



Analisi dell'impatto delle valvole termostatiche sui consumi finali degli utenti collegati alle reti di teleriscaldamento dei Comuni montani delle zone climatiche E ed F

Enrico Biele, Dario Di Santo, Giuseppe Tomassetti

ANALISI DELL'IMPATTO DELLE VALVOLE TERMOSTATICHE SUI CONSUMI FINALI DEGLI UTENTI COLLEGATI
ALLE RETI DI TELERISCALDAMENTO DEI COMUNI MONTANI DELLE ZONE CLIMATICHE E ED F

Enrico Biele, Dario Di Santo, Giuseppe Tomassetti (FIRE)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Obiettivo: Modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica per le Pubbliche Amministrazioni

Responsabile del Progetto: Gaetano Fasano, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno del Contratto di Ricerca "Analisi dell'impatto delle valvole termostatiche sui consumi finali degli utenti collegati alle reti di teleriscaldamento dei comuni montani di zona climatica E e F"

Responsabile scientifico ENEA: Gaetano Fasano

Responsabile scientifico FIRE: Dario Di Santo

Si ringraziano l'associazione FIPER e la società TCVVV spa per la preziosa collaborazione fornita

Indice

SOMMARIO.....	5
SEZIONE I	
INTRODUZIONE E METODOLOGIA ADOTTATA NELLO STUDIO.....	6
TELERISCALDAMENTO E SISTEMI DI REGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE.....	7
TELERISCALDAMENTO.....	7
SISTEMI DI TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE	10
IL QUADRO LEGISLATIVO INTRODOTTTO DAL D.LGS.102/14.....	12
IL QUADRO REGOLATORIO	14
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI INDOTTI SUI CONSUMI DELLE UTENZE CHE HANNO INSTALLATO VALVOLE TERMOSTATICHE	16
INTRODUZIONE	16
L'IMPIANTO DI TIRANO.....	17
L'IMPIANTO DI SONDALO	18
ANALISI DEI DATI DISPONIBILI PER L'INTERA RETE.....	19
ANALISI DEI DATI DELLA FORNITURA DI CALORE PER L'INTERA RETE.....	20
ANALISI DEI DATI CLIMATICI PER I DUE CENTRI ABITATI	23
VALUTAZIONE DEI CONSUMI DELLE RETI IN RAPPORTO AL CLIMA	25
VALUTAZIONE DEI CONSUMI DELLA RETE E DEI CONDOMINI CON I GRADI GIORNO MISURATI E CONSIDERANDO LA FIRMA ENERGETICA DEGLI EDIFICI PER IL COMUNE DI TIRANO.....	27
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI SINGOLI CONDOMINI SULLA BASE DELLA QUOTA DI CONSUMO RISPETTO ALLA RETE	32
VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SUI CONSUMI INDOTTO DALLE VALVOLE TERMOSTATICHE	32
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL CONDOMINIO T1 (TIRANO).....	33
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL CONDOMINIO T2 (TIRANO).....	35
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL CONDOMINIO T3 (TIRANO).....	36
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL CONDOMINIO T4 (TIRANO).....	37
VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEL CONDOMINIO T5 (TIRANO).....	39
CONDOMINIO S1 (SONDALO)	41
CONDOMINIO S2 (SONDALO)	42
CONDOMINIO S3 (SONDALO)	43
CONDOMINIO S4 (SONDALO)	44
ANALISI COL METODO DELLA FIRMA ENERGETICA DEI CONDOMINI DEL COMUNE DI TIRANO	46
CONDOMINIO T1 (TIRANO).....	46
CONDOMINIO T2 (TIRANO).....	48
CONDOMINIO T3 (TIRANO).....	50
CONDOMINIO T4 (TIRANO).....	52
CONDOMINIO T5 (TIRANO).....	55
SEZIONE II	
GUIDA PER UTENTI E AMMINISTRATORI DI CONDOMINIO SULLA CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI PER IL RISCALDAMENTO.....	58
PREMESSA GENERALE	58
ATTIVITÀ DI RICOGNIZIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA	58
ATTIVITÀ PROGETTUALI-TECNICHE	59
ESECUZIONI DEI LAVORI	60
GESTIONE DELLA SUDDIVISIONE DEI COSTI	61
CONCLUSIONI DELLA GUIDA.....	62

CONCLUSIONI	64
APPENDICE: LETTERA DI PRESENTAZIONE DELLE ATTIVITÀ E FORMAT DI RICHIESTA DATI	65
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	67
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI.....	67
COLLEGAMENTI UTILI	67
COLLABORAZIONI	68
NOTA SUGLI AUTORI.....	69

Sommario

L'obiettivo primario del presente lavoro è stato quello di analizzare i risultati conseguiti attraverso l'installazione di valvole termostatiche presso differenti tipologie di edifici residenziali e commerciali in alcuni Comuni serviti da reti di teleriscaldamento in zone climatiche E ed F; si è voluto inoltre, anche sulla base delle analisi svolte, formulare una breve guida contenente una serie indicazioni per utenti e gestori di patrimoni immobiliari. L'analisi dei risultati è trattata nella prima sezione del lavoro, per differenziarla dalla guida che è stata inserita nella seconda sezione dello stesso.

L'attività principale è stata quella di raccolta, elaborazione, correlazione e commento dei dati di due reti di teleriscaldamento e di nove edifici a esse connessi nei Comuni di Tirano (zona climatica E) e Sondalo (zona climatica F), entrambi appartenenti alla provincia di Sondrio.

La valutazione delle prestazioni dei singoli edifici è stata effettuata sia secondo modalità convenzionali sia con la produzione di indicatori specifici per tener conto del rapporto dei consumi ante e post installazione delle valvole termostatiche in relazione agli andamenti dell'intera rete di riferimento.

L'analisi dei dati ha mostrato che globalmente, nelle quattro stagioni invernali studiate, dal 2011 al 2015, la domanda di energia termica ha subito una forte variazione nei valori di consumo dell'intero parco di edifici allacciati, con scostamenti anche superiori al 20% tra diverse annualità, rilevando scostamenti particolarmente sensibili nei mesi di marzo e aprile.

L'analisi specifica degli edifici selezionati ha mostrato una forte dispersione dei risultati: accanto a edifici che hanno mostrato una specifica riduzione di consumi, da sommare a quella media della globalità del parco allacciato alla rete, vi sono edifici che hanno avuto forti oscillazioni, fino ad aumentare la propria quota di consumo rispetto al parco di riferimento. Questo tipo di risultato può non essere quello atteso da chi ha gestito l'installazione dei sistemi di contabilizzazione, ma conferma i dati di letteratura dalle varie esperienze sia italiane che estere.

Si ritiene che la contabilizzazione possa portare ad una riduzione dei consumi dopo aver prodotto un riequilibrio fra i vari utenti, corretto le inefficienze preesistenti, e dopo che i vari occupanti abbiano compreso ed interiorizzato il meccanismo di regolazione, di lettura e di ripartizione.

La seconda parte del rapporto fornisce una sintetica linea guida che ha l'obiettivo di informare amministratori di condominio ed utenti su come adoperarsi per massimizzare i benefici derivanti da una corretta regolazione e contabilizzazione del calore.

SEZIONE I

Introduzione e metodologia adottata nello studio

Le direttive sulle prestazioni energetiche degli edifici (2010/31/UE) e sull'efficienza energetica (2012/27/UE) pongono forte attenzione all'efficientamento del parco immobiliare, sia pubblico che privato. Due tipici interventi riguardano la promozione dello sviluppo di reti di teleriscaldamento e l'installazione di valvole termostatiche. Talvolta tali interventi, in particolare nelle zone del Centro-Nord Italia, possono essere abbinati per massimizzare i vantaggi ottenibili dalle due soluzioni. Da un'analisi preliminare è risultato che mentre i gestori di reti di teleriscaldamento dispongono di una buona mole di dati sulla generazione termica realizzata e sui consumi fatturati ai clienti allacciati, manca un'analisi degli stessi dal punto di vista locale e globale, e in particolare sugli effetti dell'abbinamento teleriscaldamento-valvole termostatiche. Il lavoro svolto si è concentrato prevalentemente su quest'ultimo aspetto.

La prima attività è stata di raccolta bibliografica e di analisi, dal punto di vista legislativo e regolatorio, delle novità introdotte dal recente Decreto Legislativo numero 102 del 4 luglio 2014 [1]. Tale provvedimento ha imposto particolari obblighi di installazione di sistemi di termoregolazione negli edifici e ha previsto la promozione delle reti di teleriscaldamento, oltre a prevedere importanti attività in capo all'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas e il Sistema Idrico.

La seconda fase del lavoro è consistita nell'individuazione dei potenziali fornitori di dati e successiva raccolta, elaborazione, correlazione e commento dei dati ottenuti. Inizialmente si è cercato di coinvolgere il maggior numero possibile di gestori o proprietari di impianti di teleriscaldamento, grazie al supporto della FIPER che ha provveduto ad inoltrare un'apposita comunicazione ai propri associati. A tal proposito era stato predisposto un modulo in formato di foglio di calcolo con tavole da compilare e annesse istruzioni, unitamente ad una lettera preparata da FIRE di spiegazione del lavoro e richiesta di coinvolgimento, che la FIPER ha inviato agli associati. La lettera e un estratto del foglio di calcolo sono riportati in Appendice. I dati ottenuti e su cui sono state condotte le valutazioni sono quelli di due impianti a rete e nove edifici nei Comuni di Tirano (zona climatica E) e Sondalo (zona climatica F), entrambi nella provincia di Sondrio. Gli edifici sono condomini a prevalente destinazione residenziale e terziario commerciale.

La valutazione delle prestazioni dei singoli condomini è stata condotta sia secondo modalità convenzionali, sia con la produzione di indicatori specifici per tener conto del rapporto dei consumi ante e post installazione delle valvole termostatiche in relazione agli andamenti dell'intera rete di riferimento.

La modalità convenzionale ha permesso di ricostruire dai dati di consumo e dai dati climatici la curva energetica dell'edificio oggetto di studio, prima e dopo l'installazione dei sistemi di ripartizione dei consumi.

L'indicatore specifico utilizzato è invece basato sulla determinazione del ruolo che lo specifico edificio ha avuto nel contribuire al consumo globale di tutti gli edifici allacciati; questa quota è stata calcolata mese per mese mettendo in luce se lo specifico edificio avesse o meno cambiato il proprio modello di consumo a valle dell'installazione di sistemi di termoregolazione.

L'analisi specifica degli edifici selezionati ha mostrato una forte dispersione dei risultati: accanto ad edifici che hanno mostrato una specifica riduzione di consumi, da sommare a quella media della globalità del parco allacciato alla rete, vi sono edifici che hanno avuto forti oscillazioni, fino ad aumentare la propria quota rispetto al parco; come già accennato tale tipo di risultato può non essere quello atteso da chi ha gestito l'installazione dei sistemi di contabilizzazione, ma risulta in linea con i dati di letteratura di diverse esperienze nazionali ed europee.

Questo problema era atteso, in quanto i gestori delle reti di teleriscaldamento italiane non hanno in generale sviluppato attività di gestione della domanda, per motivi prevalentemente commerciali e culturali, con alcune eccezioni localizzate in precise aree.

Essi hanno contezza dei dati fatturati con cadenza mensile, grazie a reti dedicate, alle sottocentrali dei condomini ma non si occupano della suddivisione dei consumi eseguita nelle singole unità abitative o commerciali tema svolto dagli amministratori dei condomini (e dunque non hanno le informazioni che

consentirebbero di capire quali elementi collegati all'uso finale possano aver causato le variazioni riscontrate).

TELERISCALDAMENTO E SISTEMI DI REGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

Teleriscaldamento

Il termine teleriscaldamento fa riferimento alla fornitura di energia termica ad una pluralità di utenze mediante un fluido, acqua calda o vapore, che circola in una rete di tubazioni e che viene riscaldato in appositi impianti. Gli impianti per coprire il carico di base sono in genere caldaie o cogeneratori, a cui si affiancano caldaie di integrazione per far fronte ai picchi o ai guasti. La rete di teleriscaldamento è composta da un insieme di tubazioni coibentate che si diramano dalla centrale di produzione alle utenze, e che fanno ritorno alla centrale stessa. La cessione dell'energia termica alle utenze avviene di norma mediante uno o più scambiatori di calore situati in prossimità delle utenze stesse e dotati di appositi sistemi di misurazione del calore.

Le ragioni per promuovere il teleriscaldamento sono raggruppabili sotto quattro obiettivi principali:

- **Ambientali:** un impianto centralizzato, di taglia e complessità maggiore rispetto alle caldaie sostituite negli edifici, permette un maggior controllo delle emissioni e una maggiore sorveglianza sullo stato della manutenzione delle macchine. L'impianto centralizzato consente inoltre di usare, nel rispetto delle norme previste, anche combustibili diversi dal gas naturale e dal gasolio, quali i rifiuti, i combustibili solidi secondari, le biomasse solide.
- **Indipendenza e sostenibilità energetica:** un impianto centralizzato di taglia elevata può potenzialmente essere alimentato da combustibili nazionali di bassa qualità, differenti tra loro, e può diversificare le fonti primarie impiegate più facilmente di quanto possano fare le caldaie degli edifici.
- **Efficienza energetica:** il teleriscaldamento può utilizzare facilmente l'energia termica recuperata in cogenerazione da impianti termoelettrici in essere o da reflui dell'industria. Vanno tenute in ogni caso in conto le perdite della rete sia per le dispersioni di energia termica, sensibilmente rilevanti per le reti più piccole, sia per i pompaggi.
- **Razionalizzazione urbanistica:** il teleriscaldamento può potenzialmente integrarsi con i servizi a rete della distribuzione di energia elettrica, dell'acqua, del gas naturale, dei cavi per applicazioni telematiche, sia nell'utilizzo del sottosuolo che nella pianificazione degli interventi nel territorio.

A livello europeo, con riferimento a dati dell'anno 2009 reperibili nel documento dell'Autorità Garante per la Concorrenza e il Mercato "Indagine conoscitiva sul teleriscaldamento" [2], la percentuale di popolazione servita dal teleriscaldamento risulta estremamente variegata, a partire da un minimo del 4% in Italia e nei Paesi Bassi, ad un massimo del 99% in Islanda (vedi Figura 1). Circa il 75% del calore impiegato nelle reti europee risulta provenire da impianti di cogenerazione alimentati da combustibili fossili o rinnovabili, fra cui i rifiuti, e da processi industriali. La percentuale di energia termica proveniente da impianti di sola generazione calore alimentati da fonti rinnovabili è inferiore al 10% e la restante parte deriva da caldaie alimentate da combustibili fossili.

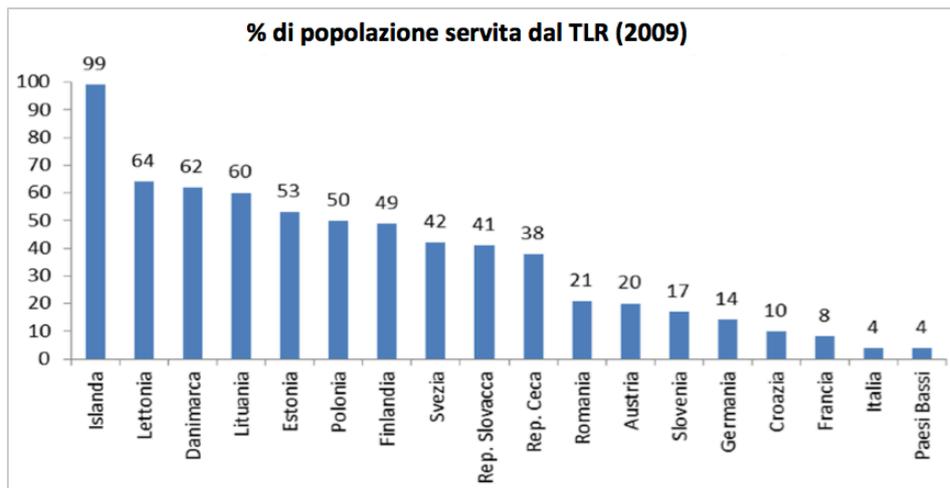


Figura 1: percentuale di popolazione europea servita dal teleriscaldamento [2]

A livello nazionale attualmente sono oltre 100 le città aventi una rete di teleriscaldamento, per una volumetria a cui viene fornito calore da reti censite di circa 279 milioni di metri cubi, a cui si aggiungono circa 4-5 milioni di metri cubi serviti da reti di piccole dimensioni (eccetto alcuni casi), alimentate a biomassa. La volumetria cumulata allacciata a reti di teleriscaldamento è riportata graficamente, suddivisa per anno, in Figura 2. Le perdite sulle reti risultano del 18% (dati medi AIRU [3]). I dati AIRU indicano inoltre un risparmio di circa il 20% di energia primaria rispetto ad una produzione separata di energia elettrica con efficienza del 50% e di energia termica con efficienza del 90% [3]. Risulta evidente un apprezzabile scostamento tra tali dati e i dati relativi ai soli impianti incentivati (dati GSE).

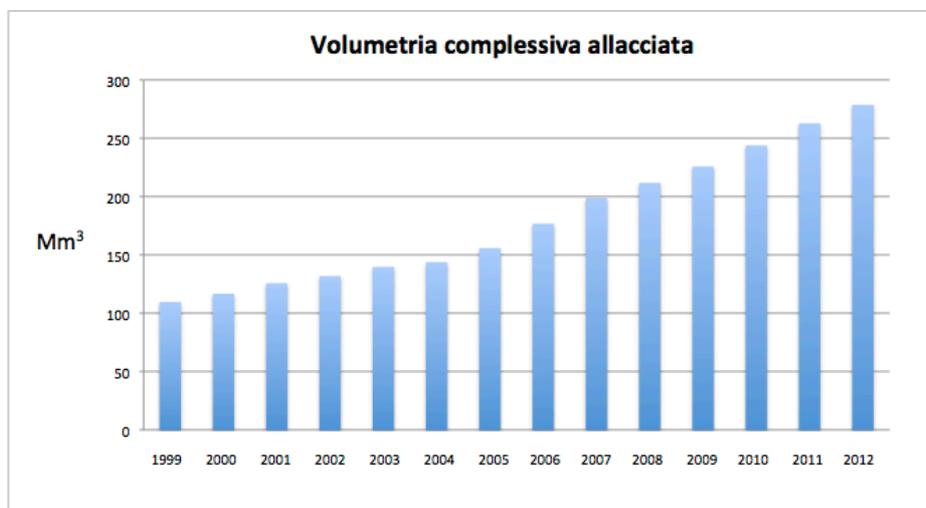


Figura 2: volumetria totale allacciata in milioni di m³ suddivisa per anno (elab. FIRE su dati AIRU)

Riguardo agli impianti alimentati a biomassa vergine, risultano associati alla FIPER, associazione di riferimento per il teleriscaldamento alimentato da biomassa, 86 impianti di teleriscaldamento a biomassa e 22 impianti a biogas agricolo e gassificazione. Tali centrali sono situate prevalentemente in aree montane e appenniniche delle zone climatiche E ed F e rappresentano la quasi totalità degli impianti di questa tipologia presenti sul territorio italiano [4], con una potenza termica cumulata di 0,45 GW_t ed elettrica di 0,025 GW_e. Complessivamente tali centrali servono oltre 900 km di rete. Le tonnellate di biomassa legnosa impiegata annualmente sono pari a 750.000.

Un potenziale di massima stimato dalla stessa Federazione all'interno dello studio "Potenziale di penetrazione del teleriscaldamento a biomassa legnosa in comuni non metanizzati" realizzato nel 2011

individua in circa 800 il numero di Comuni che potrebbero adottare il teleriscaldamento a biomassa legnosa (circa il 10% dei Comuni Italiani) di cui circa metà in zona climatica E e metà in zona F.

Per un quadro della suddivisione per tipologia impiantistica si fa riferimento ai dati dell'annuario AIRU riferiti a tutti gli impianti italiani, anche non appartenenti all'associazione, come quelli alimentati a biomasse per la maggior parte aderenti alla FIPER. L'annuario riporta poi una scheda per i principali impianti, rivolta prevalentemente al servizio svolto. I dati sotto riportati si riferiscono al 2012, contenuti nell'annuario 2013.

Tipologia impianto	Potenzialità installata al 31-12-12		Potenzialità installata al 31-12-11	
	Elettrica (MW _e)	Termica (MW _t)	Elettrica (MW _e)	Termica (MW _t)
Impianti di cogenerazione (alimentati a fonti fossili)	791	1.052	772	1.031
Centrali termoelettriche	-	1.065	-	1.065
Impianti incenerimento RSU	-	420	-	392
Impianti di sola combustione a biomassa	-	205	-	197
Impianti di cogenerazione a biomassa	59	146	33,3	67
Fonte geotermica	-	78	-	41
Pompe di calore	-	20,3	-	20,3
Recupero da processo industriale	-	11,0	-	11,0
Caldaie di integrazione e riserva	-	4.294	-	4.115
Totale	849	7.290	805	6.940

Tabella 1: tipologia degli impianti di produzione di energia (fonte AIRU)

La **Tabella 1** dedicata alle potenzialità delle apparecchiature installate indica la presenza di impianti per una potenzialità di generazione elettrica di 849 MW e di generazione termica per 7.290 MWt, delle quali ben 4.294 per integrazione e riserva.

Dalle note si ricava che la potenza elettrica è solo quella degli impianti "dedicati" per cui sono escluse sia le potenze elettriche degli inceneritori, sia le potenze elettriche delle centrali non "dedicate" dalle quali si recupera calore; la stessa tabella però include questi impianti nella potenzialità installata termica.

Tipologia impianti di cogenerazione	Potenzialità installata al 31-12-12			Potenzialità installata al 31-12-11		
	Elettrica (MW _e)	Termica (MW _t)	Numero unità	Elettrica (MW _e)	Termica (MW _t)	Numero unità
Turbina a vapore	157,7	347,4	4	157,7	347,4	4
Motore alternativo a gas	291,9	293,1	145	273,1	274,6	136
Ciclo combinato TG-TV	258,4	267,3	8	258,4	267,3	8
Turbina a gas (nel 2012 è stata rettificata la potenza termica di un impianto)	82,3	143,4	9	82,3	141,2	9
Turbina a vapore (biomasse)	55,3	141,4	11	29,9	63,3	3
Motore alternativo a biogas	3,32	4,12	3	3,318	4,122	3
Microturbina a gas	0,145	0,256	2	0,145	0,256	2
Motore alternativo diesel	0,430	0,430	1	0,430	0,430	1
Ciclo combinato MAD-TV	0	0	0	0	0	0
Totale	849	1.197	183	805	1.099	166

Tabella 2: tipologia di impianti di cogenerazione (fonte AIRU)

Questa scelta di classificazione è confermata dalla **Tabella 2** che riporta cicli combinati per 252 MW elettrici; essi risultano dalle schede come la somma dei piccoli impianti di Alba, Bologna, Cremona, Genova, Milano, Reggio Emilia e Rivoli, non includendo i 1.140 MWe dei tre impianti di Torino, i 30 MW di Verona ed

i 30 MW della Cartiera di Riva; l'insieme porterebbe il totale dei CC operanti per il teleriscaldamento a 1.458 MWe o di 2.089 MWe per tutti gli impianti.

La produzione di elettricità è indicata pari a 5.851 GWh, valore cui associare una durata di operazione nominale di $5.851/0,849=6.800$ ore/anno, valore troppo elevato rispetto alla durata della richiesta di calore, con impianti che dovrebbero dissipare il calore, oppure considerando la potenza stimata, $5.851/2.098=2.700$ ore/anno, valore più congruo.

La produzione di calore è indicata pari a 9.533 GWh, dei quali, a causa delle perdite nelle reti (circa il 16% in media), solo 8.005 sono consumati dagli utenti finali. Questa produzione riferita alla potenza installata porta a una durata di esercizio alla potenza nominale pari a $9.533/7.290=1.300$ ore/anno, indice molto significativo delle difficoltà di applicare il teleriscaldamento al clima italiano, con alcuni picchi ma brevi durate. Anche limitando l'esercizio agli impianti di base, con esclusione delle caldaie di integrazione e emergenza, quindi con potenza installata pari a $(7.290-4.294)=2.996$ MWt, si hanno $9.533/2.996=3.181$ ore/anno di generazione, valore congruente con quello ottenuto dalla produzione elettrica.

Il calore immesso in rete è derivato per il 50% (4,783 TWht) da fonti fossili consumate in cogenerazione sia in impianti dedicati sia in centrali elettriche; per il 27% (2,588 TWht) da fonti fossili consumate in caldaie con combustione semplice, per il 22% (2,101 TWht) da fonti rinnovabili, recupero da processi e dai rifiuti solidi urbani (o della sola quota biogenica?) infine per l'1% da pompe di calore.

Considerando la sola potenza termica installata nei soli impianti di cogenerazione, dedicati e non, pari a 2.117 MWt, si ha un altro valore per la durata $4.783/2,117=2.260$ ore/anno, valore corrispondente alle conoscenze. Per questi impianti il rapporto elettricità generata/calore è pari a $5.851/4.783= 1,2$.

Sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore

Due utili tecnologie per ridurre i consumi di energia e al contempo avere contezza dei consumi stessi sono i sistemi di termoregolazione e contabilizzazione dell'energia termica prodotta in centrale. Un sistema di termoregolazione permette un abbattimento dei consumi, mentre un sistema di contabilizzazione permette al contempo di valutarne l'efficacia, pianificare ulteriori azioni di riduzione degli stessi e, non da ultimo, di ripartire correttamente le spese tra vari utenti allacciati ad uno stesso sistema di distribuzione.

Un sistema di termoregolazione ha lo scopo di mantenere una temperatura costante negli ambienti interni. Tale tipologia di sistemi serve specialmente in presenza di impianti centralizzati dotati solo della centralina di controllo che imposta i tempi di accensione dell'impianto, regolando al più la temperatura di mandata dell'acqua ai radiatori in funzione della temperatura dell'ambiente esterno. In presenza di una centrale termica senza un sistema di termoregolazione si incorre nel problema di avere una forte discrepanza delle temperature in differenti zone dell'edificio, che vengono risolte, per permettere anche agli utenti più lontani dalla centrale di ottenere la temperatura desiderata, aumentando la temperatura dell'acqua di mandata. Tale aumento di temperatura si ripercuote sui vani già caldi con la conseguenza di dover dissipare energia termica che potrebbe essere impiegata altrimenti. Il sistema di termoregolazione deve quindi mettere l'utente (o chi gestisce la caldaia) in condizioni di decidere la temperatura desiderata all'interno dei locali, lasciando allo stesso l'obbligo di rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente, nonché il valore di altre grandezze controllabili. È opportuno che l'utente sia istruito per un corretto uso del sistema di regolazione.

Un tipico intervento di termoregolazione consiste nell'installazione di valvole termostatiche, in sostituzione delle valvole a comando manuale. Le valvole termostatiche regolano in maniera automatica l'afflusso di acqua calda in funzione del livello termico scelto e impostato dall'utente. All'aumentare della temperatura del locale la valvola si chiude, permettendo di ridurre l'apporto di calore al locale e quindi all'unità immobiliare. La valvola termostatica permette il mantenimento della temperatura ambiente al valore costante desiderato, controllando gli apporti di calore esterno e interno e quelli dipendenti da situazioni ambientali. Le valvole termostatiche installate in impianti centralizzati consentono un maggior equilibrio termico non soltanto all'interno di una stessa unità abitativa, bensì nell'intero edificio. Quando i vani più

caldi arrivano ad una temperatura predefinita, grazie alla chiusura delle valvole l'acqua calda continua ad affluire ai vani (o piani) che ancora non hanno raggiunto la temperatura di set point.

Un sistema di contabilizzazione è un ottimo complemento di un sistema di termoregolazione, sebbene possa essere utilizzato indipendentemente dallo stesso. Il sistema di contabilizzazione deve fornire all'utente un'indicazione rappresentativa del consumo energetico progressivo e facilmente accessibile sia da chi è deputato ai controlli dello stesso (in genere l'amministrazione del condominio o soggetto delegato) che dal singolo utente, per avere evidenza dei propri consumi e decidere se modificarli. Un sistema di contabilizzazione permette di gestire in modo autonomo il riscaldamento della propria unità abitativa, senza necessità di installare una caldaia autonoma. Per mezzo dei contatori individuali, ciascun utente può pagare solo l'energia termica che compete alla sua proprietà. La tipologia e i costi delle apparecchiature da installare dipendono dal sistema di distribuzione.

Riguardo alle tipologie di impianti di riscaldamento, si richiamano brevemente due configurazioni fondamentali: gli impianti a colonne montanti e quelli a zone (**Figura 3**).

I primi sono costituiti da un doppio anello con una tubazione di andata e ritorno che si estendono alla base dell'edificio. Dall'anello da essa costituito si diramano le colonne montanti che vanno ad alimentare i radiatori situati nei vari piani dell'edificio.

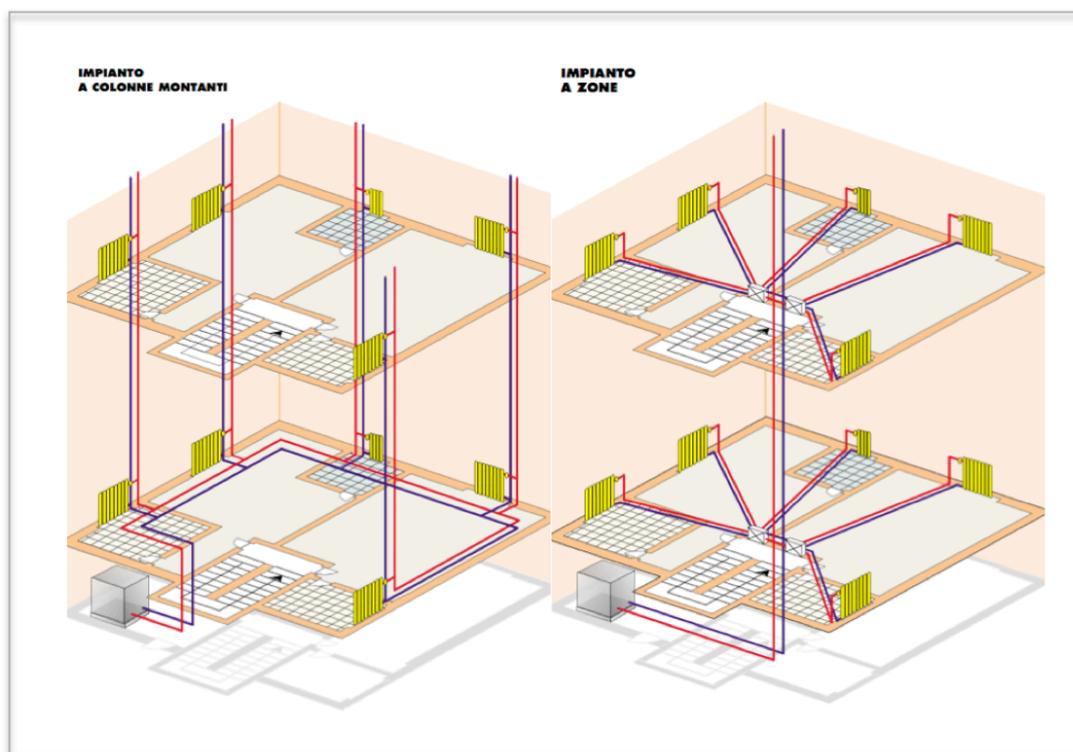


Figura 3: impianti a colonne montanti e a zone (fonte [5])

Gli impianti di riscaldamento a zone sono invece costruiti in maniera tale che ogni zona dell'edificio, piano o singola unità abitativa abbia dedicata una parte della rete di distribuzione. In tale tipo di impianto si ravvisa una maggior flessibilità nella gestione dei vari appartamenti, non riscaldando per esempio quelli che non necessitano di esserlo in quel particolare momento. Questa tipologia impiantistica è particolarmente suggerita negli edifici nuovi o nelle ristrutturazioni in cui esistono zone con diverse utilizzazioni (es. edifici destinati in parte ad uffici o negozi ed in parte a residenze) [5].

La tipologia di impianto a colonne montanti è molto diffusa principalmente perché permette di realizzare economie nella fase di costruzione dell'edificio. Più difficilmente però permette di ottimizzare la gestione dell'impianto di riscaldamento, specie quando si hanno impieghi diversi nelle varie zone dell'edificio. Per questi impianti appare necessario prevedere un sistema di ripartizione o di contabilizzazione installato su

ciascun radiatore (sarebbe impraticabile una contabilizzazione diretta, a meno del caso di un unico proprietario di tutti gli appartamenti connessi alla stessa tubazione).

Unitamente al sistema di ripartizione/contabilizzazione potrà essere installata una valvola termostatica per ciascun radiatore. L'ordine di grandezza per dotare un singolo termosifone di valvole e ripartitore può essere ragionevolmente stimato intorno ai 100 euro.

Ciò trova riscontro in una stima fornita dall'ing. A. Marrocchelli (ENEA), che prevede, per adeguare ogni termosifone, un valore compreso tra 80-100 euro, incluso il ripartitore, la valvola termostatica, la nuova valvola d'uscita e il nuovo sfiato dell'aria, a cui vanno aggiunti da due a quattro euro l'anno per la lettura dei consumi reali di ogni ripartitore e il calcolo dei costi da attribuire ai vari appartamenti. Ripartitori e batterie andranno sostituiti dopo circa dodici anni, con una spesa di circa 30 euro/unità. Con la termoregolazione e contabilizzazione un condominio potrebbe raggiungere risparmi del 15-20% (fonte: intervista a Qualenergia [6]).

Un secondo riscontro è una stima da Cofely Italia, che prevede per un impianto di "contabilizzazione" del calore e termoregolazione una spesa d'installazione variabile tra i 90 e i 140 euro per termosifone. Ciò facendo il condominio può realizzare un risparmio medio annuale sul combustibile utilizzato dalla caldaia compreso tra il 10% e il 30%, rispetto alla situazione anteriore all'installazione (fonte: [7]).

Secondo una simulazione Sif Italia riportata in un articolo del sole 24 ore, a Milano per un appartamento di 80 m² dotato di 6 caloriferi possono essere stimati circa 1.055 euro di spesa per l'installazione di valvole termostatiche, compresi i costi per adeguare le pompe di circolazione dell'impianto condominiale da portata fissa a variabile. Al netto della detrazione fiscale del 50%, a carico del singolo appartamento si calcolano costi annui pari a circa 146 euro tra spese di gestione e lettura oltre ai costi di installazione ripartiti su sei anni, stimati come vita media di una valvola (fonte: [8]).

Si sottolinea in ogni caso di valutare le agevolazioni fiscali o gli eventuali incentivi disponibili al momento della realizzazione degli interventi. Si ricordano ad esempio le detrazioni fiscali al 50% per le ristrutturazioni, o quelle al 65% per la riqualificazione energetica nel caso di contestuale cambio della caldaia con una a condensazione, o ancora, nel caso fosse una ESCO ad occuparsi dell'intervento, la possibilità per la stessa di accedere al meccanismo dei certificati bianchi mediante l'impiego della scheda analitica 26T.

Il quadro legislativo introdotto dal D.Lgs.102/14

Il D.Lgs. 102/14 di recepimento della Direttiva 2012/27/UE (c.d. direttiva "efficienza energetica") ha introdotto diverse misure di promozione del teleriscaldamento, oltre a prevedere specifici obblighi per i sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore. Con riferimento al teleriscaldamento in primo luogo viene definito come sistema di teleriscaldamento efficiente un sistema che usa, in alternativa, almeno il 50 per cento di calore di scarto, il 50 per cento di energia derivante da fonti rinnovabili, il 50 per cento di una combinazione delle precedenti o il 75 per cento di calore cogenerato. All'art.8, che regola l'obbligo di diagnosi per grandi imprese e soggetti energivori, viene imposto un obbligo alle imprese situate in prossimità di reti di teleriscaldamento o impianti cogenerativi ad alto rendimento. L'obbligo consiste nel tener conto nel processo di diagnosi anche della fattibilità tecnica, della convenienza economica e del beneficio ambientale, derivante dall'utilizzo del calore cogenerato o dal collegamento alla rete locale di teleriscaldamento. I successivi chiarimenti del Ministero dello sviluppo economico in tema di diagnosi energetiche [9] hanno stabilito che per prossimità debba intendersi il raggio di 1 km dal sito oggetto di diagnosi. Gli stessi chiarimenti indicano che per distanze maggiori, qualora si ravvisi un vantaggio tecnico-economico ed ambientale, l'impresa possa comunque eseguire la diagnosi comprendente gli aspetti legati alla cogenerazione e al teleriscaldamento.

Il successivo articolo 9 "Misurazione e fatturazione dei consumi" prevede che l'Autorità per l'energia elettrica, il gas ed il sistema idrico (AEEGSI) individui le modalità con cui gli esercenti l'attività di misura in tema di energia elettrica e gas naturale, teleriscaldamento, teleraffreddamento ed acqua calda per uso domestico, forniscano ai clienti finali dei contatori individuali che riflettono con precisione il consumo

effettivo e forniscano informazioni sul tempo effettivo di utilizzo dell'energia.

Tali contatori dovranno essere forniti anche in occasione di nuovi allacci in nuovi edifici o a seguito di importanti ristrutturazioni (D.Lgs. 192/05 e s.m.i.).

Lo stesso articolo prevede al comma 5 che qualora il riscaldamento, il raffreddamento o la fornitura di acqua calda per un edificio siano effettuati tramite una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, dovrà essere effettuata entro fine 2016 l'installazione da parte delle imprese di fornitura del servizio di un contatore di fornitura di calore in corrispondenza dello scambiatore di calore collegato alla rete o del punto di fornitura. Inoltre nei condomini e negli edifici polifunzionali riforniti da un sistema centralizzato o da una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, è obbligatoria l'installazione entro fine 2016 da parte delle imprese di fornitura del servizio di contatori individuali per misurare il reale consumo di energia termica o di raffreddamento o di acqua calda per ciascuna unità immobiliare, qualora ciò sia tecnicamente possibile ed efficiente in termini di costi e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali.

Alla lettera c) del comma 5 dell'art. 9 è comunque stabilito che nei casi in cui l'uso di contatori individuali non sia tecnicamente possibile o non sia efficiente in termini di costi, per la misura del riscaldamento si può ricorrere all'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore individuali per misurare il consumo di calore in corrispondenza a ciascun radiatore posto all'interno delle unità immobiliari dei condomini o degli edifici polifunzionali, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 834, con esclusione di quelli situati negli spazi comuni degli edifici, salvo che l'installazione di tali sistemi risulti essere non efficiente in termini di costi con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459. In tali casi sono presi in considerazione metodi alternativi efficienti in termini di costi per la misurazione del consumo di energia termica.

Da ultimo viene stabilito che quando i condomini sono alimentati dal teleriscaldamento o teleraffreddamento o da sistemi comuni di riscaldamento o raffreddamento, per la corretta ripartizione delle spese relative al consumo di calore per il riscaldamento delle unità abitative e delle aree comuni, qualora le scale e i corridoi siano dotati di radiatori, e all'uso di acqua calda per uso domestico, se prodotta in modo centralizzato, l'importo totale deve essere suddiviso in relazione agli effettivi prelievi volontari di energia termica utile e ai costi generali per la manutenzione dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma tecnica UNI 10200 e successivi aggiornamenti. È previsto che per la prima stagione termica successiva all'installazione dei dispositivi succitati la suddivisione possa essere determinata in base ai millesimi di proprietà.

Un altro punto importante è l'articolo 10, che al comma 17 definisce i compiti dell'AEEGSI in tema, tra le altre cose, teleriscaldamento. All'AEEGSI viene dato il compito, con uno o più provvedimenti da adottare entro luglio 2016, della promozione del teleriscaldamento e teleraffrescamento e della concorrenza del settore, mediante le seguenti azioni:

- definizione degli standard di continuità, qualità e sicurezza del servizio, inclusi gli impianti per la fornitura dell'energia termica e i relativi sistemi di contabilizzazione;
- definizione dei criteri per la determinazione delle tariffe di allacciamento delle utenze alla rete del teleriscaldamento e le modalità per l'esercizio del diritto di scollegamento;
- individuazione delle modalità con cui sono resi pubblici da parte dei gestori delle reti i prezzi per la fornitura dell'energia termica, l'allacciamento e la disconnessione, le attrezzature accessorie, ai fini delle analisi costi-benefici sulla diffusione del teleriscaldamento;
- individuazione delle condizioni di riferimento per la connessione alle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento, con l'obiettivo di favorire l'integrazione di nuove unità di generazione dell'energia termica e il recupero dell'energia termica utile in ambito locale;
- definizione delle tariffe di cessione dell'energia termica, esclusivamente nei casi di nuove reti di teleriscaldamento qualora sussista l'obbligo di allacciamento alla rete, imposto da Comuni o Regioni.

Al successivo articolo 11 viene stabilito che a fini statistici, per l'individuazione del potenziale nazionale di cogenerazione e teleriscaldamento e raffrescamento efficienti, e per l'impostazione di un'analisi costi-benefici, venga prodotta e curata da parte del GSE una banca dati nazionale. Per la loro parte, ai titolari di

infrastrutture di teleriscaldamento, è richiesta la trasmissione al GSE dei dati relativi alla propria infrastruttura, ove non già trasmessi, e i relativi aggiornamenti in caso di variazioni.

Il quadro regolatorio

L'AEEGSI, con delibera 411/2014/R/COM del 7 agosto 2014 ha avviato un procedimento per l'adozione di provvedimenti volti ad adempiere a quanto richiesto dal D.Lgs. 102/14, in particolare, di quelle di cui all'articolo 9, commi 1, 5, lettera c), e all'articolo 10, commi 17 e 18; con tale deliberazione l'Autorità ha anche evidenziato l'opportunità di procedere alla costituzione di un gruppo di lavoro interdipartimentale al fine di effettuare una prima ricognizione della situazione fattuale del settore di riferimento. Con la determina 59/DAGR/2014 l'Autorità ha proceduto all'assegnazione di personale al gruppo di lavoro interdipartimentale per lo svolgimento di una prima ricognizione del settore del teleriscaldamento, teleraffrescamento e acqua calda per uso domestico.

Con successiva deliberazione 19/2015/R/TLR del 29 gennaio 2015 "Integrazione dell'avvio di procedimento per l'adozione di provvedimenti in materia di regolazione e controllo nel settore teleriscaldamento, teleraffrescamento e acqua calda per uso domestico" l'Autorità ha individuato come aree di intervento iniziali e prioritarie le seguenti:

- le attività connesse con l'analisi di dettaglio dell'assetto del settore, quali il censimento completo dei soggetti operanti nel settore e delle infrastrutture di rete esistenti e in costruzione, l'acquisizione di dati relativi alle concessioni del servizio rilasciate dagli enti locali;
- l'acquisizione di informazioni idonee ad individuare e monitorare i casi in cui le Regioni o i Comuni hanno imposto l'obbligo di allacciamento alle reti;
- le informazioni relative ad atti e provvedimenti adottati dalle Regioni e dai Comuni nell'esercizio delle rispettive competenze in materia di teleriscaldamento e teleraffrescamento;
- la predisposizione di atti con i quali i gestori delle reti rendono pubblici i prezzi per la fornitura del calore, per l'allacciamento, per la disconnessione e per le attrezzature accessorie;
- la predisposizione di atti in tema di criteri per la determinazione delle tariffe di allacciamento delle utenze alla rete e di modalità per l'esercizio del diritto di scollegamento;
- la predisposizione di atti in materia di sicurezza, continuità, qualità commerciale del servizio, nonché degli impianti e dei sistemi di misurazione;
- la predisposizione di atti in materia di fatturazione dei consumi e di informazioni sulla fatturazione;
- la predisposizione di atti in materia di misura e contabilizzazione dei consumi in un quadro certo e stabile, anche mediante l'invio di segnalazioni ad autorità competenti;
- le attività necessarie alla successiva predisposizione di atti e provvedimenti in materia di misura e contabilizzazione dei consumi in un quadro certo e stabile, anche mediante l'invio di segnalazioni ad autorità competenti.

Con la delibera 5 marzo 2015 83/2015/A "Costituzione e funzionamento dell'osservatorio permanente della regolazione energetica, idrica e del teleriscaldamento" l'Autorità ha regolato l'effettiva costituzione dell'Osservatorio e previsto le tempistiche per il primo incontro costitutivo.

Infine la deliberazione 9 luglio 2015 339/2015/R/TLR "obblighi di natura informativa per i soggetti regolati nei settori del teleriscaldamento e del teleraffrescamento" ha introdotto i seguenti obblighi:

- di iscrizione all'Anagrafica Operatori dell'Autorità, per i soggetti che operano nel settore svolgendo una o più delle seguenti attività: produzione, vendita, distribuzione, misura dell'energia termica o frigorifera fornita alle sotto-stazioni di utenza attraverso reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento;
- di invio all'Autorità dati e informazioni sulle infrastrutture di rete, posto in capo ai soggetti distributori di energia termica o frigorifera attraverso reti di teleriscaldamento o teleraffrescamento.

Il mancato rispetto di questi obblighi è punito con sanzioni secondo quanto disposto dalla stessa delibera.

Con la determina 1/TLR/2015 dello stesso 9 luglio è stato approvato e reso disponibile il “Manuale d’uso dell’Anagrafica Territoriale Teleriscaldamento e Teleraffrescamento”, ai fini dell’ottemperanza agli obblighi di trasmissione dati di cui all’articolo 4 della deliberazione 339.

VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI INDOTTI SUI CONSUMI DELLE UTENZE CHE HANNO INSTALLATO VALVOLE TERMOSTATICHE

Introduzione

Alcune Amministrazioni Regionali hanno anticipato le date previste per l'obbligo di installazione di valvole termostatiche e di sistemi strumentali, per l'allocazione delle spese per il riscaldamento invernale all'interno dei condomini. Quindi esistono esperienze di almeno un paio di anni di impiego di tali dispositivi per cui è possibile porsi l'obiettivo di valutare la possibilità di leggere, dai dati raccolti dai gestori di queste reti, gli eventuali effetti prodotti da questi interventi.

I gestori delle reti di teleriscaldamento da una parte registrano, ognuno con proprie modalità, i dati climatici ambientali, dall'altra registrano le letture dei contacalorie, veri contatori non ripartitori, installati all'ingresso degli edifici. Le misure dei dati ambientali sono in genere fornite da una classica stazione meteorologica; esse servono per le valutazioni globali dell'andamento della stagione, per fare confronti con gli anni precedenti e per programmare il caricamento della biomassa (se si tratta di impianto alimentato da fonti rinnovabili, come quelli analizzati) nel deposito di carico delle caldaie e sono adeguate per questi scopi. Ugualmente la misura dei contacalorie, posizionati nelle unità di scambio di calore fra le rete di distribuzione del teleriscaldamento e la rete di distribuzione all'interno degli edifici, è utilizzata per la comunicazione al cliente del dato di consumo e la fatturazione mensile del calore fornito. Questi strumenti, mediante rete dedicata con fibra ottica, sono letti ed i dati registrati solo una volta al mese. Solo recentemente, in alcune reti dell'Alto Adige, si stanno proponendo le prime iniziative di gestione del servizio dal lato della domanda: in questi casi la lettura dei consumi diviene uno strumento di gestione interattiva.

I consumi di calore dei vari edifici collegati alla rete dipendono sostanzialmente dal clima esterno, dalle strutture edilizie (pareti, infissi, porticati, tetti) dalla qualità della rete interna di distribuzione ed infine dal comportamento degli occupanti. Gli interventi di contabilizzazione del calore ai singoli condomini costituiscono una modifica della regolazione della rete interna (se si passa ad una ripartizione dei consumi) o una modifica materiale quando si ristruttura ad anello la distribuzione al singolo appartamento. Queste ristrutturazioni permettono agli occupanti di riorganizzare il loro modo di utilizzare il calore che può essere acquistato o meno, quindi, salvo casi particolari, le modifiche dei comportamenti richiederanno un certo tempo per raggiungere un nuovo stato di equilibrio. Questo nuovo equilibrio dipenderà dall'esposizione al sole dell'edificio, dalle caratteristiche fisiche dell'edificio, dall'effettiva occupazione degli appartamenti, dal livello di benessere economico degli occupanti e infine dal loro interesse a ridurre la spesa per il riscaldamento.

La valutazione dell'effetto dell'installazione dei misuratori di consumo e delle valvole termostatiche sui consumi di un edificio nella stagione invernale 2014-2015 richiede di confrontare i consumi "effettivi" di questa stagione con la "stima" di quali sarebbero stati i consumi di questo edificio qualora negli anni passati non fosse stato effettuato questo miglioramento della rete interna di distribuzione; la stima non può basarsi che sulla conoscenza dei consumi degli anni precedenti e di come sono cambiate le condizioni climatiche negli anni successivi alla realizzazione dei miglioramenti. Avendo a disposizione i dati dell'intera rete, qualora gli edifici oggetto del miglioramento siano un numero limitato, si può supporre che, in assenza di intervento, i loro consumi sarebbero evoluti allo stesso modo di come sono evoluti quelli dell'intera rete, a parità di altre condizioni e per il solo effetto delle condizioni climatiche.

Messo in questi termini il problema potrebbe apparire banale, risolvibile con un semplice calcolo di proporzionalità; nella realtà la descrizione dell'intera condizione climatica di una stagione invernale con un solo parametro numerico, i gradi giorno (GG), non è spesso soddisfacente. I modelli di previsione dei consumi presentano forti incertezze, specie nelle condizioni di clima meno rigido, proprio quelle che hanno caratterizzato questi ultimi anni, per cui può essere molto incerto affidare ad essi la verifica degli effetti attesi. Su queste basi si tentano delle verifiche con l'obiettivo desiderato di meglio caratterizzare le variazioni climatiche.

Le reti e, più in generale, le centrali di produzione connesse, appartengono alla società Società Teleriscaldamento-Cogenerazione Valcamonica, Valtellina, Valchiavenna (TCVTVV) spa; gli impianti sono tutti localizzati nella provincia di Sondrio, uno dei quali, quello di Tirano, in fascia climatica E, e l'altro, Sondalo, in fascia F. Si forniscono di seguito alcuni dati sugli impianti acquisiti sia dal sito della società, sia, per i dati di monitoraggi specifici, forniti direttamente dalla società stessa per gli scopi dello studio.

L'impianto di Tirano

L'impianto analizzato è collocato nel Comune di Tirano (SO), che conta circa 9.240 residenti ed è situato a 441 metri sul mare e in fascia climatica E. I seguenti dati sono aggiornati a settembre 2014 [10]: l'impianto si compone di tre caldaie a biomassa, due delle quali di potenza 6 MW ad acqua calda e una di potenza 8 MW ad olio diatermico collegata con un impianto di cogenerazione con turbina a fluido organico. Il calore scaricato dall'impianto di cogenerazione è recuperato per il teleriscaldamento; quest'impianto riceve l'incentivo dei certificati verdi per la produzione elettrica per un numero prefissato di anni, quindi opera a regime costante anche quando il calore recuperato non è richiesto dall'utenza e quindi deve essere almeno in parte dissipato su un apposito scambiatore/dissipatore. È stato installato in tempi recenti un sistema di serbatoi di accumulo di calore. È installata una ulteriore caldaia a gasolio di riserva, della potenza di 6 MW. La caldaia di 8 MW è dotata di un filtro elettrostatico sui fumi, mentre le due caldaie ad acqua sono dotate di un filtro a maniche. La capacità di stoccaggio della biomassa in forma di cippato è di 36.000 m³ con depositi aggiuntivi per tronchi da cippare. La temperatura di uscita dei fumi all'uscita delle caldaie è pari a circa 170 °C, mentre la temperatura dei fumi emessi in atmosfera può scendere a 40-45 °C grazie a recuperatori e all'attivazione di sistemi di condensazione dei fumi per evitare la formazione di un pennacchio di umidità. La rete si è sviluppata progressivamente per circa 32 km e vede allacciate 741 utenze per un totale di circa 58 MW di potenza degli scambiatori installati pari alla potenza delle caldaie sostituite. Il servizio (si stima) si indirizza a 7.090 persone, per una volumetria complessiva di circa 1.965.000 m³. La temperatura massima di mandata della rete è pari a 92 °C, quella minima di ritorno è pari a 62 °C, di norma il salto è di circa 20 °C mantenuto mediante pompa di circolazione con comando ad inverter. La pressione massima di esercizio è pari a 15 bar.

Sulla base delle analisi condotte nello studio "Indagine sulla diffusione del teleriscaldamento e analisi dei dati di tre reti" dell'anno 2014 [11] si osserva che la produzione varia, sulle due annualità osservate tra il 2012-2014, da un minimo di circa 1.500 MWh mensili fino a un massimo di circa 10.000 MWh mensili, e tutto l'incremento si registra con una forte pendenza nel periodo compreso tra settembre e novembre di ciascun anno. La potenza media di generazione nel mese di massimo consumo della stagione invernale 2012-2013 è pari a circa 13 MW mentre la potenza media di generazione nel mese di minima domanda è dell'ordine di 2 MW. La caldaia ad olio diatermico, come già accennato, opera a carico costante e funge da carico di base, le due caldaie a legna sono accese a seconda della domanda e operano in regolazione nei limiti di una caldaia a combustibile solido.

Lo scostamento tra l'energia immessa in rete e quella fatturata può raggiungere anche l'ordine di 1.000 MWh/mese pari a quindi circa 1,5 MW. Il confronto dei consumi delle due stagioni indica che l'inverno 2013-2014 non solo ha avuto una domanda di picco inferiore ma è anche durato meno.

Riguardo alle utenze, per Tirano sono stati rilevati i dati di consumo mensile di cinque condomini. Quattro di essi sono di tipologia residenziale-negozi, e la potenza allacciata è variabile tra i 300 kW e i 700 kW per condominio. Le caratteristiche essenziali di ciascun condominio sono riportate nella seguente tabella (**Tabella 3**):

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T1	350 kW	sì	residenziale	settembre 2013
T2	600 kW	sì	residenziale e negozi	settembre 2013
T3	450 kW	sì	residenziale e negozi	settembre 2013
T4	700 kW	no	residenziale e negozi	settembre 2013
T5	300 kW	no	Residenziale e negozi	settembre 2012

Tabella 3: dati significativi dei condomini della rete di Tirano

L'impianto di Sondalo

L'impianto analizzato è situato a Sondalo (SO), un comune di circa 4.100 abitanti a 939 metri sul mare e ricadente in fascia climatica F. Sondalo ha una struttura abitativa piuttosto compatta, per cui il progetto iniziale ha previsto una soluzione definitiva per cui non si è avuto poi un'espansione della rete come a Tirano. Si forniscono i seguenti dati aggiornati a settembre 2014 [10]: l'impianto si compone di due caldaie a biomassa della potenza di 5 MW ciascuna, entrambe dotate di filtro a maniche, con una caldaia a gasolio di riserva della potenza di 5 MW. La capacità di stoccaggio della biomassa è di 12.000 m³, la temperatura di uscita dei fumi all'uscita delle caldaie è pari a circa 170 °C, mentre la temperatura dei fumi emessi in atmosfera è pari a 40-45 °C, grazie a recuperatori e all'attivazione di sistemi di condensazione dei fumi per evitare la formazione di un pennacchio di umidità. La rete si estende per circa 18,5 km e vede allacciate 381 utenze per un totale di 24 MW di potenza degli scambiatori pari alla potenza delle caldaie precedentemente installate. Il servizio (si stima) si indirizza a 200 residenze, per una volumetria complessiva di circa 804.000 m³. La temperatura massima di mandata della rete è pari a 92 °C, quella minima di ritorno è pari a 62 °C con una differenza di temperatura media di 20 °C. La pressione massima di esercizio è pari a 18 bar.

Sulla base delle analisi condotte nello studio "Indagine sulla diffusione del teleriscaldamento e analisi dei dati di tre reti" dell'anno 2014 [11] si può notare che per l'impianto di Sondalo, sulle due annualità nel periodo giugno 2012-giugno 2014, il picco massimo di produzione registrato è stato pari a circa 4.000 MWh/mese all'inizio dell'inverno 2012 con il minimo a circa 600 MWh/mese nell'estate dello stesso anno (la richiesta estiva è esclusivamente per la produzione di acqua calda sanitaria). La potenza media mensile di generazione per il mese di maggior domanda nelle due annualità considerate è di circa 5 MW, la potenza media di produzione per il mese di minor richiesta nelle due annualità è inferiore ad 1 MW.

Sull'impianto di Sondalo si è registrato un distacco tra produzione e quantità fatturata pari al massimo a circa 1.000 MWh. Per il resto l'andamento delle curve ricalca grossomodo quello dell'impianto di Tirano, anche come riduzione dei picchi di tutte le curve di entrambe le figure e di una minor durata del periodo della domanda nella seconda annualità del periodo analizzato (giugno 2013-giugno 2014).

Riguardo alle utenze, per Sondalo sono stati rilevati i dati di consumo mensile di quattro condomini dei quali si era a conoscenza dell'avvenuto intervento di regolazione e contabilizzazione. Sono condomini di tipologia residenziale, e la potenza allacciata è variabile tra i 100 kW e i 250 kW per condominio. Le caratteristiche essenziali di ciascun condominio sono riportate nella seguente tabella (**Tabella 4**):

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
S1	100 kW	no	residenziale	settembre 2013
S2	100 kW	no	residenziale	settembre 2013
S3	250 kW	no	residenziale	settembre 2013
S4	150 kW	no	residenziale	settembre 2013

Tabella 4: dati significativi dei condomini della rete di Sondalo

Analisi dei dati disponibili per l'intera rete

Sono di seguito riportati, elaborati e commentati i dati di interesse per le reti di Tirano e di Sondalo, come già accennato entrambe alimentate a biomassa solida.

I dati sul servizio globale dell'intera rete, per gli anni a partire dal 2011, così come elaborati e forniti dalla TCVVV, sono riportati nelle due tabelle seguenti (Tabella 5 e Tabella 6):

	2011		2012		2013		2014		2015	
	kWh	C° media								
	Allacciati kW 58.120		Allacciati kW 58.210		Allacciati kW 58.340		Allacciati kW 58.390		Allacciati kW 58.520	
Gennaio	7.795.662	-0,7	7.799.132	-0,9	7.567.363	1,7	6.844.159	3,3	7.056.297	1,5
Febbraio	5.467.477	1,3	7.546.260	-2,4	6.679.290	0,4	5.399.339	4,9	5.875.900	2,1
Marzo	4.197.900	4,6	3.196.025	6,2	5.410.690	4,1	3.522.286	7,0	3.974.885	6,6
Aprile	1.060.651	9,9	2.638.691	8,2	2.310.037	10,1	1.500.040	11,6	1.601.338	9,9
Maggio	523.685	13,6	852.741	11,9	1.082.290	12,4	800.020	13,6	713.006	14,9
Giugno	552.143	15,9		15,8	577.543	17,2	576.842	17,9		
Luglio	355.674	17,0	1.030.766	18,8	442.023	20,3	491.990	18,2		
Agosto	634.400	18,3	420.496	19,5	508.801	19,0	575.403	16,8		
Settembre	542.904	14,6	680.335	13,2	626.031	14,5	569.300	14,1		
Ottobre	2.096.471	8,6	2.116.384	9,7	2.007.377	11,8	1.468.000	11,9		
Novembre	4.746.581	3,2	4.753.298	5,6	4.582.789	6,6	3.856.234	8,1		
Dicembre	7.247.382	0,3	8.005.920	0,8	7.083.080	3,1	5.923.314	4,1		

Commenti/osservazioni
C° media mensile temperatura ore 8 del mattino
Nel dicembre 2011 è stato allacciato l'Ospedale di Tirano 1,5 MW
consumi di giugno - luglio 2012 un'unica fattura

Tabella 5: Dati globali della rete di Tirano. Fonte TCVVV

	2011		2012		2013		2014		2015	
	Allacciati kW 24.085		Allacciati kW 24.111		Allacciati kW 24.215		Allacciati kW 24.215		Allacciati kW 24.260	
	kWh	C° media								
Gennaio	3.078.785	-1,5	2.807.543	2,9	2.707.717	1,1	2.608.215	2,8	2.520.799	2,9
Febbraio	2.004.242	1,4	2.821.946	-0,7	2.557.244	-1,5	2.119.395	3,4	2.199.645	2,4
Marzo	1.745.322	5,5	1.228.152	6,6	2.131.733	2,4	1.430.321	6,3	1.573.950	6,5
Aprile	536.968	10,4	1.124.061	7,6	1.036.114	7,6	753.900	9,0	785.700	9,0
Maggio	242.140	12,2	383.628	11,8	629.637	9,8	500.012	11,2	320.903	13,2
Giugno	204.329	14,8		16,4	229.356	14,2	218.976	15,5		
Luglio	103.357	14,6	351.409	16,7	159.372	17,0	153.180	16,3		
Agosto	276.777	16,1	144.061	17,1	166.916	16,2	197.430	15,6		
Settembre	216.128	13,7	245.356	12,5	267.234	13,2	226.730	13,8		
Ottobre	802.688	8,5	839.730	8,6	865.661	9,1	632.663	11,4		
Novembre	1.780.611	5,1	1.829.977	4,6	1.815.883	4,1	1.426.586	8,4		
Dicembre	2.608.694	3,4	2.940.251	-0,2	2.517.310	3,8	2.180.475	4,8		

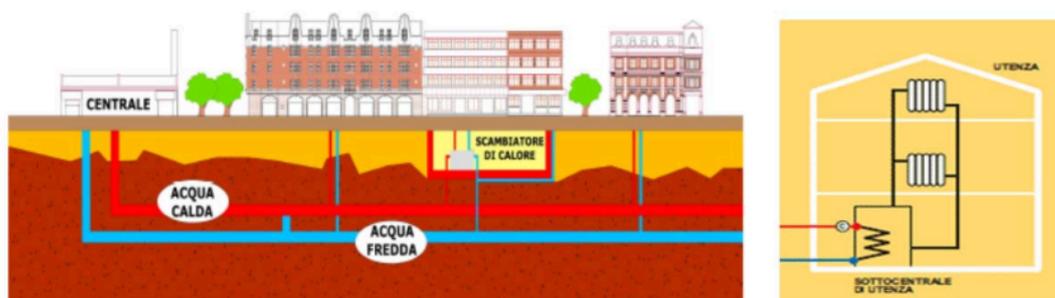
Commenti/osservazioni
C° media mensile temperatura ore 8 del mattino

Tabella 6: dati globali della rete di Sondalo. Fonte TCVVV

I dati globali così forniti sono stati sottoposti a verifiche prima di potere essere utilizzati per le valutazioni previste nello studio. La verifica dei dati sulle forniture di calore è risultata piuttosto semplice mentre la verifica sui dati climatici è stata più complessa. Finora non risultano ancora attivate campagne di taratura o sostituzione degli strumenti come previsto da regolamenti in preparazione, per cui non si hanno dati sulla affidabilità delle misure dei contocalorie, dipendenti dalla correttezza della taglia, dalla correttezza della installazione, dalla precisione dei sensori.

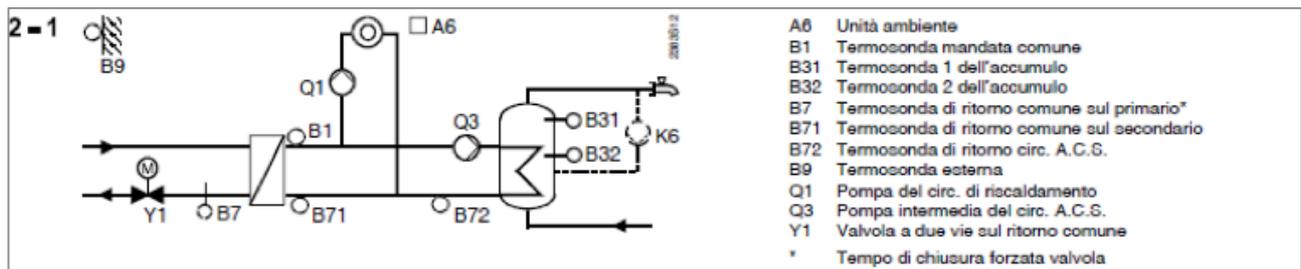
Analisi dei dati della fornitura di calore per l'intera rete

Le reti di teleriscaldamento misurano il calore che cedono agli edifici, si tratta quindi del valore netto del fabbisogno, le perdite di generazione nelle caldaie, le perdite di dispersione nelle reti di distribuzione ed i consumi per il pompaggio rimangono a carico della rete; gli edifici però dispongono generalmente di un solo scambiatore che alimenta sia la rete interna del riscaldamento sia lo scambiatore per la preparazione dell'acqua calda sanitaria, secondo lo schema riportato in basso:



Schema 1: una rete di TLR e scambiatore in una utenza condominiale (fonte Indagine AGCM 2013)

La figura sottostante (schema 2) riporta lo schema di una tipica sottostazione di scambio per gestione di riscaldamento ed acqua calda sanitaria. La gran maggioranza delle utenze oggetto dell'analisi ha la produzione di acqua calda sanitaria con un bollitore di accumulo e non mediante un secondo scambiatore.



Schema 2: sottostazione di scambio della TCVVV

Per disporre di dati specifici per il riscaldamento invernale bisogna quindi scorporare i consumi per il riscaldamento da quelli dell'acqua calda sanitaria, localizzati prevalentemente nei bagni e nelle cucine. Dalle tabelle sopra esposte si evidenziano i consumi di calore da giugno a settembre, certamente addebitabili ai consumi di acqua sanitaria, con una riduzione per agosto motivabile sia come assenze per ferie, sia come diminuzione della richiesta nei giorni di temperature esterne più elevate.

Si possono trovare argomenti per ipotizzare che i consumi di acqua calda sanitaria in inverno possano aumentare, per maggior piacere di una più elevata temperatura, o invece diminuire, per minore frequenza di docce al rientro accaldati nelle abitazioni; in mancanza di ricerche specifiche appare conveniente estendere per semplicità a tutto l'anno la media estesa ai quattro anni dei consumi misurati nei quattro mesi estivi. Sottraendo questi consumi, mese per mese, si hanno le nuove tabelle dei consumi mensili delle reti, per la copertura dei soli fabbisogni di riscaldamento invernale. Va ricordato che a Tirano, localizzato nella fascia climatica E, in base al DPR 412 del 1993 si prevede un periodo di riscaldamento dal 15 di ottobre al 15 di aprile, a Sondalo invece, localizzato nella fascia climatica superiore non sono previsti limiti per la durata del riscaldamento. Sempre secondo il DPR 412/93 gli edifici dotati di sistemi di regolazione per singoli appartamenti e di centraline climatiche esterne sono esentati dal rispetto delle normative sui tempi di accensione degli impianti. La **Tabella 7** e la **Figura 3** riportano i dati di Tirano mentre la **Tabella 8** e la **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riportano i dati di Sondalo.

Tirano	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	4.176.581	4.183.298	4.012.789	3.286.234
Dicembre	6.677.382	7.435.920	6.513.080	5.353.314
Gennaio	7.229.132	6.997.363	6.274.159	6.486.297
Febbraio	6.976.260	6.109.290	4.829.339	5.305.900
Marzo	2.626.025	4.840.690	2.952.286	3.404.885
Totali	27.685.380	29.566.561	24.581.653	23.836.630
Dati espressi in kWh				

Tabella 7: forniture globali di calore nella rete di Tirano per i soli impieghi di riscaldamento. Elaborazione Fire su dati TCVVV

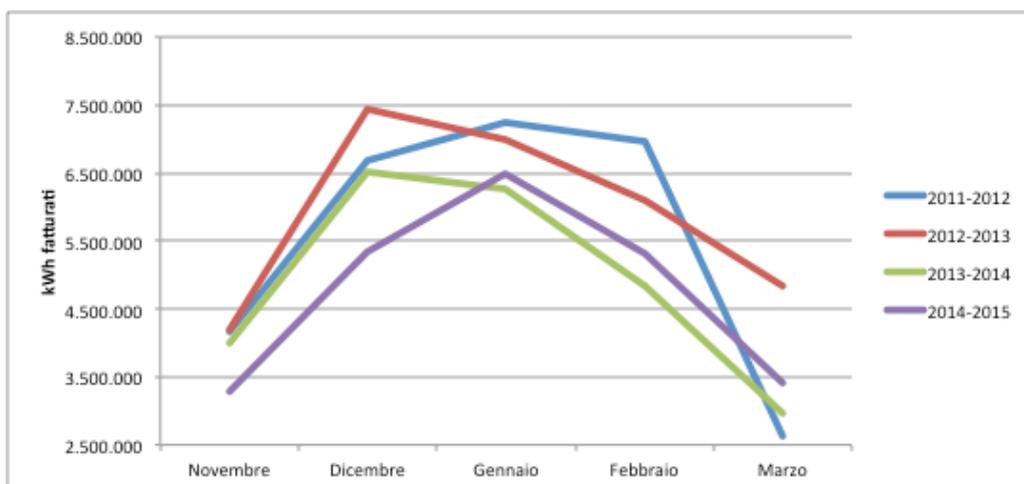


Figura 3: forniture rete di Tirano per i soli impieghi di riscaldamento. Elaborazioni FIRE su dati TCVVV

Sondalo	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	618.924	655.966	681.897	448.899
Novembre	1.596.847	1.646.213	1.632.119	1.242.822
Dicembre	2.424.930	2.756.487	2.333.546	1.996.711
Gennaio	2.623.779	2.523.953	2.424.451	2.337.035
Febbraio	2.638.182	2.373.480	1.935.631	2.015.881
Marzo	1.044.388	1.947.969	1.246.557	1.390.186
Aprile	940.297	852.350	570.136	601.936
Totali	11.887.350	12.756.421	10.824.340	10.033.473

Dati espressi in kWh

Tabella 8: forniture globali di calore nella rete di Sondalo per i soli impieghi di riscaldamento. Elaborazione Fire su dati TCVVV

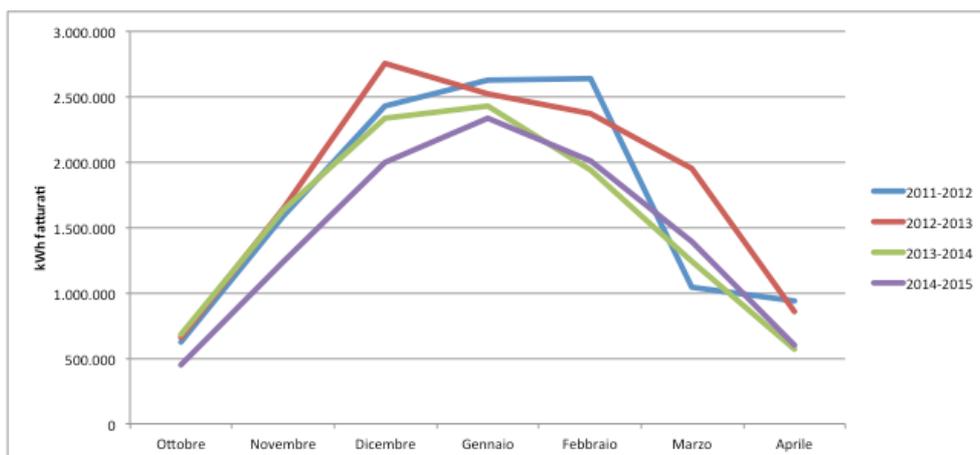


Figura 4: forniture rete di Sondalo per i soli impieghi di riscaldamento. Elaborazioni FIRE su dati TCVVV

Analisi dei dati climatici per i due centri abitati

Il consumo per il riscaldamento degli edifici residenziali dipende da vari fattori:

- Il clima esterno all'edificio.
- Le caratteristiche strutturali dell'edificio che indicano il fabbisogno energetico, in condizioni di clima di riferimento.
- Il comportamento degli occupanti che modifica sia la struttura fisica dell'edificio, ad esempio con l'apertura delle finestre, sia il riferimento della domanda di calore, manovrando i termostati.
- Le caratteristiche strutturali del generatore di calore con la sua efficienza, le caratteristiche dell'impianto di distribuzione e dei terminali di scambio, e del sistema di regolazione e controllo che condizionano con il loro rendimento i consumi effettivi necessari a coprire la domanda di condizioni di benessere.

L'installazione delle termovalvole sui radiatori dovrebbe permettere di rendere omogenee le temperature nei vari locali modificando, almeno in parte, l'ultimo fattore; l'installazione di un sistema di monitoraggio sul calore immesso nell'ambiente dai singoli radiatori dovrebbe permettere, in un edificio con più occupanti, di passare dalla tradizionale suddivisione delle spese di riscaldamento secondo i millesimi di proprietà dei vari occupanti ad una suddivisione che tenga conto almeno in parte dei consumi effettivi del singolo condomino. L'insieme di queste innovazioni dovrebbe permettere di conciliare una più omogenea condizione di benessere con una generale responsabilizzazione alla riduzione dei consumi.

Nell'analisi dell'effetto di queste installazioni si vogliono confrontare i consumi prima e dopo l'intervento; ammesso che nel frattempo non siano cambiate né le strutture edilizie né i generatori di calore (cosa garantita in una città teleriscaldata ove si misura il calore fornito) le variazioni dei consumi saranno dovute in parte alle variazioni del clima in parte all'effetto indotto sugli occupanti. Occorre quindi separare l'effetto delle variazioni del clima.

Il clima si caratterizza per le temperature dell'aria esterna, l'irraggiamento solare, il vento e l'umidità; solo il parametro della temperatura dell'aria ambiente è regolato da norme.

Il DPR 412/93 ha formalizzato l'uso dei gradi-giorno (GG) come descrizione sintetica delle temperature invernali di una certa località; i GG utilizzano la temperatura media giornaliera (ottenuta come media aritmetica fra la temperatura massima e la temperatura minima) e sono calcolati come la somma, giorno per giorno, delle differenze fra la temperatura di riferimento di 20°C e la temperatura media. Il calcolo dei GG dell'anno si estende a tutti i giorni nei quali la temperatura media è inferiore a 19°C.

Il DPR 412 riporta i GG di riferimento di ogni comune italiano; questi GG sono stati calcolati da ENEA utilizzando le medie decennali delle stazioni meteorologiche allora disponibili e la localizzazione del palazzo civico di ogni comune, mentre per i centri privi di propria stazione meteorologica i GG sono stati dedotti mediante interpolazioni topografiche e correzioni per le differenti quote altimetriche. Al Comune di Tirano è stato attribuito il valore di 2.696 GG, alla quota di 441 metri, fascia climatica E mentre al Comune di Sondalo è stato attribuito il valore di 3.403 GG, alla quota di 939 metri, fascia F, esente dai limiti sulla durata di accensione.

Naturalmente i GG effettivi sono diversi da un anno all'altro e in uno stesso comune sono diversi da un edificio all'altro per effetto dell'orografia, dell'esposizione al sole ed ai venti ed infine per la quota altimetrica per cui, volendo cercare di correlare i consumi col clima e con gli interventi hardware e software, andrebbero misurati, anno per anno, edificio per edificio. In Italia nonostante vi siano molte attività per lo sviluppo di contratti di fornitura di servizi energetici con parametrizzazione per il clima, la misura dei GG presso le utenze dei servizi stessi è ancora molto rara, mancando la cultura delle misure e del riscontro fra risultati ed aspettative. Considerando le stagioni invernali di questi ultimi anni, piuttosto tiepide e molto soleggiate, con scarsa ventosità e conseguente formazione di isole di calore e situazioni di inversione del gradiente altimetrico termico, appare evidente l'utilità di avere misure locali e continue per comprendere i fenomeni legati al consumo degli edifici ed alla concentrazione degli inquinanti.

Questa situazione si presenta anche alla TCVVV: nelle centrali sono presenti sonde di temperatura con acquisizione on line, ma l'unico dato attualmente disponibile è la media mensile delle temperature esterne,

lette alle ore 8 del mattino. In alcuni mesi le 8 del mattino possono essere maggiormente rappresentative delle ore notturne più fredde, mentre in primavera può essere già sensibile l'effetto del sole. Per avere un'indicazione della corrispondenza o meno di questa media di temperature mensili ad ora fissa, con le indicazioni dei GG di riferimento, si è provato ad utilizzare queste medie per calcolare i GG nei vari anni considerando i mesi da ottobre ad aprile. Le due tabelle sottostanti riportano per i mesi delle stagioni invernali dei vari anni, il salto di temperatura fra i 20°C e la temperatura media alle 8 del mattino e l'integrale dei GG di quel mese; infine si presenta il totale dei GG di quella stagione. Per Tirano (zona climatica E) sono state considerate solo la seconda metà del mese di ottobre e la prima metà del mese di aprile. Per Sondalo (zona climatica F) si sono considerate le intere mensilità di ottobre e aprile.

Tirano	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	11,4x15=171	10,3x15=154	8,2x15=123	8,1x15=121
Novembre	16,8x30=504	14,4x30=432	13,4x30=402	11,9x30=357
Dicembre	20,3x31=629	19,2x31=595	16,9x31= 524	15,9x31=493
Gennaio	20,9x31=648	18,3x31=567	16,7x31=518	18,5x31=573
Febbraio	17,6x28=493	19,9x28=557	15,1x28=423	17,9x28=501
Marzo	15,8x31=490	16,9x31=524	13,0x31=403	10,1x31=313
Aprile	11,8x15=177	9,9x15=148	8,4x15=126	5,1x15=76,5
Totale	3.122	2.979	2.518	2.436
Delta percentuale	1	-5%	-19%	-22%

Tabella 9: calcolo dei GG per Tirano utilizzando le medie temperature lette alle 8 e variazioni rispetto al primo anno. Elaborazione Fire su dati TCVVV.

Sondalo	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	11,5x31=365	11,4x31=353	10,9x31=338	8,6x31=267
Novembre	14,9x30=447	15,4x30=462	15,6x30=468	11,6x30=348
Dicembre	16,6x31=515	20,2x31=626	16,2x31=502	15,2x31=471
Gennaio	17,1x31=530	18,9x31=586	17,2x31=533	17,1x31=530
Febbraio	20,7x28=580	21,5x28=602	16,6x28=465	17,6x28=493
Marzo	13,4x31=415	17,6x31=546	13,7x31=428	13,5x31=418
Aprile	12,4x30=372	10,2x30=306	11,0x30=330	11,0x30=330
Totale	3.215	3.481	3.061	2.857
Delta percentuale	1	+8%	-5%	-11%

Tabella 10: calcolo dei GG per Sondalo utilizzando le medie temperature lette alle 8 e variazioni rispetto al primo anno. Elaborazioni Fire su dati TCVVV.

Dall'analisi dei valori così ottenuti emergono tre rilevanti discordanze:

- 1- Le variazioni climatiche, fra l'inverno 2011/2012 e l'inverno 2014/2015 sono molto rilevanti, globalmente dell'ordine del 26% a Tirano, tali da modificare da una parte la percezione delle popolazioni e dall'altra da avere effetti drammatici sui bilanci della società che opera il servizio.
- 2- L'inverno 2011/2012, dal punto di vista delle temperature riscontrate e della memoria dei cittadini, risulta essere abbastanza in linea con gli inverni dei decenni passati; il valore dei GG per la città di Sondalo, calcolato con la temperatura alle 8 del mattino, risulta per quell'anno pari a 3.215, vicino quello del DPR 412/93, mentre il calcolo per Tirano da un valore di 3.122, dello stesso ordine di quello di Sondalo e superiore del 30% al valore del DPR 412/93.
- 3- A Sondalo l'inverno 2012/2013 risulta più freddo del precedente, mentre così non è a Tirano.

Per queste indicazioni, in contrasto con la quota altimetrica di Sondalo, posizionato più alto di 500 metri, possono essere invocate varie possibili spiegazioni: per primo possono aversi dubbi sul dato del DPR 412; non è stato però possibile ricostruire se il valore del DPR derivò da misure dirette o da correzioni per l'altitudine. In secondo luogo sono possibili evoluzioni del clima legate alle caratteristiche dei venti nella

valle ed alle inversioni del gradiente termico. Infine si può pensare che la misura della temperatura ad ora fissa, possa andar bene per Sondalo e non per Tirano: considerando la strettezza della valle a Tirano rispetto all'apertura a Sondalo, è prevedibile che alle 8 del mattino la centrale di Tirano sia ancora all'ombra mentre quella di Sondalo sia già soleggiata.

Per la città di Tirano sono disponibili dati di temperatura dell'aria, raccolti dall'ARPA della Lombardia con centralina meteorologica posta in Corso Italia. Questa centralina misura su base oraria e calcola la temperatura media giornaliera su base oraria. La **Tabella 11** riporta i GG per i mesi delle stagioni invernali, escludendo i mesi di ottobre e di aprile nei quali il servizio riscaldamento è parziale.

Il confronto con la **Tabella 9** mostra una particolare discordanza per la stagione 2011-2012. La **Figura 4** che riporta i GG mensili mostra come sia andata calando la rigidità del clima negli ultimi due anni.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
novembre	398	385	385	332
dicembre	525	572	504	466
gennaio	551	543	514	518
febbraio	521	493	411	448
marzo	249	427	292	333
Totale	2.245	2.420	2.106	2.099
Delta percentuale	1	+8%	-6%	-7%

Tabella 11: gradi giorno misurati suddivisi per mese e variazione al primo anno (elab. FIRE su dati Arpa Lombardia)

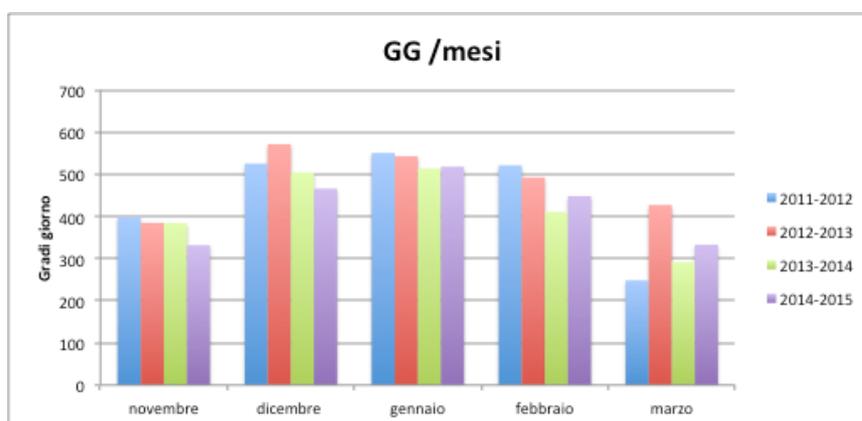


Figura 4: gradi giorno su base mensile per diverse stagioni termiche (rete di Tirano)

Valutazione dei consumi delle reti in rapporto al clima

L'analisi della relazione fra i consumi globali di tutti gli edifici connessi alle reti ha lo scopo di evidenziare quanto stretta e diretta sia la correlazione fra le due basi di dati. Le anomalie e le discordanze di questa relazione diretta, sono invece un'indicazione che o il parametro usato per descrivere il clima non è del tutto adeguato, oppure che i consumi sono influenzati anche da altri parametri non presi in considerazione. Prendendo come base i dati delle tabelle sottostanti, contenenti i soli consumi attribuibili alla funzione di riscaldamento, è possibile valutare come questi consumi si siano modificati per effetto del clima, nell'ipotesi che le caratteristiche degli edifici, i comportamenti degli occupanti, il loro stile di vita non abbia avuto cambiamenti. Facendo riferimento alla stagione invernale 2011/2012, sono riportate nella **Tabella 12** e nella **Tabella 13** le variazioni per le due reti.

<i>Tirano</i>	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	4.176.581	4.183.298	4.012.789	3.286.234
Dicembre	6.677.382	7.435.920	6.513.080	5.353.314
Gennaio	7.229.132	6.997.363	6.274.159	6.486.297
Febbraio	6.976.260	6.109.290	4.829.339	5.305.900
Marzo	2.626.025	4.840.690	2.952.286	3.404.885
Totali	27.685.380	29.566.561	24.581.653	23.836.630
Delta percentuale	1	+6%	-12%	-14%

Tabella 12: variazioni della domanda di calore per solo riscaldamento nella rete di Tirano. Elaborazione Fire su dati TCVV

<i>Sondalo</i>	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	618.924	655.966	681.897	448.899
Novembre	1.596.847	1.646.213	1.632.119	1.242.822
Dicembre	2.424.930	2.756.487	2.333.546	1.996.711
Gennaio	2.623.779	2.523.953	2.424.451	2.337.035
Febbraio	2.638.182	2.373.480	1.935.631	2.015.881
Marzo	1.044.388	1.947.969	1.246.557	1.390.186
Aprile	940.297	852.350	570.136	601.936
Totali	11.887.350	12.756.421	10.824.340	10.033.473
Delta percentuale	1	+7%	-10%	-18%

Tabella 13: variazioni della domanda di calore per solo riscaldamento nella rete di Sondalo. Elaborazione Fire su dati TCVV

Per entrambe le località nei quattro anni presi in esame si ha da una parte una rilevante diminuzione dei consumi di calore registrati, dall'altra si osserva anche una rilevante diminuzione della rigidità del clima così come documentata dalle temperature dell'aria.

Si analizzano prima le tabelle di Tirano. I consumi hanno avuto il loro massimo nella stagione 2012/2013 a conferma che la lettura delle temperature alle 8 del mattino non è rappresentativa del clima medio, almeno per la città di Tirano, dove i consumi nei quattro anni sono diminuiti del 14%. Utilizzando le letture alle 8 del mattino si ha una variazione della rigidità del clima del 26%, mentre utilizzando i GG forniti dall'ARPA e riportati nella tabella 9 si ha una variazione della rigidità del clima solo del 7% in diminuzione. Col primo riferimento i consumi sarebbero diminuiti di meno della rigidità del clima, col secondo riferimento invece il giudizio sarebbe opposto indicando una maggiore riduzione dei consumi rispetto alla riduzione della rigidità climatica.

Analizzando i dati dell'energia fatturata agli edifici di Sondalo si ha un andamento in linea con quello di Tirano, con l'inverno più freddo quello del 2012-2013, la caduta dei consumi si ha nell'ultimo anno maggiormente accentuata rispetto a Tirano. L'anno con i consumi più alti e le temperature più basse è, concordemente, quello 2012-2013. Su queste basi si può ritenere che la misura della temperatura, alle 8 del mattino, sia a Sondalo più rappresentativa del clima locale di quanto non sia a Tirano. È da osservare poi la drastica riduzione di rigidità climatica e di consumi dell'ultima stagione invernale.

Il confronto fra i dati delle temperature ed i dati dei consumi mostra che mentre la rigidità del clima, misurata alle 8 del mattino, sarebbe diminuita dell'11%, i consumi sono diminuiti del 18%.

Pur non ignorando le difficoltà per una rappresentazione sintetica ma globale degli effetti del clima, da questi rapidi confronti risulta che, nei quattro anni presi in considerazione, in entrambi i Comuni la riduzione dei consumi è stata di molto superiore alla diminuita rigidità del clima, con 7 punti percentuali da addebitare ad interventi sugli edifici e a più accorte modalità di gestione e regolazione. La differenza di 7 punti percentuali sui consumi rientrerebbe del tutto nella imprecisione dei calcoli se ci si riferisse a ad un singolo edificio nel quale si dovesse tener conto anche delle variazioni del rendimento dei generatori e

delle differenti date di lettura dei contatori, diventa invece molto più significativa se riferita a centinaia di edifici collegati ad un generatore esterno, con consumi letti da strumenti uguali e nello stesso giorno.

Valutazione dei consumi della rete e dei condomini con i gradi giorno misurati e considerando la firma energetica degli edifici per il comune di Tirano

Per il Comune di Tirano è stato possibile procedere con un secondo metodo di indagine, data la possibilità di reperire dei valori di temperatura media giornaliera misurati e disponibili sul portale dell'ARPA Lombardia, in luogo del dato medio mensile fornito dalla società che gestisce gli impianti.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
novembre	398	385	385	332
dicembre	525	572	504	466
gennaio	551	543	514	518
febbraio	521	493	411	448
marzo	248	427	292	333
Totale	2.243	2.420	2.106	2.097

Tabella 14: gradi giorno misurati suddivisi per mese (elab. FIRE su dati Arpa Lombardia)

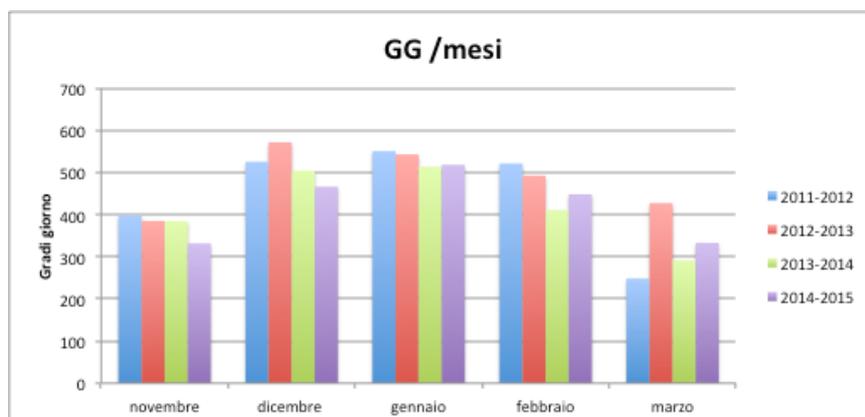


Figura 5: Gradi giorno su base mensile per diverse stagioni termiche (rete di Tirano)

La **Tabella 14** riporta i GG di Tirano nei mesi di interesse, mentre la **Figura 5** permette un confronto fra i vari mesi; da questi dati risulterebbe che la stagione 2014-2015 non sia stata climaticamente molto diversa da quella precedente, più rigida all'inizio ma meno dopo gennaio, anche se i consumi, riportati nella **Figura 6**, sono diminuiti dell'1%, soprattutto nei mesi iniziali dell'inverno.

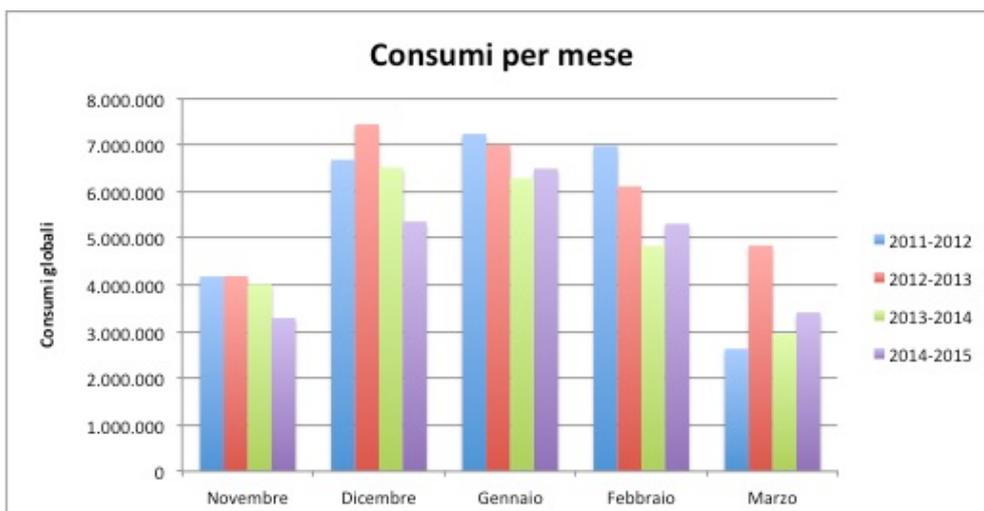


Figura 6: consumi della rete di Tirano (kWh) suddivisi per mese e stagione termica

Disponendo dei consumi mensili e dei GG mensili è possibile passare al loro rapporto, indicato come firma energetica di un edificio, concetto qui applicato ad una intera città servita dalla rete di teleriscaldamento. Il parametro dei GG basato sulla temperatura dell'aria esterna, non rappresenta purtroppo tutto il clima, così la **Figura 7**, che riporta in grafico i valori mensili del consumo specifico, non è costituita da rette orizzontali ma presenta ancora curve a campana. Basti ricordare che l'insolazione (non compresa nei GG) riduce il fabbisogno nei mesi iniziali e finali ed ecco spiegata la forma a campana.

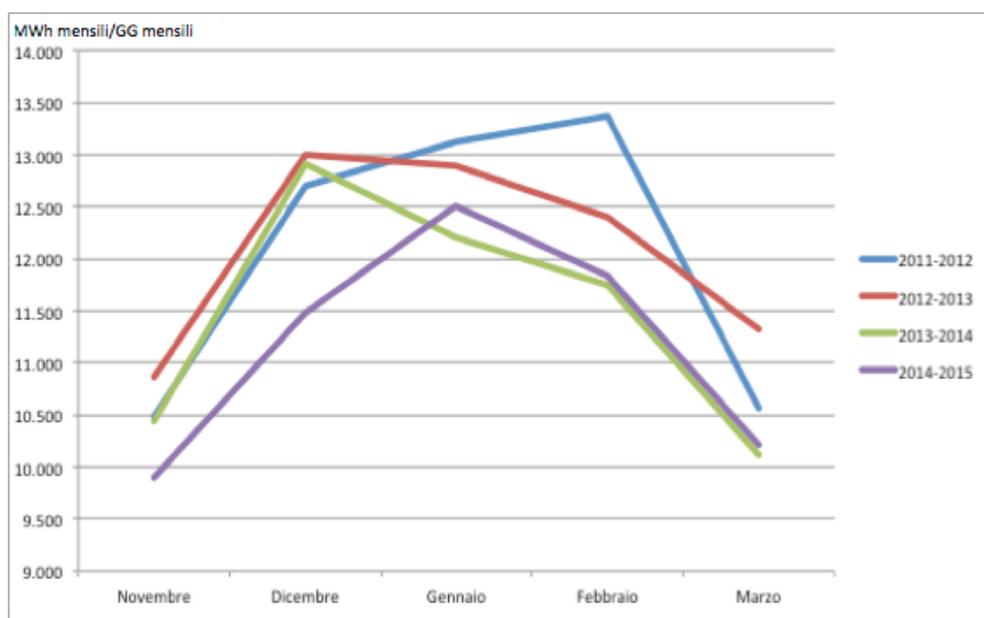


Figura 7: Tirano, valori del rapporto tra i consumi della rete e i relativi gradi giorno, mese per mese

La differenza nelle scale delle ordinate rende difficile una lettura immediata fra i consumi assoluti e i consumi rapportati ai GG. Si presentano allora questi dati in modo da poter usare la stessa scala delle ordinate: la **Figura 8** riporta i consumi assoluti dei vari mesi di una stessa stagione di riscaldamento rapportati al consumo medio mentre la **Figura 9** riporta i valori mensili dei consumi specifici per GG rapportati al valore dei consumi medi per la stessa annualità. I due diagrammi hanno così la stessa scala delle ordinate e risulta evidente dal confronto che il consumo specifico riesca meglio a dare un'informazione sintetica sul comportamento dell'intera città tale da poter essere usato anche come strumento previsionale.

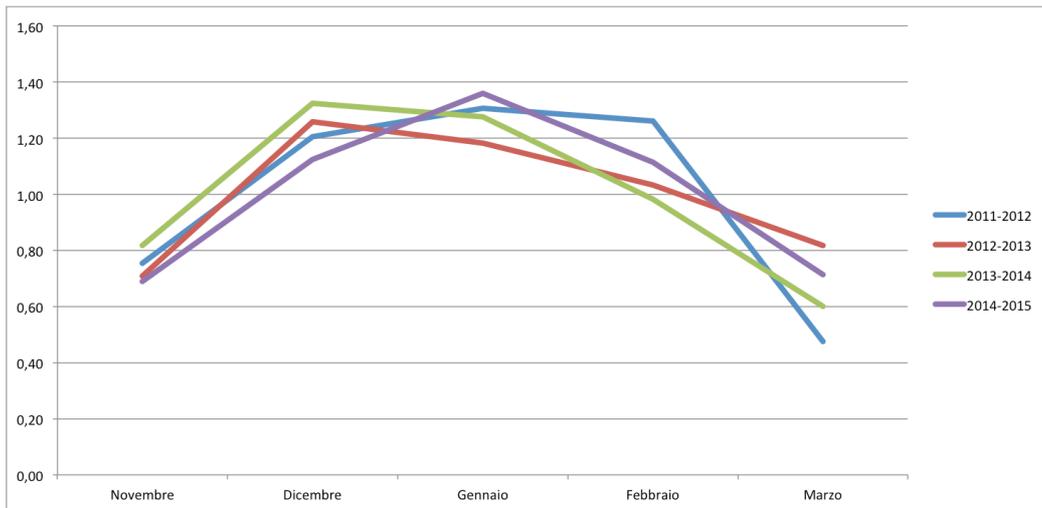


Figura 8: rapporto fra il consumo mensile e il consumo medio per ciascuna stagione invernale

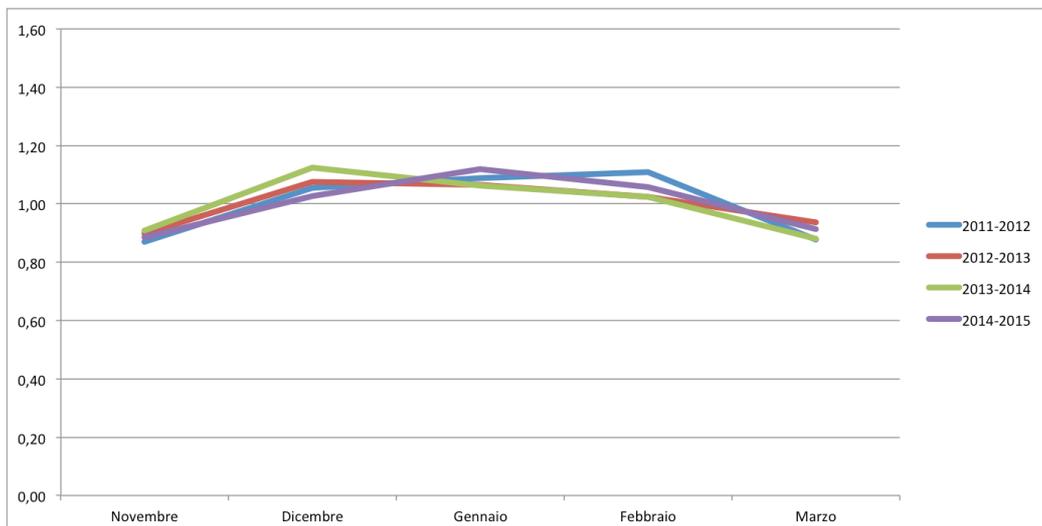


Figura 9: rapporto per ciascuna stagione invernale tra la firma energetica mensile e quella annuale

Dopo aver esaminato la significatività del parametro consumi/GG, si può ritornare alla rappresentazione nel digramma cartesiano dei due dati separati, evidenziando così le variazioni e le tendenze. La figura sottostante (**Figura 10**) riporta i consumi mensili che risultano disposti secondo una curva di andamento molto regolare.

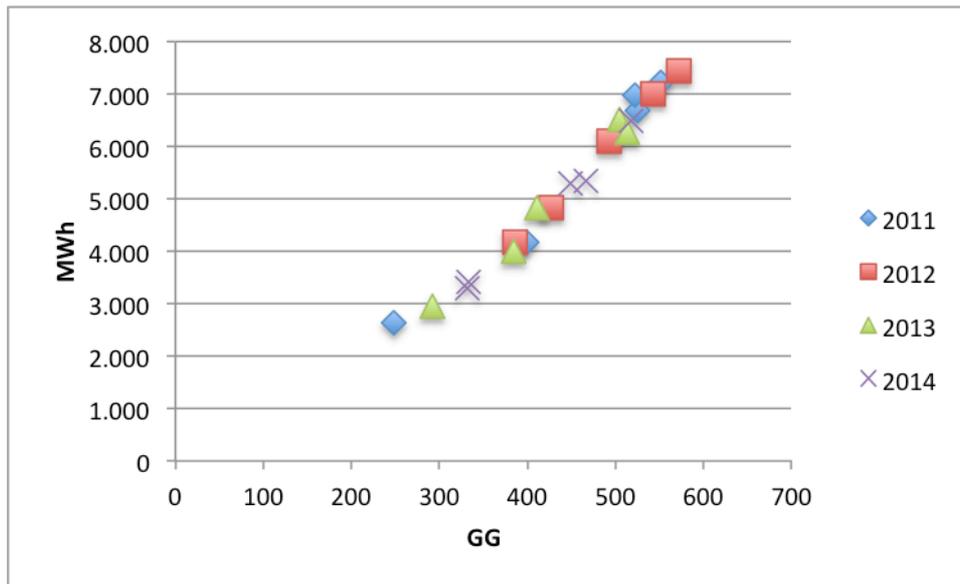


Figura 10: andamento dei consumi dell'intera rete in rapporto ai gradi giorno dei vari mesi delle stagioni termiche (con l'anno 200x si intende la stagione 200(x)-200(x+1))

La **Figura 11** riporta oltre ai valori mensili anche i valori annuali.

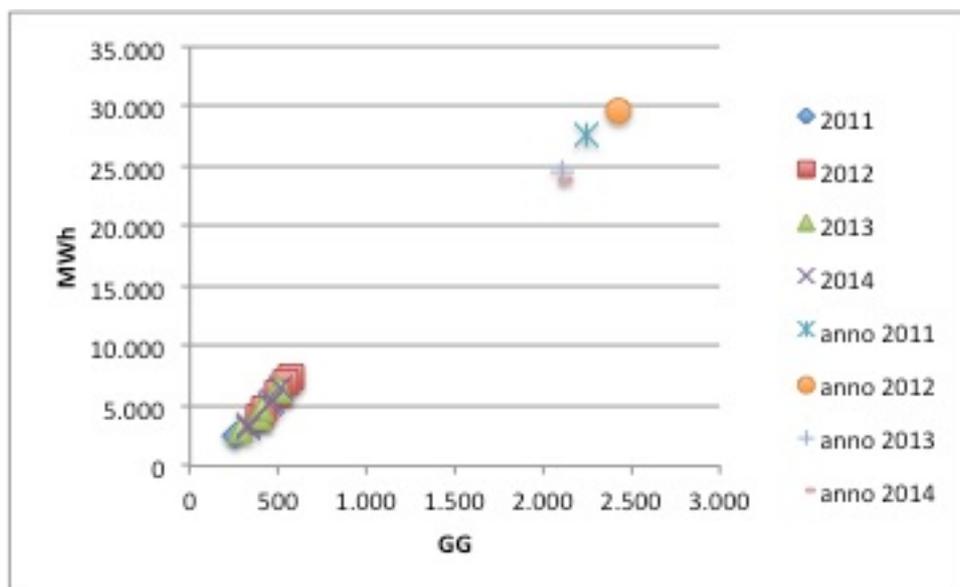


Figura 11: andamento dei consumi dell'intera rete in rapporto ai gradi giorno dei vari mesi delle stagioni termiche e delle stagioni complete (con l'anno 200x si intende la stagione 200(x)-200(x+1))

Queste presentazioni di dati sul rapporto fra consumi e clima sono sottoposte a forti margini di incertezza, specie quando si tratta di un singolo edificio con proprio generatore, per cui i punti nei grafici dovrebbero essere indicati da cerchi di un diametro dell'ordine del 10%. Nel caso particolare invece sono eliminate le incertezze sulle misure per cui si può cercare di leggere in questi diagrammi delle informazioni significative anche da periodi di misura così brevi.

La **Figura 12** riporta le linee di interpolazione lineare sui cinque dati mensili di ogni anno e si può osservare, dalla linea azzurra del 2011 a quella nera del 2014, un abbassamento della firma energetica con minore domanda di calore a parità di GG; un pari risultato è mostrato dalla **Figura 13** che riporta i dati annuali.

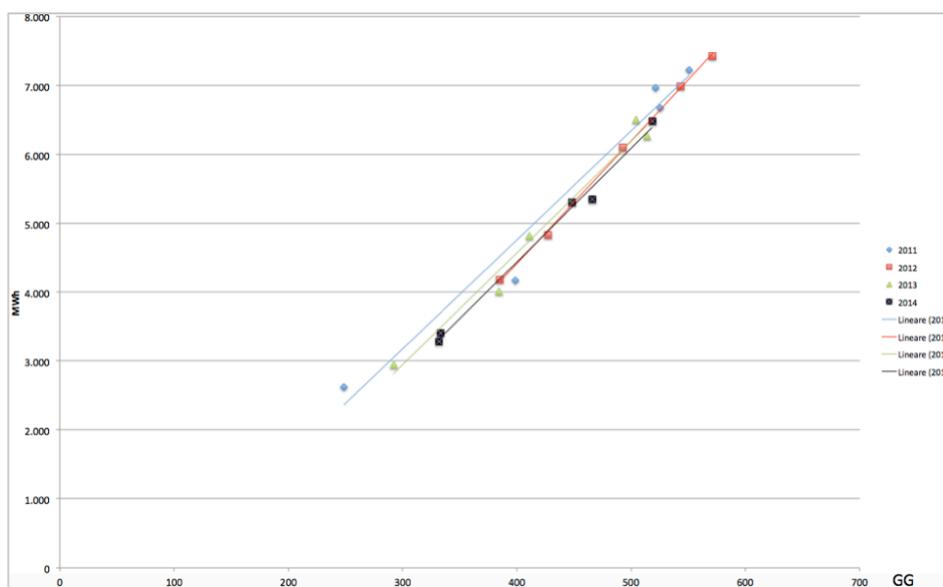


Figura 12: presentazione dell'interpolazione lineare sui dati mensili di consumo

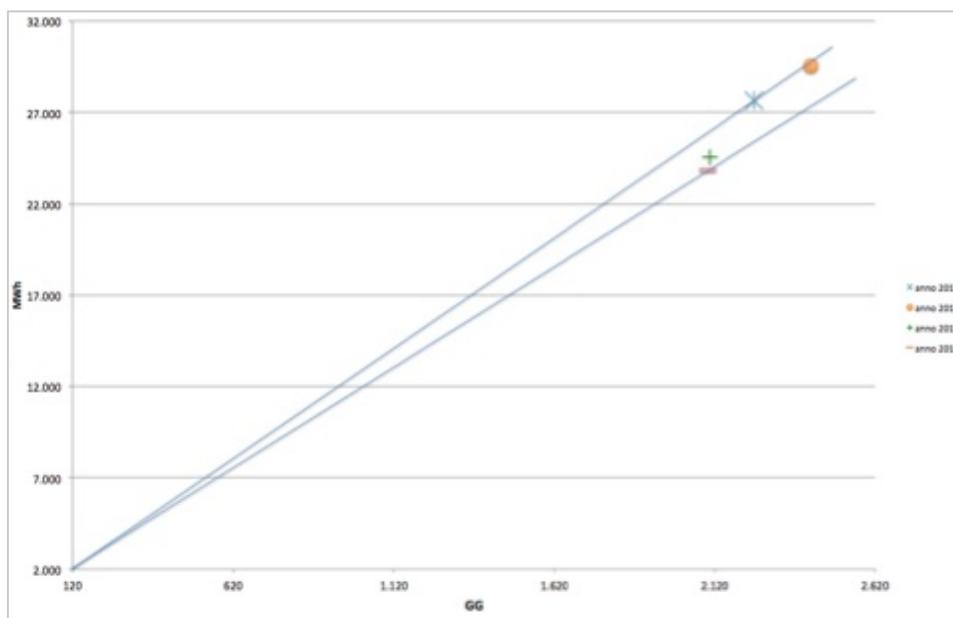


Figura 13: presentazione dell'interpolazione lineare sui dati annuali di consumo

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI SINGOLI CONDOMINI SULLA BASE DELLA QUOTA DI CONSUMO RISPETTO ALLA RETE

Valutazione dell'effetto sui consumi indotto dalle valvole termostatiche

L'installazione delle valvole termostatiche sui radiatori di un condominio, associate ad un sistema di ripartizione delle spese, ha due scopi principali, uno di maggiore indipendenza nei singoli appartamenti, un secondo di ridurre nel tempo i consumi globali dell'intero edificio:

- 1- permettere al singolo condomino di impostare una temperatura, anche diversa per in ogni stanza, secondo le proprie esigenze e la propria disponibilità o capacità di spesa;
- 2- permettere di ridurre il calore fornito dal singolo radiatore qualora per l'insolazione o per altre fonti di calore gratuite la stanza potrebbe riscaldarsi oltre il desiderato, evitando di dover aprire finestre o porte per disperdere il calore in eccesso.

Il collegamento della possibilità di riduzione delle dissipazioni di calore con la fatturazione al singolo condomino dovrebbero portare, in situazioni ottimali, ad una riduzione del consumo totale e della relativa spesa. Sono però possibili situazioni nelle quali si abbia un aumento dei consumi globali, specie se precedentemente c'erano appartamenti poco riscaldati (tipicamente attici poco coibentati e facciate esposte a Nord) così come possono aumentare i contrasti fra condomini aventi esigenze differenti (tipicamente persone spesso presenti in casa, quali possono essere i pensionati, contro persone che spendono buona parte della giornata fuori, come i lavoratori a tempo pieno).

L'intervento andrebbe quindi accoppiato ad una diagnosi che dovrebbe individuare punti critici (quali tetti, porticati, garage riscaldati, scarso isolamento fra appartamenti), eventuali interventi di risanamento sulle strutture, molta formazione/informazione alle persone nei primi tempi e la scelta di una tariffazione binomia, con una quota fissa ed una a consumo, per ridurre i contrasti.

Sono disponibili i dati dei consumi mensili di diversi edifici che hanno installato sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione individuali; questi dati sono stati elaborati per valutare le variazioni di consumo che possano essere correlate con l'installazione di questi apparati.

Solo pochi edifici hanno applicato questo tipo di interventi per cui si può supporre che il valore globale di consumi della rete non venga modificato per la loro presenza; si può allora pensare di utilizzare come parametro di analisi la quota dei consumi globali addebitabile allo specifico condominio (il rapporto fra il calore assorbito mensilmente dallo specifico edificio ed il calore ceduto da tutta la rete). Ipotizzando che questo rapporto non vari per effetto delle variazioni del clima le modifiche di questo rapporto, dopo avvenuta l'installazione possono essere addebitate specificamente all'installazione delle valvole o almeno fortemente dipendenti da tale intervento.

Naturalmente prima di calcolare questo rapporto è stato sottratto dai consumi dei mesi invernali dello specifico condominio il consumo per l'acqua sanitaria evidenziato (laddove presente) dai consumi dei mesi estivi.

Prima di passare alle valutazioni per il singolo edificio va infine ricordato che gli edifici non sono box termostatati da laboratorio, che hanno una loro inerzia, che la meteorologia è diversa da un mese all'altro, che gli occupanti gli edifici cambiano di continuo comportamenti. I parametri influenti sono quindi moltissimi, per cui queste analisi basate su un solo parametro possono essere affette da notevoli incertezze e che potrebbe essere necessario utilizzare più di uno strumento per raggiungere una conoscenza meno incerta.

Il metodo usualmente utilizzato per cercare di destagionalizzare i dati di consumo di un edificio è quello della firma energetica, ottenuta dividendo il consumo per i GG relativi al periodo di consumo considerato. Si ottiene così un valore di consumo specifico relativamente alla temperatura dell'aria esterna che dovrebbe caratterizzare l'insieme dell'edificio, dei suoi impianti e dei suoi occupanti. Le variazioni della firma sono il segnale delle modifiche avvenute nell'impianto e nei comportamenti.

In questo studio relativo a condomini allacciati ad una rete di teleriscaldamento si hanno a disposizione, mese per mese, anno per anno, dei consumi dell'intera città, ed è dunque possibile utilizzare un altro indicatore ritenuto più immediato e più autoevidente: il rapporto fra i consumi del singolo edificio e quelli di tutta la rete, rimasta costante in questi anni; si può così evidenziare se le modifiche apportate all'edificio, sottoposto allo stesso clima di tutta la città, hanno modificato e in che modo questo peso relativo.

Si esaminano i dati di alcuni condomini dei quali è nota la data di installazione della contabilizzazione, alcuni sono di Tirano altri di Sondalo. Dapprima si impiega il metodo della valutazione del peso relativo rispetto a tutta la rete, successivamente si applicherà ai soli condomini di Tirano per i quali disponiamo dei dati sui GG la valutazione secondo il confronto delle firme energetiche degli anni precedenti e susseguenti l'intervento.

Valutazione delle prestazioni del condominio T1 (Tirano)

La **Figura 14**, sottostante, presenta i consumi del condominio indicato con T1, sito a Tirano, nelle quattro stagioni invernali sotto esame, per la sola quota addebitabile al riscaldamento invernale; le valvole termostatiche sono state installate nell'estate 2013 per cui si hanno due anni senza (evidenziati in blu) e due anni col dispositivo operante (evidenziati in rosso). I consumi mensili del condominio mostrano che prima dell'intervento si avevano variazioni coerenti con il comportamento di tutta la rete mentre, dopo l'installazione delle valvole, di una riduzione omogenea dei consumi, per l'effetto congiunto delle variazioni del clima e per l'impiego delle valvole.

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T1	350 kW	sì	residenziale	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	29.243	30.433	24.219	20.830
Dicembre	46.341	52.237	42.539	32.535
Gennaio	50.080	49.352	36.506	41.121
Febbraio	48.807	43.762	30.956	33.073
Marzo	16.705	36.712	19.490	21.924
Totale	191.178	212.498	153.712	149.485

Tabella 15: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T1 di Tirano

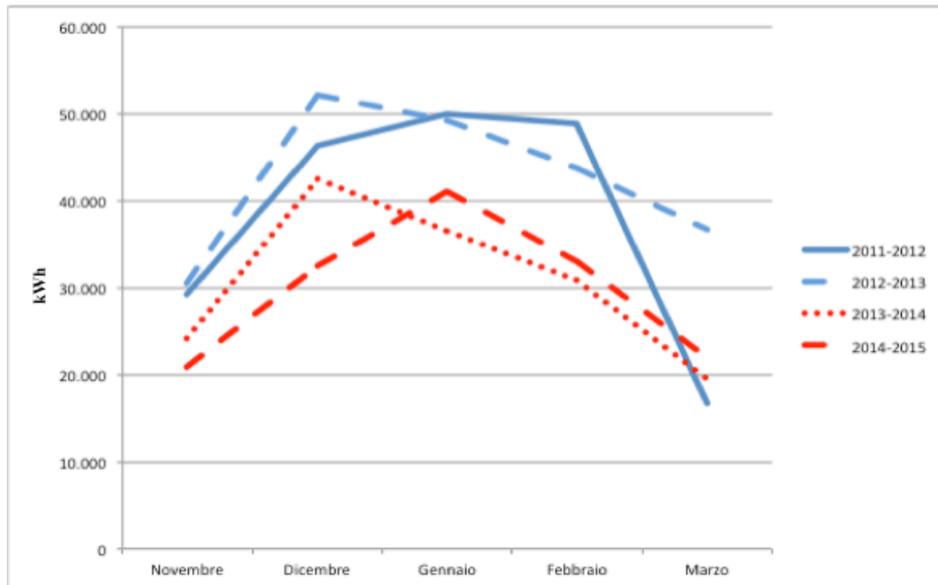


Figura 14: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T1

Per eliminare (almeno in larga parte) l'effetto delle variazioni del clima ed evidenziare l'effetto delle valvole, si calcola il rapporto fra i consumi del condominio e quelli di tutta la rete; i dati sono riportati nella **Figura 15**. Si evidenzia che nel periodo antecedente l'installazione l'edificio si comporta strettamente come l'intera rete (rapporto costante), salvo per il mese di marzo nel quale ci si scosta dalla rete; nel marzo 2012 consumi superiori di 8% ($0,76:0,70=1,08$), invece nel marzo 2013 inferiori del 10% ($0,63:0,70=0,9$). Si tratta di un andamento usuale dato che nella parte iniziale della stagione invernale, con cielo coperto e bassa insolazione, i consumi sono piuttosto omogenei mentre, con l'arrivo della primavera i consumi divergono ogni anno ed ogni edificio fa storia a sé.

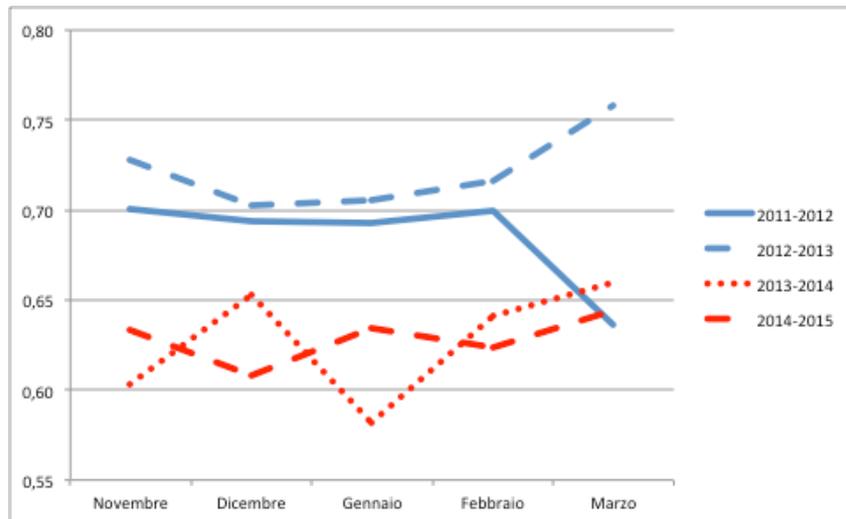


Figura 15: quota di partecipazione, in %, del condominio T1 ai consumi dell'intera rete

Le due tracce in rosso sono relative alla situazione che si è venuta a creare dopo l'installazione delle valvole termostatiche: il primo anno si hanno forti oscillazioni, verosimilmente indice di una fase di apprendimento, mentre nel secondo anno la quota si stabilizza. Mediamente la quota di partecipazione ai consumi globali si riduce dallo 0,70% allo 0,62% con il risultato di una riduzione dei consumi invernali dell'11% ($0,625:0,70=0,89$) dovuta alle valvole, da aggiungere alla riduzione del 14% dovuta al clima. In questo

condominio l'installazione appare aver avuto un effetto positivo, oltre a permettere maggiore autonomia ha anche ridotto i consumi.

Nel futuro la prima quota dovrebbe mantenersi o aumentare per apprendimento degli occupanti mentre la seconda quota è legata al clima.

Valutazione delle prestazioni del condominio T2 (Tirano)

La **Figura 16** presenta i consumi del condominio T2, sito a Tirano, nelle quattro stagioni invernali sotto esame, sulla quota addebitabile al riscaldamento invernale; le valvole termostatiche sono state nell'estate installate 2013 per cui si hanno due anni senza (evidenziati in blu) e due anni col dispositivo operante (evidenziati in rosso). I consumi mensili del condominio mostrano accavallamenti da un anno all'altro senza evidenziare tendenze definite, anche qui le maggiori dispersioni, prima dell'installazione delle valvole, si hanno nei mesi primaverili, il fenomeno è indice della presenza di altri parametri non analizzati.

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T2	600 kW	sì	Residenziale e negozi	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	45779	44569	44269	35689
Dicembre	68009	74409	73537	53839
Gennaio	73719	72219	64451	67.879
Febbraio	70729	64289	55229	55.189
Marzo	27609	56129	30359	38.019
Totale	285847	311617	267847	250617

Tabella 16: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T2 di Tirano

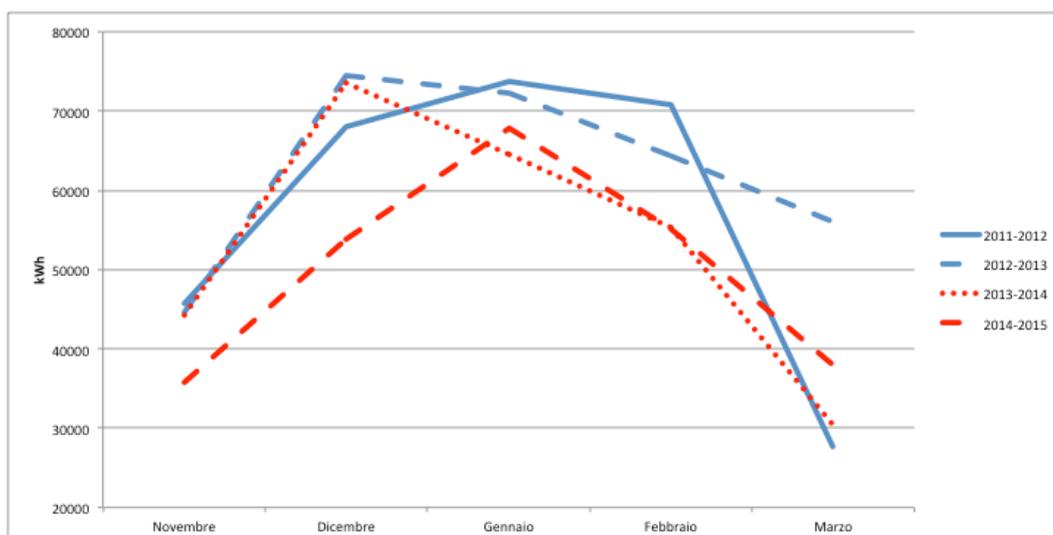


Figura 16: andamento dei consumi addebitabili al solo riscaldamento invernale del condominio T2

Per eliminare (almeno in larga parte) l'effetto delle variazioni del clima si calcola il rapporto fra i consumi del condominio e quelli di tutta la rete; i dati sono riportati nella **Figura 17** seguente.

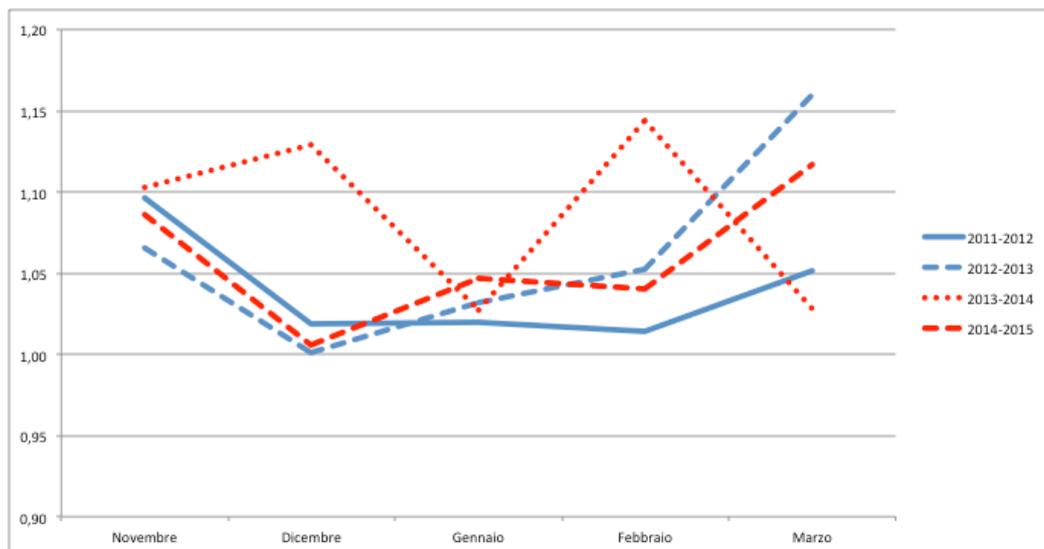


Figura 17: quota di partecipazione, in %, del condominio T2 ai consumi dell'intera rete

Anche in questa figura si hanno informazioni contrastanti: il primo anno dopo l'installazione mostra variazioni rilevanti per le quali si potrebbe sempre ipotizzare un periodo di apprendimento, il secondo anno indica un andamento più regolare della quota percentuale sui consumi globali della rete, ma il valore della quota risulta superiore, anche se solo del 5% quindi entro i margini di errore di questo tipo di analisi, della quota assorbita prima di installare le valvole.

Andrebbe verificato sul sito se il condominio aveva utenze che lamentavano temperature basse e che, con la gestione autonoma, potrebbero avere incrementato i loro consumi, così come andrebbe verificata l'esposizione. Certamente il condominio ha visto diminuire i consumi, ma si tratta della diminuzione media del 14%, comune a tutta Tirano per effetto del clima, senza effetto aggiuntivo delle valvole termostatiche.

Valutazione delle prestazioni del condominio T3 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T3	450 kW	sì	Residenziale e negozi	settembre 2013

La **Figura 18** riporta i consumi del condominio impiegati solo per il riscaldamento, l'acqua calda non fa parte del servizio acquistato. I consumi mostrano una costante diminuzione nei quattro anni, alla fine di un 20-25%. L'analisi della **Figura 19**, contenente la quota annuale dei consumi rispetto a quelli dell'intera rete, permette di meglio valutare che cosa è successo.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	52.816	41.984	42.195	30.454
Dicembre	71.396	74.043	65.757	46.108
Gennaio	73.357	66.637	63.761	53.678
Febbraio	68.009	57.895	50.331	44.706
Marzo	29.802	49.639	32.654	29.364
Totale	295.380	290.198	254.698	204.310

Tabella 17: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T3

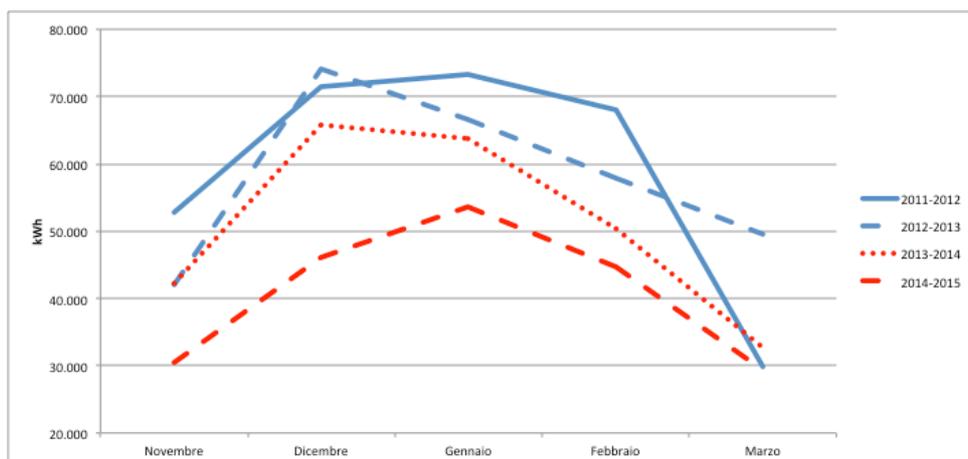


Figura 18: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio T3

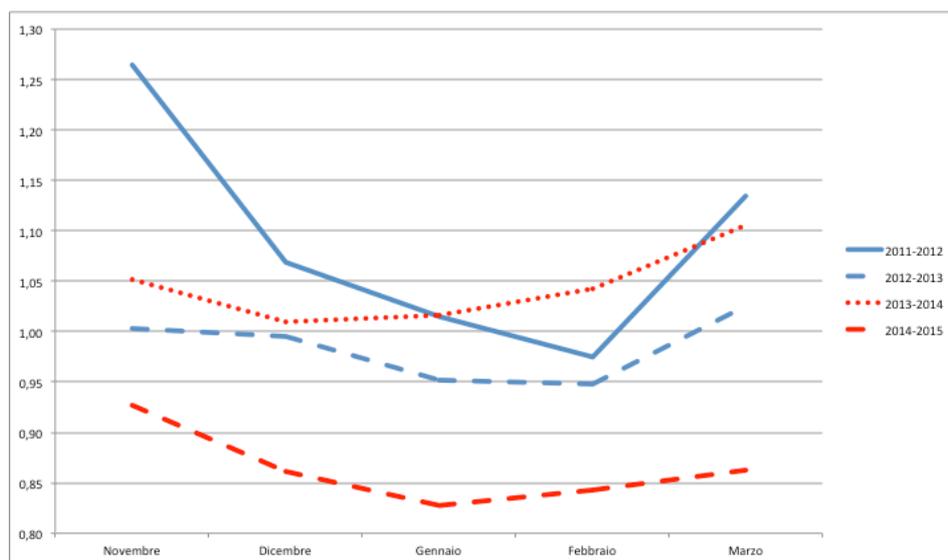


Figura 19: quota di partecipazione, in %, del condominio T3 ai consumi dell'intera rete

Il condominio aveva già abbassato la sua quota di circa il 5% precedentemente l'installazione delle valvole; le due stagioni 2011/2012 e 2012/2013 mostrano consumi assoluti simili ma il secondo anno è stato più freddo, sebbene si rilevi una quota ridotta, indice di riduzione dei consumi a parità di clima. Il primo anno di esercizio con le valvole termostatiche (anno più caldo) è di assestamento, quindi con consumi poco variati mentre la quota è in leggera risalita. Nell'ultimo anno invece, climaticamente simile al precedente la quota di partecipazione ai consumi globali cala rispetto all'anno iniziale (almeno di un 10%). Sommando la diminuzione del 14% avvenuta nella rete, si arriva al 25-30% di riduzione; si può quindi valutare che l'installazione delle valvole e della contabilizzazione abbia dato i risultati attesi.

Valutazione delle prestazioni del condominio T4 (Tirano)

Il condominio T4 non preleva calore per la preparazione dell'acqua sanitaria. I consumi, esposti nella **Tabella 18: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T4** e nella **Figura 20** mostrano variazioni rilevanti nel corso degli anni, dell'ordine del 20%, con oscillazioni nei vari mesi dei diversi anni, per lo spostamento dei picchi di carico fra dicembre e febbraio.

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T4	700 kW	no	Residenziale e negozi	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	78.340	83.470	67.420	61.500
Dicembre	109.090	131.730	107.636	84.460
Gennaio	116.750	109.920	97.194	95.380
Febbraio	116.380	96.870	80.180	79.220
Marzo	54.450	79.270	49.850	57.540
totali	475.010	501.260	402.280	378.100

Tabella 18: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T4

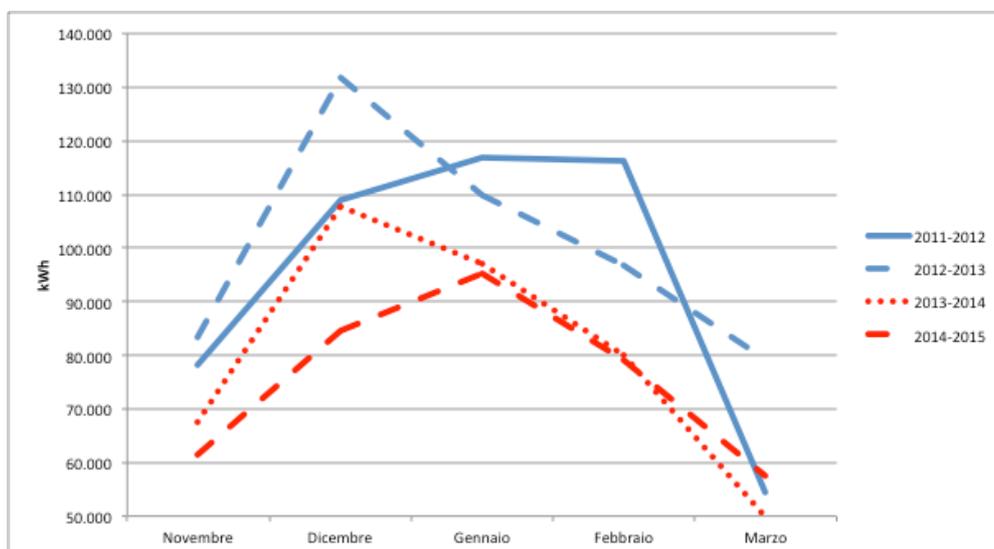


Figura 20: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio T4

La successiva **Figura 21** permette di veder come varia il rapporto fra i consumi del condominio ed i consumi dell'intera rete. Il primo anno dopo l'installazione si ha un effetto rilevante nel periodo d'inizio e in quello di fine della stagione, ma trascurabile nei mesi centrali; nel secondo anno la situazione è opposta ma rimane sempre difficile stabilire lo spostamento rispetto alle curve precedenti. Su queste basi si può stimare che, ad oggi, l'installazione delle valvole ha prodotto una riduzione di consumi aggiuntiva dell'ordine del 5-6%, da sommare al 14% registrato da tutta la rete per le variazioni di clima, raggiungendo la riduzione globale del 20% valutata sulla base dei consumi annuali. Come valutazione globale si può ritenere che siano possibili ulteriori interventi, nel coinvolgimento degli occupanti, analizzando l'andamento dei consumi per ottenere ulteriori riduzioni, anche le maggiori rilevanze della quota nei periodi iniziali e finali della stagione richiede una analisi specifica.

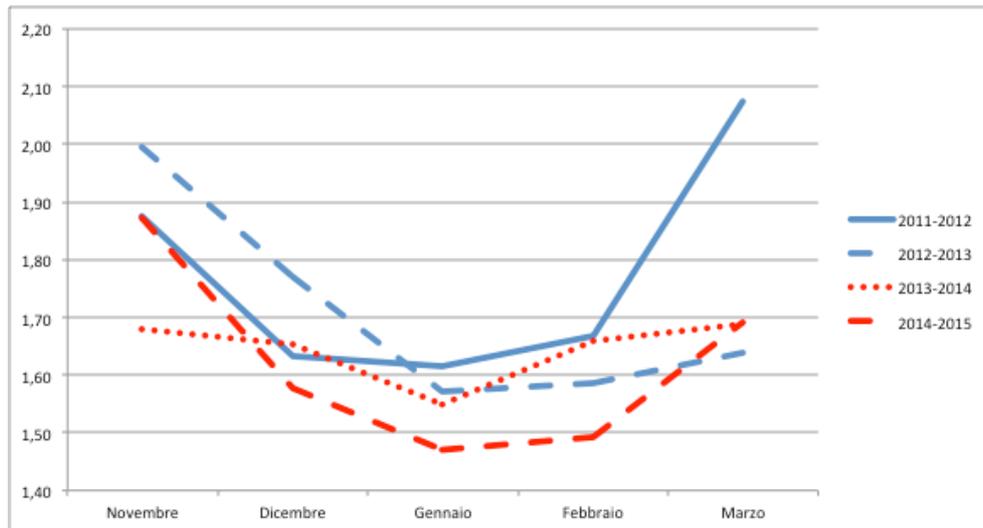


Figura 21: quota di partecipazione, in %, del condominio T4 ai consumi dell'intera rete

Valutazione delle prestazioni del condominio T5 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T5	300 kW	no	Residenziale e negozi	settembre 2012

La situazione del condominio T5, allacciato solo per il riscaldamento invernale, si prospetta molto problematica (**Figura 22**); le valvole sono state installate nel 2012: nel primo anno successivo, la stagione 2012-2013, il condominio ha una diminuzione di consumi, mentre per la stagione più rigida l'intera rete aumenta il carico, indice di un effetto positivo dell'installazione. Corrispondentemente la **Figura 23** indica una diminuzione della quota rispetto ai consumi globali della rete. Poi nelle due stagioni successive la situazione s'inverte con un ritorno dei consumi ai valori del passato.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	38.228	32.350	34.243	35.109
Dicembre	52.968	51.597	50.673	46.288
Gennaio	54.745	51.351	46.141	55.887
Febbraio	51.346	41.599	40.007	47.786
Marzo	27.119	37.408	31.251	37.333
totali	224.406	214.305	202.315	222.403

Tabella 19: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T5 di Tirano

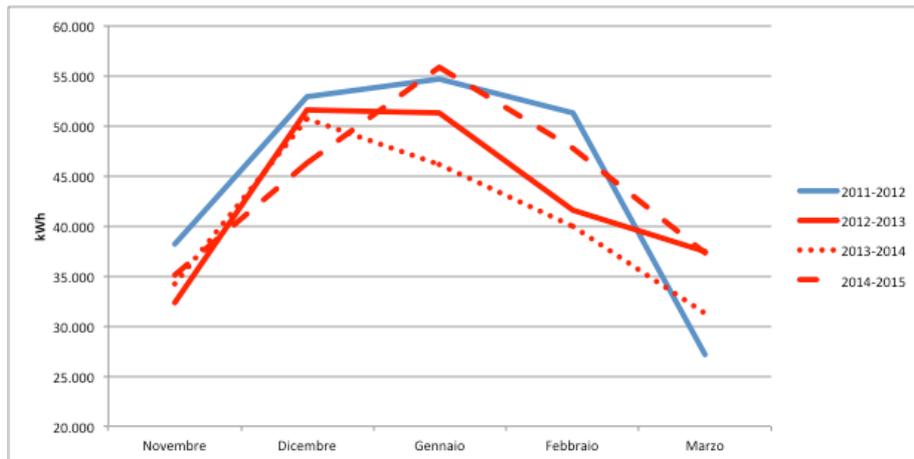


Figura 22: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio T5

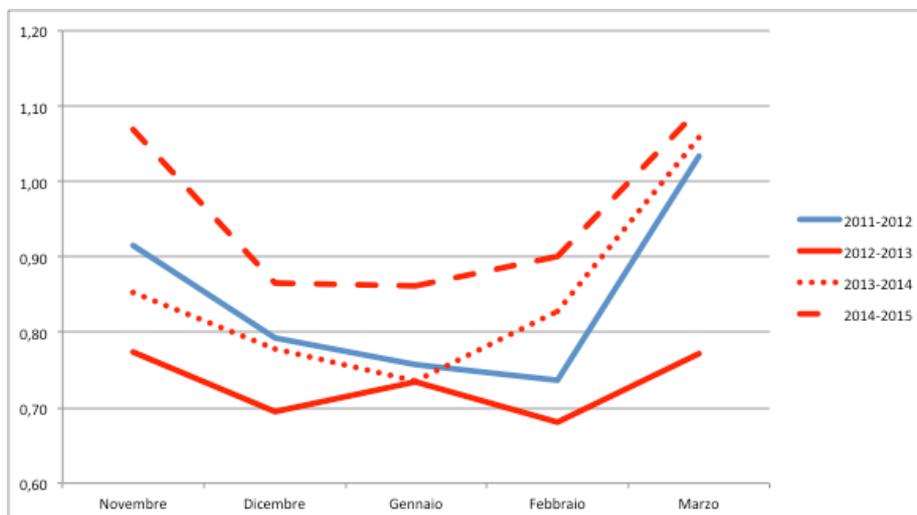


Figura 23 Quota di partecipazione, in %, del condominio T5 ai consumi dell'intera rete

L'analisi dei dati del condominio T5 mostra come la quota dei consumi globali assorbita dal condominio T5, diminuita nella prima stagione, sia poi ritornata alle condizioni originali. Da questi dati risulterebbe che non solo il condominio non ha avuto vantaggi dall'installazione delle valvole ma non ha neanche partecipato alla generale diminuzione dei consumi dell'intera città.

Condominio S1 (Sondalo)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
S1	100 kW	no	residenziale	settembre 2013

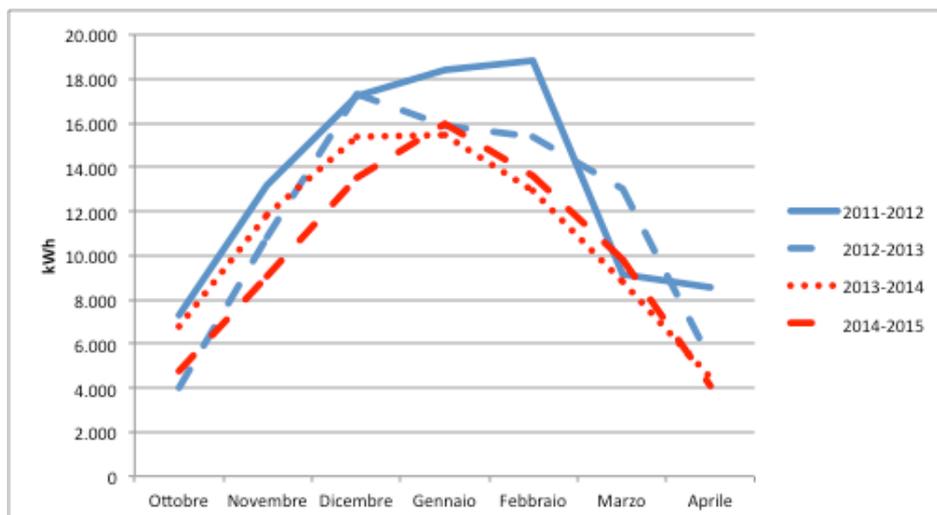


Figura 24: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio S1

Sondalo	2011-201	2012-201	2013-201	2014-201
Ottobre	7.296	3.995	6.827	4.727
Novembre	13.221	10.798	11.874	9.071
Dicembre	17.220	17.272	15.383	13.506
Gennaio	18.364	15.838	15.488	15.931
Febbraio	18.863	15.377	12.900	13.564
Marzo	9.182	12.988	8.781	9.798
Aprile	8.562	5.253	4.472	4.085
Totali	92.708	81.521	75.725	70.682

Tabella 20: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio S1 di Sondalo

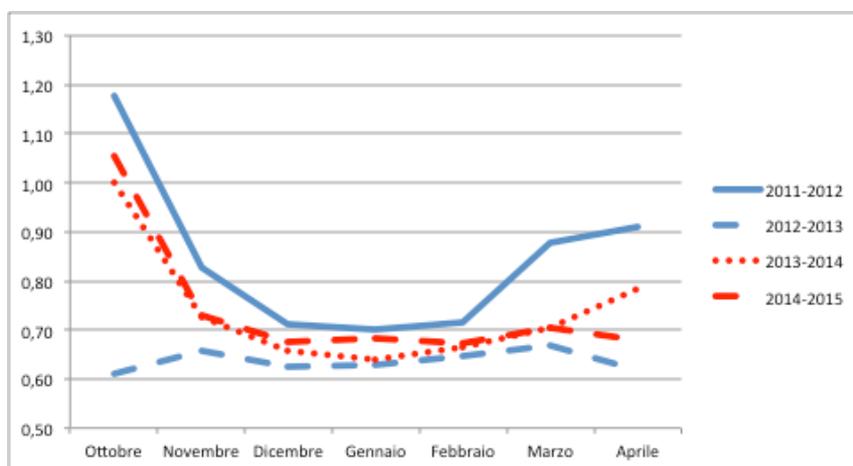


Figura 25: quota di partecipazione, in %, del condominio S1 ai consumi dell'intera rete

La **Figura 24** indica che i consumi del condominio sono diminuiti, seguendo la diminuzione globale di tutta la rete, mentre la **Figura 25** indica che la quota dei consumi addebitabili al condominio, nei due anni con le valvole è compresa fra le quote del periodo precedente l'installazione. Fra l'altro l'inverno 2012-2013, il più freddo, è quello nel quale il condominio S1 ha consumato di meno rispetto alla rete.

Una valutazione rapida, senza incontro con gestori e condomini porterebbe a dire che il condominio Eolo avrebbe avuto pochi vantaggi dall'installazione, almeno nel periodo dicembre-febbraio, mentre il comportamento nel periodo iniziale e finale era precedentemente molto instabile, fra l'altro questi sono i periodi nei quali le valvole termostatiche dovrebbero dare maggiormente il loro contributo.

Condominio S2 (Sondalo)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
S2	100 kW	no	residenziale	settembre 2013

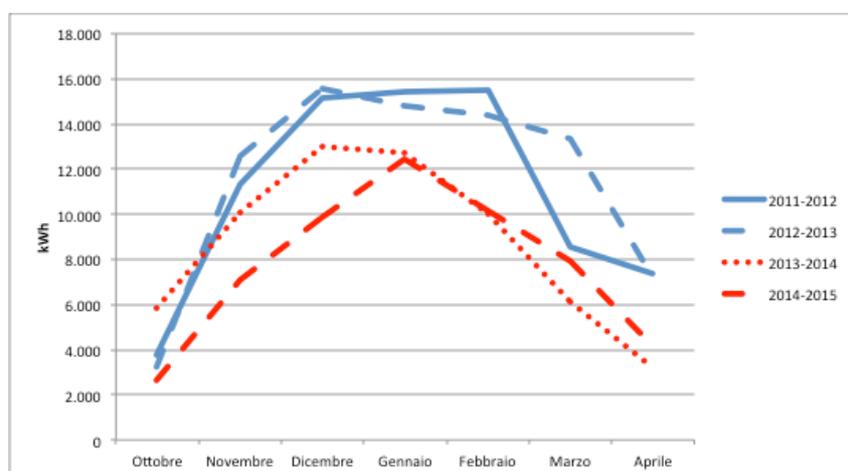


Figura 26: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio S2

Sondalo	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	3.764	3.240	5.873	2.630
Novembre	11.313	12.587	10.111	7.084
Dicembre	15.137	15.589	13.010	9.842
Gennaio	15.459	14.775	12.753	12.441
Febbraio	15.473	14.422	10.036	10.134
Marzo	8.579	13.319	6.136	7.910
Aprile	7.382	7.228	3.217	4.185
Totali	77.107	81.160	61.136	54.226

Tabella 21: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio S2 di Sondalo

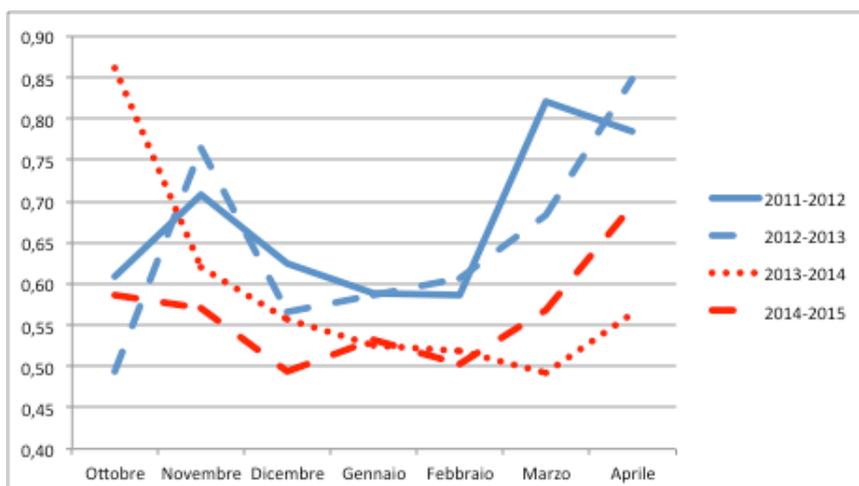


Figura 27: quota di partecipazione, in %, del condominio S2 ai consumi dell'intera rete

Questo condominio ha ottenuto una riduzione rilevante dei consumi confrontando la prima e l'ultima stagione termica. La riduzione è pari a circa 23.000 kWh, circa il 30 % del valore iniziale: la **Figura 27** mostra che la quota dei consumi della rete addebitabile al condominio Gescal mostra un deciso differenziamento fra le due curve blu prima dell'installazione e le due curve rosse successive, il secondo anno la curva è più regolare possibile indicazione di un progressivo apprendimento da parte degli occupanti. Quindi il sistema ha raggiunto i suoi obiettivi. Si sono anche ridotte le quote di ottobre e aprile che andrebbero tuttavia approfondite sul sito.

Condominio S3 (Sondalo)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
S3	250 kW	no	residenziale	settembre 2013

Il condominio S3 presenta un caso di applicazione ottimale delle tecnologie di contabilizzazione, così come mostrano la **Figura 28** e la **Tabella 22**. La riduzione dei consumi è estremamente rilevante, 89.500 kWh su 190.000 kWh, pari al 47%, più del doppio del 18% di riduzione avvenuta su tutta la rete di Sondalo.

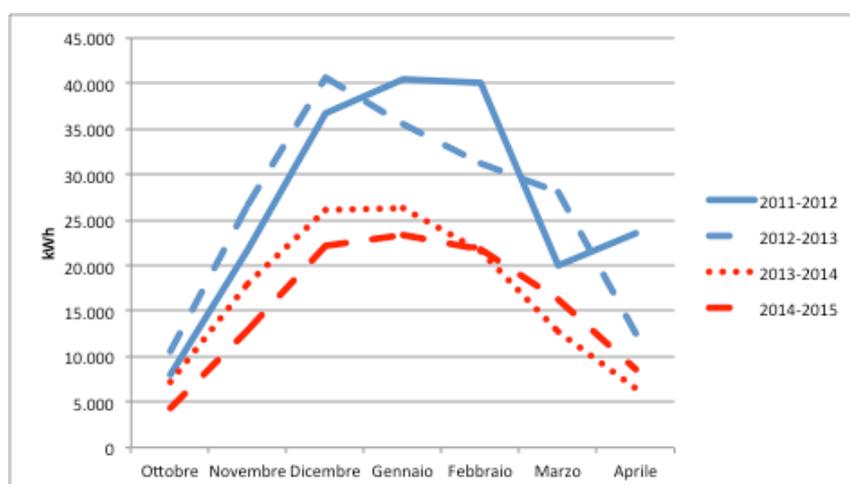


Figura 28: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio S3

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	8.013	10.580	7.304	4.333
Novembre	21.831	26.661	18.010	13.004
Dicembre	36.708	40.760	26.023	22.107
Gennaio	40.491	35.480	26.350	23.337
Febbraio	40.163	31.267	21.613	21.848
Marzo	20.041	27.977	12.775	16.250
Aprile	23.549	12.496	6.493	8.632
Totale	190.796	185.221	118.568	109.511

Tabella 22: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio S3 di Sondalo

L'analisi dei dati, oltre a confermare una minore quota assorbita dopo l'installazione, dell'ordine del 30%, indica anche una minore oscillazione della quota nei vari mesi, anche se rimane ancora una certa anomalia per aprile. Anche in questo caso l'intervento di contabilizzazione ha assolto il suo compito.

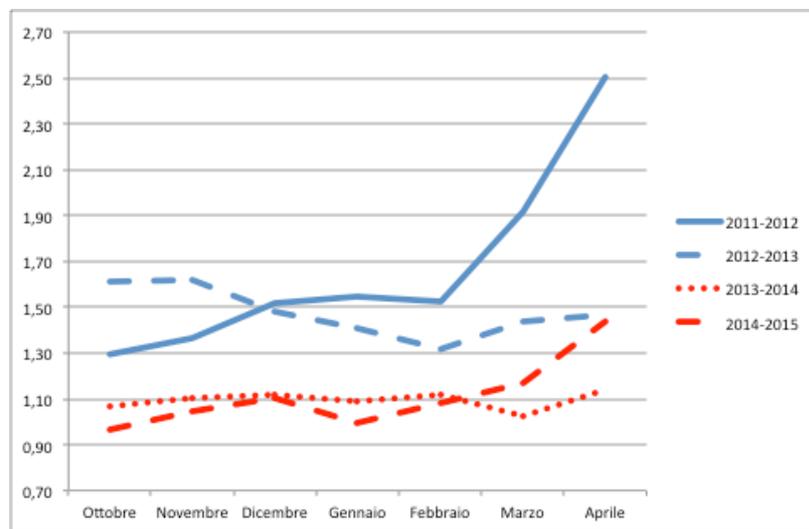


Figura 29: quota di partecipazione, in %, del condominio S3 ai consumi dell'intera rete

Condominio S4 (Sondalo)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
S4	150 kW	no	residenziale	settembre 2013

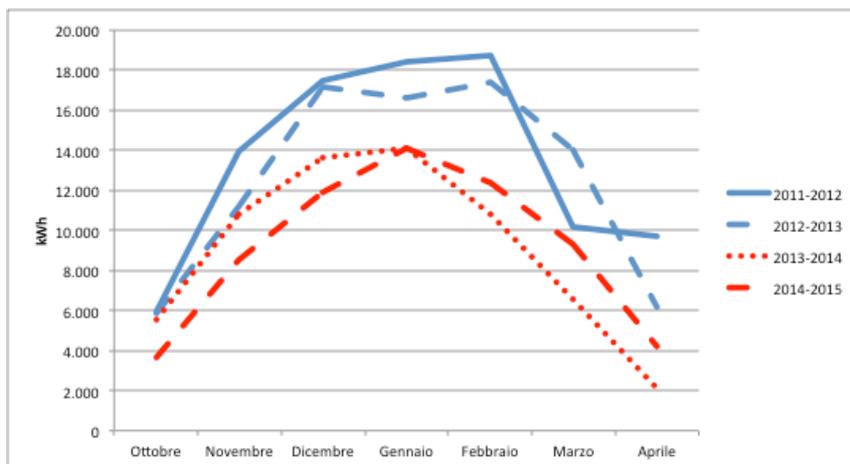


Figura 30: andamento dei consumi per il riscaldamento invernale del condominio S4

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Ottobre	5.958	5.853	5.579	3.637
Novembre	13.967	11.189	10.837	8.526
Dicembre	17.462	17.171	13.628	11.874
Gennaio	18.437	16.585	14.125	14.085
Febbraio	18.749	17.429	10.811	12.386
Marzo	10.160	14.003	6.594	9.354
Aprile	9.673	6.208	2.115	4.189
Totale	94.406	88.438	63.689	64.051

Tabella 23: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio S4 di Sondalo

Anche questo condominio ha avuto una riduzione dei consumi superiore e quella della rete (vedi **Tabella 23** e **Figura 30**), pari al 32% rispetto al 18%, assieme ad un andamento più regolare nel corso dei mesi.

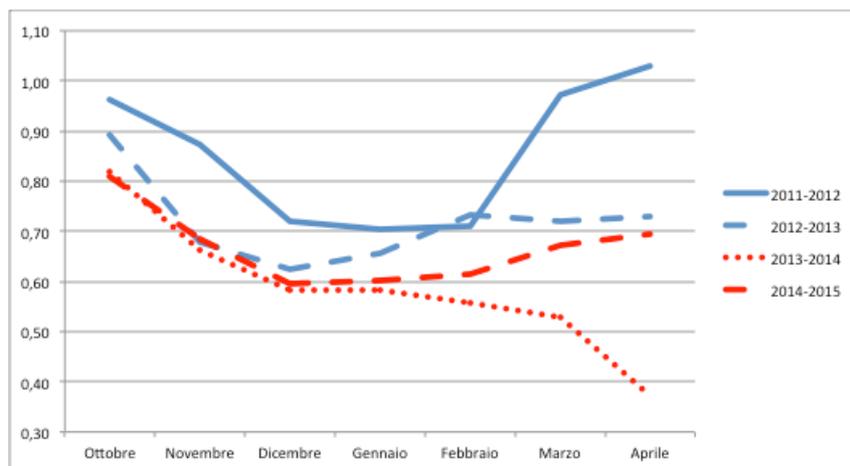


Figura 31: Quota di partecipazione, in %, del condominio S4 ai consumi dell'intera rete

L'analisi della **Figura 31** che riporta la quota del condominio S4 rispetto al consumo della rete indica una situazione più complessa. Già nella stagione 2012-2013, la più fredda fra le quattro prese in considerazione, il condominio aveva ridotto la sua quota, almeno nella prima parte dell'inverno, rispetto all'intera rete di Sondalo, mentre nei mesi di marzo ed aprile ci sono forti divergenze. In assenza di maggiori approfondimenti locali si può valutare che questo condominio ha avuto grandi vantaggi dall'introduzione della regolazione e contabilizzazione, ma possa ancora migliorare le sue prestazioni.

ANALISI COL METODO DELLA FIRMA ENERGETICA DEI CONDOMINI DEL COMUNE DI TIRANO

L'analisi sui risultati prodotti dall'installazione della contabilizzazione e regolazione individuale è stata effettuata precedentemente destagionalizzando i dati di consumo attraverso il rapporto con i consumi globali della rete. L'analisi viene ora ripetuta, per i soli condomini di Tirano per i quali sono disponibili i GG calcolati sulla base delle misure dell'Arpa Lombardia, destagionalizzando i consumi rapportandoli ai GG corrispondenti.

Condominio T1 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T1	350 kW	sì	residenziale	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	29.243	30.433	24.219	20.830
Dicembre	46.341	52.237	42.539	32.535
Gennaio	50.080	49.352	36.506	41.121
Febbraio	48.807	43.762	30.956	33.073
Marzo	16.705	36.712	19.490	21.924
Totale	191.178	212.498	153.712	149.485

Tabella 24: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T1 di Tirano

La **Figura 32** riporta i consumi del condominio, la **Figura 33** riporta invece i consumi specifici, kWh/GG, per i vari mesi dell'anno. Si evince immediatamente dalla **Figura 33** che la firma energetica del condominio è migliorata, aspetto poi evidenziato nella **Figura 34** e nella **Figura 35** che riportano nella prima le rette di interpolazione lineare per i consumi mensili dei vari anni e nella seconda le rette che incrociano i dati annuali. La lettura di queste curve non permette un confronto immediato per separare gli effetti dovuti all'evoluzione dell'edificio e del comportamento dei suoi occupanti dagli effetti dovuti invece alle diverse rigidità del clima.

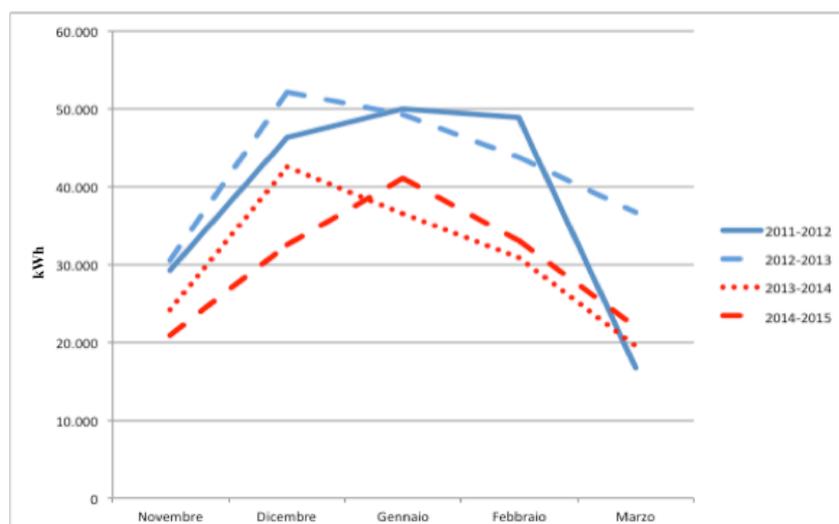


Figura 32: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T1

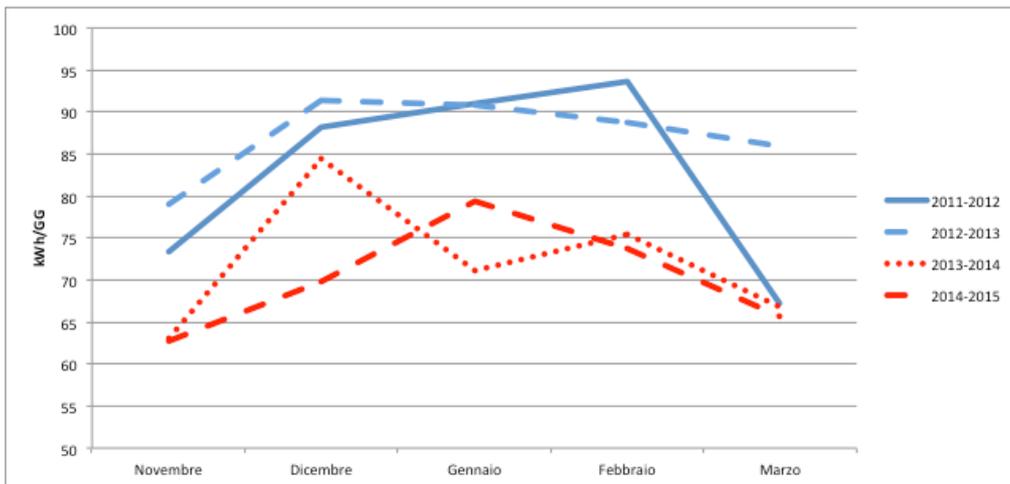


Figura 33: firma energetica mensile per ciascuna stagione invernale per il condominio T1

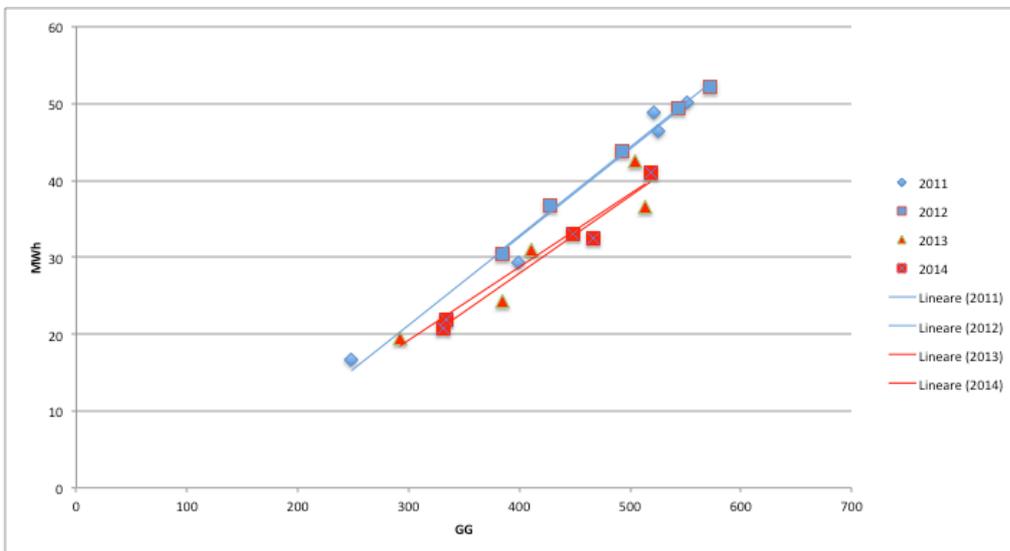


Figura 34: ricostruzione della firma energetica con i valori mensili

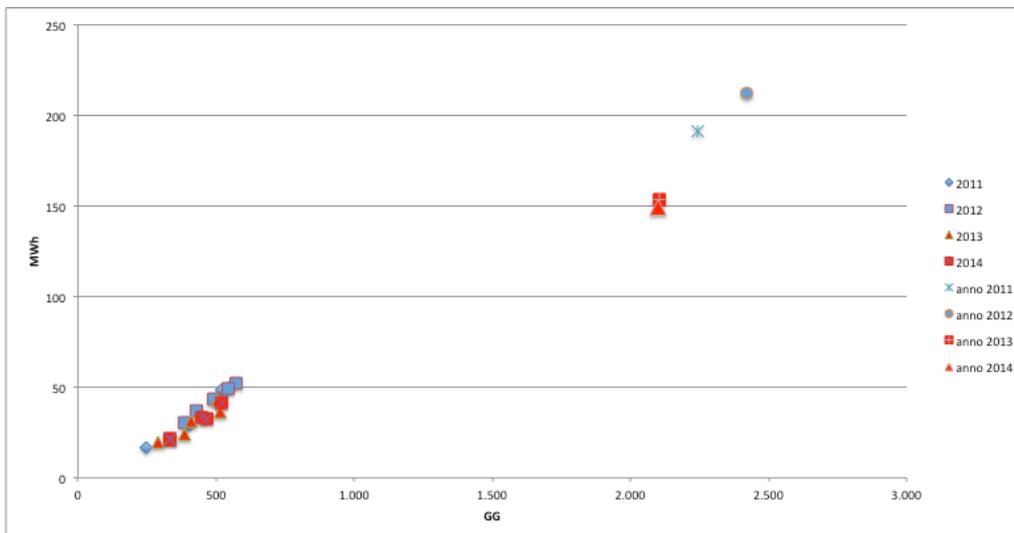


Figura 35: ricostruzione della firma energetica con i valori mensili ed annuali

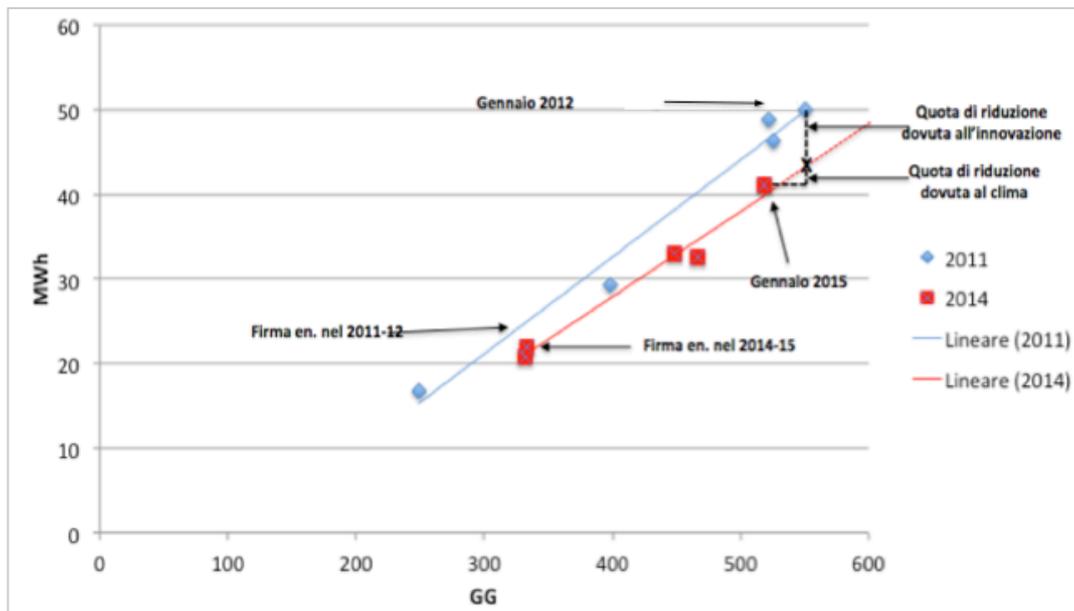


Figura 36: valutazione degli effetti dovuti al clima e degli effetti dovuti alla modifica della firma.

La **Figura 36** indica un possibile modo per operare sulla firma energetica per evidenziare come clima e miglioramenti di efficienza contribuiscono alla variazione dei consumi.

Si voglia confrontare il consumo del mese di gennaio 2012 con quello dello stesso mese del 2015, indicati dalle frecce sulle due differenti annate. Il segmento tratteggiato in verticale indica la differenza assoluta, l'incrocio del segmento con la linea della firma energetica nel 2015, indicato da una X, mostra come questa variazione si suddivide fra una parte prodotta dall'innovazione dell'edificio ed una parte prodotta dal clima. Operando per via quantitativa si può sottrarre al consumo di gennaio 2012 quello che sarebbe stato il consumo di gennaio 2015 se le condizioni climatiche fossero state le stesse ($\text{consumo}_{2015}/\text{gg}_{2015} \times \text{gg}_{2012}$), ottenendo così le variazioni dovute al solo incremento di efficienza.

L'utilizzo di questa procedura per scopi contrattuali dovrebbe necessariamente tener conto delle incertezze non delle misure ma della loro rappresentatività per la presenza di tanti altri fattori non analizzati.

Condominio T2 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T2	600 kW	sì	Residenziale e negozi	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	45779	44569	44269	35689
Dicembre	68009	74409	73537	53839
Gennaio	73719	72219	64451	67.879
Febbraio	70729	64289	55229	55.189
Marzo	27609	56129	30359	38.019
Totale	285847	311617	267847	250617

Tabella 25: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T2 di Tirano

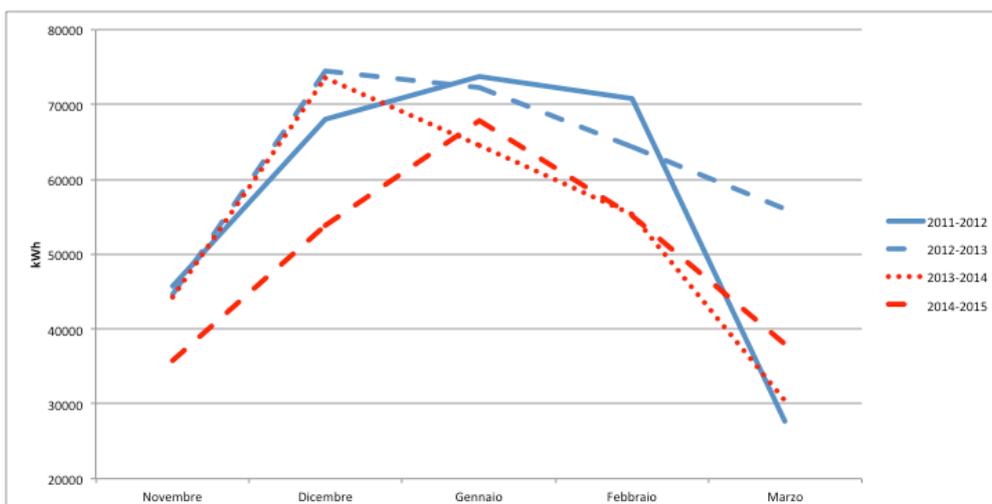


Figura 37: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T2

L'analisi della firma energetica di questo condominio (**Figura 38**, **Figura 39** e **Figura 40**) conferma il giudizio di incertezza sul raggiungimento degli obiettivi già espresso precedentemente, per il primo anno non si hanno miglioramenti di rilievo mentre nel secondo anno dopo l'intervento si ha un certo miglioramento della firma energetica dell'edificio. Su queste basi si può ritenere che la diminuzione dei consumi sia dovuta sia al clima che all'intervento innovativo, ma che globalmente non siano stati raggiunti gli obiettivi di forte riduzione dei consumi per motivi che richiedono una analisi specifica.

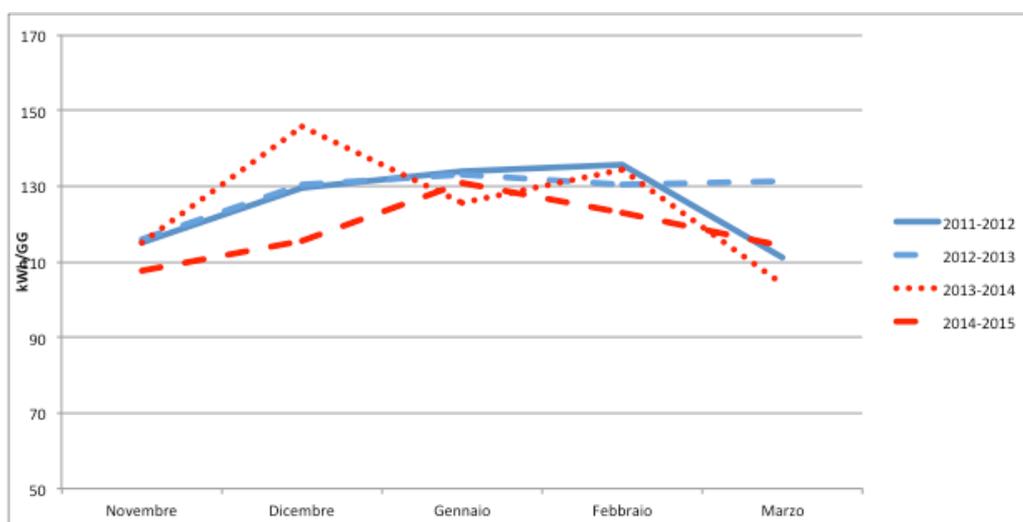


Figura 38: firma energetica mensile per ciascuna stagione invernale per il condominio T1

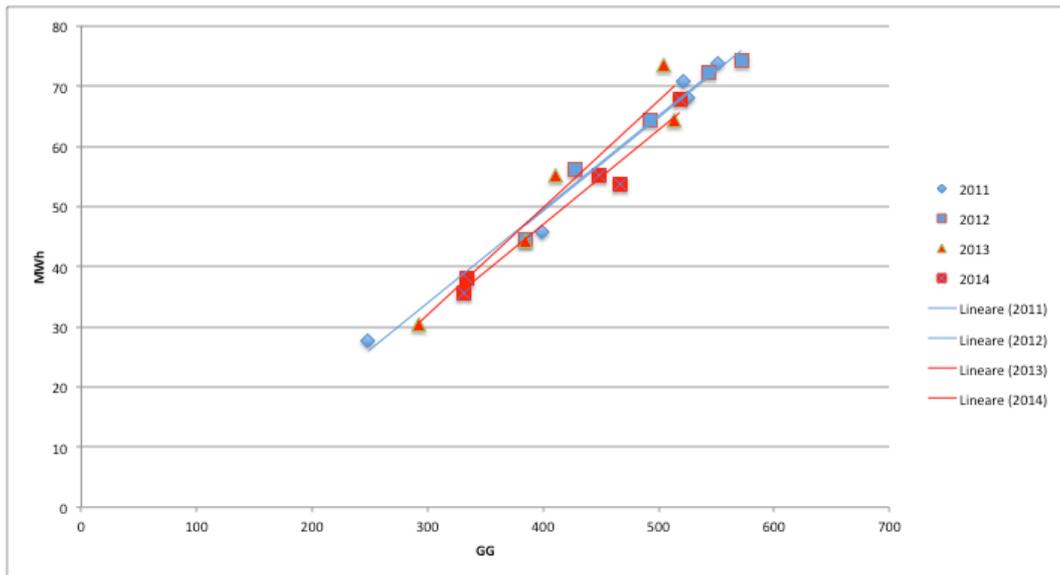


Figura 39: ricostruzione della firma energetica dai valori mensili

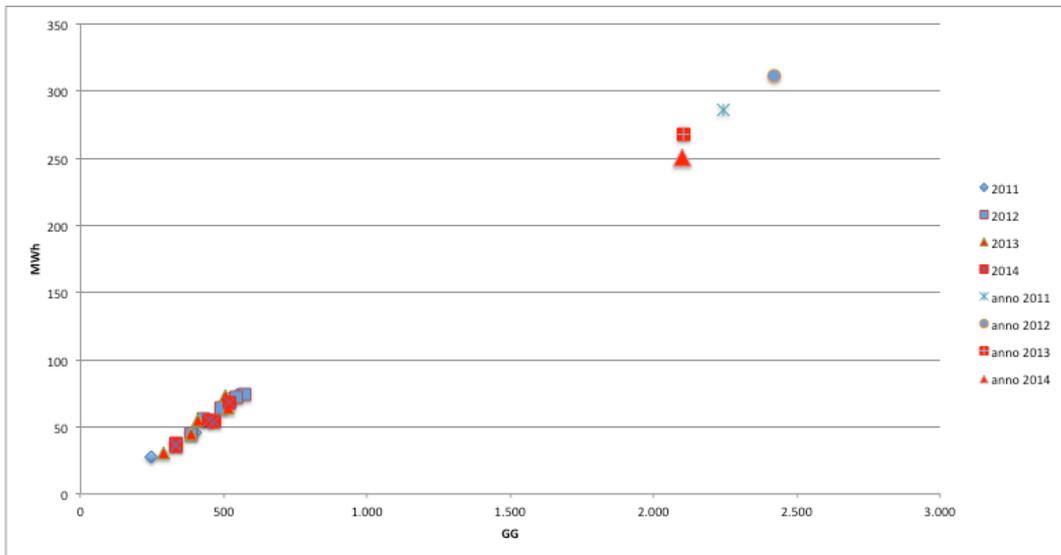


Figura 40: ricostruzione della firma energetica dai dati mensili ed annuali

Condominio T3 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T3	450 kW	sì	Residenziale e negozi	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	52.816	41.984	42.195	30.454
Dicembre	71.396	74.043	65.757	46.108
Gennaio	73.357	66.637	63.761	53.678
Febbraio	68.009	57.895	50.331	44.706
Marzo	29.802	49.639	32.654	29.364
Totale	295.380	290.198	254.698	204.310

Tabella 26: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T3

La **Figura 41** indica che si è avuta una progressiva diminuzione dei consumi in questo condominio nel corso degli anni presi in considerazione. La **Figura 42** che riporta la firma energetica mensile permette di valutare meglio la situazione: la firma energetica è migliorata anche nella stagione 2012-2013, l'anno più freddo, nel primo inverno con contabilizzazione la firma energetica è rimasta stabile ma si è presumibilmente svolta un'attività di formazione perché poi l'anno successivo la firma energetica è migliorata di più del 20%. L'effetto globale del clima e dell'evoluzione nei comportamenti porta ad una diminuzione del 30% dei consumi riportata nella **Figura 41**.

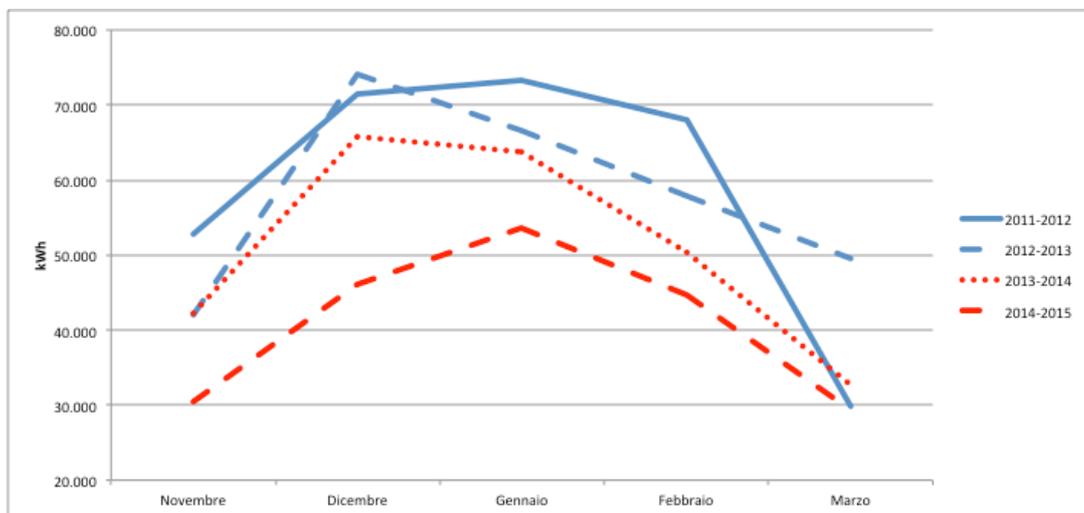


Figura 41: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T3

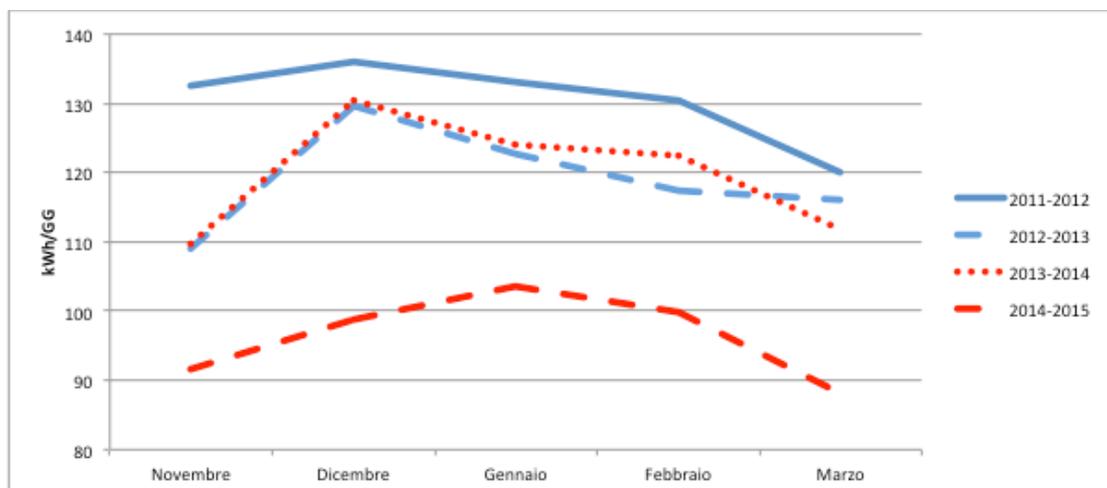


Figura 42: firma energetica mensile per ciascuna stagione invernale per il condominio T3

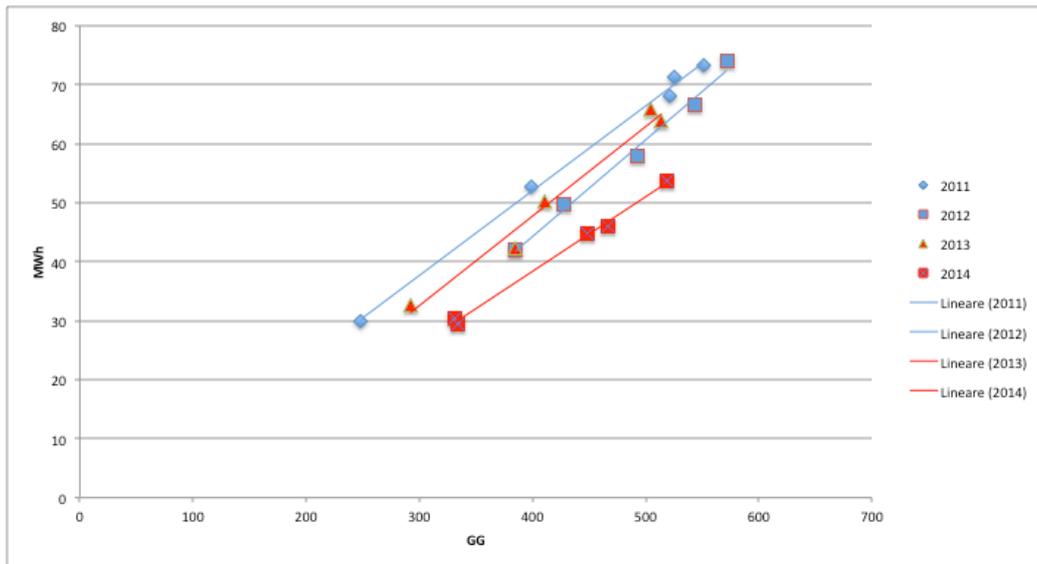


Figura 43: ricostruzione dei valori mensili della firma energetica

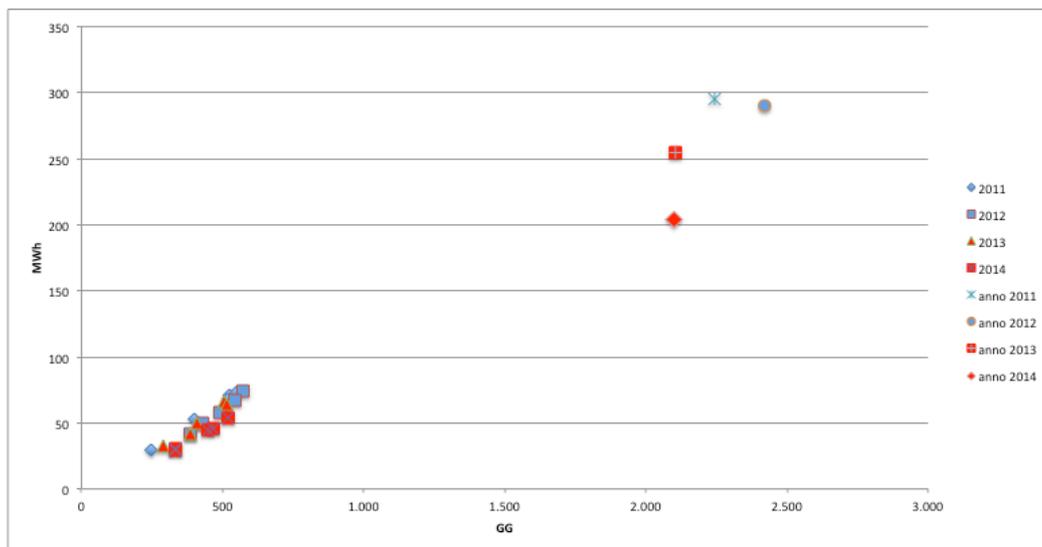


Figura 44: ricostruzione della firma energetica dai valori mensili e da quelli annuali

Condominio T4 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T4	700 kW	no	Residenziale e negozi	settembre 2013

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	78.340	83.470	67.420	61.500
Dicembre	109.090	131.730	107.636	84.460
Gennaio	116.750	109.920	97.194	95.380
Febbraio	116.380	96.870	80.180	79.220
Marzo	54.450	79.270	49.850	57.540
totali	475.010	501.260	402.280	378.100

Tabella 27: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T4

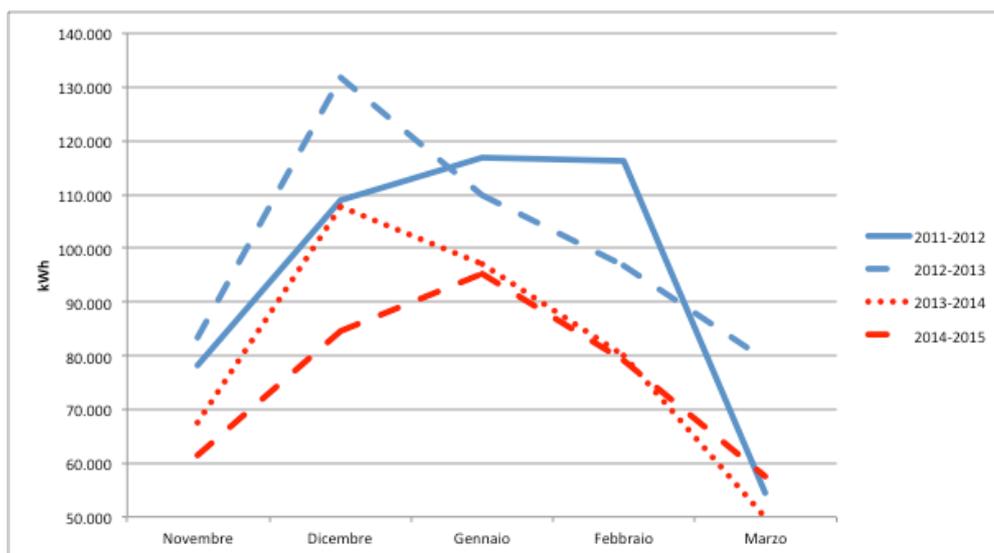


Figura 45: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T4

La **Figura 45** mostra i dati sui consumi per il solo riscaldamento, non c'è infatti fornitura di acqua sanitaria; i diagrammi mostrano forti variazioni fra i vari mesi, sia prima che dopo l'installazione delle valvole termostatiche e della contabilizzazione, possibile indicazione di problemi di regolazione. La **Figura 46** riporta invece il rapporto fra consumi e GG nei vari mesi: si evidenziano forti oscillazioni fra i vari mesi e nel primo anno di installazione della nuova regolazione la firma energetica non risulta fortemente modificata. Nel secondo anno di esercizio del sistema si ha una regolarizzazione dei consumi, possibile indice che la regolazione comincia a fare effetto e si ha un miglioramento generalizzato della firma energetica valutabile dell'ordine del 10%. Si può ritenere che ci fossero problemi locali, in parte risolti, ma che potrebbe essere opportuno un ulteriore lavoro per raggiungere gli obiettivi attesi.

La **Figura 47** e la **Figura 48** ricostruiscono la firma energetica dell'edificio, la prima sulla base dei dati mensili, la seconda sulla base dei dati annuali: queste rette mostrano le incertezze esposte nelle righe precedenti.

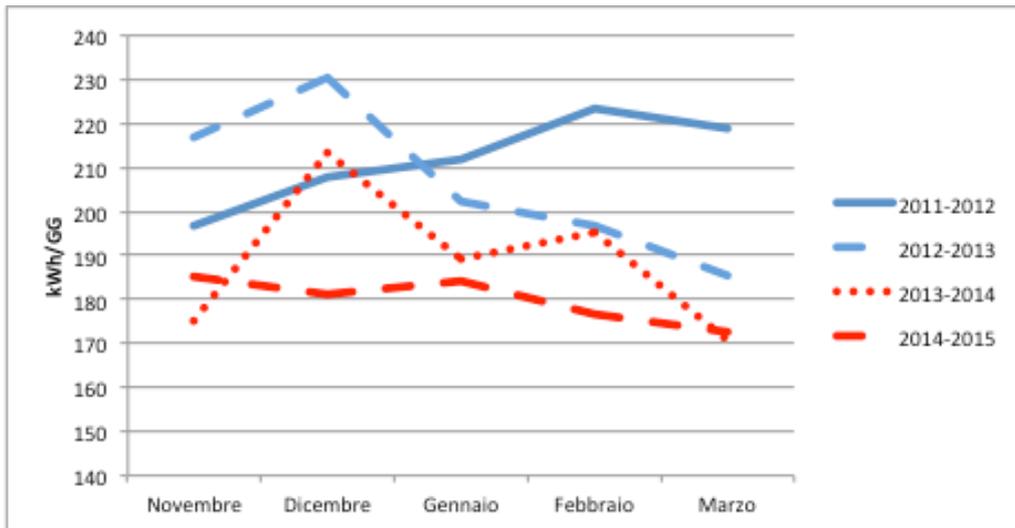


Figura 46: firma energetica mensile per ciascuna stagione invernale per il condominio T4

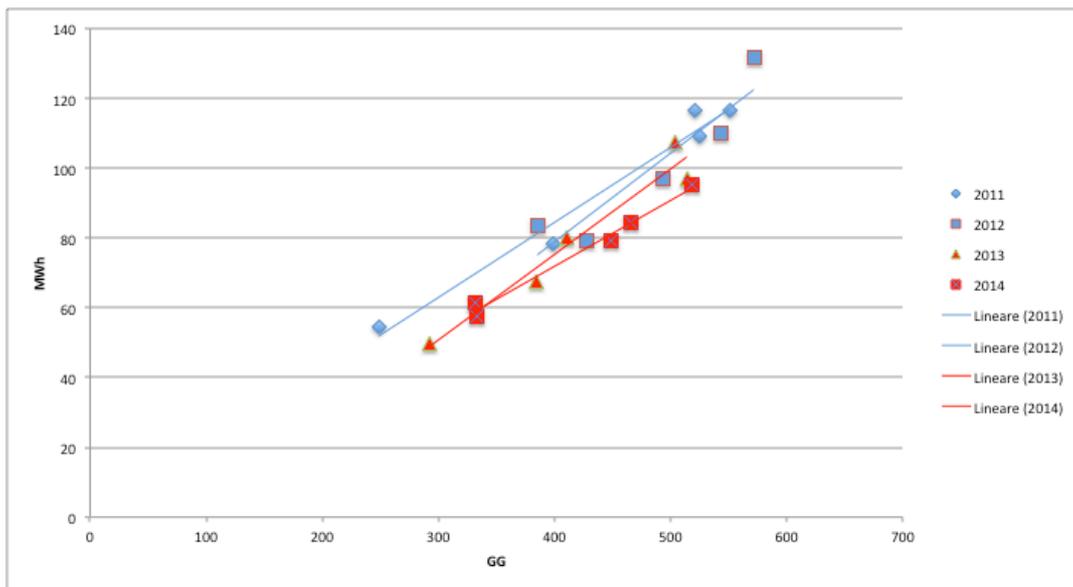


Figura 47: ricostruzione dei valori mensili della firma energetica dell'edificio T4

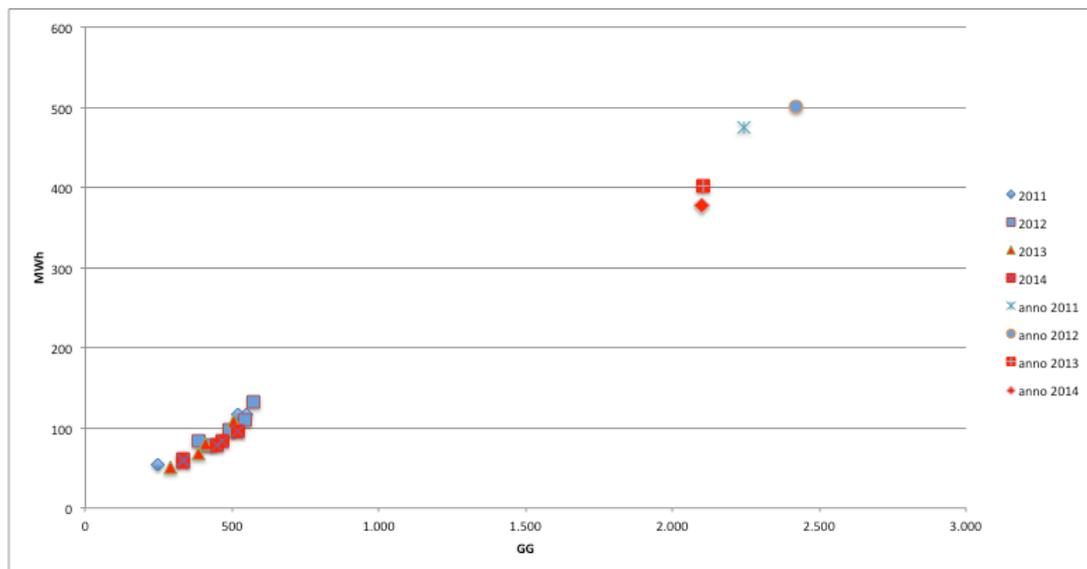


Figura 48: ricostruzione dei valori annuali della firma energetica dell'edificio T4

Condominio T5 (Tirano)

Condominio	Potenza allacciata	Produzione acqua calda sanitaria	Tipologia utenza	Data installazione valvole
T5	300 kW	no	Residenziale e negozi	settembre 2012

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Novembre	38.228	32.350	34.243	35.109
Dicembre	52.968	51.597	50.673	46.288
Gennaio	54.745	51.351	46.141	55.887
Febbraio	51.346	41.599	40.007	47.786
Marzo	27.119	37.408	31.251	37.333
totali	224.406	214.305	202.315	222.403

Tabella 28: consumi fatturati (kWh) nelle diverse stagioni termiche per il condominio T5 di Tirano

Questo condominio non ha fornitura di acqua calda sanitaria dalla rete; già la sola lettura dei dati globali dei consumi mette in luce forti anomalie rispetto all'intera rete e agli altri condomini analizzati. L'intervento di regolazione e contabilizzazione è stato effettuato un anno prima che negli altri condomini analizzati. Si è avuto un effetto positivo nella stagione 2012-2013, la più fredda, quella con i consumi più elevati, ma poi questo effetto è venuto meno: infatti negli anni successivi i consumi si mantengono abbastanza stabilmente in crescita, tornando ai valori iniziali.

La **Figura 49** riporta in grafico i consumi mensili, mostrando una certa stabilità nel tempo. La **Figura 50** riporta invece il consumo specifico kWh/GG. Questo valore risulta ridotto di circa il 10% nel primo anno di installazione per poi ricrescere, tornando nella stagione 2014-2015 a valori superiori a quelli iniziali.

In mancanza di analisi applicate alle condizioni specifiche di questo edificio e di informazioni dettagliate sulle logiche di regolazione applicate, non si possono indicare le cause di questa evoluzione negativa, si può soltanto rilevare che l'effetto dell'intervento non sia stato corrispondente alle aspettative.

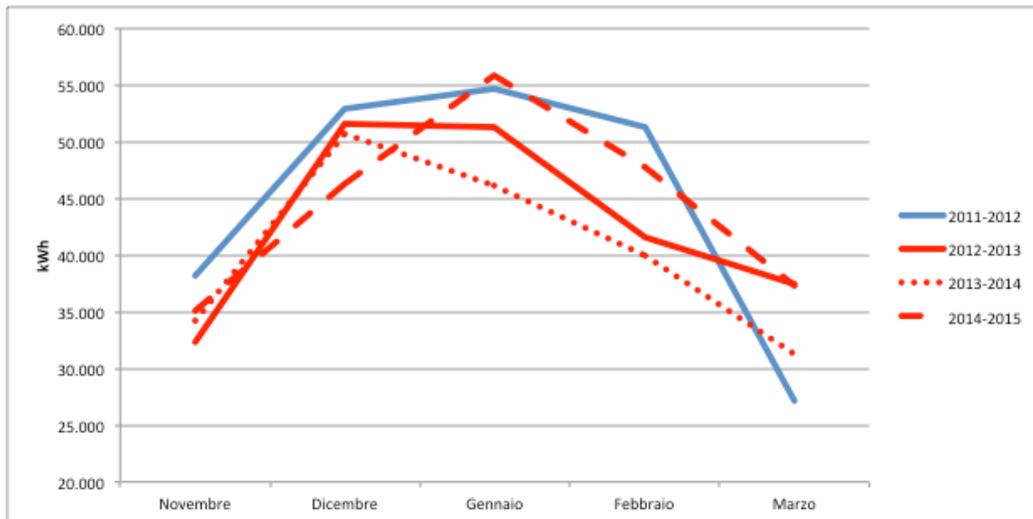


Figura 49: andamento dei consumi, addebitabili alla funzione riscaldamento, del condominio T5

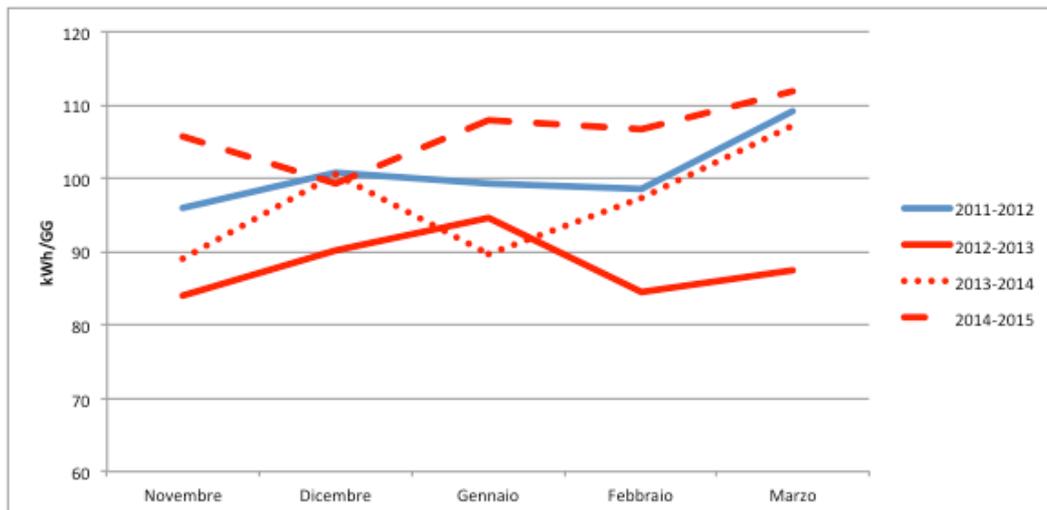


Figura 50: firma energetica mensile per ciascuna stagione invernale per il condominio T5

La **Figura 51** e la **Figura 52** riportano la firma energetica del condominio T5 rispettivamente su base mensile e su base annuale; la sovrapposizione delle rette quantifica la mancata evoluzione della firma stessa.

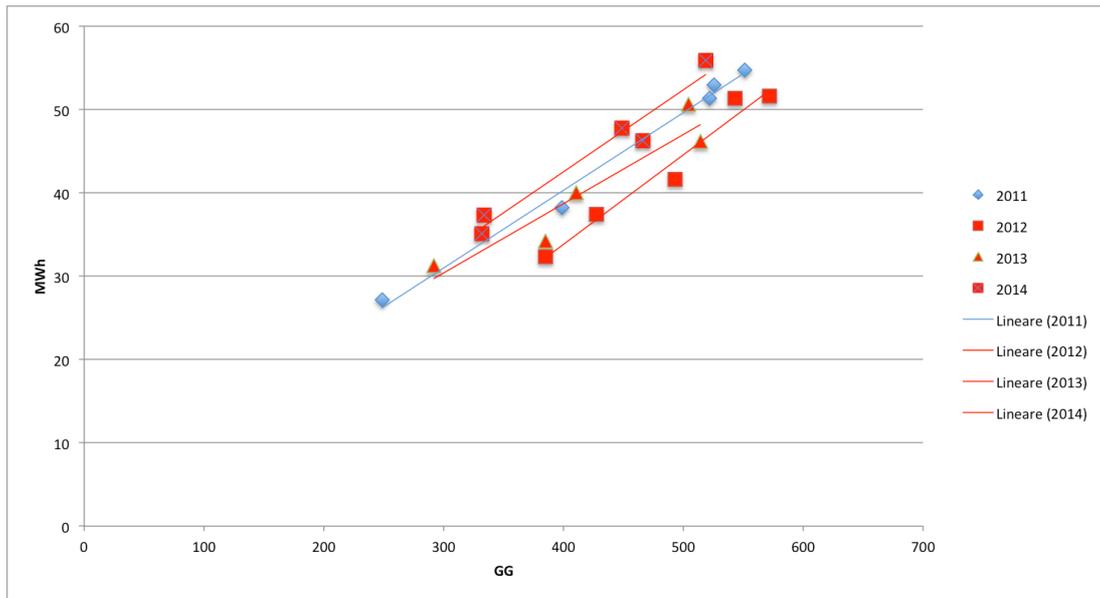


Figura 51: ricostruzione dei valori mensili della firma energetica

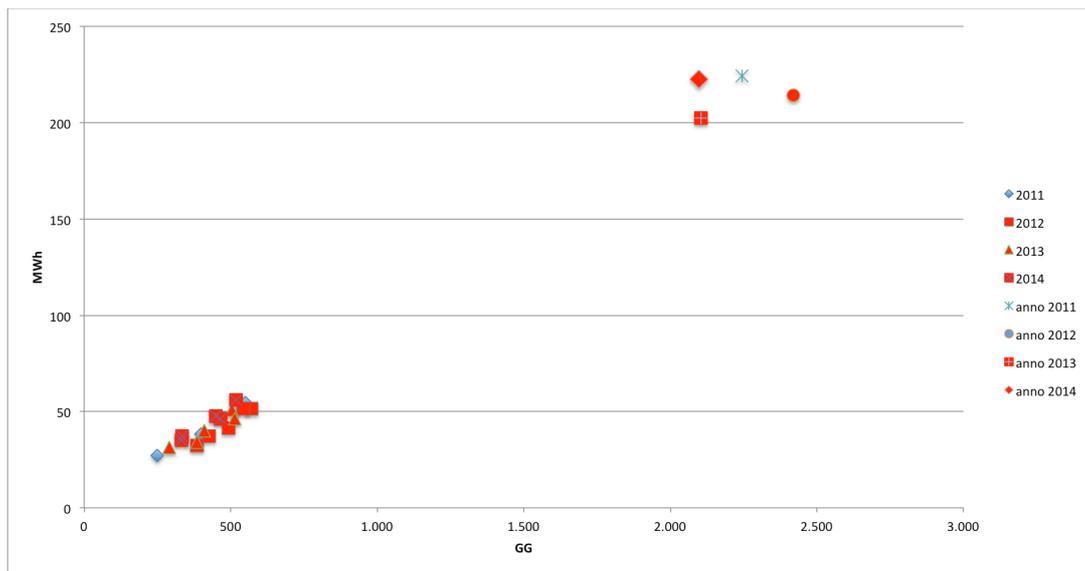


Figura 52: ricostruzione dei valori annuali della firma energetica.

SEZIONE II

GUIDA PER UTENTI E AMMINISTRATORI DI CONDOMINIO SULLA CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI PER IL RISCALDAMENTO

Premessa generale

Le spese di riscaldamento nei condomini italiani sono tradizionalmente suddivise fra i vari condomini in base ai millesimi di proprietà, senza alcuna misurazione che possa separare l'energia termica che va ai locali privati da quella che va alle parti comuni quali garage, scale e ingressi.

Il D.Lgs. 102/14 prevede che entro il 31 dicembre 2016 negli edifici dotati di impianti centralizzati sia installato un sistema di contatori individuali o, dove non possibile, un sistema di termoregolazione e contabilizzazione in corrispondenza di ogni singolo radiatore.

L'applicazione di questa norma prevede la responsabilizzazione di ciascun condomino riguardo al consumo del calore da lui effettivamente richiesto ed è un'operazione più complessa della tradizionale ripartizione per millesimi di proprietà. Tipicamente si troveranno a pagare di più i condomini residenti negli attici, in appartamenti con facciate esposte a Nord, che si trovano sopra porticati o comunque presenti in casa con continuità, mentre si troveranno a pagare di meno i condomini residenti in locali esposti a Sud e le persone con presenza ridotta. Nel complesso si dovrebbe ottenere sia una riduzione dei contrasti, per il controllo autonomo delle temperature, sia una riduzione dei consumi globali e quindi della spesa globale, attraverso l'eliminazione degli sprechi (tipicamente finestre o porte aperte) e dei consumi non ritenuti necessari (tipicamente locali con bassa occupazione) sia determinare dei fattori correttivi per le esposizioni svantaggiate dal punto di vista energetico (es. attici, esposizioni Nord-Est).

Tenendo conto della delicatezza della gestione delle spese nei condomini, è necessario affrontare il problema nella sua complessità, programmando i vari passaggi ed anticipando i problemi che potranno presentarsi.

L'applicazione della legge prevede lo svolgimento di varie attività:

- attività di ricognizione tecnico-amministrativa;
- attività progettuali tecniche;
- esecuzione dei lavori;
- addestramento degli occupanti e messa a punto delle regolazioni;
- gestione della suddivisione dei costi.

La presente guida non entra nei dettagli progettuali, per i quali esistono specifiche norme tecniche di riferimento e supporto, ma ha l'obiettivo di affrontare le motivazioni dei vari passaggi e gli elementi tecnici, amministrativi e di comportamento da essi sottesi, in modo da aiutare l'amministratore a valutare le risorse adatte ad affrontarli e ad anticipare i punti critici per meglio gestirli.

Attività di ricognizione tecnico-amministrativa

La prima fase costituisce una diagnosi "tecnico-comportamentale" dell'edificio e dei suoi occupanti per valutare la complessità dell'intervento, scegliere le soluzioni più adatte ed evidenziare i punti critici.

Vanno sentiti ed individuati i condomini che lamentano temperature troppo basse per le loro esigenze ma che temono comunque aumenti eccessivi delle stesse; allo stesso modo vanno sentiti e individuati i condomini che lamentano temperature troppo elevate o hanno una occupazione molto saltuaria dei locali: questi ultimi possono però aspettarsi diminuzioni di spesa troppo rilevanti e non garantibili.

Vanno raccolte informazioni sull'eventuale interesse ad accoppiare l'intervento di regolazione e contabilizzazione/ripartizione, con altri interventi di ristrutturazione dell'edificio (tipicamente coibentazioni

o infissi) o dell'impianto (tipicamente condizionamento estivo, caldaie a condensazione, schermature solari). Sulla base di informazioni di mercato, di interventi già effettuati e di preventivi di massima, va raccolto l'interesse e la propensione verso interventi di ristrutturazione rilevante della rete di distribuzione ai radiatori, con la costruzione di singoli anelli per ogni appartamento e l'installazione di un contacalorie per la misura al singolo appartamento, o invece verso il mantenimento del preesistente sistema a colonne con l'installazione di un sensore per ogni radiatore per ottenere poi una ripartizione (non una misura di contabilizzazione) fra i vari condomini.

Vanno individuati i locali di uso comune, quali androni, scale e garage indivisi, le cui spese dovranno essere considerate come obbligate e suddivise secondo i millesimi di proprietà. Vanno valutate le coibentazioni fra appartamenti perché possono essere sorgenti di accuse di "furti di calore" fra condomini con comportamenti o occupazione dei locali molto diversi. Questi parametri possono cambiare nel tempo, per l'evoluzione dei comportamenti e le diversità del clima.

Fondamentalmente è opportuno integrare un intervento di termoregolazione e ripartizione delle spese col risanamento delle inefficienze più evidenti dell'edificio quali scarso isolamento dei tetti, degli attici, tubazioni poco coibentate nei cavedi e nelle cantine, regime di carico minimo della caldaia. Questi interventi servono non solo per evitare contrasti fra condomini ma anche per evitare che aumentando le ore di esercizio dell'impianto, per le esigenze di alcuni condomini, si abbia un aumento delle dispersioni e conseguentemente dei consumi energetici con annesso aggravio di spesa.

Questo insieme di attività (unito alle esperienze già acquisite in contesti simili), attualmente codificate in normativa UNI, porta a progettare le modalità di ripartizione dei costi fra spese obbligate (parti comuni, dispersioni, locali vuoti, consumi minimi) ripartite in base ai millesimi e le spese volontarie ripartite in base alle misure. Il regolamento di condominio dovrà esaminare questi aspetti che, ovviamente, pur se previste da una legge richiederanno le approvazioni richieste secondo le procedure in vigore.

Attività progettuali-tecniche

Termoregolazione e ripartizione/contabilizzazione hanno un peso d'intervento ben diverso. La termoregolazione richiede il montaggio di un apparato che regoli la portata di acqua calda entrante nel singolo radiatore, in funzione della temperatura nel locale. Negli apparecchi più recenti basta sostituire la manopola della valvola esistente con una manopola dotata di bulbo termostatico, senza alcuna perdita di liquido; invece nei radiatori più vecchi occorre sostituire l'intera valvola e può essere necessario, a volte, smontare l'intero radiatore, in ogni caso con necessità di drenaggio, possibile perdita di liquido e rischio di danneggiamenti conseguenti. Qualora la manopola risultasse posizionata in uno spazio chiuso e troppo vicino al radiatore potrebbe esser necessario installare un apparecchio col bulbo remoto.

La termoregolazione obbliga a intervenire sulla pompa di circolazione del liquido. Nella situazione tradizionale tutte le valvole, poste in alto, sono aperte mentre i detentori, posti in basso, compensano gli squilibri fra le colonne assicurando portata a tutti i radiatori. La scelta della pompa garantisce una portata costante. Una volta installate le valvole termostatiche, gli occupanti possono manovrarle più volte al giorno: in tal modo a certe ore molti radiatori saranno chiusi mentre i pochi radiatori aperti, a causa della velocità del liquido, potrebbero produrre un classico suono a "fischio"; occorre quindi intervenire cambiando la pompa o le modalità della sua regolazione.

Se si ristruttura la distribuzione ad anello, con tubi collocati dietro battiscopa o sotto le soglie, si ha una separazione del liquido dell'appartamento, con uno scambiatore dedicato, senza problemi, in genere, per la pompa di circolazione principale.

Indipendentemente dal tipo di ristrutturazione scelta, all'ingresso dell'edificio va installato un contacalorie da usare sia per verificare il rendimento della caldaia o il contatore della rete di teleriscaldamento, sia per valutare le perdite ed i consumi obbligati delle parti comuni e controllare le misure dei consumi allocati ai vari utilizzatori; questo contatore deve poter essere tarato periodicamente.

Nelle ristrutturazioni che mantengono le colonne montanti per i radiatori occorre installare su ognuno di

essi un apparecchio, meno costoso e meno complesso da installare di un contacalorie, che dia un segnale leggibile, correlabile con il calore scambiato dal radiatore verso il locale. Per decenni nell'Europa centrale si impiegava una semplice fialetta metallica, piazzata sul radiatore con una vite, riempita di un olio; un addetto appartenente ad una società di controlli, passava periodicamente, appartamento per appartamento, stanza per stanza, leggendo il livello dell'olio, lo ricaricava e trascriveva il dato. Questo sistema non fu trasferito in Italia, sia per le difficoltà formali di accesso all'interno degli appartamenti, sia per la possibilità di frodi.

In Italia la ripartizione delle spese condominiali di riscaldamento è un tema affrontato solo da una ventina di anni, saltando a piè pari alcuni fasi tecnologiche/ispettive, grazie all'elettronica distribuita. I sistemi attualmente in commercio si basano su una lettura della differenza di temperatura fra radiatore ed aria-ambiente, sulla teletrasmissione di questi dati ad un sistema di raccolta, posto fuori dell'appartamento, che supervisiona il tutto per garantire l'affidabilità dei segnali. I dati acquisiti ed elaborati permettono anche la programmazione delle valvole termostatiche e forniscono infine le informazioni per la ripartizione dei costi. L'elettronica aiuta ma non elimina tutti i problemi: infatti i sistemi presuppongono l'uguaglianza delle condizioni di esercizio di ciascun radiatore, invece è possibile che gli occupanti li abbiano cambiati, sostituiti, allocati all'interno di mobili, coperti con tende o con mensole. Tutte queste differenze da una parte giustificano il termine "ripartizione" e non "contabilizzazione", dall'altra richiedono interventi correttivi, caso per caso, per evitare contenziosi in seguito alle prime fatturazioni.

Un'attività simile va sviluppata per le spese relative all'acqua calda sanitaria nel caso in cui essa è prodotta centralmente, dove può avere una sua caldaia dedicata (alimentata dall'unico contatore del gas o dall'unico serbatoio del gasolio), un suo accumulo e, in grandi edifici, un suo ricircolo continuo necessario per dare il servizio senza ritardi ma contribuendo alle dispersioni della rete, costituendo una quota di consumi obbligati. Queste attività progettuali sono regolate da specifiche norme UNI.

Esecuzioni dei lavori

I punti precedentemente esposti hanno mostrato la numerosità e complessità delle variabili che influenzano il tema di una efficace suddivisione delle spese di riscaldamento, efficace in termini di investimenti e di risultati ottenuti. Il contenimento dei costi rende difficile una progettazione spinta al dettaglio del singolo radiatore, per questo la qualità della fase esecutiva acquista un'importanza determinante. La qualità dell'installazione dipende dalla qualità del personale anche nell'affrontare situazioni non previste, dalla qualità della direzione dei lavori e dalla preparazione della committenza.

Appare molto importante che gli occupanti dell'edificio siano a conoscenza dei lavori da compiere e delle logiche del sistema di ripartizione delle spese, non solo per evitare danni ai pavimenti, ma in modo tale che come futuri gestori e destinatari della realizzazione, possano anticipare problemi che emergerebbero in seguito.

Addestramento degli occupanti e messa a punto delle regolazioni

Questa è indubbiamente la fase più delicata considerando la diversità delle disponibilità economiche, di preparazione culturale e di tempo dei condomini.

Va ricordato che ancora negli anni 40 la maggior parte delle case italiane non disponeva di un sistema di riscaldamento in ogni stanza, che lo sviluppo della cultura delle condizioni di benessere si è poi intimamente legato alla cultura del consumismo, che negli anni 70 sono cominciati gli allarmi per l'inquinamento ambientale affrontati utilizzando la nafta al posto del carbone, poi il gasolio al posto della nafta, infine il gas naturale (allora nazionale e quindi molto meno tassato) al posto del gasolio. Le campagne

di misura del PFE1 negli anni 80 dimostravano le inefficienze di regolazione energetica dei condomini, ma purtroppo la risposta del settore termotecnico fu di annullare gli impianti centralizzati e declassare la litigiosità dei condomini, passando alle caldaie individuali sui balconi; la potenza, dimensionata per la produzione istantanea dell'acqua calda sanitaria (quindi esuberante per il riscaldamento) permetteva una regolazione a colpi peraltro adatta a Paesi con forti escursioni giorno notte.

Poi negli anni 90 si proponeva la regolazione dei condomini con la centralina climatica esterna ma si lasciava la scappatoia del vincolo delle ore di accensione per fasce climatiche; tale scappatoia pensata temporanea è stata adottata in massa perché non chiedeva investimenti ed era facilmente comprensibile. Infine si è osservato che la caldaie dovrebbero avere lo scarico sopra il tetto e si è recepita, nel 2014, la direttiva europea che prevedeva la contabilizzazione individuale.

Sostanzialmente il nostro vissuto, legato all'instabilità e alle forti escursioni del nostro clima, è basato su un servizio stagionale, potenze esuberanti, regolazione a colpi, ventilazione affidata all'apertura delle finestre, nessuna misura formalizzata del clima, delle prestazioni e dei consumi. La direttiva europea ha un vissuto legato a un servizio esteso a tutto l'anno, andamento climatico più stabile, regolazione strumentale delle temperature sia della distribuzione che dei singoli radiatori, finestre chiuse e ventilazione meccanica, formalizzazione delle letture degli strumenti.

Negli ultimi decenni, sotto la spinta dell'offerta di tecnologia dall'estero, si sono avute molte applicazioni con successo della contabilizzazione, molti professionisti si sono qualificati ed è disponibile un corpo di norme dedicate. L'analisi della letteratura mostra però anche molti casi di minor successo, generalmente per mancanza di un progetto integrato e di mancata formazione degli occupanti. Non si tratta infatti semplicemente di acquistare ed installare componenti, sulla base del costo più basso, ma di progettare una rivoluzione del sistema in modo tale che possibilmente tutti i condomini possano apprezzare la positività dell'iniziativa.

È importante rafforzare la novità culturale del processo di ottimizzazione, si deve passare da un processo semplice (l'impianto deve assicurare il benessere individuale) ad un sistema di ottimizzazione condizionato a due ulteriori parametri. Il sistema deve fornire il benessere termico richiesto ma deve anche, nello stesso tempo, ridurre i consumi globali in modo da ridurre la spesa globale e poi deve suddividere questa spesa, in modo tale che "quasi" tutti i condomini si sentano di avere partecipato ai risultati ottenuti.

Purtroppo la norma, contenuta nel D.Lgs. 102/14, non è stata accompagnata da campagne di supporto, informazione e diffusione, della forza di quella che l'ENI promosse negli anni 80 con lo slogan del "il metano da una mano"; l'ENI, che all'epoca fece una pura campagna di penetrazione commerciale e non di promozione di una filiera tecnologica, non è più un ente pubblico con funzioni pubbliche, i produttori del settore impiantistico sono troppo frammentati, infine gli importatori dei sistemi promuovono il loro prodotto; anche le associazioni dei consumatori sono concentrate sul controllo del livello della spesa e raramente possono occuparsi della sua qualità. Nella cultura di massa risparmiare vuol dire spender poco non spender bene.

Sono disponibili pubblicazioni di ENEA e di associazioni Consumatori su questa tecnologia, vanno previste varie occasioni di formazione/informazione fra progettista, amministratore da una parte e condomini dall'altra, nel corso della preparazione dell'intervento e dei primi anni di esercizio.

Gestione della suddivisione dei costi

Oggi la distribuzione del gas non vede ancora una forte penetrazione di contatori elettronici con lettura in linea, quindi le bollette mensili o bimestrali sono basate su letture comunicate, presunte e/o conguagli. Con l'installazione dei sistemi di contabilizzazione e la lettura in linea dei ripartitori diventa invece possibile trasformare la bolletta in un sistema informativo nel quale le proprie scelte di stile di vita e di occupazione dei locali sono verificabili quasi in tempo reale; perché questa potenzialità possa realizzarsi vanno affrontati due distinti problemi:

- il contenuto di informazioni che deve o può essere trasmesso al singolo condomino;
- la trasparenza delle informazioni sui comportamenti degli altri condomini.

Analizzando il tema del contenuto di informazioni va ricordato che l'eccesso di notizie fornito a chi non è in grado di manipolarle distrugge l'informazione stessa. L'informazione di base dovrebbe essere piuttosto sintetica ma capace di stimolare l'interesse ad approfondire, nel momento più adatto, accedendo al più ampio set di dati disponibili centralmente.

Il resoconto mensile dovrebbe contenere, in caratteri facilmente leggibili:

- i riferimenti all'appartamento ed all'occupante;
- il valore dei gradi giorno del mese passato, raccolto dalla centralina climatica;
- il valore dei metri cubi di gas consumati per il riscaldamento ed il loro costo stimato;
- l'addebito per consumi obbligati di riscaldamento in quota ed in valore assoluto;
- l'addebito per i consumi volontari di riscaldamento in quota ed in valore assoluto;
- il valore dei metri cubi di gas consumati per l'acqua calda;
- Il consumo individuale di acqua calda sanitaria;
- l'addebito per l'acqua calda.

Dovrebbero essere possibile accedere per via telematica ai dati dei contatori dai quali derivare il rendimento mensile dei generatori di calore e delle reti di distribuzione, il prezzo del gas, i costi della gestione e della manutenzione, i grafici, su base mensile per l'anno in corso e gli anni precedenti, dei gradi giorno misurati, del rendimento dei generatori e della firma energetica dell'edificio (il rapporto fra il calore entrato nell'edificio e i gradi giorno). Alcuni di questi diagrammi possono essere riportati, sia pure con caratteri ridotti, nel retro del foglio mensile.

La questione della trasparenza dei dati si pone in modo abbastanza nuovo, la contabilizzazione si fonda sull'ipotesi che si riesca ad instaurare fra i condomini un regime di cooperazione e di condivisione degli obiettivi, questa condivisione richiede una condivisione delle informazioni e dei risultati. L'addebito delle spese al singolo condomino può variare per molti motivi, raggruppabili nelle seguenti categorie:

- cambia il prezzo del combustibile;
- cambia il rendimento stagionale del generatore;
- cambia il clima;
- sono eliminate alcune dispersioni riducendo i consumi globali obbligati;
- sono effettuati interventi di risanamento in alcune parti dell'edificio, riducendo sia i consumi globali, sia le quote di ripartizione di alcuni appartamenti risultati fortemente penalizzati;
- molti condomini, gestendo i termostati, riescono ad evitare condizioni di sovratemperatura e la necessità di lunghe aperture delle finestre, essi riducono sia i consumi globali sia la loro quota di partecipazione ai consumi volontari;
- alcuni condomini, per loro particolari condizioni o scelte, possono decidere di ridurre le temperature interne, riducendo così sia i consumi globali che la loro quota di partecipazione.

Questi risultati, insieme alla quote percentuali di addebito di ogni condomino, dovrebbero essere messe a disposizione annualmente, sia in una sintesi cartacea che in un maggiore dettaglio informatico. Questo elenco mette in luce come l'obiettivo sia raggiungibile con una miscela di motivazioni private e di motivazioni collettive che debbono coesistere e convergere; la scelta di una quota rilevante di contributo fisso ha il compito di disincentivare scelte individuali che possano essere percepite dagli altri condomini come speculative (esempio furti di calore), ma la trasparenza dei dati è fondamentale, certamente tenendo conto i casi dei condomini disinteressati o impreparati ai problemi.

Conclusioni della guida

Questa brevissime indicazioni e riflessioni hanno voluto mettere in luce sia le novità sottese alla contabilizzazione dei consumi nei condomini rispetto alle prassi tradizionali italiane, sia le potenzialità per rendere più trasparente, e quindi più serena, la gestione dei condomini stessi. Si sono schematizzate le varie fasi delle attività, insistendo sulla fase progettuale, anche per aiutare gli amministratori a valutare la

qualificazione delle risorse umane che potrebbero essere incaricate di realizzare le fasi hardware e le fasi software degli interventi, da affrontare per raggiungere gli obiettivi.

Si ritiene che l'introduzione della contabilizzazione richieda un rilevante arricchimento del ruolo degli amministratori, sia per gli aspetti tecnici che per quelli organizzativi, e che sia quindi una scommessa da vincere per l'intera categoria.

CONCLUSIONI

Lo studio si è svolto in un momento piuttosto critico per le conoscenze sul comportamento termico degli edifici italiani: da una parte l'avvio dell'applicazione del D.Lgs. 102/14 porterà ad un miglioramento progressivo delle prestazioni degli edifici e delle modalità gestionali degli stessi, dall'altra il ripetersi in serie di inverni molto caldi sta nel frattempo dando luogo a rilevanti riduzioni dei consumi stessi; per effetto di queste due evoluzioni tutto il quadro dei consumi energetici è in forte mutamento. Nel 2014 i consumi del settore civile sono diminuiti del 10,7% rispetto all'anno precedente [12].

Lo studio svolto ha verificato sulla base di dati di consumo misurati l'efficacia di questi interventi in nove condomini serviti da reti di teleriscaldamento. La proposta di analizzare condomini serviti da reti di teleriscaldamento si è dimostrata vincente non solo per la disponibilità di dati di consumo misurati a frequenza mensile ma anche per la possibilità di confronti con i consumi globali della rete.

Gli interventi impiantistico-gestionali sono stati valutati, per poter separare l'effetto del clima, sia ricostruendo l'evoluzione della firma energetica degli edifici rispetto ai Gradi Giorno misurati, sia ricostruendo l'evoluzione della quota dei consumi globali addebitabile allo specifico edificio.

Globalmente le due reti analizzate hanno mostrato una riduzione dei consumi specifici negli ultimi 4 anni dell'ordine del 10%. L'analisi del comportamento dei nove edifici oggetto dello studio ha mostrato che in sei casi si sono avuti, dopo una fase iniziale di assestamento, effettive riduzioni, aggiuntive a quella dell'intera rete, dell'ordine del 20%, in un caso si sono avute riduzioni aggiuntive più limitate mentre in due casi i consumi sono rimasti costanti o sono aumentati.

Un intervento di termostatazione e contabilizzazione non consiste solo nel montaggio di componenti e strumenti ma va preceduto, accompagnato e seguito da interventi progettuali di messa a punto, eliminazione delle anomalie, scelta delle formule tariffarie, formazione degli occupanti e informazione sui risultati ottenuti. Lo studio ha voluto infine fornire una guida sintetica per facilitare l'operato degli amministratori di condominio che si vogliono preparare ad affrontare questo tipo di interventi.

APPENDICE: LETTERA DI PRESENTAZIONE DELLE ATTIVITÀ E FORMAT DI RICHIESTA DATI



Roma, 17 aprile 2015

Gentilissimo socio FIPER,

la FIRE sta svolgendo su incarico ENEA uno studio nel quadro della Ricerca di sistema elettrico, sezione usi finali, sul tema degli effetti dell'introduzione delle valvole termostatiche e dei sistemi di contabilizzazione negli edifici residenziali e del terziario.

Le società di teleriscaldamento, disponendo di sistemi di monitoraggio dei consumi, sono una possibile fonte di dati per valutare gli effetti dell'introduzione di questi dispositivi in case, condomini, alberghi, ospedali ed altri edifici civili serviti dalla rete, specie nei piccoli centri in cui è più facile essere a conoscenza del periodo di introduzione di questi dispositivi e dunque confrontare i consumi prima e dopo l'intervento.

Il tema è stato introdotto durante l'ultima assemblea FIPER di Trento con un intervento dell'ing. Tomassetti.

Le chiedo se ritiene possibile fornirci questo tipo di dati, correlati alle condizioni climatiche, dalla rete degli impianti gestiti dalla sua società e, in caso di risposta positiva, di voler cortesemente indicarci, all'indirizzo faq@fire-italia.org o tramite contatto telefonico al numero 0630483626, la persona alla quale possiamo rivolgerci per la compilazione del format predisposto allo scopo.

In attesa di un suo cortese riscontro e ringraziandola per l'attenzione, le invio i migliori saluti,

il direttore

Dario Di Santo

Riferimenti bibliografici

- [1] Decreto legislativo 4 luglio 2014, n.102, "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE".
- [2] "Indagine conoscitiva sul settore del teleriscaldamento-IC 46", Autorità garante per la concorrenza e il mercato, marzo 2014.
- [3] "Il riscaldamento urbano-annuario AIRU 2013", Associazione italiana riscaldamento urbano, dicembre 2013.
- [4] Documento di osservazioni FIPER allo schema di Decreto legislativo recante attuazione della Direttiva 2012/27/EU, Senato della Repubblica, aprile 2014.
- [5] "Risparmio energetico con gli impianti di riscaldamento", ENEA, collana Sviluppo sostenibile (G14 - 039-0), settembre 2003.
- [6] "Pago quel che consumo: per i condomini alle porte l'obbligo della contabilizzazione del calore": Qualenergia, intervista all'ing. A.Marrocchelli, maggio 2015.
- [7] "Valvole termostatiche, un grado in meno in casa porta ad un risparmio del 7% annuo": Casa 24-Il Sole 24 ore, intervista a M.Decio, Cofely, agosto 2014.
- [8] "Valvole termostatiche obbligatorie? Non sempre sono sinonimo di risparmio-l'esempio": M.Finizio, Condominio-Il sole 24 ore, luglio 2014.
- [9] "Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n. 102 del 2014", Ministero dello sviluppo economico, maggio 2015.
- [10] Sezioni dedicate alle centrali sul portale web della TCVVV: www.tcvvv.it.
- [11] "Indagine sulla conoscenza e diffusione del teleriscaldamento nei comuni in zone E ed F e analisi dei dati di tre reti", E. Biele, D. Di Santo, D. Forni, G. Tomassetti, Report Ricerca di Sistema, settembre 2014.
- [12] "La situazione energetica nazionale nel 2014", AA.VV., MiSE, Banca d'Italia, ENEA, ISTAT, GSE, TERNA, Assocarboni, Unione petrolifera, ENI, SNAM, luglio 2015.

Abbreviazioni e acronimi

AEEGSI: Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico

AIRU: Associazione italiana riscaldamento urbano

FIPER: Federazione italiana produttori da energie rinnovabili

FIRE: Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia

TCVVV: Società Teleriscaldamento - Cogenerazione Valcamonica, Valtellina, Valchiavenna

TLR: Teleriscaldamento

Collegamenti utili

AEEGSI: www.autorita.energia.it

AIRU: www.airu.it

ENEA: www.enea.it

FIPER: www.fiper.it

FIRE: www.fire-italia.org

Gestore dei servizi energetici: www.gse.it

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: www.minambiente.it

Ministero dello sviluppo economico: www.sviluppoeconomico.gov.it

Collaborazioni

Si ringrazia la Federazione Italiana di Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili per il supporto fornito nella raccolta dei dati. Si riporta di seguito una descrizione della Federazione così come riportata sul proprio sito web.

Fiper, la Federazione Italiana di Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili è l'Associazione che riunisce i gestori di teleriscaldamento a biomassa legnosa. Da settembre 2009, anche un nucleo di produttori di biogas agricolo.

Le aziende aderenti alla Fiper sono piccole e medie aziende radicate sul territorio che riscaldano in modo sostenibile ed efficiente comuni al di sotto di 5000 abitanti situati nelle zone climatiche E-F di Piemonte, Val d'Aosta, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana, Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia. Legno, energia, territorio, ambiente sono gli elementi fondanti del saper fare quotidiano degli associati FIPER; perché il teleriscaldamento a biomassa rappresenta una risposta puntuale alla domanda di energia locale, ma anche e soprattutto crea un impatto economico, occupazionale ed ambientale significativo laddove gli impianti hanno sede.

L'attività degli impianti di teleriscaldamento FIPER garantisce la gestione e cura dei boschi sostenibile, lo sviluppo delle piantagioni dedicate (Medium Rotation Forestry), la messa a punto di biocombustibili di qualità (cippato).

L'effetto ambientale e occupazionale è legato alla dinamicità della filiera agro-energetica locale che ogni gestore attiva sul territorio per il continuo approvvigionamento di materia prima, garantendo la durata dell'indotto per circa 30 anni (vita utile dell'impianto).

Fiper dalla sua costituzione è impegnata nel:

1. Sostenere la produzione di energia termica ed elettrica utilizzando le biomasse legnose e agricole, presenti sul territorio.
2. Sensibilizzare gli utenti e i diversi stakeholder al risparmio e all'efficienza energetica, perché le biomasse sono rinnovabili, ma non infinite.
3. Fornire la propria expertise nella fattibilità e nella realizzazione di impianti di teleriscaldamento a biomassa e biogas agricolo.
4. Promuovere la filiera legno-energia e del biogas agricolo nelle sedi politiche locali, nazionali ed internazionali preposte.

Sito web della FIPER: www.fiper.it

Nota sugli autori

Enrico Biele: laurea specialistica in ingegneria energetica e abilitazione alla professione di ingegnere, lavora presso la Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia dal 2009, dove si occupa di tecnologie efficienti e di incentivi per l'efficienza energetica e le fonti energetiche rinnovabili. Sul tema delle tecnologie efficienti e dei meccanismi incentivanti è autore e co-autore di pubblicazioni scientifiche, in atti di convegni e per la Ricerca di sistema elettrico. Coordina l'attività di supporto tecnico-legislativo agli energy manager (art.19 legge 10/91) e ai soci della Federazione.

Dario Di Santo: laureato in ingegneria meccanica con indirizzo energia alla Sapienza, si è dedicato fin dalla tesi di laurea svolta all'ENEA alle fonti rinnovabili ed all'efficienza energetica. Nel corso degli anni ha svolto, prima per conto ENEA, quindi come collaboratore FIRE e libero professionista, attività volte a promuovere buone pratiche per favorire lo sviluppo di una cultura orientata allo sviluppo. Collabora con la FIRE dal marzo 2000 e ne è direttore dal 2007, con un impegno crescente che ha visto, oltre alle attività di gestione della Federazione, l'ideazione del portale web, l'introduzione di varie iniziative rivolte ai soci ed agli energy manager, la definizione e gestione di progetti europei sui temi dell'efficienza e delle fonti rinnovabili e di nuove proposte formative e di comunicazione, l'avvio e la conduzione di gruppi di lavoro e la realizzazione di indagini e studi sul mercato dell'energia.

Giuseppe Tomassetti: nato a Macerata nel 1936, si è laureato in ingegneria a Torino nel 1961 e ha operato da allora alla pensione presso l'ENEA, dapprima come tecnico, quindi come dirigente. Nel corso degli anni si è occupato dapprima di tecnologie per la sperimentazione (anni 60), quindi nei venti anni successivi ha coordinato ricerche sulla sicurezza dei componenti ed è stato impegnato nello sviluppo di componenti per l'efficienza energetica e nel trasferimento tecnologico ai settori tradizionali; negli anni 90 si è rivolto all'uso efficiente dell'energia in Italia e all'estero, per poi dedicarsi, una volta andato in pensione, al potenziamento della FIRE.