

I. BERTINI

Unità Tecnica Efficienza Energetica
Analisi e Valutazione di sistemi per l'Efficienza Energetica
Centro Ricerche Casaccia, Roma

M.A. SEGRETO, R. GUIDA

Unità Tecnica Efficienza Energetica
Analisi e Valutazione di sistemi per l'Efficienza Energetica
Centro Ricerche Bologna

SPERIMENTAZIONE SISTEMI DI CONTROLLO APPLICATI AD UNA PALAZZINA DI EDILIZIA POPOLARE DI PROPRIETÀ ACER A REGGIO EMILIA

RT/2016/15/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

I. BERTINI

Unità Tecnica Efficienza Energetica
Analisi e Valutazione di sistemi per l'Efficienza Energetica
Centro Ricerche Casaccia, Roma

M.A. SEGRETO, R. GUIDA

Unità Tecnica Efficienza Energetica
Analisi e Valutazione di sistemi per l'Efficienza Energetica
Centro Ricerche Bologna

SPERIMENTAZIONE SISTEMI DI CONTROLLO APPLICATI AD UNA PALAZZINA DI EDILIZIA POPOLARE DI PROPRIETÀ ACER A REGGIO EMILIA

RT/2016/15/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

I rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporti-tecnici>

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

SPERIMENTAZIONE SISTEMI DI CONTROLLO APPLICATI AD UNA PALAZZINA DI EDILIZIA POPOLARE DI PROPRIETÀ ACER A REGGIO EMILIA

I. Bertini, M.A. Segreto, R. Guida

Riassunto

Oggetto del presente Rapporto è la certificazione dei risultati ottenuti dalla sperimentazione di un nuovo sistema di controllo wireless che utilizza la tecnologia ZigBee per controllare, regolare e gestire l'energia elettrica e termosanitaria all'interno delle unità abitative. Il sistema è stato testato nel periodo di esercizio 2014-2015 (con riferimento alla stagione di riscaldamento) su un edificio di edilizia popolare di proprietà ACER a Reggio Emilia.

Gli obiettivi della certificazione sono quelli ivi riportati:

1. Verificare il livello dei consumi della stagione attuale (con installazione del sistema di controllo) e quella precedente (con nessun sistema di gestione e/o controllo delle temperature);
2. Certificare il risparmio energetico ottenuto grazie all'applicazione della tecnologia.

Tale attività risulta avere particolare rilievo in funzione dell'introduzione di due oggetti normativi:

1. La norma UNI EN 15232: Prestazione energetica degli edifici – Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici;
2. L'obbligo dell'introduzione della contabilizzazione introdotto dal D. Lgs 102/2014.

Parole chiave: efficienza energetica, risparmio energetico, contabilizzazione, regolazione, domotica.

Abstract

The subject of this report is the certification of the results obtained from the testing of a new wireless control system using ZigBee technology to control, regulate and manage the electricity, heating and hot sanitary water in buildings. The system was tested during the operational period 2014-2015 (with reference to the heating season) on a ACER council housing in Reggio Emilia.

The certification aims are:

- 1. Check the level of consumption of the current season (with the control system installed) and the previous period (with no management system and/or temperature control);*
- 2. Certify the energy savings obtained through the application of the building automation technology.*

This activity is particularly important according to the introduction of two legislative requirements:

- 1. The UNI EN 15232: Energy performance of buildings - Impact of building automation, controls and building management*
- 2. The legal requirement of heat control and measurement introduced by Legislative Decree 102/2014.*

Keywords: energy efficiency, energy savings, heat meter, temperature control, building automation.

INDICE

1. Introduzione	7
2. Esperimento	10
2.1 Oggetto dell'intervento	10
2.2. Sistema WISER installato negli alloggi	16
3. Modellazione e risultati	17
3.1. Dati climatici	17
3.2. Test effettuati e modellazione	18
3.3. Risultato dei calcoli	21
4. Conclusioni	22
4.1. Effetti dovuti all'utenza e possibili soluzioni	22
Indice delle figure	23
Riconoscimenti	24

1. INTRODUZIONE

Oggetto del presente Rapporto è la certificazione dei risultati ottenuti dalla sperimentazione di un nuovo sistema di controllo wireless che utilizza la tecnologia ZigBee per controllare, regolare e gestire l'energia elettrica e termosanitaria all'interno delle unità abitative. Il sistema è stato testato nel periodo di esercizio 2014-2015 (con riferimento alla stagione di riscaldamento) su un edificio di edilizia popolare di proprietà ACER a Reggio Emilia.

Gli obiettivi della certificazione sono quelli ivi riportati:

1. Verificare il livello dei consumi della stagione attuale (con installazione del sistema di controllo) e quella precedente (con nessun sistema di gestione e/o controllo delle temperature);
2. Certificare il risparmio energetico ottenuto grazie all'applicazione della tecnologia.

Tale attività risulta avere particolare rilievo in funzione dell'introduzione di due oggetti normativi:

1. La norma UNI EN 15232: Prestazione energetica degli edifici – Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici;
2. L'obbligo dell'introduzione della contabilizzazione introdotto dal D. Lgs 102/2014.

La norma UNI EN 15232 introduce una classificazione in 4 classi di efficienza energetica delle funzioni di controllo degli impianti tecnici degli edifici, nonché due metodi di calcolo (uno dettagliato ed uno semplificato) per stimare l'impatto dei sistemi di automazione e controllo sulle prestazioni energetiche degli edifici. Le 4 classi hanno validità sia in ambito residenziale che non e sono così definite:

D: Non Energy Efficient

C: Standard di riferimento

B: Advanced

A: High Energy Performance

Allo stato attuale la diffusione di impianti di automazione e controllo negli edifici in Italia è molto limitata. Una gestione corretta e automatizzata degli impianti di riscaldamento, condizionamento e illuminazione potrebbe portare ad un notevole risparmio energetico e ad un maggiore comfort abitativo, sia in ambito residenziale che terziario. Anche l'edificio più efficiente dal punto di vista costruttivo ed impiantistico, se gestito in maniera non corretta, dà luogo a sprechi. La recente norma UNI EN 15232 stima i risparmi conseguibili con l'applicazione di sistemi di automazione negli edifici mettendo in evidenza come questi possano influire in maniera notevole sull'efficienza globale dell'organismo edilizio.

La norma UNI EN 15232 va ad integrarsi con quanto previsto dalla Direttiva Europea sull'efficienza energetica negli edifici 2002/91/CE e dalla nuova Direttiva 2010/31/CE: all'articolo 8 "Impianti Tecnici per l'edilizia", comma 2, possiamo infatti leggere "Gli Stati membri possono inoltre promuovere, se del caso, **l'installazione di sistemi di controllo attivo come i sistemi di automazione, controllo e monitoraggio finalizzati al risparmio energetico**".

Si ritiene importante evidenziare che numerosi sono i fattori che hanno limitato la diffusione di questi sistemi in Italia e principalmente:

- la scarsa conoscenza da parte del largo pubblico dei possibili vantaggi conseguibili con sistemi di automazione;
- la mancanza, colmata solo dalla succitata norma, di una metodologia standardizzata per la valutazione dei risparmi conseguibili con l'applicazione di tali sistemi;
- l'inadeguata formazione delle figure addette alla progettazione di impianti; questi sistemi infatti possono richiedere una preparazione tecnica superiore a quella di base;
- i costi di installazione.

Ad oggi, però, tutte queste motivazioni non hanno più ragione di esistere poiché esiste la norma che definisce gli standard, i tecnici sono sempre più preparati ed i costi di installazione si sono notevolmente abbattuti negli ultimi anni essendo previsti anche meccanismi incentivanti e detrazioni fiscali per chi sceglie di installare tali sistemi, espressamente estesi anche ai sistemi domotici e multimediali. L'unico punto ancora non ben definito riguarda la formazione e l'informazione dell'utente finale: tratteremo in uno specifico paragrafo le problematiche relative.

A quanto detto va aggiunta un'ulteriore importante novità introdotta dal recente D. Lgs. 102/2014; il Governo italiano ha recepito, tramite il suddetto Decreto Legislativo, la Direttiva 2012/27/UE che ha reso obbligatoria la misurazione individuale del riscaldamento negli edifici. Nello specifico, la contabilizzazione indiretta si applica a tutti quegli edifici condominiali dotati di un impianto di riscaldamento centralizzato a distribuzione verticale e implica l'installazione di valvole e ripartitori su tutti i radiatori. A partire dal 31 Dicembre 2016 tutti i condomini hanno l'obbligo di adeguarsi e solo nel caso certificato di impossibilità tecnica a intervenire o nell'eventualità che i risparmi ottenibili non giustificano il lavoro, si potrà derogare alla disposizione di legge. Per gli inadempienti il rischio è di incorrere in multe salate (da un minimo di 500 a un massimo di 2.500 euro). Il legislatore nazionale, inoltre, introduce le sanzioni, non solo per la mancata installazione ma anche per la ripartizione delle spese del servizio di riscaldamento non conforme a quanto previsto dalla stessa legge, che rimanda alla norma tecnica UNI 10200 e successivi suoi aggiornamenti.

D.LGS. 102/2014 - Attuazione della direttiva 2012/27/UE

Introduzione dell'obbligo della contabilizzazione

ART. 9, comma 5:

5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione dei consumi individuali e la suddivisione delle spese in base ai consumi effettivi di ciascun centro di consumo individuale:

a) qualora il riscaldamento, il raffreddamento o la fornitura di acqua calda per un edificio siano effettuati da una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, è obbligatoria entro il 31 dicembre 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;

b) nei condomini e negli edifici polifunzionali riforniti da una fonte di riscaldamento o raffreddamento centralizzata o da una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, è obbligatoria l'installazione entro il 31 dicembre 2016 da parte delle imprese di fornitura del servizio di contatori individuali per misurare l'effettivo consumo di calore o di raffreddamento o di acqua calda per ciascuna unità immobiliare, nella misura in cui sia tecnicamente possibile, efficiente in termini di costi e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali. L'efficienza in termini di costi può essere valutata con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459. Eventuali casi di impossibilità tecnica alla installazione dei suddetti sistemi di contabilizzazione devono essere riportati in apposita relazione tecnica del progettista o del tecnico abilitato;

c) 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 ricorre 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 calore.

Figura 1 – Estratto dal Decreto legislativo 102/2014

2. ESPERIMENTO

2.1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'edificio oggetto dell'intervento si trova a Reggio Emilia ed è ubicato in Via Due Canali, 5; la palazzina di edilizia popolare si sviluppa su quattro piani fuori terra, di cui il primo adibito a cantine, ed è classificabile come edificio in linea con destinazione d'uso E.1. è costituito da 6 alloggi (2 per piano); per ogni piano si hanno un appartamento grande (circa 80 m²) ed un appartamento piccolo (circa 70 m²). L'edificio non confina con altri organismi edilizi e la sua costruzione risale al 1969. Gli abitanti dei 6 alloggi risultano diversificati per composizione familiare, età ed etnia. L'edificio è di proprietà ACER e rientra tra le casistiche più comuni di tipologia gestita dalla stessa ACER: edifici costruiti negli anni 60-70, non coibentati e, quindi, con elevati consumi relativi all'impianto di riscaldamento, strutture vetuste con impianti obsoleti e abitati da fasce deboli. Nella prospettiva di un miglioramento del proprio parco edifici e con l'intenzione di condividere conoscenze, strategie e buone prassi studiando soluzioni e servizi innovativi in risposta ai nuovi bisogni della collettività, ACER ha deciso di testare questi sistemi di controllo al fine di migliorare l'efficienza energetica degli immobili.

Si riportano di seguito le planimetrie dei luoghi e dell'edificio con indicazione del piano tipo:



Figura 2 – Inquadramento territoriale

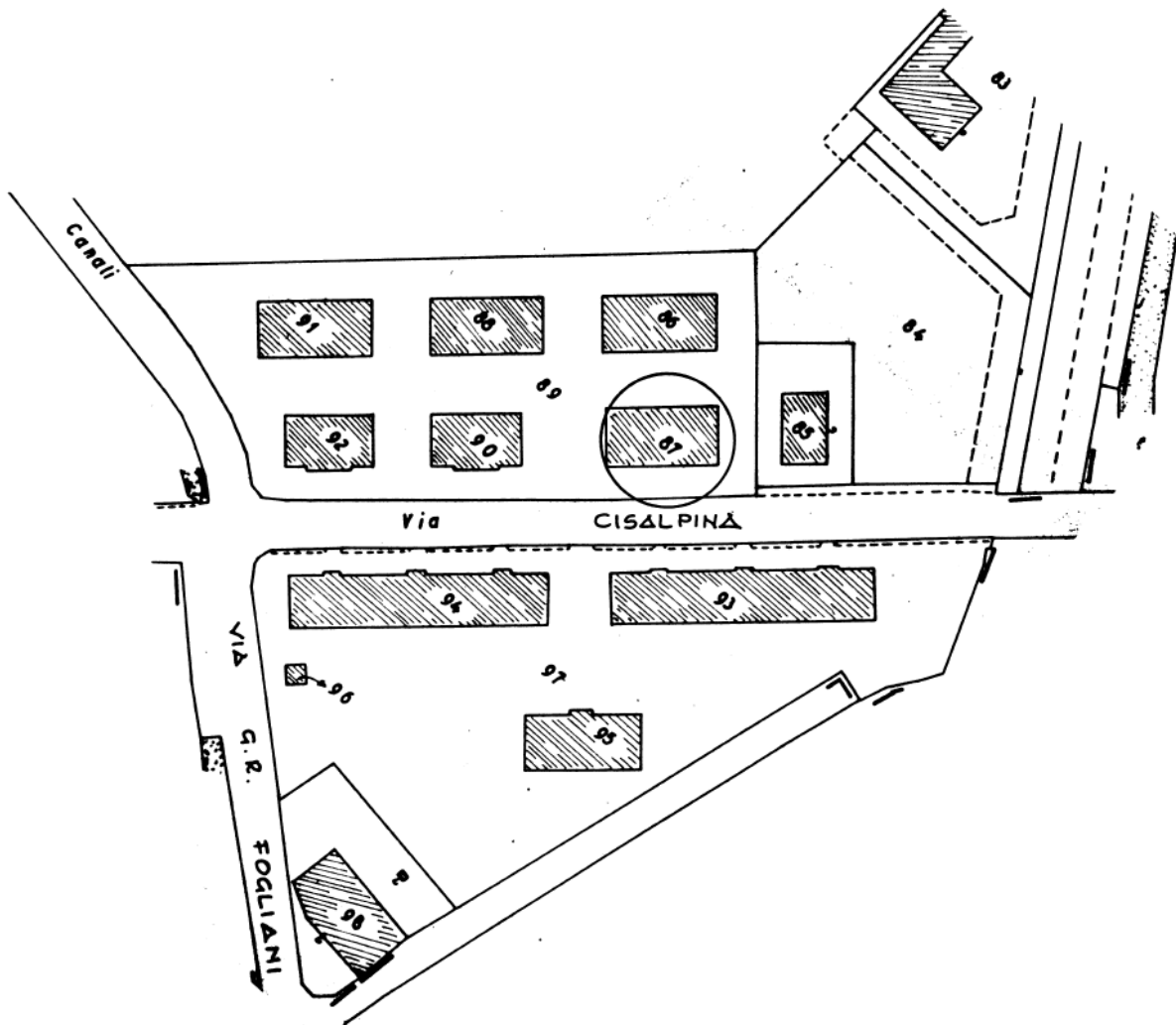


Figura 3 – Planimetria generale

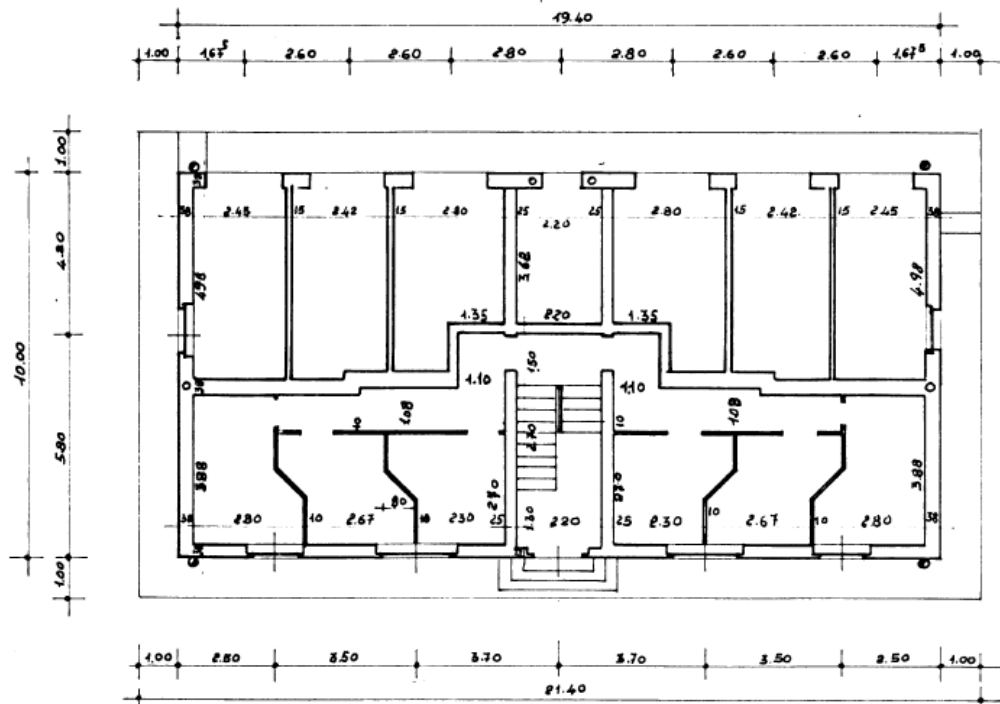


Figura 4 – Piano cantine

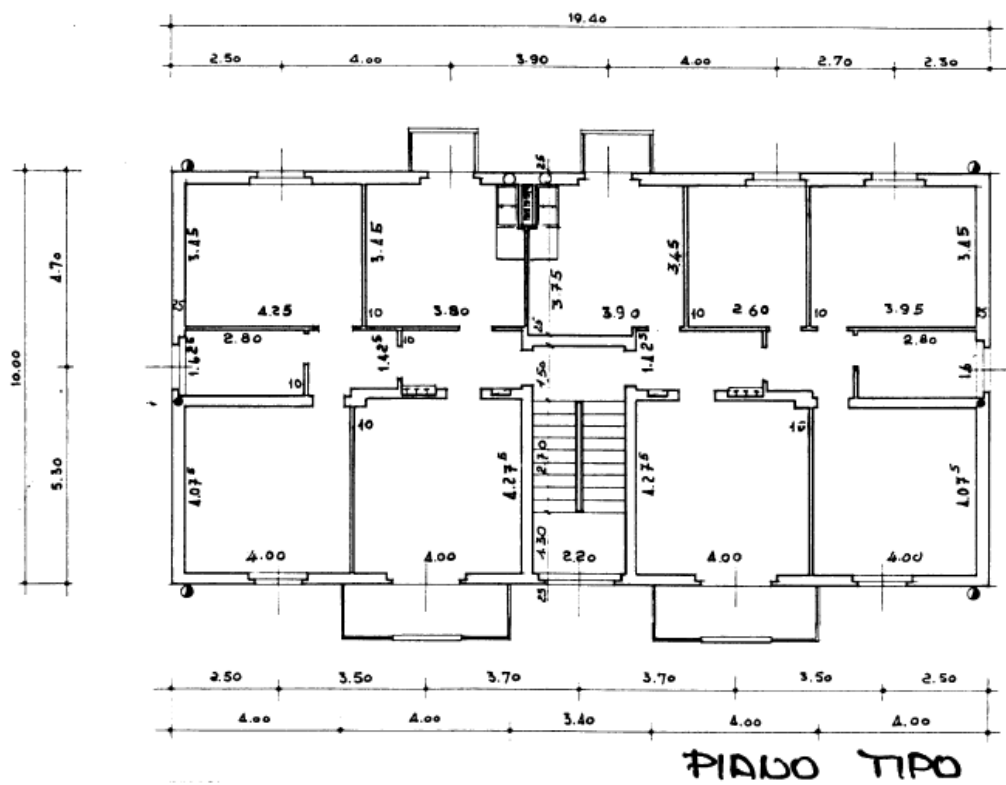


Figura 5 – Piano tipo



Figura 6 – Prospetti

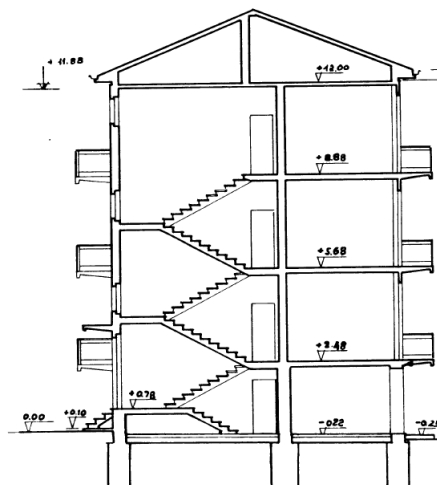


Figura 7 – Sezione

DATI GENERALI EDIFICIO

LOCALIZZAZIONE:	via Due Canali, 5 - Reggio Emilia
TIPOLOGIA:	edificio residenziale in linea
NUMERO ALLOGGI:	6
CATEGORIA:	E.01
SUPERFICIE ESTERNA LORDA:	972 mq
VOLUME LORDO RISCALDATO:	2050 mc
SUPERFICIE UTILE:	495 mq
NUMERO PIANI:	seminterrato + 3 piani fuori terra
RAPPORTO S/V:	0,47



INVOLUCRO DELL'EDIFICIO



CHIUSURA VERTICALE

muratura in mattoni UNI a due teste non isolata, finitura faccia a vista

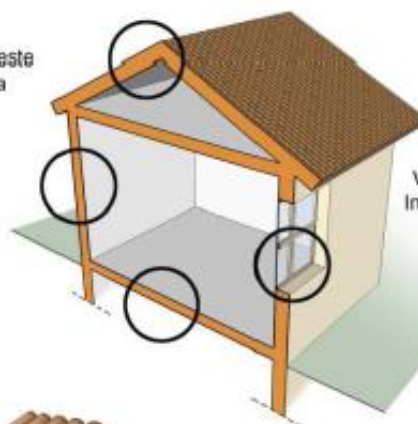
Spessore: 0,30 m
Trasmittanza: 1,54 W/mqK
Colorazione esterna: ROSSO
Stato: BUONO



COMPONENTE TRASPARENTE

Infisso in alluminio a taglio termico
componente trasparente
vetrocamera

Vetro/Trasmittanza: vetrocamera/3,3 W/mqK
Infisso/Trasmittanza: alluminio a TT/3 W/mqK
Trasmittanza Totale: 3,4 W/mqK
Stato: BUONO



CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE

Soletta in laterocemento non isolata con manto di copertura in coppi (sottotetto non abitabile)

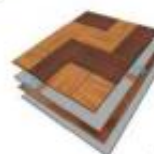
Spessore: 0,25 m
Trasmittanza: 1,65 W/mqK
Colorazione esterna: ROSSO
Stato: BUONO



PONTI TERMICI

Tipologia: parete omogenea in mattoni pieni

incidenza percentuale: 5%



CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE

Solaio tradizionale in laterocemento non isolato, su seminterrato

Spessore: 0,25 m
Trasmittanza: 1,35 W/mqK
Stato: BUONO



Figura 8 – Caratteristiche tecniche dell'involucro dell'edificio

VIA DUE CANALI 5 - REGGIO EMILIA			
IMPIANTO			
PRODUZIONE		RENDIMENTO: 0,96	
TIPO GENERATORE:	BUDERUS - LOGAN G-305		
ANNO INSTALLAZIONE:	1991		
POTENZA AL FOCOLARE:	103 kW		
POTENZA UTILE:	75,8 kW		
STATO:	medio-buono		
TIPO BRUCIATORE:	RBL-BS2D Gulliver bistadio		
COMBUSTIBILE:	Metano		
ANNO INSTALLAZIONE:	2001		
POTENZA MASSIMA:	103 kW		
POTENZA MINIMA:	75,8 kW		
STATO:	medio-buono		
Pompa ricircolo / kW:	SALMSON NYL 33-25P / 0,65		
Pompa anticondensa:	Presente		
Trattamento dell'acqua:	ASSENTE		
Ambiente installazione caldaia:	Centrale Termica interna		
<hr/>			
DISTRIBUZIONE		RENDIMENTO: 0,824	
TUBAZIONI			
Installazione:	interna alla muratura		
Isolamento:	tubazioni parzialmente isolate muratura NON isolata		
STATO:	medio		
<hr/>			
EMISSIONE		RENDIMENTO: 0,96	
CORPI SCALDANTI			
Tipologia:	radiatori in ghisa		
Ubicazione:	in nicchie di pareti confinanti con esterno parete non isolata, assenza pellicola riflettente		
STATO:	medio		
<hr/>			
REGOLAZIONE		RENDIMENTO: 1	
Tipologia regolazione:	CLIMATICA	Valvole termostatiche:	ASSENTE
Valvola a tre vie:	PRESENTE	Cronotermostato:	ASSENTE
Termoregolazione:	ASSENTE	Contabilizzazione:	ASSENTE
			

Figura 9 – Caratteristiche tecniche dell'impianto termico dell'edificio

Il progetto di ACER si inquadra in una più ampia visione riguardante la riqualificazione e la rigenerazione sia urbana, a livello di quartieri ma anche di singoli edifici, che sociale. Ciò attraverso un sistema di gestione integrata che consenta il coinvolgimento ad ampio respiro sia degli attori coinvolti che dei risultati ottenibili su diversa scala. All'interno di questo scenario l'efficienza energetica, l'innovazione tecnologica e la domotica rivestono un ruolo molto importante poiché possono condurre ad elevati livelli di risparmio energetico soprattutto se raccordati con un approccio multidisciplinare e stimolando i cittadini a diventare parte attiva del processo di miglioramento del proprio condominio e del proprio quartiere assumendo, così, un ruolo di "promotori" ed "attori" anziché di semplici destinatari di un servizio. In questo quadro, il sistema di termoregolazione smart Wisser, applicato ai 6 appartamenti oggetto dell'intervento, ha reso i cittadini consapevoli di come il comfort abitativo possa accompagnarsi al risparmio energetico e della possibilità di essere protagonisti della regolazione e gestione dei propri consumi, con saving energetico, risparmio in bolletta e contestuale tutela dell'ambiente.

2.2. SISTEMA WISER INSTALLATO NEGLI ALLOGGI

Il sistema di controllo installato per la raccolta dati e la verifica dei risparmi è denominato WISER ed è stato sviluppato da Schneider Electric. Wiser utilizza la tecnologia ZigBee per controllare, regolare e gestire l'energia elettrica e termosanitaria all'interno delle unità abitative. Nel mondo delle tecnologie senza fili ZigBee rappresenta uno dei principali standard di comunicazione e funziona attraverso l'uso di piccole antenne digitali a bassa potenza e basso consumo basate sullo standard IEEE 802.15.4 per wireless personal area networks (WPAN), lo standard specifica una serie di profili applicativi che permettono di realizzare una comunicazione specifica per i diversi profili tipici nel campo delle Wireless Sensor Networks, che variano dal mondo dell'energia (Smart Energy) al mondo della domotica (Home Automation e ZigbeeLightLink).

Il sistema consente un'installazione veloce di tutti i dispositivi grazie a un'immediata configurazione e mette a disposizione un'intuitiva interfaccia grafica dedicata alla gestione, da parte del cliente finale.

Wiser utilizza un'unità centrale (Home Controller) come coordinatore di tutti i dispositivi di campo e il Cloud (utilizzando un collegamento alla rete IP). Grazie al Cloud è possibile usufruire di servizi e funzioni scalabili che partono dalla semplice comunicazione attraverso smartphone e tablet per arrivare a servizi quali controllo carichi, storicizzazione dei dati, collegamento ad apparati esterni residenti in rete (es. stazioni metereologiche).

La scelta di utilizzare la tecnologia ZigBee è stata effettuata principalmente perché essa garantisce grande affidabilità e copertura anche su superfici di elevate dimensioni, ciò grazie alla caratteristica di creare una "rete mesh", che consente ad ogni dispositivo di essere allo stesso tempo sia ricevitore che ripetitore; sfruttando questa caratteristica la copertura del segnale risulta proporzionale al numero di dispositivi installati e comunque indipendente dalla funzionalità del singolo Wiser.

La regolazione ed il controllo della temperatura ambiente avviene attraverso:

- Termostati ambiente;
- Valvole termostatiche digitali;
- Attuatori per radiatori elettrici;
- Attuatori per caldaie autonome;
- Pulsante economy mode.

La scelta di utilizzare tecnologia cloud è basata sulla continuità di servizio e sull'accessibilità dei dati che vengono inviati; ciò consente è infatti di:

- 1 rimanere sempre allineati con le ultime versioni firmware (aggiornamento automatico);
- 2 avere un'offerta di servizi crescente sviluppata nel tempo e capace di soddisfare le richieste tipiche del IoT;
- 3 condividere i dati energetici e di funzionamento del sistema (temperature, consumi, modalità) su altre piattaforme al fine di poter normalizzare i dati su quelli che sono gli assets di interesse.

Il sistema viene installato su ogni corpo scaldante e, quindi, gestisce gli scenari per singolo ambiente. I dati acquisiti vengono raccolti ed archiviati.

Tutti e 6 gli alloggi di Via Due Canali, 5 sono stati dotati di tale sistema e sono stati monitorati i valori di $T_{ambiente}$ e percentuale di apertura delle valvole durante la stagione invernale 2014-2015.

3. MODELLAZIONE E RISULTATI

3.1. DATI CLIMATICI

Si riportano di seguito i dati climatici della zona oggetto dell'intervento precisando, però, che per i calcoli effettuati è stata eseguita una normalizzazione dei Gradi Giorno al fine di ottenere un calcolo più preciso dei risparmi ottenuti.

Gradi giorno

2560 °C

Temperatura minima di progetto

-5 °C

Altitudine

58 m

Zona climatica

E

Giorni di riscaldamento

183

Velocità del vento

1,1 m/s

Zona di vento

1

Province di riferimento

RE

MO

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1,1	3,2	8,2	12,7	16,9	21,2	23,8	22,9	19,6	13,3	7,2	2,8

Irradianza media mensile (W/m²)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Orizz.	50,9	83,3	141,2	202,5	250,0	281,3	294,0	240,7	181,7	115,7	61,3	46,3
S	82,4	108,4	136,1	132,1	121,5	118,6	128,2	137,7	153,8	146,8	99,0	84,4
SE/SO	65,6	91,5	128,7	147,7	152,0	156,0	169,5	163,8	155,7	126,5	79,2	65,8
E/O	39,7	63,0	102,8	139,7	165,0	182,1	193,4	164,2	131,5	88,9	48,4	37,1
NE/NO	21,1	35,4	63,3	99,5	131,8	152,8	155,9	120,3	82,2	47,3	24,5	18,4
N	19,6	29,2	43,6	63,9	92,9	114,0	109,0	76,2	49,8	34,7	21,8	17,4

La temperatura esterna riveste un ruolo di grande importanza sui processi di regolazione e controllo; infatti la misurazione continua dei valori esistenti (ad esempio la temperatura reale in un ambiente e quella esterna) e la comparazione con i valori desiderati (la temperatura selezionata) consentono al sistema di regolarsi in modo che possano essere raggiunti i valori desiderati. La corretta conoscenza, inoltre, delle reali temperature esterne consente di poter rapportare i consumi dei diversi anni di esercizio al fine di valutare correttamente i dati reali normalizzati.

3.2. TEST EFFETTUATI E MODELLAZIONE

Come già accennato nell'introduzione, l'obiettivo del test mira a:

1. Verificare il livello dei consumi della stagione attuale (con installazione del sistema di controllo) e quella precedente (con nessun sistema di gestione e/o controllo delle temperature);
2. Certificare il risparmio energetico ottenuto grazie all'applicazione della tecnologia.

In prima analisi sono stati considerati i consumi energetici in termini di m³ di metano consumati nella stagione precedente rispetto a quella di monitoraggio. Tali consumi sono stati desunti dalle letture dei contatori.

Si è proceduto, quindi, all'analisi degli stessi dati di consumo nella situazione post intervento ed alla lettura ed analisi dei dati rilevati ed archiviati dal sistema WISER per singolo utente. Dalle verifiche effettuate, è emerso un risparmio globale dell'intero condominio del 26,6% in meno di metri cubi di metano rispetto alla stagione precedente. Questo dato però non può essere valutato in maniera complessiva poiché sono diversi i fattori che vanno considerati esplicitando il dato per singolo appartamento. Si nota, infatti, una grande varianza di risultati confrontando i 6 appartamenti separatamente: si è evidenziato un risparmio molto alto per 2 dei 6 appartamenti (con punte fino al 77% in meno rispetto alla situazione ex ante) mentre per 1 degli appartamenti si è registrato un valore negativo (con un consumo superiore di circa lo 0,5% rispetto alla stagione ante intervento); tali anomalie ci hanno portato a meglio analizzare i dati acquisiti dal sistema di controllo ed è emerso che, per lunghi periodi, negli appartamenti con risparmi molto alti l'impianto è rimasto in condizione di "off" mentre nell'appartamento con consumi superiori è stata tenuta all'interno una temperatura non conforme ($T_{\text{ambientemax}} = 27^{\circ}\text{C}$).

Pertanto, risulta impossibile considerare i due appartamenti nel calcolo dei risparmi energetici globali dell'edificio non avendo essi, in realtà, risparmiato ma semplicemente non utilizzato l'impianto non rispettando le condizioni minime di confort interno.

A seguito di queste valutazioni si è pensato di procedere come segue:

1. è stata effettuata una modellazione dell'edificio in condizioni invernali, considerando le caratteristiche sopra riportate di involucro e impianto e le corrette esposizioni, per verificare la percentuale di incidenza dei consumi per singolo appartamento ed è emerso quanto segue:

APPARTAMENTO	% INCIDENZA CONSUMO
P1 piccolo	16,40
P1 grande	19,82
P2 piccolo	9,85
P2 grande	12,03
P3 piccolo	19,26
P3 grande	22,63

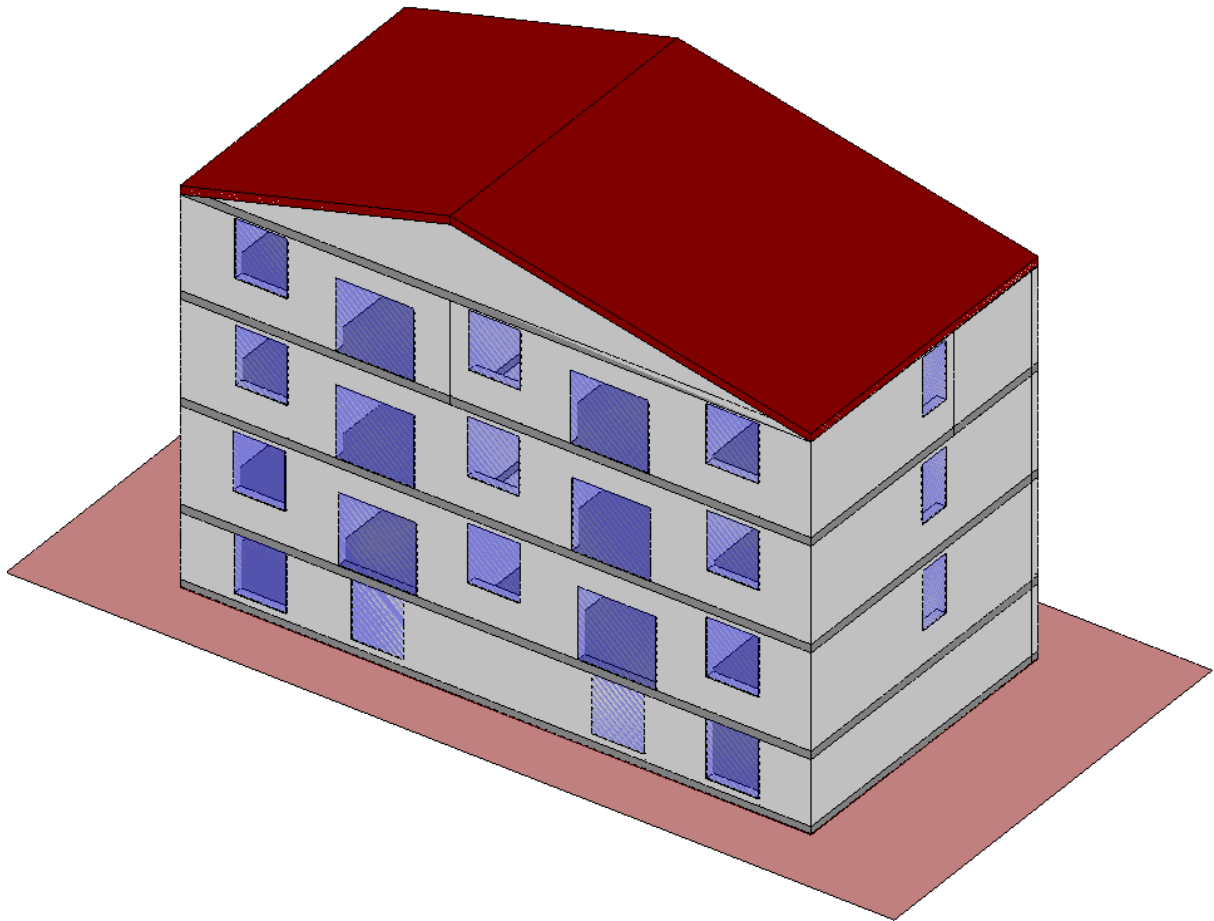


Figura 10 – Modellazione energetica edificio

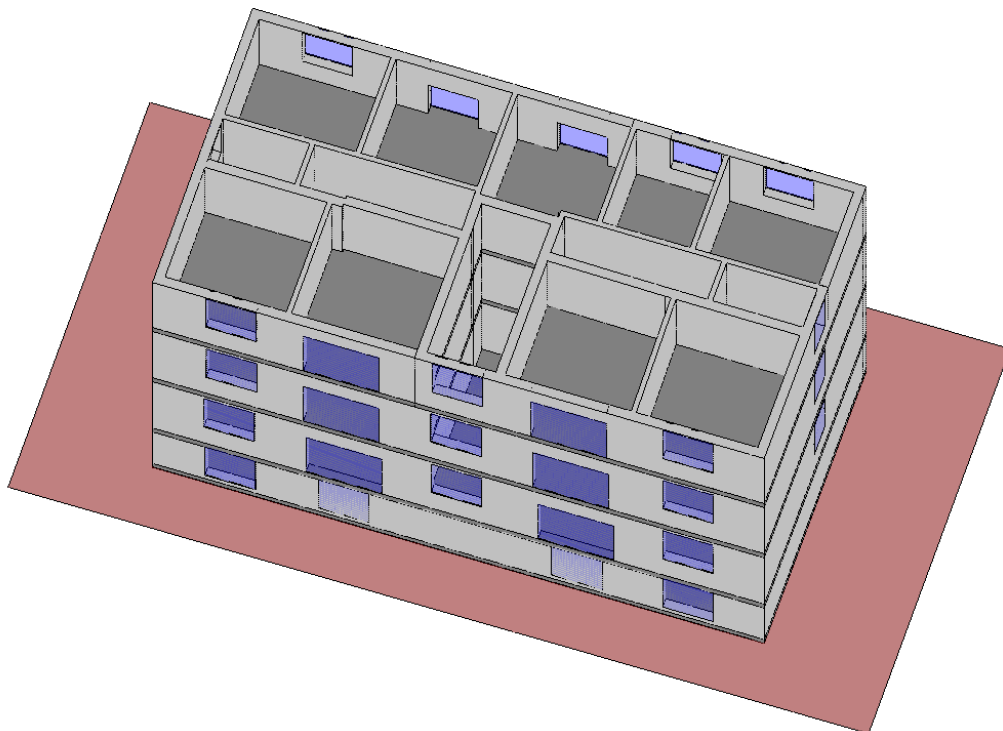


Figura 11 – Sezione modellazione edificio

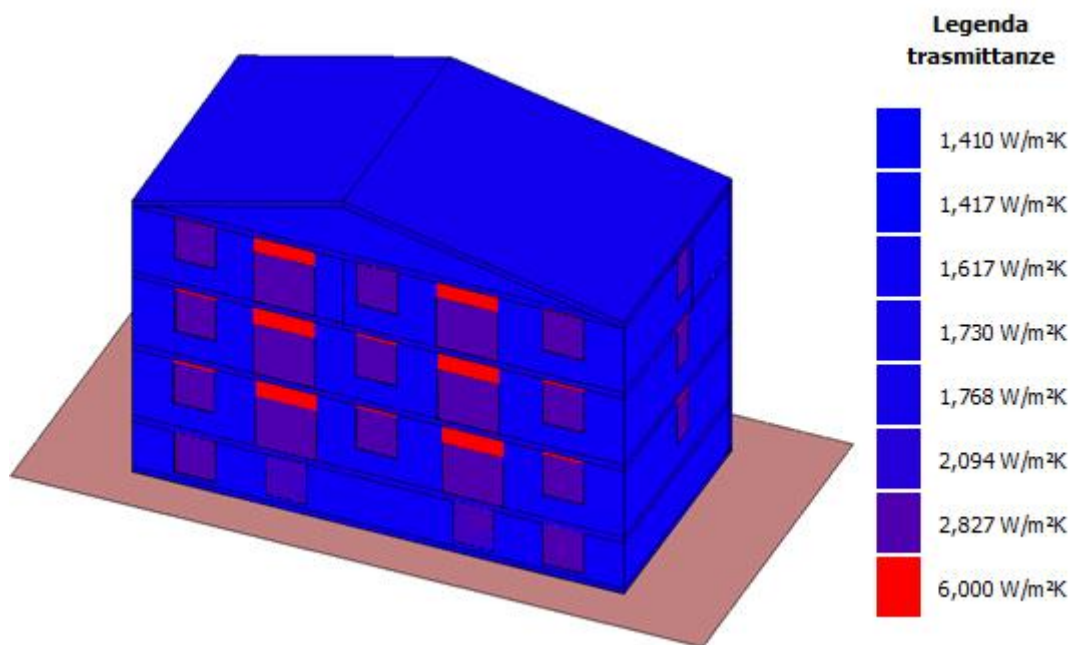


Figura 12 – Schema trasmissione edificio

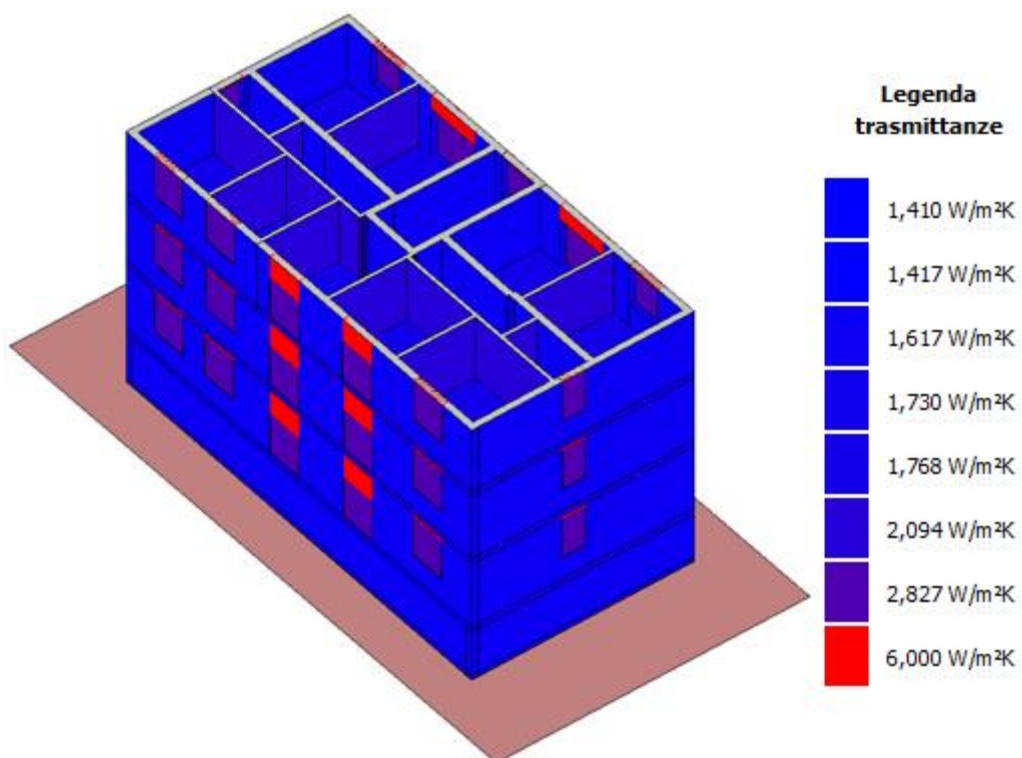


Figura 13 – Schema trasmissione edificio (sezione)

2. è stata effettuata una media globale dei risparmi escludendo i casi limite (gli appartamenti con T_{ambiente} anomale). Tale media ci ha condotti a certificare un risparmio globale medio dell'intero edificio pari al **16,13%** rispetto alla situazione senza sistema di controllo. Bisogna, però, precisare che una parte del calore consumato è stato utilizzato per scaldare gli appartamenti limitrofi con impianto spento. Non trovandoci, infatti, in presenza di un edificio ben isolato, si verificano quelli che normalmente vengono definiti “furti di calore” che si riscontrano nei casi in cui pareti e/o solai interni hanno trasmittanze uguali o superiori a $0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. In realtà, quindi, il risparmio globale viene notevolmente ridotto a causa di **un'impropria gestione del sistema da parte di alcuni utenti**, che hanno approfittato del “calore altrui”;
3. è stata valutata l'incidenza percentuale dei “furti di calore” attraverso una specifica modellazione;
4. è stato stimato il risparmio ottenibile a fronte di un corretto utilizzo dei parametri di set point da parte dell'utenza: tale stima ci consente di poter valutare un risparmio medio globale di circa il 20% (quasi 4 punti percentuali in più rispetto alla situazione con “furto di calore”).

3.3. RISULTATO DEI CALCOLI

Dai test effettuati è possibile certificare quanto segue:

TIPOLOGIA DI RISPARMIO	PERCENTUALE
Risparmio globale medio delle singole unità abitative (con esclusione dei “casi limite”)	16,13%
Risparmio globale stimato al netto dei “furti di calore”	~20%
Riduzione globale in consumo di gas del condominio (senza esclusione dei “casi limite” con comportamenti dell'utenza anomali)*	26,6 %
<i>*Il dato riportato non può essere considerato un effettivo risparmio poiché alcuni utenti hanno abbassato la temperatura ambiente al di sotto delle condizioni di comfort.</i>	

4. CONCLUSIONI

4.1. EFFETTI DOVUTI ALL'UTENZA E POSSIBILI SOLUZIONI

Come emerge chiaramente da quanto esposto nei paragrafi precedenti, il comportamento dell'utenza nella gestione dei parametri di set point del sistema ha una grande influenza sui risultati ottenibili.

Nel caso dell'edificio ACER di Via Due Canali è emerso che pur non avendo formato o informato in maniera specifica l'utenza su eventuali accorgimenti o temperature di comfort da mantenere all'interno degli ambienti, per la scelta sperimentale di intervenire su un terreno volutamente non preparato, si è riusciti ad ottenere un risparmio energetico medio globale normalizzato che va oltre il 16%, e che potrebbe attestarsi attorno al 20% al netto dei furti di calore. Questo risparmio aumenta considerevolmente se l'utente usa degli accorgimenti ed è "addestrato" a gestire in maniera corretta le temperature.

La tecnologia Wiser, installata in appartamenti di edilizia popolare, con inquilini non selezionati e diversificati per provenienza e cultura, ha mostrato la sua semplicità d'uso, confermando che la domotica e la termoregolazione smart "può essere per tutti", ma anche evidenziando l'opportunità di investire nella formazione agli utenti. Da recenti studi condotti nell'ambito della ricerca sul "**behaviour change**" è emerso, infatti, che l'utente finale è favorevolmente predisposto ad accettare nuovi sistemi di controllo e gestione se viene "educato" al loro utilizzo e, soprattutto, se gli viene resa immediata la lettura del consumo istantaneo. Ciò potrebbe facilmente avvenire tramite contabilizzatori con display o tramite l'accesso ad applicazioni (scaricabili su smartphone e/o tablet) che consentano un monitoraggio continuo ed in tempo reale dei consumi da parte dell'inquilino. Gli stessi studi hanno dimostrato come cresca esponenzialmente il risparmio atteso nel momento in cui l'utente viene formato ed informato. Ciò è particolarmente vero in ambito domestico, infatti, in ambito non domestico, sempre più spesso, il datore di lavoro e/o l'Organizzazione di appartenenza pensano ad istituire delle campagne di formazione per i dipendenti al fine di condividere buone pratiche che consentano di risparmiare energia all'interno degli ambienti di lavoro. Ciò non avviene, purtroppo, in ambito domestico; non esiste un ente preposto o un responsabile del condominio che formi l'utenza sulle buone pratiche da tenere in casa o sul modo più corretto di gestire i set point dei diversi impianti (riscaldamento, raffrescamento, produzione acs, illuminazione...) nonostante esistano diversi modi per poter effettuare tali azioni tramite, ad esempio, gli amministratori di condominio, le associazioni di proprietari o il terzo responsabile.

Le attuali tecnologie consentono, inoltre, il monitoraggio del corretto utilizzo del sistema e permettono di intervenire su eventuali anomalie comportamentali in tempo reale. Ulteriore vantaggio di cui l'utenza può beneficiare riguarda i dati energetici e di funzionamento delle singole unità abitative che possono essere condivisi su una piattaforma gestionale di facile consultazione. Concludendo, quindi, è possibile affermare che una corretta campagna di formazione ed informazione dell'utente finale può migliorare gli effetti di qualunque intervento di efficientamento energetico ancor più in un'epoca in cui esistono numerosi strumenti che ci consentono di raggiungere grosse fette di popolazione in tempi brevi ed in maniera efficace.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – ESTRATTO DAL DECRETO LEGISLATIVO 102/2014.....	9
FIGURA 2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
FIGURA 3 – PLANIMETRIA GENERALE.....	11
FIGURA 4 – PIANO CANTINE	12
FIGURA 5 – PIANO TIPO	12
FIGURA 6 – PROSPETTI.....	13
FIGURA 7 – SEZIONE	13
FIGURA 8 – CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO.....	14
FIGURA 9 – CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO TERMICO DELL'EDIFICIO.....	15
FIGURA 10 – MODELLAZIONE ENERGETICA EDIFICIO	19
FIGURA 11 – SEZIONE MODELLAZIONE EDIFICIO	19
FIGURA 12 – SCHEMA TRASMITTANZE EDIFICIO	20
FIGURA 13 – SCHEMA TRASMITTANZE EDIFICIO (SEZIONE)	20

RICONOSCIMENTI



Data di emissione: 31 Marzo 2016

Edito dall'ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma

www.enea.it

Pervenuto il 30.5.2016

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA C.R. Frascati
Finito di stampare nel mese di giugno 2016