

SCUOLA MATERNA STATALE "ANDERSEN" E SCUOLA ELEMENTARE "MONTALE"

E1329

VIA DEI LANDI n° 19

ALLEGATO K: SCHEDE ORE
FONDO KYOTO - SCUOLA 3



03/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



INGEGNERIA QUALITÀ SERVIZI

SCUOLA MATERNA STATALE “ANDERSEN” E SCUOLA ELEMENTARE “MONTALE”

E1329

VIA DEI LANDI n° 19

RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

03/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager

Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova

Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

IQS srl

Via Pertini, 39 • 20060 • Bussero

T [+39 02 953 34 022](tel:+390295334022) F [+39 02 953 30 543](tel:+390295330543) info@iqssrl.eu

REGISTRO REVISIONI E PUBBLICAZIONI

Revisione	Data	Realizzazione	Revisione	Approvazione	Descrizione
A	02/03/2012	Ing. Elena Mazzucco	Ing. Elisa Bezzone	Ing. Fabio Gianola	Prima pubblicazione

INDICE

	PAGINA
1 EEM 1: RELAMPING	2
2 EEM 2: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE CON UNA POMPA DI CALORE ED INSTALLAZIONE DI TERMOVALVOLE	5
3 EEM 3 - 4: ISOLAMENTO DELLA COPERTURA E DEL SOLAIO SOTTOTETTO	10
4 EEM 5: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE CON UNA CALDAIA A CONDENSAZIONE ED INSTALLAZIONE DI TERMOVALVOLE	16

1 EEM 1: RELAMPING

Scheda ORE corrispondente: L1

Codice ORE	L1	Nome ORE	<i>Installazione di sorgenti luminose ad alta efficienza</i>
Categoria		Miglioramento / Sostituzione	
Descrizione		<p>Si prevede la sostituzione delle pre-esistenti sorgenti luminose installate nelle parti comuni (interne ed esterne) od anche nelle unità immobiliari private con sorgenti luminose con una più alta efficienza, nel rispetto dei livelli di illuminamento preesistenti o comunque prescritti da normativa.</p> <p>Dal punto di vista tecnologico valutare le seguenti varianti, in funzione non soltanto del consumo energetico, ma anche del livello di prestazioni illuminotecniche che ciascun tipo di lampada può garantire in un determinato contesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampade alogene • Lampade tubolari fluorescenti • lampade fluorescenti compatte • Lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione • Lampade ad alogenuri metallici • Lampade al sodio ad alta pressione • Lampade a led. 	
Benefici		Maggiore efficienza luminosa e maggiore vita utile della sorgente luminosa.	
Cautele		Verificare la compatibilità con la tipologia di lampadari presenti, sia a livello di potenza richiesta che di resa cromatica, oltre che le caratteristiche dimensionali delle sorgenti luminose. Verificare eventualmente che le lampade installate siano dimmerabili (ove richiesto)	
Fattori influenzanti la redditività		Trascurabili se paragonati ai benefici sopra descritti	
Interazioni		L'ORE può essere associata ad interventi riguardanti la gestione delle logiche di accensione delle sorgenti stesse, in modo da minimizzare quanto più possibile la spesa energetica legata all'illuminazione.	
Valutazioni		Verificare, ove possibile, il consumo energetico a partire dai dati ricavabili dal contatore delle parti comuni, epurato dalle altre voci di consumo.	
Rif. normativi e legislativi		-	
Lim. normativi e legislativi		-	
Commenti		-	

	L'utilizzo di colori con indice di riflessione inferiore a 20 deve essere supportato da idonee dichiarazioni di idoneità tecnica.
Fattori influenzanti la redditività	Le valutazioni economiche dovranno tenere conto della normale manutenzione delle superfici esterne degli edifici. Spesso il solo rifacimento dell'intonaco ha dei costi di poco inferiori alla riqualificazione energetica della parete, con vantaggi nettamente inferiori. Bisogna infatti tenere conto del cantiere, delle impalcature e di tutto ciò che comunque si dovrebbe realizzare per intervenire sulla facciata. I costi possono poi cambiare in base all'isolante scelto e alla difficoltà di intervento (davanzali, balconi, geometrie particolari...)
Interazioni	L'isolamento dall'esterno a cappotto può migliorare anche la resa degli impianti di distribuzione del riscaldamento detti a colonne montanti che, passando nelle pareti vengono in questo modo anch'essi isolati dall'esterno riducendo gli sprechi. Per garantire una prestazione ottimale si consiglia di abbinare a questo intervento una verifica ed eventuale sostituzione dei serramenti, punto comunque termicamente più debole di tutta la facciata. La geometria dell'edificio influenza la prestazione attesa: un edificio monopiano di superficie netta elevata avrà, dall'isolamento a cappotto, un beneficio relativo se non viene previsto l'isolamento anche della copertura. Nel caso di condominio con tante superfici verticali disperdenti il beneficio di un isolamento a cappotto sarà netto per i piani intermedi e solo l'ultimo piano dovrà scontare le dispersioni dalla copertura.
Verifiche	Un corretto isolamento a cappotto consente la correzione dei ponti termici. Con una macchina termografica è possibile fare una verifica in opera del risultato nonché controllare eventuali difformità di posa. Pannelli non ben incollati o accostati e altri errori di posa vengono ben visualizzati all'infrarosso.
Rif. normativi e legislativi	<p>I riferimenti normativi da tenere presenti per il Sistema a Cappotto sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ETAG 004: Linee guida tecniche europee per sistemi isolanti a cappotto per esterni con intonaco • ETAG 014: Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per sistemi isolanti a cappotto • UNI EN 13499: Isolanti termici per edilizia - Sistemi composti di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di polistirene espanso • UNI EN 13500: Isolanti termici per edilizia - Sistemi composti di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di lana minerale • UNI EN 6946: "Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo" • UNI EN 13786: Prestazione termica dei componenti per edilizia Caratteristiche termiche dinamiche- Metodi di calcolo • UNI EN 13788: Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo • UNI EN 14683: "Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento" • Serie UNI EN dedicata alle norme di prodotto dei materiali isolanti <p>I riferimenti legislativi cogenti sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delibera regione Lombardia DGR VIII/5018 del 2007 e s.m.i • DLgs 192/05, DLgs 311/06 e DPR 59/09 e s.m.i.

	<ul style="list-style-type: none"> • <p>I riferimenti legislativi volontari sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detrazioni fiscali del 55%: Legge n. 296 del 27/12/2006, e s.m.i. • Detrazioni fiscali del 50%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo • Detrazioni fiscali del 36%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo • Contributo del 40% in accordo con il conto energia termico: D.M. del 28/12/2012 <p>Vendita dei titoli di efficienza energetica da parte di ESCo (Energy Saving Company): D.M. del 20/07/2004 e s.m.i</p>
Lim. normativi e legislativi	<p>I limiti riguardanti l'efficienza energetica impongono che le pareti abbiano una trasmissione inferiore per gli interventi su edifici esistenti a:</p> <p>zona D $U \leq 0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>I limiti riguardano anche il comportamento estivo delle strutture che per alcune località devono avere:</p> <p>massa superficiale $M_s > 230 \text{ kg/m}^2$ o <u>in alternativa</u>: un valore di trasmissione termica periodica $Y_{te} \leq 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Infine è necessario assicurare che le pareti siano realizzate verificando: l'assenza di condensazione superficiale interna il controllo della condensazione interstiziale</p> <p>Per l'accesso alle detrazioni del 55% (attuali detrazioni del 65%) i limiti sono (solo privati o soggetti con reddito di impresa): zona D $U \leq 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Per l'accesso al contributo del 40% del conto energia termico (solo pubbliche amministrazioni): zona D $U \leq 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
Commenti	-

2 EEM 2: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE CON UNA POMPA DI CALORE ED INSTALLAZIONE DI TERMOVALVOLE

Scheda ORE corrispondente: H3 + H16 +H15

Codice ORE	H3	Nome ORE	Sostituzione sistemi di generazione obsoleti con pompe di calore
Categoria		Sostituzione	
Descrizione		Si sostituisce il precedente sistema di generazione obsoleto con pompe di calore. Considerare le alternative tecnologiche, e loro relativa fattibilità tecnica, presenti sul mercato: alimentata da energia elettrica, a gas, utilizzando la fonte rinnovabile geotermica, idrotermica (acqua di falda) od aerotermica. Valutare il corretto dimensionamento del sistema di generazione in precedenza installato ed il fabbisogno di potenza risultante dall'applicazione di una somma di ORE. Considerare la possibilità di installare più generatori, anche di taglia diversa, che si adattino al fabbisogno dell'edificio.	
Benefici		Risparmio energetico derivante dalla migliore efficienza di generazione; possibilità di utilizzo di fonti di energia rinnovabile, maggiore sicurezza ed affidabilità; minori emissioni inquinanti in ambiente	
Cautele		Verificare che i livelli termici presenti nell'impianto di distribuzione consentano l'adozione di tale tecnologia. Verificare preventivamente gli spazi di installazione in relazione agli ingombri dei nuovi macchinari; verificare l'accessibilità tecnico-amministrativa alla fonte rinnovabile scelta. Verificare la necessità di garantire una continuità di servizio all'edificio in fase di sostituzione.	
Fattori influenzanti la redditività		I costi possono variare in funzione della tecnologia scelta, della potenza installata, delle prestazioni garantite dalla macchina; occorre valutare, in caso di installazione esterna, la necessità di effettuare opere edili per l'alloggiamento della pompa di calore	
Interazioni		ORE obbligatoriamente complementare, per legge, è l'installazione di un sistema di contabilizzazione individuale per ciascun appartamento; ORE complementare è rappresentata dall'ottimizzazione della gestione di funzionamento dell'intero sistema di generazione, in funzione della richiesta; altra ORE, in tal caso, da associare è la sostituzione delle pompe di distribuzione (sul primario e sul secondario) del fluido termovettore	
Valutazioni		Svolgere tutte le verifiche prescritte dalla normativa VV.FF. ed INAIL (ex ISPESL) in occasione del collaudo e della prima accensione di nuovo impianto. Verificare la presenza in centrale termica dei documenti che devono trovarsi obbligatoriamente sul posto. Considerare l'utilizzo di apposita strumentazione per verificare la domanda di potenza ed il corretto funzionamento delle pompe di calore.	
Rif. normativi e legislativi		D.G.R. Lombardia IX / 2601 del 30/11/2011 D.G.R. Lombardia VIII/8745 del 22 dicembre 2008	
Lim. normativi e legislativi		Nel caso di semplice sostituzione di generatori di calore si intendono rispettate tutte le disposizioni vigenti in tema d'uso razionale dell'energia, incluse quelle di cui al precedente punto 6.1, qualora coesistano le seguenti condizioni definite al punto 6.2 o 6.3 della DGR VIII/8745. Nel caso di nuova installazione, ristrutturazione di impianti termici o di sostituzione di generatori di calore, per installazioni di potenze termiche utili nominali maggiori o uguali a 100 kW, è fatto altresì obbligo di produrre oltre alla	



	<p>relazione tecnica di cui all'Allegato B, l'attestato di certificazione energetica di cui all'Allegato C e una diagnosi energetica dell'edificio nella quale oltre a quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici dell'intervento sull'impianto termico, si individuino le ulteriori misure utili alla riduzione della spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti e i possibili miglioramenti di classe energetica dell'edificio.</p> <p>Per il progetto Tabella A.5.1 - Valori limite di COP e GUE per pompe di calore elettriche, endotermiche e ad assorbimento, della D.G.R. Lombardia VIII/8745</p> <p>Per il progetto Tabella all'art 10 Valori limite di COP e GUE per pompe di calore elettriche, endotermiche e ad assorbimento, della D.G.R. Lombardia IX / 2601.</p> <p>Nel caso di edifici pubblici e privati di nuova costruzione, in occasione di nuova installazione o di ristrutturazione di impianti termici e' obbligatorio progettare e realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso il contributo di impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile.- l'utilizzo di pompe di calore che rispettano i valori di efficienza fissati nella Tabella A.5.1 di cui all'Allegato A del DGR VIII/8475 permetto di conseguire al copertura da rinnovabili.</p>
Commenti	Considerare la potenza elettrica disponibile per il funzionamento dei macchinari

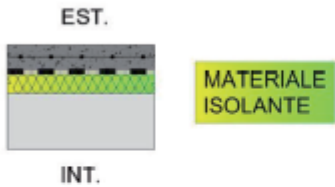
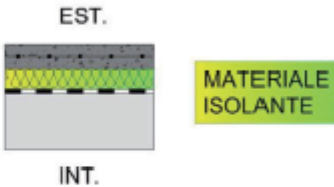
Codice ORE	H16	Nome ORE	Installazione di valvole termostatiche
Categoria	Miglioramento		
Descrizione	Installazione sui radiatori e su termo-arredi di valvole termostatiche e relativi comandi (sul singolo apparecchio od anche remoto di zona con sensore che provvede all'azionamento a distanza).		
Benefici	Risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni appartamento. Aumento sensibile del comfort abitativo.		
Cautele	<p>Assicurare che nei periodi di non utilizzo dell'impianto da parte dell'utente (nel tempo d'accensione impianto definito dalle vigenti normative e dipendenti dalla zona climatica), il valore della temperatura ambiente dell'unità condominiale non possa scendere al di sotto di valori prefissati (es. 16° C) definiti dalla decisione dell'assemblea condominiale. Il valore di temperatura minima ambiente è tarabile sulle stesse valvole termostatiche, quindi non è possibile scendere al di sotto del limite minimo.</p> <p>Le valvole termostatiche possono essere installate su tutti i radiatori senza condizioni particolari se non il corretto posizionamento delle sonde in zone ben areate (qualora si utilizzi la tipologia con sonda esterna).</p> <p>L'utilizzo non corretto di valvole termostatiche a due vie, può generare degli inconvenienti, ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La rumorosità delle valvole: Col chiudersi delle valvole a due vie aumenta la pressione differenziale, che la pompa cede ai circuiti rimasti aperti. Tale incremento genera l'insorgere di fenomeni di cavitazione in corrispondenza delle valvole in cui si verifica la maggior caduta di pressione. Risulta di difficile individuazione il valore limite di pressione differenziale oltre il quale si innescano i fenomeni di cavitazione in quanto influenzati dalla vari fattori come, la temperatura dell'acqua, la pressione dell'impianto il profilo sede-otturatore delle valvole e il livello di disaerazione dell'acqua. In generale si consiglia che le valvole lavorino con pressioni differenziali superiori a 2.000 – 2.200 mm c.a. • Il funzionamento irregolare delle pompe: Col chiudersi progressivo delle valvole termostatiche a due vie può diminuire notevolmente la portata dell'impianto in quanto le valvole chiudono le vie di flusso ai corpi scaldanti senza attivare vie alternative di by-pass. Con portate molto più piccole di quelle per cui sono state dimensionate, le pompe normali (cioè quelle senza regolatori automatici di velocità) "lavorano fuori curva": di conseguenza si surriscaldano e corrono il rischio di bruciarsi. • Il surriscaldamento dell'acqua all'interno del generatore: Con portate molto piccole non solo si ha un funzionamento irregolare delle pompe, ma sussiste anche il pericolo che si surriscaldi l'acqua in zona caldaia. • Infatti con portate molto piccole (al limite nulle) l'impianto non è più in grado di asportare il calore che rimane immagazzinato nel corpo caldaia dopo lo spegnimento del bruciatore. E questo calore può surriscaldare l'acqua fino a causare il "blocco" dell'impianto per l'intervento dei dispositivi di sicurezza a 		

	riarmo manuale. Un surriscaldamento incontrollato dell'acqua può inoltre danneggiare la membrana dei vasi di espansione chiusi.
Fattori influenzanti la redditività	Costi limitati in relazione ai benefici ottenibili. Sono proporzionali al numero di corpi scaldanti. Per evitare gli inconvenienti connessi all'uso delle valvole termostatiche a due vie si può ricorrere all'aiuto dei seguenti dispositivi di equilibratura: <ol style="list-style-type: none"> 1. valvole di sfioro, 2. regolatori di pressione differenziale a membrana, 3. pompe a velocità variabile, 4. autoflow.
Interazioni	Obbligatoriamente associato ad un sistema di contabilizzazione del calore, in modo da poter quantificare i risparmi di ciascun condomino. Consigliabile anche l'installazione in centrale termica di pompe a pressione variabile, in modo da evitare possibili rumori e sibili derivanti dall'apertura o chiusura delle valvole termostatiche
Valutazioni	Verificare la banda proporzionale entro la quale è possibile giostrare la regolazione, la possibilità di effettuare una preregolazione centralizzata, la temperatura di ritorno al sistema di generazione.
Rif. normativi e legislativi	D.G.R. Lombardia IX / 2601 del 30/11/2011 D.G.R. Lombardia VIII/8745 del 22 dicembre 2008 Decreto n. 6260 del 13 luglio 2012
Lim. normativi e legislativi	In tutti gli edifici esistenti, appartenenti alle categorie E.1 ed E.2, in caso di nuova installazione o ristrutturazione dell'impianto termico e in caso di sostituzione del generatore di calore, devono essere realizzati gli interventi necessari per permettere, ove tecnicamente possibile, la contabilizzazione e la termoregolazione del calore per singola unità immobiliare. tali dispositivi devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore al 5%, con riferimento alle norme UNI in vigore. Per le modalità di contabilizzazione si fa riferimento alle vigenti norme e linee guida UNI.
Commenti	Verificare le prescrizioni legislative (e relative scadenze) in merito all'obbligatorietà di adozione di tale ORE.

Codice ORE	H15	Nome ORE	Installazione di pompe a portata variabile
Categoria	Sostituzione		
Descrizione	Come alternativa alla regolazione della temperatura del fluido termovettore può essere considerata la possibilità di regolare la portata: sono utilizzabili pompe di circolazione in parallelo o una singola pompa dotata di sistema per la regolazione della velocità (inverter).		
Benefici	Risparmio di energia elettrica legata all'assorbimento variabile delle pompe. Viene prolungata la vita delle pompe stesse.		
Cautele	In presenza di portate minori di quelle iniziali aumentano i problemi di congelamento		
Fattori influenzanti la redditività	Costi elevati, legati alla ridefinizione delle modalità di funzionamento dell'impianto		
Interazioni	Rappresenta una alternativa all'impianto con portata costante e temperatura variabile.		
Valutazioni	Verificare preventivamente l'adeguatezza di questa tipologia di impianto in funzione dei profili di richiesta del carico termico.		
Rif. normativi e legislativi	-		
Lim. normativi e legislativi	-		
Commenti	-		

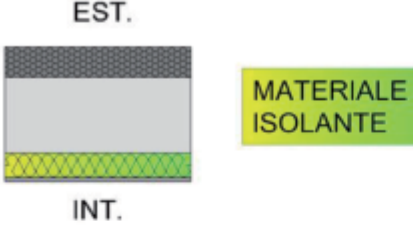
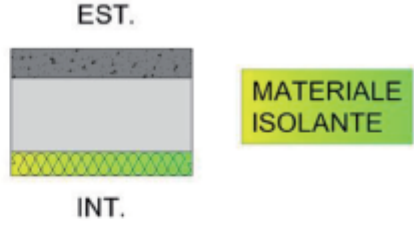
3 EEM 3 - 4: ISOLAMENTO DELLA COPERTURA E DEL SOLAIO SOTTOTETTO

Scheda ORE corrispondente: A4.1 e A4.2

Codice ORE	A4.1	Nome ORE	Copertura piana: isolamento dall'esterno con pannelli
Categoria	Miglioramento		
 <p>EST. INT.</p> <p>MATERIALE ISOLANTE</p>		 <p>EST. INT.</p> <p>MATERIALE ISOLANTE</p>	
Con impermeabilizzante sopra isolante		"Tetto rovescio"	
Descrizione	<p>L'isolamento termico di una copertura piana è costituito da pannelli in materiale isolante incollati e/o fissati meccanicamente attraverso tasselli alla struttura esistente. Nel caso di più strati di isolamento termico essi vanno sfalsati.</p> <p>Lo strato di isolamento termico può essere posizionato sopra o sotto lo strato di impermeabilizzante e sopra o sotto il massetto di pendenza. Nel caso lo strato di isolamento termico sia sopra il manto impermeabilizzante si usa la dicitura "tetto rovescio" poiché in caso di pioggia l'infiltrazione di acqua piovana può raggiungere la superficie dello strato di isolamento.</p>		
Benefici	<p>L'isolamento termico di una copertura piana dall'esterno ha i seguenti benefici diretti proporzionali al grado di isolamento e alla superficie di intervento: riduzione dei consumi energetici invernali ed estivi e migliori condizioni di comfort abitativo invernale ed estivo. Inoltre mantenendo al caldo gli strati costituenti la struttura si riducono i rischi di condensazione interstiziale e superficiale.</p> <p>Uniformando la temperatura superficiale interna, l'isolamento termico produce anche l'effetto estetico di evitare la sporcatura differente di travetti e pignatte.</p>		
Cautele	<p>La posizione del materiale isolante verso l'esterno e su di una copertura piana comporta la necessità di verificare l'idoneità del materiale rispetto ai seguenti requisiti: ridotto assorbimento d'acqua nel breve e lungo periodo (se il materiale è in possibile contatto con acqua piovana), adeguata resistenza a compressione (nel caso di superfici pedonabili o carrabili) e stabilità dimensionale nel tempo (ovvero il materiale rimane integro e non si deforma soggetto alle sollecitazioni igrotermiche ambientali).</p> <p>Per il corretto funzionamento dell'isolamento termico i pannelli devono essere integri e devono essere posati con i giunti ben accostati.</p> <p>Il materiale isolante al momento della posa deve essere asciutto. Nel caso vi sia presenza di umidità, prima di posare gli altri strati e in funzione della posizione dell'impermeabilizzante, l'isolante deve asciugarsi.</p> <p>Per quanto riguarda la struttura nel suo complesso è importante verificare</p>		

	<p>preliminarmente la posizione degli strati impermeabilizzanti e delle barriere al vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale.</p> <p>È opportuno studiare preliminarmente anche l'interazione con altre strutture per evitare il rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffa nei punti considerabili "ponti termici".</p>
Fattori influenzanti la redditività	<p>I costi possono variare in base all'isolante scelto e alla difficoltà di intervento legata ad interventi ulteriori necessari.</p> <p>La realizzazione dell'isolamento in copertura piana generalmente comporta infatti l'intervenire anche con la realizzazione di massetti in calcestruzzo (strati di ripartizione di carichi e/o massetti di pendenza), di strati impermeabilizzanti e di rivestimenti esterni (piastrelle, ecc.). A seconda delle condizioni esistenti riscontrate potrebbe essere necessaria anche la demolizione di strati esistenti.</p> <p>Sulla copertura inoltre sono generalmente presenti componenti impiantistici che devono essere momentaneamente rimossi e quindi reinstallati.</p> <p>In generale le valutazioni economiche dovranno tenere conto della normale manutenzione della copertura piana. Spesso il solo rifacimento dello strato di impermeabilizzazione ha dei costi di poco inferiori alla riqualificazione energetica della copertura, con vantaggi nettamente inferiori. Bisogna infatti tenere conto del cantiere, delle impalcature e di tutto ciò che comunque si dovrebbe realizzare per intervenire sulla copertura.</p>
Interazioni	<p>Un'alternativa all'isolamento della copertura piana dall'esterno può essere isolamento dall'interno (in generale si ha meno spazio a disposizione).</p> <p>ORE che possono essere accompagnate all'isolamento della copertura piana ai fini dei benefici estivi in termini di comfort sono tutti gli interventi di isolamento termico di pareti e serramenti.</p> <p>Nel caso di impianto centralizzato senza contabilizzazione del calore l'ORE che può essere accompagnata all'isolamento della copertura piana ai fini dei benefici in termini di riduzione dei consumi è la termoregolazione e contabilizzazione per singola unità immobiliare.</p>
Verifiche	<p>Le verifiche importanti da svolgere sono visive durante la realizzazione dei lavori. Devono essere assicurati tali aspetti attraverso indagine visiva: continuità dello strato di isolamento termico e continuità degli strati impermeabilizzanti e di barriera al vapore.</p> <p>E' necessario inoltre provvedere alla raccolta di documentazione tecnica relativa al corretto impiego del materiale isolante attraverso la documentazione tecnica del produttore (es. etichetta marcatura CE, attestato di conformità).</p> <p>Dal punto di vista strumentale, a lavori conclusi e in un periodo di condizionamento un'eventuale indagine termografica dall'interno può verificare la presenza e uniformità del materiale isolante e un'indagine di misura in opera della conduttanza può verificare il grado di isolamento della struttura.</p>

Riferimenti normativi e legislativi	<p>I riferimenti normativi da tenere presenti sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNI EN ISO 6946: calcolo della trasmittanza termica • UNI EN 13786: calcolo delle caratteristiche estive delle strutture • UNI EN 13788: verifica del rischio muffa o condensazione • UNI EN 14683: ponti termici • Serie UNI EN dedicata alle norme di prodotto dei materiali isolanti <p>I riferimenti legislativi cogenti sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delibera regione Lombardia DGR VIII/5018 del 2007 e s.m.i • DLgs 192/05, DLgs 311/06 e DPR 59/09 e s.m.i. <p>I riferimenti legislativi volontari sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detrazioni fiscali del 55%: Legge n. 296 del 27/12/2006, e s.m.i. • Detrazioni fiscali del 50%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo • Detrazioni fiscali del 36%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo • Contributo del 40% in accordo con il conto energia termico: D.M. del 28/12/2012 • Vendita dei titoli di efficienza energetica da parte di ESCo (Energy Saving Company): D.M. del 20/07/2004 e s.m.i
Limiti normativi e legislativi	<p>I limiti riguardanti l'efficienza energetica impongono che le coperture abbiano una trasmittanza inferiore per gli interventi su edifici esistenti almeno in manutenzione straordinaria pari a:</p> <p>zona D $U \leq 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona E $U \leq 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona F $U \leq 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>I limiti riguardano anche il comportamento estivo delle strutture che per alcune località devono avere un valore di trasmittanza termica periodica:</p> <p>tutte le zone $Y_{pe} \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Infine è necessario assicurare che le coperture siano realizzate verificando:</p> <p>l'assenza di condensazione superficiale interna</p> <p>il controllo della condensazione interstiziale</p> <p>Per l'accesso alle detrazioni del 55% (attuali detrazioni del 65%) i limiti sono (solo privati o soggetti con reddito di impresa):</p> <p>zona D $U \leq 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona E $U \leq 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona F $U \leq 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Per l'accesso al contributo del 40% del conto energia termico (solo pubbliche amministrazioni):</p> <p>zona D $U \leq 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona E $U \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>zona F $U \leq 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
Commenti	<p>-</p>

Codice ORE	A4.2	Nome ORE	Copertura piana: isolamento dall'interno con pannelli
Categoria	Miglioramento		
			
<i>Isolamento con contro placcaggio</i>		<i>Isolamento a vista o a cappotto interno</i>	
Descrizione	<p>L'isolamento termico di una copertura piana dall'interno può essere costituito da diverse tecnologie: è possibile realizzare un sistema a cappotto dall'interno, ovvero incollando pannelli materiale isolante incollati e/o fissati meccanicamente attraverso tasselli alla struttura esistente e realizzando uno strato di intonaco interno sulla superficie dello strato isolante; è possibile altresì incollare direttamente i pannelli di isolamento termico senza prevedere alcun rivestimento lasciando la superficie del materiale a vista; infine, si può anche incollare del materiale isolante preaccoppiato a lastre di gesso rivestito o similari; in quest'ultimo caso l'intervento è denominato "contro placcaggio". L'intervento prevede l'impiego di un solo spessore e quindi di un solo prodotto.</p>		
Benefici	<p>L'isolamento termico di una copertura piana dall'interno ha i seguenti benefici diretti proporzionali al grado di isolamento e alla superficie di intervento: riduzione dei consumi energetici invernali ed estivi e migliori condizioni di comfort abitativo invernale.</p> <p>Uniformando la temperatura superficiale interna, l'isolamento termico produce anche l'effetto estetico di evitare la sporatura differente di travetti e pignatte.</p>		
Cautele	<p>La posizione del materiale isolante all'interno e su di una copertura piana comporta la necessità di verificare l'idoneità del materiale rispetto ai seguenti requisiti: adeguata resistenza a trazione perpendicolare delle facce e ottime prestazioni in termini di tolleranze dimensionali: i pannelli prodotti devono essere adeguatamente dello stesso spessore, larghezza, altezza e planarità.</p> <p>Per il corretto funzionamento dell'isolamento termico i pannelli devono essere integri e devono essere posati con i giunti ben accostati.</p> <p>Il materiale isolante al momento della posa deve essere asciutto. Nel caso vi sia presenza di umidità, prima di posare eventuali barriere al vapore, l'isolante deve asciugarsi.</p> <p>Per quanto riguarda la struttura nel suo complesso è importante verificare preliminarmente la posizione degli strati impermeabilizzanti e delle barriere al</p>		

	<p>vapore per assicurare l'assenza del rischio di condensazione interstiziale.</p> <p>È opportuno studiare preliminarmente anche l'interazione con altre strutture per evitare il rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffa nei punti considerabili "ponti termici".</p>
Fattori influenzanti la redditività	<p>I costi possono variare in base all'isolante scelto e alla difficoltà di intervento legata ad interventi ulteriori necessari.</p> <p>La realizzazione dell'isolamento in copertura piana dall'interno generalmente comporta infatti intervenire sull'impianto di illuminazione e di altri impianti.</p>
Interazioni	<p>Un'alternativa all'isolamento della copertura piana dall'interno può essere isolamento dall'esterno (in generale molto più complesso come tipo di intervento).</p> <p>ORE che possono essere accompagnate all'isolamento della copertura piana ai fini dei benefici estivi in termini di comfort sono tutti gli interventi di isolamento termico di pareti e serramenti.</p> <p>Nel caso di impianto centralizzato senza contabilizzazione del calore l'ORE che può essere accompagnata all'isolamento della copertura piana ai fini dei benefici in termini di riduzione dei consumi è la termoregolazione e contabilizzazione per singola unità immobiliare.</p>
Verifiche	<p>Le verifiche importanti da svolgere sono visive durante la realizzazione dei lavori. Devono essere assicurati i seguenti aspetti attraverso indagine visiva: continuità dello strato di isolamento termico e continuità degli strati e di eventuale barriera al vapore.</p> <p>E' necessario inoltre provvedere alla raccolta di documentazione tecnica relativa al corretto impiego del materiale isolante attraverso la documentazione tecnica del produttore (es. etichetta marcatura CE, attestato di conformità).</p> <p>Dal punto di vista strumentale, a lavori conclusi e in un periodo di condizionamento un'eventuale indagine termografica dall'interno può verificare la presenza e uniformità del materiale isolante e un'indagine di misura in opera della conduttanza può verificare il grado di isolamento della struttura.</p>
Riferimenti normativi e legislativi	<p>I riferimenti normativi da tenere presenti sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNI EN ISO 6946: calcolo della trasmittanza termica • UNI EN 13786: calcolo delle caratteristiche estive delle strutture • UNI EN 13788: verifica del rischio muffa o condensazione • UNI EN 14683: ponti termici • Serie UNI EN dedicata alle norme di prodotto dei materiali isolanti <p>I riferimenti legislativi cogenti sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delibera regione Lombardia DGR VIII/5018 del 2007 e s.m.i • DLgs 192/05, DLgs 311/06 e DPR 59/09 e s.m.i. <p>I riferimenti legislativi volontari sono :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detrazioni fiscali del 55%: Legge n. 296 del 27/12/2006, e s.m.i. • Detrazioni fiscali del 50%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo • Detrazioni fiscali del 36%: Decreto n.83 del 2012 noto come Decreto Sviluppo

	<ul style="list-style-type: none"> • Contributo del 40% in accordo con il conto energia termico: D.M. del 28/12/2012 • Vendita dei titoli di efficienza energetica da parte di ESCo (Energy Saving Company): D.M. del 20/07/2004 e s.m.i
Limiti normativi e legislativi	<p>I limiti riguardanti l'efficienza energetica impongono che le coperture abbiano una trasmittanza inferiore per gli interventi su edifici esistenti almeno in manutenzione straordinaria pari a:</p> <p>zona D $U \leq 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>I limiti riguardano anche il comportamento estivo delle strutture che per alcune località devono avere un valore di trasmittanza termica periodica: tutte le zone $Y_{pe} \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Infine è necessario assicurare che le coperture siano realizzate verificando: l'assenza di condensazione superficiale interna il controllo della condensazione interstiziale</p> <p>Per l'accesso alle detrazioni del 55% (attuali detrazioni del 65%) i limiti sono (solo privati o soggetti con reddito di impresa):</p> <p>zona D $U \leq 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Per l'accesso al contributo del 40% del conto energia termico (solo pubbliche amministrazioni):</p> <p>zona D $U \leq 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona E $U \leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ zona F $U \leq 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
Commenti	-

4 EEM 5: SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE CON UNA CALDAIA A CONDENSAZIONE ED INSTALLAZIONE DI TERMOVALVOLE

Scheda ORE corrispondente: H2 + H16 + H15

Codice ORE	H2	Nome ORE	Sostituzione sistemi di generazione obsoleti con caldaie a condensazione
Categoria		Sostituzione	
Descrizione		Si sostituisce il precedente sistema di generazione obsoleto con nuova caldaia a condensazione. Valutare il corretto dimensionamento del sistema di generazione precedentemente installato ed il fabbisogno di potenza risultante dall'applicazione di una somma di ORE. Considerare la possibilità di installare più generatori, anche di taglia diversa e tipologia diversa, che si adattino al fabbisogno dell'edificio. Si deve tener conto dell'età della caldaia e del bruciatore preesistenti, dell'efficienza di combustione, della necessità di manutenzione, della possibilità di installare semplicemente un bruciatore più efficiente.	
Benefici		Risparmio energetico derivante dalla migliore efficienza di combustione; maggiore sicurezza ed affidabilità; minori emissioni inquinanti in ambiente, miglior efficienza ai carichi parziali in funzione del fattore di carico dell'edificio;	
Cautele		Verificare preventivamente gli spazi di installazione in relazione agli ingombri delle nuove caldaie; verificare l'idoneità del condotto di evacuazione fumi; verificare la necessità di garantire una continuità di servizio all'edificio in fase di sostituzione. Verificare la presenza dell'addolcitore e che questo sia operativo. Verificare, in funzione della potenza installata, la necessità di installare un neutralizzatore di condensa (norma UNI 11071/2003)	
Fattori influenzanti la redditività		I costi possono variare in funzione della tipologia di caldaia scelta e della potenza installata; occorre valutare se debbano essere previsti adeguamenti alla centrale termica per essere resa conforme alle prescrizioni del VV.FF.	
Interazioni		ORE obbligatoriamente complementare, per legge, è l'installazione di un sistema di contabilizzazione individuale per ciascuna unità immobiliare; ORE complementare è rappresentata dall'ottimizzazione della gestione di funzionamento dell'intero sistema di generazione, in funzione della richiesta; altra ORE, in tale caso, da associare è la sostituzione delle pompe di distribuzione (sul primario e sul secondario) del fluido termovettore	
Valutazioni		Svolgere tutte le verifiche prescritte dalla normativa VV.FF. ed ISPESL in occasione del collaudo e della prima accensione di nuovo impianto Verificare la presenza in centrale termica dei documenti che devono trovarsi obbligatoriamente sul posto. Considerare l'utilizzo di apposita strumentazione per verificare la domanda di potenza ed il corretto funzionamento delle caldaie.	
Rif. normativi e legislativi		D.G.R. Lombardia IX / 2601 del 30/11/2011 D.G.R. Lombardia VIII/8745 del 22 dicembre 2008 UNI EN 15420:2011 Caldaie a gas per riscaldamento centralizzato - Caldaie di tipo C di portata termica nominale maggiore di 70 kW, ma non superiore a 1 000 kW, sostituita il 22 novembre 2012 dalla UNI EN 15502-2-1:2012: Caldaie per riscaldamento a gas - Parte 2-1: Norma specifica per gli apparecchi di tipo C ed apparecchi di tipo B2, B3 e B5 di portata termica nominale non maggiore di 1000 kW. Decreto n. 6260 del 13 luglio 2012, recante disposizioni tecnico-operative per l'esercizio, la manutenzione, il controllo e l'ispezione degli impianti termici per la gestione del relativo catasto.	

<p>Lim. normativi e legislativi</p>	<p>Nel caso di semplice sostituzione di generatori di calore si intendono rispettate tutte le disposizioni vigenti in tema d'uso razionale dell'energia, incluse quelle di cui al precedente punto 6.1, qualora coesistano le seguenti condizioni definite al punto 6.2 o 6.3 della DGR VIII/8745.</p> <p>Nel caso di nuova installazione, ristrutturazione di impianti termici o di sostituzione di generatori di calore, per installazioni di potenze termiche utili nominali maggiori o uguali a 100 kW, è fatto altresì obbligo di produrre oltre alla relazione tecnica di cui all'Allegato B, l'attestato di certificazione energetica di cui all'Allegato C e una diagnosi energetica dell'edificio nella quale oltre a quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici dell'intervento sull'impianto termico, si individuino le ulteriori misure utili alla riduzione della spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti e i possibili miglioramenti di classe energetica dell'edificio.</p> <p>Requisiti del generatore nel caso di nuova installazione, ristrutturazione di impianti termici o di sostituzione di generatori di calore:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efficienza globale media stagionale (secondo sia la DGR VIII/ 8745 sia la D.G.R. Lombardia IX/2601) Per i generatori con <u>fluido termovettore liquido</u>: $75 + 3 \cdot \text{Log}_{10} P_n$ dove: P_n è la potenza termica utile nominale del generatore (dato di targa). Per i generatori con <u>fluido termovettore aria</u>: $65 + 3 \cdot \text{Log}_{10} P_n$ dove: P_n è la potenza termica utile nominale del generatore (dato di targa) <p>$\text{log}_{10} (P_n)$ è il logaritmo in base 10 della potenza termica utile nominale del generatore di calore o dei generatori di calore, quale pompe di calore, sistemi solari termici compreso ausiliario, ecc., al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.</p> <p>Per P_n superiori a 1000 kW la formula precedente non si applica e la soglia minima di efficienza globale media stagionale è pari rispettivamente a 84% e 74%.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimento termico utile nominale (secondo D.G.R. Lombardia IX/2601) Per i generatori con <u>fluido termovettore liquido</u>: $\eta = 89 + 2 \cdot \text{Log}_{10} P_n$ dove: P_n è la potenza termica utile nominale del generatore (dato di targa). Per i generatori con <u>fluido termovettore aria</u>: $\eta = 80 + 2 \cdot \text{Log}_{10} P_n$ dove: P_n è la potenza termica utile nominale del generatore (dato di targa). <p>Verifica del rendimento del generatore secondo norma UNI-TS 11300 parte 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimento termico utile nominale (UNI-TS 11300 parte 2) In mancanza di dati sui generatori si può fare riferimento alla specifica tecnica, che per i generatori con <u>fluido termovettore liquido</u>: $\eta_{gn, P_n} = A + B \cdot \text{Log}_{10} \phi' P_n$ Dove: A, B parametri riportati nel prospetto; $\phi' P_n$ è la potenza utile nominale espressa in kW. <table border="1" data-bbox="564 1384 1297 1467"> <thead> <tr> <th>Tipo di generatore</th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Generatore standard</td> <td>84</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Generatore a bassa temperatura</td> <td>87,5</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Generatore a condensazione</td> <td>91</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo di generatore	A	B	Generatore standard	84	2	Generatore a bassa temperatura	87,5	1,5	Generatore a condensazione	91	1
Tipo di generatore	A	B											
Generatore standard	84	2											
Generatore a bassa temperatura	87,5	1,5											
Generatore a condensazione	91	1											
<p>Commenti</p>	<p>Valutare i costi di allacciamento alla rete gas, qualora in presenza di più generatori o di sistema di generazione alimentato con altro combustibile</p>												

Codice ORE	H16	Nome ORE	Installazione di valvole termostatiche
Categoria	Miglioramento		
Descrizione	Installazione sui radiatori e su termo-arredi di valvole termostatiche e relativi comandi (sul singolo apparecchio od anche remoto di zona con sensore che provvede all'azionamento a distanza).		
Benefici	Risparmio energetico legato all'effettiva richiesta di carico termico differenziabile per ciascun ambiente di ogni appartamento. Aumento sensibile del comfort abitativo.		
Cautele	<p>Assicurare che nei periodi di non utilizzo dell'impianto da parte dell'utente (nel tempo d'accensione impianto definito dalle vigenti normative e dipendenti dalla zona climatica), il valore della temperatura ambiente dell'unità condominiale non possa scendere al di sotto di valori prefissati (es. 16° C) definiti dalla decisione dell'assemblea condominiale. Il valore di temperatura minima ambiente è tarabile sulle stesse valvole termostatiche, quindi non è possibile scendere al di sotto del limite minimo.</p> <p>Le valvole termostatiche possono essere installate su tutti i radiatori senza condizioni particolari se non il corretto posizionamento delle sonde in zone ben areate (qualora si utilizzi la tipologia con sonda esterna).</p> <p>L'utilizzo non corretto di valvole termostatiche a due vie, può generare degli inconvenienti, ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La rumorosità delle valvole: Col chiudersi delle valvole a due vie aumenta la pressione differenziale, che la pompa cede ai circuiti rimasti aperti. Tale incremento genera l'insorgere di fenomeni di cavitazione in corrispondenza delle valvole in cui si verificata maggior caduta di pressione. Risulta di difficile individuazione il valore limite di pressione differenziale oltre il quale si innescano i fenomeni di cavitazione in quanto influenzati dalla vari fattori come, la temperatura dell'acqua, la pressione dell'impianto il profilo sede-otturatore delle valvole e il livello di disaerazione dell'acqua. In generale si consiglia che le valvole lavorino con pressioni differenziali superiori a 2.000 – 2.200 mm c.a. • Il funzionamento irregolare delle pompe; Col chiudersi progressivo delle valvole termostatiche a due vie può diminuire notevolmente la portata dell'impianto in quanto le valvole chiudono le vie di flusso ai corpi scaldanti senza attivare vie alternative di by-pass. Con portate molto più piccole di quelle per cui sono state dimensionate, le pompe normali (cioè quelle senza regolatori automatici di velocità) "lavorano fuori curva": di conseguenza si surriscaldano e corrono il rischio di bruciarsi. • Il surriscaldamento dell'acqua all'interno del generatore: Con portate molto piccole non solo si ha un funzionamento irregolare delle pompe, ma sussiste anche il pericolo che si surriscaldi l'acqua in zona caldaia. • Infatti con portate molto piccole (al limite nulle) l'impianto non è più in grado di asportare il calore che rimane immagazzinato nel corpo caldaia dopo lo spegnimento del bruciatore. E questo calore può surriscaldare l'acqua fino a causare il "blocco" dell'impianto per l'intervento dei dispositivi di sicurezza a 		

	riarmo manuale. Un surriscaldamento incontrollato dell'acqua può inoltre danneggiare la membrana dei vasi di espansione chiusi.
Fattori influenzanti la redditività	Costi limitati in relazione ai benefici ottenibili. Sono proporzionali al numero di corpi scaldanti. Per evitare gli inconvenienti connessi all'uso delle valvole termostatiche a due vie si può ricorrere all'aiuto dei seguenti dispositivi di equilibratura: <ol style="list-style-type: none"> 1. valvole di sfioro, 2. regolatori di pressione differenziale a membrana, 3. pompe a velocità variabile, 4. autoflow.
Interazioni	Obbligatoriamente associato ad un sistema di contabilizzazione del calore, in modo da poter quantificare i risparmi di ciascun condomino. Consigliabile anche l'installazione in centrale termica di pompe a pressione variabile, in modo da evitare possibili rumori e sibili derivanti dall'apertura o chiusura delle valvole termostatiche
Valutazioni	Verificare la banda proporzionale entro la quale è possibile giostrare la regolazione, la possibilità di effettuare una preregolazione centralizzata, la temperatura di ritorno al sistema di generazione.
Rif. normativi e legislativi	D.G.R. Lombardia IX / 2601 del 30/11/2011 D.G.R. Lombardia VIII/8745 del 22 dicembre 2008 Decreto n. 6260 del 13 luglio 2012
Lim. normativi e legislativi	In tutti gli edifici esistenti, appartenenti alle categorie E.1 ed E.2, in caso di nuova installazione o ristrutturazione dell'impianto termico e in caso di sostituzione del generatore di calore, devono essere realizzati gli interventi necessari per permettere, ove tecnicamente possibile, la contabilizzazione e la termoregolazione del calore per singola unità immobiliare. tali dispositivi devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore al 5%, con riferimento alle norme UNI in vigore. Per le modalità di contabilizzazione si fa riferimento alle vigenti norme e linee guida UNI.
Commenti	Verificare le prescrizioni legislative (e relative scadenze) in merito all'obbligatorietà di adozione di tale ORE.

Codice ORE	H15	Nome ORE	Installazione di pompe a portata variabile
Categoria	Sostituzione		
Descrizione	Come alternativa alla regolazione della temperatura del fluido termovettore può essere considerata la possibilità di regolare la portata: sono utilizzabili pompe di circolazione in parallelo o una singola pompa dotata di sistema per la regolazione della velocità (inverter).		
Benefici	Risparmio di energia elettrica legata all'assorbimento variabile delle pompe. Viene prolungata la vita delle pompe stesse.		
Cautele	In presenza di portate minori di quelle iniziali aumentano i problemi di congelamento		
Fattori influenzanti la redditività	Costi elevati, legati alla ridefinizione delle modalità di funzionamento dell'impianto		
Interazioni	Rappresenta una alternativa all'impianto con portata costante e temperatura variabile.		
Valutazioni	Verificare preventivamente l'adeguatezza di questa tipologia di impianto in funzione dei profili di richiesta del carico termico.		
Rif. normativi e legislativi	-		
Lim. normativi e legislativi	-		
Commenti	-		