



Progetto Preliminare

Relazione Tecnico - Illustrativa

SCUOLA ELEMENTARE

via A.Toscanini- Roncole Verdi



Progettista: **Arch. Tommaso Caenaro**



Collaboratori: **Ing. Alessandro Rossi**
Ing. Daniele Palma



RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

Progetto Preliminare

Interventi di efficienza energetica sulla Scuola Primaria della Fraz. Roncole Verdi

Comune: Busseto (PR)

Descrizione: COIBENTAZIONE DEL SOTTOTETTO NON RISCALDATO CON UN FELTRO ISOLANTE IN LANA DI VETRO

Committente: Comune di Busseto

Parma (PR), 1 settembre 2014

Il progettista
(arch. Tommaso Caenaro)

1. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

La Scuola Elementare di Roncole Verdi, piccola frazione di Busseto, è un piccolo plesso scolastico con un solo piano fuori terra. E' caratterizzato da una pianta ad L con un'asse distributivo orientato est-ovest, dove si affacciano le aule didattiche e gli spazi di servizio della scuola.

Le aule didattiche sono posizionate sul lato sud dell'edificio, in maniera da garantire una migliore esposizione solare per soddisfare il fabbisogno di illuminazione con la sola luce naturale ed aumentare gli apporti solari gratuiti in inverno. Mentre gli spazi di servizio, costituiti da: bidelleria, aula professori, servizi igienici, sono tutti posizionati sul lato nord dell'edificio.

La centrale termica, come gli altri spazi di servizio, è collocato in uno spazio a nord non riscaldato, all'interno del perimetro dell'edificio, accessibile solo dall'esterno.

| | |
|----------------------|--|
| Località | Roncole Verdi fraz. di Busseto (PR) |
| Indirizzo | Via Arturo Toscanini |
| Destinazione d'uso | Scuola elementare |
| Categoria DPR 412/93 | E.7 Edificio adibito ad attività scolastiche |

L'edificio ha un'unica zona termica riscaldata e due spazi non riscaldati, il primo adibito a centrale termica, l'altro è il sottotetto. Le zone termiche e gli spazi non riscaldati, sono ben specificati nei documenti di diagnosi energetica.

Le grandezze geometriche che descrivono l'edificio sono le seguenti:

| | |
|------------------------|----------|
| Superficie utile | 18,8 mq |
| Superficie riscaldata | 18,6 mq |
| Volume lordo | 425,8 mc |
| Volume netto | 739,6 mc |
| Superficie disperdente | 734,8 mq |
| Rapporto S/V | 715 |

1.1. DESCRIZIONE INVOLUCRO

La struttura della scuola elementare è costituita da una struttura in muratura portante costituita da mattoni in laterizio semipieni. La distribuzione interna è realizzata con tamponamenti in laterizio.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

La copertura è una copertura a falde in latero cemento con un manto di copertura in coppi, costituita da un solaio inferiore in latero cemento non isolato.

L'edificio poggia su un solaio in latero cemento che poggia direttamente controterra, senza l'ausilio di vespaio.

L'edificio su tutti i lati ha delle ampie vetrate costituite da serramenti con telaio in alluminio con taglio termico e vetro camera semplice, con buona tenuta all'aria. I sistemi per l'ombreggiamento sono di tipo a veneziana, posizionati all'interno. I serramenti non sono quelli originali, ma sono stati sostituiti da pochi anni, infatti presentano buone caratteristiche di prestazione energetica.

1.2. DESCRIZIONE CENTRALE TERMICA

La generazione del calore avviene con una caldaia a basamento (fluido termovettore acqua) installata nel 2003 e che provvede alla sola produzione di acqua calda per utilizzo riscaldamento. Il generatore di calore è ospitato in un locale centrale termica dedicato. Il generatore è dotato di bruciatore atmosferico ad un solo stadio. Lo scarso isolamento incide sul valore di perdite al mantello. Lo scarico dei fumi avviene in camino singolo, che si presume sia monoparete.

Non è presente alcun sistema di ventilazione meccanica controllata.

L'impianto è dotato di un solo circuito di distribuzione alimentato da una pompa a giri fissi installata in centrale termica. Il tratto di distribuzione presente in centrale termica non risulta isolato.

La distribuzione interna è garantita da tubazioni in traccia, che si presume non siano isolate, in quanto non sono stati realizzati interventi sostanziali sull'impianto di riscaldamento.

L'emissione del calore all'interno dell'edificio, in tutti i locali, è garantita da termosifoni in ghisa non equipaggiati con valvole termostatiche.

Nelle aule sono presenti due radiatori, cinque nel corridoio principale, due nei bagni e cinque nei locali utilizzati dal personale non docente. La regolazione avviene mediante sonda climatica, che comanda la valvola miscelatrice tramite attuatore.

La produzione di acqua calda sanitaria è garantita da boiler elettrici ad accumulo, installati nei bagni.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La scuola elementare di Roncole Verdi è un edificio energivoro e lo si desume dagli cospicui consumi di gas metano e dagli elevati indicatori di prestazione energetica calcolati nel documento di diagnosi energetica, per cui si ritengono indispensabili degli interventi di retrofit energetici.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Considerando che sull'involucro trasparente dell'edificio si è già intervenuti, infatti si sono sostituiti da tempo i serramenti originali con nuovi serramenti energeticamente efficienti e che sull'involucro opaco verticale non è consigliabile l'opzione della coibentazione, per i costi elevati dell'operazione.

Alla luce delle considerazioni sopra elencate, sono stati scartati gli interventi sulle chiusure verticali, si propone invece, la coibentazione della chiusura orizzontale superiore, in particolare nel sottotetto non riscaldato.

L'attuale caldaia è stata installata nel 2003 e risulta quindi piuttosto obsoleta e caratterizzata da rendimenti di produzione molto limitati.

Per migliorare il rendimento di produzione si propone la sostituzione dell'attuale generatore con un generatore ad elevata efficienza, a condensazione, alimentata sempre a gas metano.

Si prevede inoltre l'adeguamento del sistema di distribuzione mediante l'adozione di elettropompe dotate di motori elettrici ad alta efficienza ed eventualmente di inverter ed isolando le tubature di distribuzione in centrale termica. Oltre all'installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti. Non si riscontrano particolari problematiche per la realizzazione di questo intervento. In tal modo si migliorerebbe ulteriormente il rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento.

Si prevedono anche una serie di interventi accessori, ritenuti necessari per il buon funzionamento del nuovo impianto:

- ☐ Pulizia dell'attuale impianto di distribuzione, che potrebbe presentare occlusioni dovute al deposito di fanghiglia
- ☐ Adattare anche l'attuale camino, prevendendo l'intubamento

2.1. DESCRIZIONE INTERVENTO DI COIBENTAZIONE DEL SOTTOTETTO

L'edificio ha un ampio sottotetto non isolato, con una superficie complessiva di 705 mq, che non è utilizzato dall'Istituto scolastico.

L'intervento che siamo a proporre consiste nell'isolare l'intero sottotetto per mezzo di un feltro isolante in fibra di vetro, con uno spessore di 14 cm. L'isolamento del sottotetto permette di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno attraverso la chiusura orizzontale superiore, aumentando così l'efficienza globale dell'involucro e conseguentemente riducendo i consumi di gas metano.

2.1.1. DESCRIZIONE MATERIALE SCELTO

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Ci sono diversi tipi di materiali isolanti che si possono applicare ai sottotetti non isolati, ci deve essere però una caratteristica comune e deve essere la facilità di posa. Questa è fondamentale per rendere conveniente economicamente l'intervento. Per soddisfare questo requisito si è scelto di optare per dei materiali che si presentino sotto forma di feltro che possono essere quindi posati attraverso il semplice srotolamento del materiale sul solaio, rifilando il materassino dove occorre, il tutto senza l'ausilio di fissaggi meccanici.

Mentre per quanto riguarda il tipo di materiale abbiamo scelto un feltro in lana di vetro perché è il prodotto che fornisce il miglior rapporto costi benefici ed abbina alle buone caratteristiche energetiche anche delle buone caratteristiche di sostenibilità del materiale, infatti viene prodotto con almeno l'80% di vetro riciclato e con leganti di origine naturale.



Immagine 1 - Immagine del feltro in lana di vetro della ISOVER

Abbiamo analizzato delle possibili alternative alla lana di vetro, in particolare: la fibra di legno e la lana di roccia. Entrambi i materiali sono molto validi e performanti, sono però più costosi ed hanno la caratteristica di smorzare l'onda termica in estate. Questa è una caratteristica che per il tipo di utilizzo dell'edificio, l'edificio infatti viene utilizzato da settembre ai primi di giugno, non è funzionale all'obiettivo. Il nostro unico obiettivo è quello di isolare l'edificio in inverno, quindi il sovrapprezzo per la fornitura della lana di roccia o della fibra di legno, rispetto alla lana di vetro, non ne giustifica la spesa.

Abbiamo inoltre valutato la possibilità di scegliere un prodotto, sempre in fibra di vetro, che però abbia un lato rivestito con un freno al vapore. Anche in questo caso il feltro in fibra di vetro con accoppiato il freno al vapore ha

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

un costo superiore rispetto al solo feltro isolante, sovrapprezzo non giustificato dal fatto che dalle analisi termiche, non si verificano fenomeni di condensa interstiziale e superficiale.

| Caratteristiche | Valore | Unità di misura |
|--|-----------|-----------------|
| Conducibilità termica dichiarata λ_D | 0,04 | W/(m·K) |
| Classe di reazione al fuoco | A 1 | - |
| Resistenza alla diffusione del vapore acqueo | 1 | μ |
| Tolleranze dimensionali: lunghezza | ± 2 | % |
| Tolleranze dimensionali: larghezza | $\pm 1,5$ | % |
| Tolleranze dimensionali: spessore | T1 | mm |
| Stabilità dimensionale | ≤ 1 | % |
| Calore specifico | 1.030 | J/Kg·K |

Infine il prodotto risulta agevole per la manipolazione ed il taglio, è resistente all'insaccamento, imputrescibile ed inattaccabile alle muffe. Nelle previste condizioni d'impiego il prodotto è stabile nel tempo.

Lo spessore scelto è di 14 cm di materiale ed è quello che dopo aver condotto le opportune analisi costi benefici, per mezzo di un software di simulazione per il calcolo dei flussi termici, dà il miglior rapporto tra i benefici attestati ed i costi del materiale. Oltre i 14 cm di spessore la diminuzione del beneficio diventa marginale rispetto al costo.

2.2. DESCRIZIONE INTERVENTO SULLA CENTRALE TERMICA

Attualmente il riscaldamento dell'edificio avviene tramite una caldaia a metano dotata di un bruciatore monostadio. La caldaia serve unicamente al riscaldamento degli spazi; la produzione di acqua calda sanitaria nei servizi è assicurata da bollitori elettrici installati in loco. La regolazione attuale è del tipo climatico.

Il progetto di riqualificazione impiantistica prevede la sostituzione dell'attuale generatore con un nuovo generatore a condensazione (con bruciatore modulante), che, grazie ai maggiori rendimenti di combustione (soprattutto in regime di condensazione) ed alle migliori prestazioni del bruciatore, è in grado di ridurre significativamente i consumi di combustibile a parità di energia termica fornita.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

La caldaia a condensazione è dimensionata in modo tale da fornire una potenza termica utile leggermente maggiore, con minore potenza al focolare, rispetto alla caldaia attuale, in modo da soddisfare più rapidamente variazioni di carico delle utenze.

| | Caldaia attuale | Caldaia progetto |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | kW | kW |
| potenza utile (senza condensazione) | 67,4 | 68,5 |
| potenza utile (con condensazione) | 67,4 | 75,3 |
| potenza al focolare | 74,9 | 69,6 |
| gamma di modulazione potenza | | 15 – 69,6 |

La descrizione delle caratteristiche tecniche della nuova caldaia è riportata nel paragrafo successivo.

La centrale termica si trova in un locale dedicato, al piano campagna. La centrale termica può essere raggiunta da mezzi di trasporto.

2.2.1. DESCRIZIONE DEL NUOVO GENERATORE DI CALORE

Caldaia a condensazione

La caldaia a condensazione deve consentire di poter sfruttare interamente il calore prodotto dalla combustione, sottoponendo i fumi sia ad una notevole riduzione di temperatura che ad una deumidificazione spinta. Non devono esserci limitazioni alla temperatura di ritorno al fine di permettere, con temperature di ritorno dell'acqua inferiori a 58°C, di poter condensare i fumi di scarico.

In fase di progettazione definitiva/esecutiva e di successiva realizzazione, sarà cura dell'Appaltatore assicurare che il funzionamento dell'impianto nella sua nuova configurazione sia tale da permettere una temperatura di ritorno in caldaia inferiore a 58°C sia in condizioni di progetto che in condizioni di esercizio. Si adotterà quindi uno schema idraulico e di regolazione che permetta la massimizzazione del rendimento di generazione, garantendo al contempo un funzionamento in sicurezza, salvaguardando l'integrità e il corretto funzionamento di tutte le apparecchiature e assicurando l'intervento di sistemi di controllo in grado di impedire eccessive sovrappressioni, rumorosità o altri fenomeni che possano creare danno all'impianto o disturbo agli occupanti.

Il generatore di calore a condensazione dovrà avere le caratteristiche descritte in allegato, rispetto alle quali sono ammesse modifiche migliorative.

Qualora in fase di progettazione definitiva/esecutiva dovessero emergere elementi tali da permettere un dimensionamento più preciso, sarà cura della ditta appaltatrice definire la nuova taglia di generatore, nel rispetto comunque dei requisiti di rendimento termico minimo al 100% del carico, come sotto indicato.

Requisiti minimi da rispettare in modo inderogabile:



Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Il rendimento termico del nuovo generatore, al 100% del carico, deve rispettare almeno il seguente valore:

$$\text{rendimento termico} \geq 93 + 2 \cdot \log P_n$$

dove il $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza termica nominale P_n del generatore, espressa in kWt.

2.2.2. RIQUALIFICAZIONE DEI SOTTOSISTEMI DI DISTRIBUZIONE, EMISSIONE E REGOLAZIONE

Interventi previsti sui sottosistemi di **distribuzione, emissione e regolazione** dell'impianto termico:

- Si prevede l'installazione su tutti i corpi scaldanti di **elementi di regolazione di tipo modulante** agente sulla portata, tipo valvole termostatiche a bassa inerzia termica;
in alternativa è possibile prevedere una centralina di termoregolazione che agisca sull'intero impianto o parte di esso.
- Messa a punto ed **equilibratura del sistema di distribuzione e del sistema di regolazione e controllo**.
- Installazione **circolatore** per riscaldamento in Classe energetica A (**alta efficienza**), conforme ai requisiti EuP 2013.
- Installazione di sistema di **contabilizzazione** dell'energia termica utilizzata.

Sistema di pompaggio

La distribuzione di calore alle utenze prevede attualmente 1 circuito a servizio delle utenze scolastiche, con 1 pompa singola. Il circuito della scuola elementare ha una regolazione della temperatura di mandata mediante valvola di miscelazione.

Il progetto prevede la sostituzione della centralina climatica esistente con nuova centralina con orari impostabili anche tramite telegestione.

Elenco utenze e tipo di regolazione

| Nome utenza | Tipo utenza | Volume | Potenza utile stimata | Regolazione attuale | Regolazione di progetto |
|-------------------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|
| | | m ³ | kW | | |
| scuola elementare | Solo riscaldamento | 2425,8 | 60 | Oraria + climatica | Oraria + climatica + ambiente |

Il progetto prevede la sostituzione della pompa attualmente presente con pompa per riscaldamento in Classe energetica A (alta efficienza), conforme ai requisiti EuP 2013, per poter meglio modulare la portata in funzione dell'effettiva richiesta.

Si prevede la modifica parziale del circuito con sostituzione delle attuali valvole di intercettazione, l'inserimento di valvole di non ritorno e di by-pass differenziale.

Le caratteristiche tecniche delle pompe di centrale sono riassunte nella tabella seguente:

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Elenco pompe di distribuzione:

| # | Circuito servito | Modifiche | Marca | Modello | Potenza max (W) | Potenza di progetto (W) | Tensione (V) |
|------|------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| P1 | Elementare | eliminata | Grundfos | UPS 32-120/2F | 400 | 280 | 3x400 |
| P2 | anticondensa | eliminata | Grundfos | UPS 25-60 | 100 | 100 | 1x230 |
| P1 N | Elementare | Nuova. sostituisce P1 | Grundfos o equiv. | Alpha2/Magna o equiv. | 204 | 123 | 1x230 |

In fase di progettazione definitiva/esecutiva sarà facoltà dell'Appaltatore proporre un modello di circolatore più adeguato al corretto funzionamento nell'ambito dell'offerta tecnica che sarà da lui proposta, purché il nuovo circolatore sia classificabile "ad alta efficienza".

La regolazione dell'impianto sarà adeguata in modo da agevolare la condensazione in caldaia. A tale scopo il funzionamento dovrà permettere la minima temperatura possibile di ritorno in caldaia, sia a carico massimo che ai carichi parziali. Per ottenere questo scopo si modulerà la portata di esercizio, in modo da avere un salto termico che permetta un ritorno in caldaia con temperature inferiori a 58°C.

La caldaia dovrà quindi essere in grado di tollerare funzionamenti anche a basse portate d'acqua.

Coibentazione tubazioni distribuzione

Nella centrale termica i condotti non sono ben coibentati. Anche all'interno dell'edificio le tubazioni di distribuzione non sono coibentate, ma solo protette da una lamina in plastica, al fine di evitare contatti diretti/scottature.

Il progetto prevede l'isolamento dell'intera rete di distribuzione in centrale termica, con spessori conformi all'allegato B del DPR 412/93 e con fattore di riduzione "K" pari a 1,0 ("Tubazioni in locale caldaia").

Inserimento di valvole termostatiche su radiatori

I terminali scaldanti sono costituiti da termosifoni in ghisa, bitubo, con attacchi variabili da 3/8" a 3/4" e posizionati tendenzialmente sui muri esterni in corrispondenza dei sottofinestra.

Il progetto prevede l'installazione di nuove valvole con testina termostatica e detentori su tutti i radiatori, ove l'operazione di sostituzione risulti tecnicamente e/o economicamente fattibile.

In particolare sono previste tre tipologie di intervento:

- Installazione di valvola termostatica con sensore incorporato e sostituzione del detentore.
- Installazione di valvola termostatica con sensore remoto (da installare a muro con particolare attenzione alla protezione del capillare).
- Installazioni di cui sopra con contestuale necessità di assistenze murarie per poter intervenire con gli attrezzi per la sostituzione/installazione delle valvole).

L'applicazione di valvole termostatiche con bulbo a distanza si rende necessaria per i radiatori posizionati sotto i davanzali o altrimenti ubicati in nicchie al fine di rilevare una temperatura ambiente significativa.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Poiché l'introduzione di valvole termostatiche può dare luogo ad una serie di problematiche (rumorosità delle valvole, funzionamento non ottimale della pompa, ecc.) è previsto l'inserimento di pompe ad inverter per modulare la portata circolante in funzione dell'effettivo fabbisogno. L'inserimento di valvole termostatiche, oltre a garantire un miglior controllo delle temperature nei diversi ambienti, permette un parziale autobilanciamento dei circuiti idraulici, aumentando progressivamente la resa nei circuiti attualmente più sfavoriti.

Sistema di regolazione

Il sistema di regolazione attuale, basato sull'ottimizzatore climatico Coster XTE 611, consiste in una centralina climatica programmabile solo localmente che controlla la temperatura di mandata del circuito "scuola elementare". Gli addetti della società di manutenzione effettuano periodicamente visite in centrale termica per tarare l'accensione dell'impianto secondo le previsioni delle condizioni climatiche.

Il progetto prevede un significativo miglioramento del grado di automazione e controllo dell'impianto, grazie ai seguenti sistemi di regolazione:

1. regolazione e ottimizzazione climatica della caldaia a condensazione, con programmazione oraria e possibilità di telegestione.
2. Regolazione climatica del circuito d'utenza "scuola elementare", con programmazione oraria e possibilità di telegestione delle pompe.
3. Controllo caricamento impianto di riscaldamento con allarme in caso di rilevazione perdite idrauliche.

I prezzi unitari offerti in fase di gara dovranno intendersi compresi tutti gli oneri di fornitura necessari a dare il sistema di cui si tratta perfettamente funzionante e operativo.

In particolare per le unità di regolazione devono intendersi compresi anche gli oneri di posa in opera; tali unità saranno collocate in apposito quadro compreso nella fornitura degli impianti termotecnici.

I cablaggi tra le sonde, i servocomandi e gli altri elementi in campo e le unità di regolazione e i cablaggi tra le unità di regolazione con i quadri elettrici di alimentazione e la rete BUS, sono compresi nella fornitura degli impianti termotecnici.

Predisposizione, messa a punto, verifiche preliminari, prove, tarature e ogni altra operazione e fornitura necessarie devono intendersi compresi nella fornitura degli impianti termotecnici.

Misurazione e controllo

Il progetto prevede l'introduzione di uno strumento di misura per rilevare i consumi di energia o altro sistema/protocollo in grado di garantire misurazione, registrazione, e lettura anche telematica dei consumi dell'utenza.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Tutti gli apparati di registrazione, misurazione, controllo devono essere installati, mantenuti e periodicamente tarati, con interventi a regola d'arte, a cura e spese del Fornitore e al termine del periodo contrattuale rimangono di proprietà dell'Amministrazione.

2.2.3. INTERVENTI ACCESSORI / MIGLIORATIVI

Nel seguito si riportano interventi non aventi impatto diretto sull'efficienza energetica, seppur consigliabili e talvolta resi obbligatori da specifiche norme di settore. Sarà facoltà dell'offerente considerare alcuni o tutti gli interventi sotto descritti, nell'ambito dell'offerta tecnica, come interventi migliorativi, la cui opportunità realizzativa sarà da valutare in fase di progettazione definitiva/esecutiva.

Equilibratore idraulico

L'inserimento di un compensatore idraulico è raccomandabile ogni qualvolta la portata complessiva richiesta dall'impianto risulta superiore a quella che la caldaia può fornire.

In caso di installazione di equilibratore idraulico, con relative apparecchiature ISPEL conformi alle norme, sul tubo di ritorno dell'impianto (a monte dell'equilibratore) sarà d'obbligo prevedere un idoneo filtro per trattenere le impurità ed evitare che queste possano raggiungere il generatore modulare pregiudicandone l'efficienza e la sicurezza di funzionamento.

Neutralizzazione condense acide

La condensa prodotta dalla caldaia a condensazione è acida (pH 4) e come tale non può essere scaricata direttamente in fognatura, se non previo opportuno trattamento (neutralizzazione).

Si prevede un trattamento della condensa nel rispetto delle norme di settore (Dlgs 152/99, Foglio tecnico ATV A 251) e delle prescrizioni emesse dai competenti enti locali.

Come linee guida si possono seguire le seguenti indicazioni:

- E' possibile scaricare l'acqua di condensa senza neutralizzarla solo se essa viene raccolta nelle ore notturne e rilasciata nella rete fognaria dell'edificio miscelandola con le altre acque di scarico (per potenze comprese tra 35 e 200 kW).
- In alternativa, va installato obbligatoriamente il neutralizzatore di condensa. Per potenze superiori a 200 kW è sempre obbligatorio prevedere il neutralizzatore di condensa

I materiali utilizzati per convogliare le condense acide dovranno avere caratteristiche compatibili per svolgere questo servizio (es. materiali plastici).

Trattamenti dell'acqua di impianto

Si suggerisce un adeguato trattamento dell'acqua di impianto, nel rispetto delle normative vigenti (DPR 412/93, D.P.R. 59/09, UNI 8065). Si consideri il fatto che l'età dell'impianto impone particolari cautele nel trattamento dell'acqua per ridurre al minimo i rischi di rottura delle tubazioni esistenti.



Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

È fortemente suggerita, inoltre, l'installazione di un defangatore/disaeratore al fine di proteggere la caldaia a condensazione dal deposito dei fanghi rilasciati dalle tubazioni dell'impianto e quindi di garantire nel tempo i rendimenti nominali di progetto. Tale funzione potrà essere svolta dal disgiuntore (o equilibratore) idraulico, qualora previsto.

Tubazioni gas

In fase di esecuzione lavori si dovrà verificare lo stato di conservazione del tubo di convogliazione del gas metano ed in particolare la sua adeguata protezione dalla corrosione.

Verrà altresì verificato lo stato di conservazione dell'elettrovalvola di intercettazione del gas.

Impianto di Evacuazione Fumi

La canna fumaria si trova inserita all'interno di un vano-camino in laterizio, posizionato in centrale termica.

In fase di esecuzione si dovrà verificare l'eventuale presenza di materiale coibente a rischio per la salute (es. amianto) e provvedere alla sua rimozione nel rispetto delle norme vigenti.

Il canale da fumo in centrale termica ha un diametro di raccordo al camino di 200 mm.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo canale da fumo isolato sia in centrale termica sia nel percorso per raggiungere il camino esistente. Il nuovo camino verrà realizzato tramite l'intubaggio con un canale inox monoparete di sezione ovoidale. Alla base del camino sarà presente la camera di ispezione con relativo sistema di raccolta delle condense e dell'acqua piovana; l'acqua così raccolta verrà convogliata in centrale termica e trattata nel neutralizzatore corredato al generatore di calore.

Caratteristiche sistema evacuazione fumi

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Altezza camino | 4 m |
| Sezione camino | >0,03 m ² |
| Lunghezza canale da fumo | 2 m |

Il camino deve essere conforme alla UNI EN 1443 e resistere alla condensa.

Impianti Elettrici

Per quanto riguarda l'impianto elettrico le opere previste nel presente progetto risultano quelle necessarie per l'impianto elettrico di forza motrice del locale centrale termica e dei collegamenti di bordo macchina a servizio del nuovo impianto termico.

Queste opere dovranno avere le medesime caratteristiche qualitative e prestazionali di quelle esistenti oltreché rispettare le indicazioni normative.

Eventuali interventi migliorativi potranno riguardare l'illuminazione in centrale termica.

Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali



Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Le sezioni dei conduttori, ove non prescritto, dovranno essere tali che la massima corrente in essi passante in servizio non superi l'80% di quella prevista dalle tabelle UNEL vigenti, ed essere correlate ai dispositivi di protezione installati a monte in modo da soddisfare le prescrizioni relative alle norme CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua" e successive varianti.

La sezione dei conduttori elettrici dovrà essere tale da garantire in ogni punto dell'impianto una caduta di tensione massima rispetto alla sezione di fornitura non superiore al 4%.

Le giunzioni dovranno essere eseguite unicamente entro cassette accessibili o utilizzando giunti ad isolamento solido.

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dalla messa a terra di tutte le masse che potrebbero andare in tensione a causa di cedimenti dell'isolamento, e dal coordinamento tra le caratteristiche dei dispositivi di protezione differenziale e la resistenza di terra.

I dispositivi di interruzione dovranno essere scelti in modo tale da rispettare le prescrizioni indicate dalle Norme CEI relativamente alla protezione dei circuiti contro il corto circuito ed il sovraccarico, e l'interruzione dei circuiti nei tempi indicati dalle curve di sicurezza.

Materiali: prescrizioni generali

Tutti i materiali utilizzati per la realizzazione delle opere in progetto dovranno essere di buona qualità, adatti all'ambiente nel quale saranno installati, e dovranno in particolare resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali potranno essere soggetti durante l'esercizio.

I materiali e le apparecchiature dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI, UNEL, UNI ecc. vigenti, e muniti di marcatura CE.

Verifiche e collaudi

La ditta appaltatrice dovrà consegnare i lavori portati a termine ed eseguiti secondo la Regola dell'Arte, e perciò provvedere alla fornitura e posa in opera di tutti gli accessori menzionati e non nei vari elaborati.

Alla fine della esecuzione dei lavori la Ditta installatrice dovrà eseguire tutte le prove ed i collaudi previsti dalle vigenti Norme CEI, fornendo gli strumenti e gli accessori necessari.

Tali prove e misure, saranno relazionate su apposito documento che rimarrà agli atti alla fine dei lavori.

Si rammentano alcune principali prove e misure da effettuarsi:

- misura della resistenza di terra;
- misura di isolamento delle linee;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione;



Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

- verifica dell'intervento degli interruttori differenziali.

La Ditta installatrice rilascerà inoltre la Dichiarazione di Conformità completa di tutti gli allegati previsti dalla Legge, che attesta l'esecuzione dei lavori a Regola d'Arte secondo progetto, i disegni esecutivi dell'impianto come realizzato.

3. CALCOLI PRESTAZIONALI

Per valutare i benefici in termini energetici della posa del feltro isolante nel sottotetto dell'edificio, abbiamo utilizzato il modello di calcolo, impiegato per le diagnosi energetiche dell'Istituto allegate al progetto, costruito in ambiente software Namirial Termo 2.6, prendendo come riferimento la normativa di verifica e calcolo della Regione Emilia Romagna DGR 1366/2011 - UNI/TS-11300 .

3.1. CALCOLO ENERGETICO STRUTTURA OPACA ORIZZONTALE

Abbiamo mantenuto i medesimi dati di input utilizzati per il calcolo effettuato nella diagnosi energetica, a cui abbiamo aggiunto i valori energetici del feltro isolante in lana di vetro da 14 cm, applicato sul lato verso l'ambiente non riscaldato, del solaio di chiusura superiore .

Di seguito riportiamo il confronto tra gli output del modello di calcolo relativamente alle caratteristiche energetiche del solaio di chiusura prima dell'intervento e dopo l'intervento di isolamento:

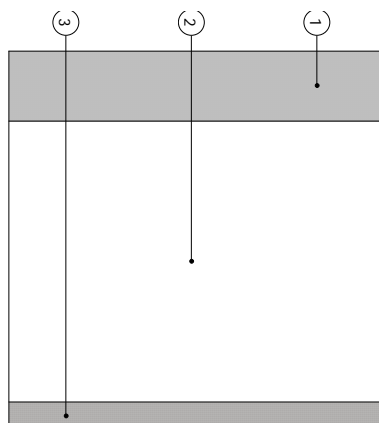
Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore – Ante intervento

| N | Descrizione dall'alto verso il basso | Spess. [cm] | Lambda [W/mK] | Cond. [W/m²K] | Densità [kg/m³] | Perm·1e12 [kg/msPa] | Res. [m²K/W] |
|------------------------|---|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | Calcestruzzo (2400 kg/m³) | 5,0 | 2,000 | 40,000 | 2.400 | 1,538 | 0,025 |
| 2 | Mattoni per pareti interne (1000 kg/m³) | 20,0 | 0,360 | 1,800 | 1.000 | 28,571 | 0,556 |
| 3 | Malta di calce o di calce e cemento | 2,0 | 0,900 | 45,000 | 1.800 | 10,000 | 0,022 |
| Spessore totale | | 27,0 | | | | | |

| | | | |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| | | Resistenza superficiale interna | 0,100 |
| | | Resistenza superficiale esterna | 0,100 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 1,245 | Resistenza termica totale | 0,803 |

| | | |
|---|--|--------------|
| Struttura orizzontale interna | | |
| Trasmittanza [W/m²K]: | | 1,245 |
| Trasmittanza termica periodica [W/m²K]: | | 0,484 |
| Valore limite [W/m²K]: | | --- |

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa



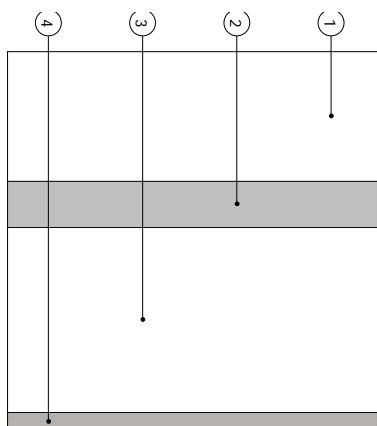
Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore – Post intervento

| N | Descrizione dall'alto verso il basso | Spess. [cm] | Lambda [W/mK] | Cond. [W/m²K] | Densità [kg/m³] | Perm·1e12 [kg/msPa] | Res. [m²K/W] |
|------------------------|---|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | Lana di vetro | 14,0 | 0,040 | 0,286 | 30 | 0,067 | 3,497 |
| 2 | Calcestruzzo (2400 kg/m³) | 5,0 | 2,000 | 40,000 | 2.400 | 1,538 | 0,025 |
| 3 | Mattoni per pareti interne (1000 kg/m³) | 20,0 | 0,360 | 1,800 | 1.000 | 28,571 | 0,556 |
| 4 | Malta di calce o di calce e cemento | 2,0 | 0,900 | 45,000 | 1.800 | 10,000 | 0,022 |
| Spessore totale | | 41,0 | | | | | |

| | | | |
|------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| | | Resistenza superficiale interna | 0,100 |
| | | Resistenza superficiale esterna | 0,100 |
| Trasmittanza termica [W/m²K] | 0,232 | Resistenza termica totale | 4,310 |

| | |
|---|--------------|
| Struttura orizzontale interna | |
| Trasmittanza [W/m²K]: | 0,232 |
| Trasmittanza termica periodica [W/m²K]: | 0,020 |
| Valore limite [W/m²K]: | --- |

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa



La trasmittanza calcolata sul solaio di chiusura superiore dopo la posa del feltro isolante in lana di vetro con uno spessore di 14 cm, si riduce molto rispetto alla trasmittanza calcolata nella diagnosi energetica, in sintesi:

$$U_{\text{ante}} = 1,245 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{post}} = 0,232 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La trasmittanza del solaio calcolata post intervento, rispetta abbondantemente i requisiti minimi di prestazione energetica dei singoli elementi edilizi prescritti dalla normativa energetica regionale¹ (DGR 1366/2011) e dal Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012², cosiddetto Conto Termico, che definisce un regime di sostegno per interventi di piccole dimensioni per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e per l'incremento dell'efficienza energetica.

3.2. CALCOLO ENERGETICO CENTRALE TERMICA

Per determinare il potenziale di risparmio energetico offerto dagli interventi previsti sull'impianto termico, si sono stimati i rendimenti dei vari sottosistemi del sistema di riscaldamento (emissione, regolazione, distribuzione, generazione) utilizzando i valori riportati norma UNI TS 11300-2, come indicato nella tabella seguente.

| | Stato di fatto | Stato di progetto | Note |
|-----------------------------|----------------|-------------------|---|
| Rendimento di emissione | 90,0% | 90,0% | |
| Rendimento di regolazione | 88,0% | 99,0% | Inserimento valvole termostatiche + regolazione di tipo modulante |
| Rendimento di distribuzione | 96,90% | 98,30% | Coibentazione tubazioni e apparecchiature in centrale termica |

¹ Il requisito prestazionale fissato dalla normativa regionale per superfici opache orizzontale è inferiore a: $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

² Il requisito prestazionale fissato dal conto termico per le superfici opache orizzontali (pavimenti) è inferiore a: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

| | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|---|
| Rendimento di generazione | 90,81% | 109,15% | Sostituzione generatore con nuova caldaia a condensazione |
| Rendimento medio globale stagionale | 67,56% | 94,16% | |

Per cui risulta:

Rendimento medio globale stagionale ante intervento: **67,56%**

Rendimento medio globale stagionale post intervento: **94,16%**

3.3. CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO GLOBALE PRESUNTO

3.3.1. CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO PER L'INVOLUCRO OPACO ORIZZONTALE

Ottenuto il valore di trasmittanza della chiusura orizzontale superiore dopo l'intervento di coibentazione, l'abbiamo sostituito all'interno del modello di calcolo, in modo da calcolare il valore di fabbisogno di energia primaria dell'edificio dopo l'intervento di efficientamento della chiusura orizzontale superiore.

Di seguito riportiamo il confronto tra gli output del modello di calcolo, relativamente al valore calcolato per il fabbisogno di energia primaria dell'edificio prima dell'intervento e dopo l'intervento di isolamento:

Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Ante intervento

$$EP_i = 72,67 \text{ kWh/m}^3$$

Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Post intervento

$$EP_i = 48,750 \text{ kWh/m}^3$$

Ottenuto il valore del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento, possiamo osservare che isolando tutta la superficie del sottotetto (705 mq) con il feltro in lana di vetro precedentemente descritto, si riduce del **32,9** % il fabbisogno di energia primaria globale.

Se rapportiamo questa diminuzione percentuale al consumo reale di gas metano, calcolata con la media dei consumi di gas metano degli ultimi quattro anni (allegato al progetto all'interno del documento di Baseline dei consumi), otteniamo una riduzione in termini reali di :

Riduzione consumo di gas metano (post intervento) : 24.650,9 kWh/anno

Riduzione consumo di gas metano (post intervento): 2.570,4 mcs/anno



3.3.2. CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO PER LA RIQUALIFICAZIONE IMPIANTISTICA

Di seguito riportiamo il confronto tra gli output del modello di calcolo relativamente al valore calcolato di fabbisogno di energia primaria dell'edificio prima dell'intervento e dopo l'intervento di riqualificazione impiantistica:

Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Ante intervento

$$EP_i = 48,750 \text{ kWh/m}^3$$

Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Post intervento

$$EP_i = 35,317 \text{ kWh/m}^3$$

Ottenuto il valore del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento, si può osservare che riqualificando l'impianto come previsto, si riduce del **27,5 %** il fabbisogno di energia primaria globale.

Se rapportiamo questa diminuzione percentuale al consumo reale di gas metano, calcolata con la media dei consumi di gas metano nella diagnosi energetica, otteniamo una riduzione in termini reali di :

Riduzione consumo di gas metano (post intervento) : 13.825,9 kWh/anno

Riduzione consumo di gas metano (post intervento): 1.441,7 mcs/anno

4. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

Sulla base di quanto descritto in modo approfondito nei capitoli precedenti, è stato possibile realizzare un'analisi dell'effettivo risparmio economico dopo gli interventi di retrofit energetici sull'edificio, in modo da capire la convenienza dell'intervento rispetto al costo d'investimento che bisognerebbe sostenere.

4.1. VALUTAZIONE ECONOMICA GLOBALE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

| | | |
|---|----------|----------|
| Importo totale dei lavori da quadro economico (al netto dell'IVA) | 19.632,4 | € |
| Superficie netta da coibentare | 705,00 | mq |
| Epi ante intervento | 72,67 | kWh/mc/a |

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

| | | |
|---|----------|----------|
| Epi post intervento | 35,32 | kWh/mc/a |
| Percentuale di risparmio energetico post intervento | 51,45 | % |
| Consumo energia medio annuo ante intervento da baseline | 7.813,00 | mcs/anno |
| Consumo energia medio annuo post intervento | 3.793,21 | mcs/anno |
| Risparmio energia termica | 4.019,79 | mcs/anno |
| Vita utile intervento | 20 | anni |

| CONTO TERMICO ai sensi art.4 comma 1 lettera a) come "isolamento pavimento interno" | | |
|---|--------|------|
| I tot = % spesa * C * Sint | 1.777 | € |
| C (da quadro economico) | 6,30 | €/mq |
| S int | 705,00 | mq |
| % spesa | 40,00 | % |
| Durata Incentivo | 5 | anni |

| CONTO TERMICO ai sensi art.4 comma 1 lettera c) come "Sostituzione di impianti di climatizzazione" | | |
|--|--------|-------|
| I tot = % spesa * C * Pn,int | 3.619 | € |
| C (da quadro economico) | 130,00 | €/kWt |
| Pn,int | 69,60 | kWt |
| % spesa | 40,00 | % |
| Durata Incentivo | 5 | anni |

| FLUSSO DI CASSA | | | | |
|--|----------|--------|-------|--------|
| anno | 0 | 1 | | 20 |
| tasso di sconto | 4% | | | |
| inflazione | 2,50% | | | |
| costo gas metano (euro/smc) | € 0,73 | € 0,75 | | € 1,20 |
| Importo lavori intervento sull'involucro da quadro economico (al netto dell'IVA) | € 4.649 | | | |
| Importo lavori intervento sull'impianto da quadro economico (al netto dell'IVA) | € 14.984 | | | |
| Contributo conto termico per involucro | € 1.777 | € 355 | | |
| Contributo conto termico per impianto | € 3.619 | € 724 | | |

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

| | | | |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------|
| Risparmio energia termica (smc) | 4.020 | 4.020 | 4.020 |
| Risparmio energia termica (euro) | | € 3.008 | € 4.808 |
| Risparmio manutenzione | | € 75 | € 75 |
| Flusso di cassa | | € 4.162 | € 4.883 |
| Flusso di cassa attualizzato | | € 4.002 | € 2.229 |
| Andamento Van | -€ 19.632 | -€ 15.631 | € 36.754 |

| | |
|-------------------------|-------------------|
| VAN | €36.753,71 |
| PB period (anni) | 5,20 |
| IRR (%) | 20,50 |

L'intervento prevede un tempo di rientro dall'investimento molto veloce, inferiore ai 5 anni ed un Valore Attuale Netto dell'investimento (VAN) al ventesimo anno positivo, per cui l'investimento riveste un carattere di convenienza economica anche sul breve periodo.

Glossario parametri economico-finanziari

1. Pay-Back period [anni]: è il tempo di ritorno di un investimento, cioè il numero di anni necessario per compensare l'investimento iniziale attraverso flussi di cassa positivi (generati dal risparmio energetico); nel caso di flussi di cassa costanti viene generalmente calcolato in modo approssimato (trascurando il tasso di sconto) come rapporto tra l'investimento iniziale e il flusso di cassa annuale generato dall'investimento stesso.

2. VAN [€]: Valore Attualizzato Netto, definisce per un intervento il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa (comprensiva del flusso di cassa negativo dato dall'investimento iniziale) non solo sommandoli contabilmente, ma attualizzandoli sulla base del tasso di sconto (costo opportunità dei mezzi propri). Nella pratica è la differenza fra tutti i benefici economici derivanti dall'intervento considerato (risparmi in bolletta + altri benefici) e tutti i costi economici sostenuti per realizzare l'intervento (investimento iniziale + costi di manutenzione + altri costi; sia i costi che i benefici di ogni anno vanno attualizzati attraverso il tasso di sconto).

3. IRR [%]: Internal Rate Of Return (detto anche TIR - Tasso Interno di Rendimento), è il tasso di rendimento interno, definito come quel tasso di interesse che rende nullo il valore attuale netto dell'investimento, vale a dire il tasso di interesse che verifica l'equazione $VAN(r) = 0$. Un progetto di investimento risulta desiderabile, secondo tale criterio, qualora l'IRR risulti superiore al tasso di rendimento di investimenti alternativi (es. altri progetti, bond, interessi bancari).

5. CRONOPROGRAMMA

L'intervento verrà realizzato a seguito delle tempistiche descritte dalla tabella seguente, tenendo conto che i lavori verranno svolti nel periodo estivo, periodo ottimale in cui non s'interferisce con le attività didattiche dell'istituto.

| AZIONI | 1° mese | | | | 2° mese | | | |
|------------------------------------|---------|--|--|--|---------|--|--|--|
| PROGETTAZIONE ESECUTIVA | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE DEFINITIVA | | | | | | | | |
| INIZIO LAVORI | | | | | | | | |
| FORNITURA E REALIZZAZIONE IMPIANTO | | | | | | | | |
| DICHIARAZIONE FINE LAVORI | | | | | | | | |

6. ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI

Gli interventi previsti non sono soggetti a particolari autorizzazioni, se non alle normali procedure per la progettazione di interventi negli edifici pubblici ai sensi della D.Lgs. 163/2006.

7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa



IL TECNICO
(arch. Tommaso Caenaro)

ALLEGATO

CAPITOLATO PRESTAZIONALE

SPECIFICHE IMPIANTO TERMICO

GENERATORE DI CALORE: Caldaia a condensazione

La caldaia a condensazione deve consentire di poter sfruttare interamente il calore prodotto dalla combustione, sottoponendo i fumi sia ad una notevole riduzione di temperatura che ad una deumidificazione spinta. Non devono esserci limitazioni alla temperatura di ritorno al fine di permettere, con temperature di ritorno dell'acqua inferiori a 58°C, di poter condensare i fumi di scarico.

Il generatore di calore a condensazione, modulante/multistadio, dovrà essere composto da:

- mantello esterno formato da pannelli in lamiera, assemblati con innesti a scatto e rimovibili per l'accessibilità alla caldaia
- bruciatore a microfiamma e a basse emissioni inquinanti
- accensione elettronica con controllo di fiamma a ionizzazione con elettrodo unico
- scambiatore con serpentina corrugata bimetallica: rame lato acqua e acciaio inossidabile lato fumi
- funzionamento in climatico con sonda esterna
- display con visualizzazione stato caldaia, temperatura, parametri ed autodiagnosi
- interruttore bipolare accessibile dall'esterno
- interruttore di sezionamento per ciascun elemento termico
- termostato di sicurezza a riarmo manuale su ogni elemento termico
- sonde caldaia di tipo NTC di mandata e ritorno
- pressostato differenziale sicurezza circolazione acqua
- valvola di sicurezza
- valvola di sfiato automatica
- sezionatore mandata e ritorno sul collettore
- valvola di non ritorno
- sonda fumi su ogni elemento
- collettori acqua verniciati, quadri, isolati
- collettore/i gas verniciato/i giallo flangiato/i
- staffaggio raccorderia con pompa di iniezione o valvola due vie
- rubinetteria e collettore scarico condensa
- sistema antigelo di primo livello per temperatura fino a 3°C
- sistema anti-bloccaggio del circolatore e delle valvole a tre vie
- predisposizione per gestire fino a 60 segnali (elementi termici/distribuzione) comandati dalla caldaia
- ingresso 0-10 Vdc lineare per richiesta di calore in potenza o in temperatura
- uscita a relè per segnalazioni a distanza degli allarmi
- pressione massima di esercizio riscaldamento 6 bar
- ventilatore alimentato a corrente continua con velocità variabile
- generatore in grado di funzionare a bassa potenza e, in presenza di radiatori o circuiti misceltati, sia in grado di sopportare basse portate d'acqua
- regolazione accurata e stabile dell'eccesso d'aria, in particolare alle basse potenze
- temperatura dei fumi meno di 10°C superiore a quella di ritorno, in virtù del flusso in controcorrente dell'acqua di caldaia con i fumi prodotti dalla combustione
- pressione massima di esercizio 6 bar
- conforme alle norme CEI
- grado di protezione elettrica IPX0D
- basse emissioni classe 5 NOx: 14 ppm - 25 mg/kWh

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

- conforme alla direttiva 90/396/CEE - marcatura CE
- conforme alla direttiva 2004/108/CE (ex 89/336/CEE) (compatibilità elettromagnetica)
- conforme alla direttiva 2006/95/CE (ex 73/23/CEE) (bassa tensione)
- conforme alla direttiva 92/42/CEE (rendimenti) – 4 stelle

Marche consigliate: Riello, ICI, Atag, Ygnis, o equivalenti.

| Prestazioni di progetto | u.m. | Valore |
|---|------|--------|
| Potenza utile (80/60°C) | kW | 68,5 |
| Potenza utile (50/30°C) | kW | 75,3 |
| Portata termica max | kW | 69,6 |
| Portata termica min | kW | 15 |
| Rendim. Min. al 100% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C | % | 96,7 |
| Rendim. Combustione al 100% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C | % | 98,4 |
| Rendim. Combustione al 100% del carico nominale (rif. PCI), 50/30°C | % | 108,2 |
| Rendim. Combustione al 30% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C | % | 98,5 |
| Rendim. Combustione al 30% del carico nominale (rif. PCI), 50/30°C | % | 108,7 |
| Perdite massime al camino (50/30°C) | % | 2,0 |
| Perdite massime al mantello (50/30°C) | % | 0,5 |
| Perdite massime a bruciatore spento (50/30°C) | % | 0,1 |

Requisiti minimi da rispettare in modo inderogabile:

Il rendimento termico del nuovo generatore, al 100% del carico, deve rispettare almeno il seguente valore:

$$\text{rendimento termico} \geq 93 + 2\log P_n$$

dove il $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza termica nominale P_n del generatore, espressa in kWt.

DISTRIBUZIONE, EMISSIONE, REGOLAZIONE

Specifiche riguardanti il sottosistema di **distribuzione e regolazione** dell'impianto termico:

- Si prevede l'installazione su tutti i corpi scaldanti di **elementi di regolazione di tipo modulante** agente sulla portata, tipo valvole termostatiche a bassa inerzia termica;
in alternativa è possibile prevedere una centralina di termoregolazione che agisca sull'intero impianto o parte di esso.
- Messa a punto ed **equilibratura del sistema di distribuzione e del sistema di regolazione e controllo.**
- Installazione **circolatore** per riscaldamento in Classe energetica A (**alta efficienza**), conforme ai requisiti EuP 2013.
- Installazione di sistema di **contabilizzazione** dell'energia termica utilizzata.

In alternativa, è possibile proporre un adeguato protocollo di misura-monitoraggio che permetta un efficace opera di misura, registrazione, lettura dati di consumo, in modo da poter valutare gli effettivi consumi termici che si verificano nei periodi di riscaldamento.

Comune di Busseto
Relazione tecnico - illustrativa

Tutti gli apparati di registrazione, misurazione, controllo devono essere installati, mantenuti e periodicamente tarati, con interventi a regola d'arte, a cura e spese del Fornitore e al termine del periodo contrattuale rimangono di proprietà dell'Amministrazione.