deve operare a potenza quanto più possibile massima e produrre acqua con un salto termico elevato. Questo è possibile nei periodi più freddi, mentre nelle stagioni intermedie, in cui sono frequenti aumenti di temperatura sensibili durante il giorno, il cogeneratore è costretto a subire numerosi spegnimenti poiché la richiesta scende al di sotto della potenza prodotta.

Nella stagione estiva, invece, la produzione è limitata al calore necessario per la fornitura di acqua calda sanitaria. E' attiva quindi una sola caldaia che produce acqua a temperatura costante di 73°C, con un consumo pari a un decimo di quello invernale.

Dalla centrale termica, l'acqua raggiunge le 17 sottocentrali attraverso la rete di distribuzione primaria composta da 3 anelli tra loro comunicanti. Analizzando le temperature dell'acqua in uscita dalla centrale e quelle registrate sul circuito primario nelle sottocentrali, si osserva che negli orari di spegnimento la temperatura è pressoché costante in tutta la rete. Nel momento di attivazione della centrale termica, l'acqua in uscita aumenta la sua temperatura; questo aumento raggiunge le sottocentrali con un ritardo proporzionale alla distanza dalla centrale termica. Si osserva inoltre che c'è un'influenza tra i diversi circuiti, che permette di sfruttare al massimo il calore immesso in rete. Tutto questo evidenzia una rete molto efficiente con perdite di distribuzione relativamente ridotte.

² Paragrafo 1.3

³ Paragrafo 1.4

L'acqua della rete primaria che arriva nelle sottocentrali cede calore a due reti secondarie attraverso due distinti scambiatori: uno destinato al circuito di riscaldamento e uno invece dedicato alla produzione di acqua calda sanitaria. Sui circuiti secondari l'acqua assume in mandata una temperatura fissa di 53°C per quanto concerne l'acqua calda sanitaria, mentre per il riscaldamento la temperatura è regolata in base ad una curva climatica.

Le sottocentrali sono state completamente riqualficate nel 2014 e in tale occasione sono stati inseriti nuovi dispositivi di misurazione, sia sul circuito primario che secondario, collegati al sistema informatizzato di gestione e controllo della Centrale Termica di Corticella elaborato da Bosch Energy and Building Solutions Italy. La recente normativa ha inoltre introdotto l'obbligo di contabilizzazione del calore e questo ha portato già dalla stagione invernale 2015-16 all'installazione di valvole termostatiche e ripartitori in alcuni edifici.

COMPORAMENTO ENERGETICO DEL COMPLESSO PEEP DI CORTICELLA

L'analisi del comportamento energetico del parco immobiliare si articola in tre parti: analisi dei consumi reali, analisi dei consumi storici e diagnosi energetica.

ANALISI DEI CONSUMI REALI⁴

L'analisi dei consumi reali è condotta con riferimento ai dati di consumo della stagione estiva 2015 e della stagione di riscaldamento 2015-2016, registrati a 4 livelli: scambiatore, distribuzione primaria, generazione, fornitura di gas metano. La rielaborazione di questi dati con metodo Operational Rating secondo la norma UNI 15603 permette di determinare il bilancio annuale di energia primaria.

L'energia primaria non rinnovabile complessivamente utilizzata nelle stagioni predette è di 17750 MWh, a fronte di una energia erogata pari a 19700 MWh con 1970 kWh di energia elettrica esportata. Quasi l'80% dell'energia prodotta è utilizzata per il riscaldamento invernale; infatti il consumo per la produzione di acqua calda, costante durante tutto l'anno, è circa un decimo di quello per riscaldamento.

A livello di produzione le caldaie forniscono il 90 % circa dell'energia termica richiesta. Il restante 10% è prodotto dal cogeneratore ed è sufficiente per ottenere la defiscalizzazione del consumo di gas metano.

E' stato inoltre possibile determinare il rendimento medio annuale della rete di teleriscaldamento per la stagione 2015-16, risultato pari all'82%.

I dati di consumo registrati su ogni circuito secondario e il rendimento di rete ottenuto sono utilizzati per determinare un "indice di prestazione energetica reale" per ogni edificio. Tale valore, ricavato come rapporto tra l'energia primaria e la superficie utile dell'edificio, permette di determinare un consumo medio annuo del parco immobiliare residenziale che ammonta a 193 kWh/mq/anno e che denota un complesso energeticamente abbastanza dispendioso. Azzardando

⁴ Paragrafo 2.1

un confronto con l'indice di prestazione calcolato per le certificazioni energetiche (concettualmente diverso ma utile per comprendere il significato dei valori ricavati), il comparto ricadrebbe complessivamente in classe energetica F, con differenze tra i fabbricati legate soprattutto alla tipologia edilizia (edifici in linea, a torre, plurifamiliari).

Allo stesso modo si è operato anche per gli edifici pubblici, i cui consumi sono rapportati al volume lordo riscaldato anziché alla superficie utile; anche in questo caso i consumi sono importanti, in particolare per il centro civico.

ANALISI DEI CONSUMI STORICI⁵

La seconda analisi prende in considerazione i dati di consumo delle stagioni di riscaldamento dal 2010 al 2016 e li rielabora e interpreta in base a due strumenti: la firma energetica e il consumo per unità climatica.

La firma energetica si ricava mediante interpolazione dei valori di potenza espressi in funzione della temperatura esterna ed è rappresentabile mediante una retta la cui pendenza rappresenta il coefficiente globale di scambio termico dell'edificio. Dal confronto tra l'inclinazione delle firme energetiche relative a diverse stagioni di riscaldamento è possibile osservare l'evoluzione dei consumi nei singoli edifici e individuarne possibili cause; è possibile inoltre operare il confronto tra edifici diversi.

Il consumo per unità climatica (CUC) è il rapporto tra il valore di consumo e i gradi giorno nel periodo di riferimento; è un parametro molto importante in quanto svincola i valori di consumo dalla variabile climatica esterna. Permette di capire quindi se vi sia o meno un'effettiva riduzione dei consumi. La rappresentazione grafica dei valori di CUC permette, inoltre, di osservare la corretta regolazione o meno dell'impianto, legata all'orizzontalità della congiungente i dati di una stagione.

Sia la firma energetica che la rappresentazione dei consumi per unità climatica sono stati elaborati per tutte le sottocentrali e per tutti gli edifici.

In generale si sono manifestate diffuse anomalie tra il 2013 e il 2015, verosimilmente dovute ai numerosi interventi sulla rete e in centrale termica. Globalmente si osserva una riduzione del consumo per unità climatica che denota una diminuzione reale dei consumi (non connessa all'andamento climatico). In particolare emerge un effetto positivo dell'installazione delle valvole termostatiche che garantiscono, negli edifici in cui sono state installate, una migliore regolazione dell'impianto; questo induce a prevedere un ulteriore beneficio con l'introduzione di tali dispositivi in tutto il complesso.

DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI⁶

Rielaborando ulteriormente i dati di consumo dell'ultima stagione si è arrivati a definire una firma energetica reale, caratteristica dello stato di fatto attuale di ogni immobile. Grazie ai dati

⁵ Paragrafo 2.2

⁶ Paragrafo 2.3

ricavati dalle firme reali è possibile operare una vera diagnosi energetica, ovvero un confronto tra dati reali e dati derivati da un modello teorico. Nella fattispecie si è preso a riferimento l'edificio standard previsto dal DM 26 giugno 2015 norma base per il calcolo della classe energetica.

La prima analisi ha riguardato i consumi di acqua calda sanitaria, attraverso il calcolo del volume giornaliero richiesto. La norma UNI TS 11300, cui si fa riferimento per i calcoli standard, utilizza un valore calcolato in base alla superficie utile che, confrontato con quello reale, mostra un consumo nettamente maggiore rispetto al valore normato. Questo implica un elevato consumo da parte dell'utenza con conseguente notevole spreco energetico ma anche una probabile sottostima da parte della norma.

Per quanto concerne il riscaldamento, si è considerato il parametro del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ($H't$). Tale parametro è definito dal DM 26 giugno 2015 che ne fissa i valori minimi da raggiungere in fase di intervento sugli edifici. Il coefficiente reale viene calcolato a partire dalla pendenza della firma energetica reale e confrontato col valore di 0,65, obiettivo minimo richiesto dalla norma per la riqualificazione energetica. Per edifici con $H't$ molto superiore a quello di norma, come nel caso degli edifici a torre, il beneficio energetico derivante da un intervento di riqualificazione energetica è rilevante, con un risparmio che può superare il 15 %. Nel caso di altri immobili, come ad esempio gli edifici in linea, il vantaggio in termini di consumo risulterebbe minore; in termini economici questo potrebbe costituire un problema poiché si allungherebbero i tempi di ritorno dell'investimento.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha messo in luce un complesso edilizio piuttosto oneroso a livello energetico, in cui gli interventi eseguiti sulla rete di teleriscaldamento hanno già prodotto una prima riduzione dei consumi. Essendo tali azioni piuttosto recenti, i dati a disposizione sono, tuttavia, ancora limitati per sancirne l'effettiva validità.

Si auspica, pertanto, che il presente lavoro di tesi possa essere approfondito negli anni a venire, implementando i dati di gestione e consumo con quelli registrati nelle prossime stagioni. Questo tipo di analisi consentirebbe, innanzitutto, di agire proficuamente sulla gestione e regolazione del sistema, intervento che comporta un dispendio di risorse relativamente limitato, e successivamente di valutare possibili azioni più risolutive per gli edifici particolarmente energivori.

Attività di monitoraggio e diagnosi energetiche analoghe a quelle descritte dovrebbero essere svolte in tutti i comprensori alimentati da reti di teleriscaldamento o da impianti centralizzati poiché forniscono gli strumenti per una gestione più consapevole di questi sistemi sia da parte degli operatori che dell'utenza.