



# Progetto Preliminare

Relazione tecnico-illustrativa

## PALAZZETTO SPORT

via Mozart - Busseto



Progettista: **Arch. Tommaso Caenaro**



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



# **RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA**

## **Progetto Preliminare**

**Interventi di efficienza energetica sul Palazzetto dello Sport del Comune di Busseto**

**Comune:** Busseto (PR)

**Descrizione:** INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA SULL'INVOLUCRO E  
SULL'IMPIANTO TERMICO DEL PALAZZETTO

**Committente:** Comune di Busseto

**Il progettista**  
*(arch.Tommaso Caenaro)*

Parma (PR), 1 settembre 2014

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

## 1. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

L'edificio è costituito da un corpo di servizio posizionato sul lato sud, da due piani fuori terra e dal corpo principale adibito a palestra posizionato sul lato nord.

Il locale di servizio è caratterizzato da un'ampio porticato a tutta altezza che caratterizza architettonicamente l'intero edificio. Attorno all'ingresso posto al centro della facciata principale, si articolano oltre che le scale che portano al livello superiore , il bar, l'accesso alla palestra ed i vani di servizio per i gestori della struttura. Al piano superiore ci sono invece due locali ampli che sono utilizzati per sala riunioni delle associazioni, cene associative, ecc...

La palestra ha dimensioni notevoli, trentacinque metri di lunghezza e trenta metri di larghezza, oltre ad ospitare il campo da gioco per la pallavolo , è attrezzata con due tribune per ospitare il pubblico.

La palestra viene utilizzata con frequenza, oltre che dalle società sportive di pallavolo, anche dall'istituto scolastico di Busseto.

L'accesso ai locali di servizio, avviene direttamente dalla palestra. La dotazione prevede due spogliatoi per le squadre, comprensivi di docce, servizi igienici e da due spogliatoi per gli arbitri anch'essi dotati di docce e servizi igienici. A nord della palestra c'è un volume tecnico dove è ubicata la centrale termica, accessibile solo dall'esterno ed un magazzino per il deposito del materiale sportivo.

Località	Busseto (PR)
Indirizzo	Via W.A.Mozart
Destinazione d'uso	Palestra
Categoria DPR 412/93	E.6 (2) Edificio adibito a palestra ed assimilabile

L'edificio è stato suddiviso in due zone termiche, in maniera da meglio controllare i calcoli energetici. La prima zona termica è rappresentata dal locale di servizio, la seconda è la palestra vera e propria.

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

- 
- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| • Superficie utile (servizi)      | 528 mq    |
| • Superficie utile (palestra)     | 1.076 mq  |
| • Superficie riscaldata (servizi) | 507,66 mq |

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

• Superficie riscaldata (palestra)	1.046 mq
• Superficie utile totale	1.604 mq
• Superficie riscaldata totale	1.553 mq
• Volume lordo	11.422,4 mc
• Volume netto	10.039,8 mc
• Superficie disperdente	3.965 mq

## **1.1. DESCRIZIONE INVOLUCRO**

La struttura della palestra è costituita da un sistema a telaio in cemento armato prefabbricato (travi e pilastri) e da un tamponamento esterno in blocchi forati di calcestruzzo, rivestiti con un intonaco di malta di cemento.

Le partizioni interne sono in blocchi forati in laterizio rivestiti sempre con un intonaco di malta di cemento.

L'edificio ha due diverse tipologie di copertura, la prima copre la parte di servizio della palestra , l'altra invece copre la palestra. Quest'ultima è una copertura a doppia falda con una leggera inclinazione con l'asse principale Nord-Sud, formata da coppelle prefabbricate in cemento armato con un manto di copertura in onduline di cemento amianto (eternit). L'altra tipologia presenta sempre un manto di copertura in onduline di cemento amianto , con una sola falda ed una leggera inclinazione e la pendenza rivolta verso nord. La struttura è in latero cemento .

L'edificio ha una chiusura orizzontale inferiore, costituita da un solaio in latero cemento che poggia controterra, senza l'ausilio di vespaio.

All'ingresso è presente un ampio portico, con una forte identità architettonica, che crea un'ombreggiatura su tutta la facciata sud.

I serramenti sono costituiti da un telaio in ferro senza taglio termico con vetro camera semplice, con scarsa tenuta all'aria e senza alcun sistema per l'ombreggiamento esterno ed interno. Nella zona della palestra oltre ai serramenti in ferro, ci sono delle porte antipanico, distribuite su tutto il perimetro della palestra, sempre in ferro.

## **1.2. DESCRIZIONE CENTRALE TERMICA**

La generazione del calore avviene con una caldaia a basamento (fluido temovettore acqua) installata nel 1989, che provvede alla produzione di acqua calda sia per utilizzo riscaldamento che ACS (spogliatoi). Il generatore di calore è ospitato in un locale centrale termica dedicato, esterno all'edificio. Il generatore è dotato di bruciatore atmosferico ad

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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 due circuiti di distribuzione per riscaldamento (aerotermini, radiatori) alimentati da pompe gemellari a giri fissi installate in centrale termica. Il tratto di distribuzione presente in centrale termica risulta isolato, salvo a cavallo delle pompe.

L'emissione del calore all'interno dell'edificio è garantita da aerotermini in palestra, termosifoni in ghisa negli spogliatoi, non equipaggiati con valvole termostatiche.

La regolazione avviene mediante sonda climatica, che comanda le valvole miscelatrici dei due circuiti tramite attuatore.

La produzione di acqua calda sanitaria è garantita dalla stessa caldaia, che serve un accumulo da 1000 litri, con annesse pompe di caricamento e ricircolo.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il palazzetto dello sport è un edificio altamente energivoro e lo si desume dai notevoli consumi di gas metano e dagli elevati indicatori di prestazione energetica calcolati nel documento di diagnosi energetica, per cui si ritengono indispensabili una serie di interventi di retrofit energetici.

Innanzitutto si dovrà prevedere un intervento sull'involucro opaco, in particolare sulla chiusura verticale e su quella orizzontale superiore. Per la chiusura opaca verticale si dovrà intervenire coibentando dall'esterno con uno strato di materiale isolante, ponendo molta attenzione sulla correzione dei ponti termici nei pressi dell'imbotte dei serramenti, facendo risvoltare l'isolante all'interno dell'imbotte in maniera da andare in battuta sull'infisso.

La chiusura orizzontale superiore, necessita di un intervento oltre che per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio, anche per migliorare la salubrità dell'ambiente e la dotazione strutturale dell'intero edificio, infatti attualmente il manto di copertura è in onduline di cemento amianto, materiale altamente nocivo. E' necessario prevedere la rimozione delle onduline in cemento amianto e la sostituzione con un nuovo manto di copertura che preveda un adeguato strato isolante.

E' stata valutata l'opzione di sostituire i serramenti esistenti con dei serramenti in PVC energeticamente efficienti, ma si è riscontrato uno scarso beneficio in termini di riduzione dei consumi, rispetto al costo d'investimento necessario per la sostituzione.

L'attuale caldaia installata nel 1989 , risulta piuttosto obsoleta e caratterizzata da rendimenti di produzione molto limitati.

Per migliorare il rendimento di produzione si deve sostituire l'attuale generatore ad acqua calda con un generatore ad elevata efficienza – ad esempio a condensazione – alimentata sempre a metano.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

E' inoltre opportuno provvedere anche l'ammodernamento 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 ed all'interno della palestra stessa. In tal modo si migliora ulteriormente il rendimento complessivo dell'impianto di riscaldamento. Si consiglia anche l'installazione di valvole termostatiche su tutti i corpi scaldanti presenti negli spogliatoi. Non si sono riscontrate infatti particolari problematiche per la realizzazione di questo intervento che migliorerebbe anche il rendimento di regolazione. Si consiglia anche la sostituzione degli attuali aerotermi con emettitori a miglior prestazioni a livello termico ed elettrico.

Si suggeriscono anche una serie di interventi accessori, ritenuti necessari per il buon funzionamento del nuovo impianto. L'installazione di un nuovo generatore di calore deve essere abbinata alla pulizia dell'attuale impianto di distribuzione, che potrebbe presentare occlusioni dovute al deposito di fanghiglia. Sarà necessario adattare anche l'attuale camino, prevedendo l'intubamento, a maggior ragione nel caso in cui si scelga di installare una caldaia a condensazione. La centrale termica ha i rapporti di spazio corretti per prevedere tutti gli interventi considerati.

## **2.1. DESCRIZIONE INTERVENTO DI COIBENTAZIONE DELLA COPERTURA**

L'edificio, come già specificato nei capitoli precedenti, ha due differenti tipologie di copertura ed entrambe sono rivestite con un manto di copertura in onduline di cemento amianto.

La priorità quindi è quella di bonificare la copertura, l'amianto è un materiale che esposto agli agenti atmosferici è soggetto a corrosione questo determina il rilascio di fibre di amianto in aria con conseguente inquinamento ambientale e rischio per la salute delle persone. La bonifica e lo smaltimento dovrà essere fatto esclusivamente da ditte altamente specializzate che siano iscritte all'albo nazionale degli smaltitori e che utilizzino standard di sicurezza altamente elevati nelle fasi di rimozione delle onduline, oltre che per i propri operatori, anche per l'ambiente circostante in maniera da evitare fenomeni d'inquinamento e contaminamento ambientale. Nella fase di smaltimento dovranno rispettare le norme per lo smaltimento dei materiali contenente amianto, regolamentate da appositi Decreti Ministeriali (D.M. 06.09.94, D.M. 02/05/2001, D.M. 20/08/1999, D.M. 05/02/2004, Legge n° 257/92, D.Lgs.n° 81/2008) .

Una volta bonificata e smaltita la copertura in cemento amianto, abbiamo scelto un materiale che garantisca una facilità di posa e che garantisca sicurezza, durabilità della copertura ed anche un'adeguata coibentazione.

### **2.1.1. DESCRIZIONE MATERIALE SCELTO**

Ci sono diversi tipi di materiali isolanti che si possono applicare come manto di copertura, 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 un materiale che abbini oltre al

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

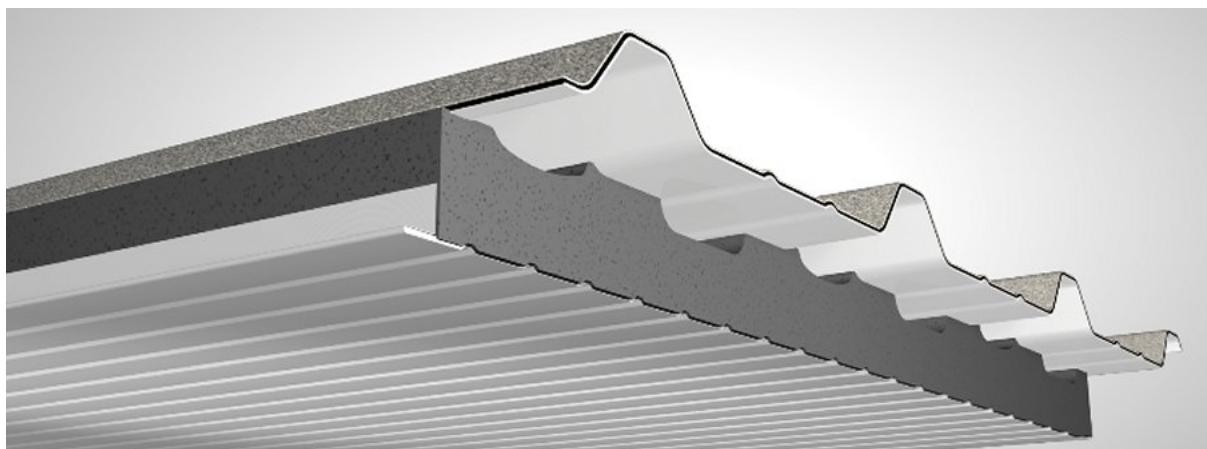
manto di copertura anche uno strato di coibentazione. La scelta è ricaduta su un pannello multistrato: odulit coverpiù o equivalente.

Il pannello multistrato è composto da una lamiera grecata in acciaio preverniciato sulla faccia superiore, da uno strato isolante in EPS, con uno spessore dell'isolante di 15 cm.

Il pannello, per facilitare le operazioni di posa, viene fornito senza l'isolante in prossimità di una delle greche laterali, in maniera da poter sovrapporre i pannelli lateralmente e poi fissarli con un tassello apposito in corrispondenza della greca.

I pannelli verranno ordinati su misura, per la copertura della palestra avranno una lunghezza di 15.5 m , mentre per la copertura della parte di edificio adibito a servizi, i pannelli saranno lunghi 10.5 m. Verranno posati, in maniera da garantire la completa impermeabilizzazione del manto di copertura, quindi verranno rifatte tutte le opere di lattoneria esistente, in particolare le gronde ed il colmo, mentre la sostituzione dei pluviali verrà valutata nelle future fasi di progettazione.

Per garantire un'adeguata illuminazione del campo da gioco e dell'intero palazzetto, si dovranno mantenere i lucernari esistenti, sostituendo gli attuali elementi in policarbonato con degli elementi sempre in policarbonato compatto ma che abbiano una forma adatta ad essere sormontato sulla greca dei pannelli coibentati. Al di sotto di questi elementi verranno applicati dei pannelli in policarbonato alveolare, in modo da garantire un'adeguato isolamento termico, ed allo stesso tempo che permettano alla luce di filtrare.



***Immagine 1 - Immagine del pannello multistrato isolato***

Abbiamo analizzato delle possibili alternative al pannello multistrato in lamiera preverniciata coibentato, come i pannelli multistrato coibentati in alluminio o i pannelli multistrato coibentati con il poliuretano.

Tutte le alternative sono state scartate per una questione di affidabilità del materiale, in particolare la coibentazione con il poliuretano è meno affidabile rispetto all'EPS, in particolare perché non garantisce la stessa durabilità.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

Caratteristiche	Valore	Unità di misura
Conduttività	0,033	W/(m·K)
Peso specifico	50	Kg/mc
Spessore lamiera in acciaio zincato	0,5 – 0,4	mm

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

Lo spessore scelto è di 15 cm di materiale ed è quello che dopo aver fatto le opportune analisi per mezzo di un software di simulazione per il calcolo dei flussi termici, da un valore di trasmittanza globale della copertura di 0,20 W/(mq·K) valore che ci permette di rispettare i parametri minimi per accedere ai contributi del conto termico ai sensi dell'allegato 1 del D.M. 28 dicembre 2012.

## 2.2. DESCRIZIONE INTERVENTO DI COIBENTAZIONE DELLE PARETI VERTICALI

Considerando che l'involucro opaco verticale dell'edificio ha una scarsa coibentazione, rilevata dalla diagnosi energetica precedentemente effettuata, verrà prevista all'interno della proposta progettuale la coibentazione dello stesso per ridurre i fabbisogni di energia termica nel periodo invernale ed anche migliorare le prestazioni dell'involucro nel periodo estivo.

L'involucro opaco verticale può essere coibentato sia sulla parete esterna che su quella interna. La scelta progettuale è delicata in quanto le caratteristiche termiche dell'involucro cambiano di molto se coibento dall'interno piuttosto che dall'esterno ed anche la scelta dei materiali varia. Entrambe le soluzioni sono valide, la soluzione di coibentare dall'interno sarebbe forse più adatta rispetto al tipo di utilizzo che viene fatto nell'edificio. Infatti con l'isolamento dall'interno l'edificio risponderebbe termicamente in maniera quasi immediata e la sensazione di calore sarebbe istantanea.

Analizzando i contro di questa soluzione però ci da la convinzione che l'opzione migliore è quella di isolare dall'esterno. Le facciate dell'edificio non hanno elementi di discontinuità tipo gronde, impianti, zoccolini e quant'altro che devono essere rimossi o aggirati, rendendo così molto più semplice la posa dell'isolante, rispetto invece alla posa dell'isolante dall'interno che risulta più complessa per la presenza proprio di questi elementi di discontinuità (pilastri, areotermi, tubazioni, attrezzatura sportiva..), con un conseguente aggravio di costi. Bisognerebbe inoltre proteggere la superficie, non con una semplice rete per l'armatura della rasatura, ma con delle lastre di cartongesso con un ulteriore aggravio di costi. In ultimo la posa dell'isolante dall'esterno consente di avvolgere il tamponamento esterno andando in battuta contro l'isolante della nuova copertura, andando a correggere in maniera perfetta il ponte termico.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

La scelta di isolare dall'esterno ha un ulteriore vantaggio, che non è ascrivibile alla categoria risparmio energetico, ma piuttosto a quelle di una migliore estetica dell'edificio, infatti significherebbe dare un'immagine più fresca all'edificio, ritinteggiando le superfici e cogliendo l'occasione dell'intervento per migliorare la composizione architettonica.

### **2.2.1. DESCRIZIONE MATERIALE SCELTO**

Il materiale scelto per la coibentazione dell'involucro dall'esterno, isolamento a cappotto, è il polistirene espanso sinterizzato (EPS) con una media densità di 40kg/mc ed uno spessore dell'isolante di 12 cm, marchiato ETAG EN 13163. Il polistirene espanso sinterizzato è il materiale più adatto per questo tipo d'intervento perché abbina ottime caratteristiche energetiche a dei costi ridotti rispetto ad altre tipologie di materiale. Sono stati valutati infatti altre tipologie di materiali, come la lana di roccia o la fibra di legno. Entrambi i materiali sono molto validi e performanti, sono però più costosi ed hanno la caratteristica di smorzare l'onda termica in estate. Considerando che la muratura esistente ha un'elevata massa, essendo in calcestruzzo, contiene già intrinsecamente questa caratteristica, quindi risulterebbe superfluo abbinare un materiale isolante con questa caratteristica.

<b>Caratteristiche</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
Resistenza a compressione	50	K Pa
Conducibilità termica	0,031	W/mqK
Resistenza alla diffusione al vapore	Da 20 a 40	$\mu$
Capacità termica specifica	1450	J/ (kg*K)
Capacità termica specifica	1450	J/ (kg*K)

L'isolamento a cappotto consiste nell'incollaggio e nel fissaggio meccanico dei pannelli in polistirene espanso sinterizzato (EPS) alle pareti esistenti e nella finitura delle superfici esterne con uno strato di malta armata da una rete in filato di vetro.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa



La posa in opera svolge un ruolo fondamentale nella qualità finale dell'isolamento termico integrale, indi per cui la posa del sistema a cappotto dovrà rispettare tutte le prescrizioni di posa del Manuale di Applicazione del Sistema a Cappotto elaborato dal consorzio Cortexa<sup>1</sup>, in maniera da garantire una corretta posa del materiale , in modo che si possano annullare tutte le problematiche legate alla coibentazione dall'esterno, tipo scollamento dell'isolante dalla superficie di supporto, fessurazione della rasatura superficiale, oltre a garantire nel tempo una durabilità delle prestazioni termiche dell'isolante.

La scelta della finitura superficiale delle pareti esterne, verranno effettuate nelle successive fasi progettuali.

Lo spessore scelto è di 12 cm di materiale ed è quello che dopo aver fatto le analisi per mezzo di un software di simulazione per il calcolo dei flussi termici, garantisce un valore di trasmittanza globale della parete verticale di 0,22 W/(mq\*K), valore che ci permette di rispettare, oltre che i parametri minimi della normativa regionale DAL 156/2008 e s.m.i , i requisiti per accedere ai contributi del conto termico ai sensi dell'allegato 1 del D.M. 28 dicembre 2012.

### **2.3. DESCRIZIONE ALTRE SCELTE PROGETTUALI**

Il progetto prevede tutta una serie di interventi per l'isolamento delle superfici opache, in particolare della copertura e delle pareti verticali. E' stata analizzata la possibilità d'intervenire sulle superfici trasparenti, ma dopo un'analisi costi benefici è stata considerato di non intervenire perché è un intervento troppo costoso rispetto ai benefici attesi , considerando che i serramenti esistenti, hanno si un telaio in ferro senza taglio termico, ma hanno un doppio vetro. Quello che si può ipotizzare è una manutenzione delle chiusure che risultano in molti casi bloccate o mal funzionanti ed un ripristino della colorazione dell'infisso. La scelta della colorazione verrà effettuata nelle successive fasi progettuali.

---

<sup>1</sup> il Consorzio Cortexa, il consorzio italiano per la cultura del Sistema a Cappotto, ha pubblica il nuovo Manuale di Applicazione del Sistema a Cappotto. Si basa sulle linee guida europee definite dall'EAE nel primo Manuale di Applicazione Europeo mai realizzato prima, sulla base delle ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). Integrato con le normative nazionali focalizzate sulle esigenze locali

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

## 2.4. DESCRIZIONE INTERVENTO SULLA CENTRALE TERMICO

Attualmente il riscaldamento dell'edificio avviene tramite una caldaia a metano dotata di un bruciatore bistadio. La caldaia serve sia al riscaldamento degli spazi che alla produzione di acqua calda sanitaria nei servizi.

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) e alle migliori prestazioni del bruciatore, è in grado di ridurre significativamente i consumi di combustibile a parità di energia termica fornita.

La caldaia a condensazione è dimensionata in modo tale da fornire una potenza termica utile minore rispetto alla caldaia attuale, la quale appare sovradimensionata.

	Caldaia attuale	Caldaia progetto
	kW	kW
potenza utile (senza condensazione)	336	274,3
potenza utile (con condensazione)	336	300
potenza al focolare	386,3	279,1
range di modulazione potenza		30 - 300

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 in maniera agevole.

### 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

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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:**

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.
- Messa a punto ed **equilibratura del sistema di distribuzione e del sistema di regolazione e controllo**.
- Installazione, nel sistema di distribuzione, di **circolatori elettronici a giri variabili (alta efficienza)**.
- Installazione di sistema di **contabilizzazione** dell'energia termica utilizzata.
- Bruciatore di tipo modulante.
- Regolazione climatica agente direttamente sul bruciatore.

### **Sistema di pompaggio**

La distribuzione di calore alle utenze prevede attualmente 2 circuiti a servizio delle utenze "aerotermini" e "radiatorì", ciascuno servito da un gruppo di pompe gemellari. La regolazione della temperatura di mandata avviene mediante valvola di miscelazione.

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

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

Elenco utenze e tipo di regolazione

Nome utenza	Tipo utenza	Volume	Potenza utile stimata	Regolazione attuale	Regolazione di progetto
		m <sup>3</sup>	kW		
Palazzetto Sport	scaldamento + ACS	13634	240	Oraria + climatica	Oraria + climatica + ambiente

Il progetto prevede la sostituzione delle pompe attualmente presenti con pompe per riscaldamento di tipo elettronico a giri variabili, 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 laddove necessario.

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

Elenco pompe di distribuzione

#	Circuito servito	Modifiche	Marca	Modello	Potenza max (W)	Potenza di oggetto (W)	Tensione (V)
P1/P2	aerotermini	eliminata	Riovar	62-60D	1100	1100	3x380
P3/P4	radiatori	eliminata	Riovar	42-17E	480	480	1x230
P5	Caricam. ACS	eliminata	Riovar	34-8D	140	75	1x230
P6	ricircolo	eliminata	Riovar	42-17D	420	420	1x230
P1 N	aerotermini	Nuova. Sostituisce P1/P2	Rundfos o equiv.	Alhpa2/Magna o equiv.	1000	600	1x230
P3 N	radiatori	Nuova. Sostituisce P3/P4	Rundfos o equiv.	Alhpa2/Magna o equiv.	450	240	1x230
P5 N	Caricam. ACS	Nuova. Sostituisce P5	Rundfos o equiv.	Alhpa2 o equiv.	80	50	1x230
P6 N	ricircolo	Nuova. Sostituisce P6	Rundfos o equiv.	Alhpa2/Magna o equiv.	400	240	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 elettronico a giri variabili, o comunque classificabile "ad alta efficienza" per i circuiti in cui non si prevede un funzionamento a regime variabile.

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.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

### **Coibentazione tubazioni distribuzione**

Nella centrale termica i condotti sono già coibentati. Andranno eventualmente adeguati laddove le condizioni dello strato coibente non risultasse in buono stato. Inoltre, laddove a seguito dei lavori sarà necessario rimuovere gli stati coibenti, sarà d'obbligo il ripristino dell'isolamento con i requisiti minimi previsti dalle norme tecniche (All. B DPR 412/93 e smi).

### **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". L'installazione di nuove valvole con testina termostatica e detentori sui radiatori che ne sono attualmente privi viene qui considerato un intervento migliorativo, che sarà considerato di facoltà dell'offerente in fase di gara, qualora ritenesse l'operazione tecnicamente e/o economicamente fattibile. In caso di non installazione di valvole termostatiche, dovrà prevedersi comunque un adeguato sistema di termoregolazione con centralina che agisca sull'intero impianto.

### **Sistema di regolazione**

Il sistema di regolazione attuale, di tipo climatico, consiste in una centralina climatica programmabile solo localmente che controlla la temperatura di mandata dei circuiti presenti.

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 dei circuiti, 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.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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.

Tutti gli apparati di registrazione, misurazione, controllo devono essere installati, manutenuti 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.

#### **Installazione di sistemi alternativi di ventilazione per la palestra**

Come integrazione o in alternativa al sistema di ventilazione meccanica previsto da progetto, si consiglia di valutare la possibilità di installare sistemi che agevolino i ricambi d'aria della zona palestra, per garantire requisiti minimi di salubrità dell'aria, garantendo al contempo adeguate prestazioni energetiche.

E' possibile sfruttare le aperture in copertura per innescare meccanismi di ricambio per ventilazione naturale (effetto camino), con eventuale automatizzazione dell'apertura di lucernari al superamento di una soglia di livello di CO<sub>2</sub> in ambiente.

E' possibile proporre sistemi meccanizzati di ventilazione alternativi a quello proposto in questo documento, con recupero di calore.

#### **Inserimento di valvole termostatiche su radiatori**

Si consiglia di valutare la possibilità di installare nuove valvole con testina termostatica e detentori sui radiatori che ne sono attualmente privi, ove l'operazione di sostituzione risulti tecnicamente e/o economicamente fattibile.

**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 auto bilanciamento dei circuiti idraulici, aumentando progressivamente la resa nei circuiti attualmente più sfavoriti.

### **Installazione di destratificatori**

L'impiego di destratificatori può essere utile in locali molto alti, come ad es. la palestra, per impedire fenomeni di stratificazione dell'aria calda nelle parti alte, contribuendo quindi a riequilibrare la distribuzione verticale di temperatura.

### **Interventi su emissione del calore in palestra**

Gli aerotermi attualmente presenti sono dimensionati per alte temperature. E' facoltà dell'offerente proporre interventi migliorativi come ad es. rendere più efficace la regolazione dei terminali presenti, proporre modifiche agli stessi per ridurne assorbimenti elettrici o migliorarne l'efficienza di scambio termico.

### **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 ISPESL 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 condensa acida**

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.



**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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.

È 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 300 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 errà 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

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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	>10 m
Sezione camino	>0,03 m <sup>2</sup>
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 illuminazione e 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.

### **Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali**

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**

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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;
- 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 degli interventi di retrofit energetici sopra elencati (coibentazione copertura, isolamento esterno delle facciate verticali, sostituzione generatore di calore, messa in efficienza dell'impianto termico), abbiamo utilizzato il modello di calcolo, impiegato per le diagnosi energetiche , 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 sostituito i dati di input per la copertura utilizzati per il calcolo effettuato nella diagnosi energetica, con i valori energetici del pannello multistrato coibentato.

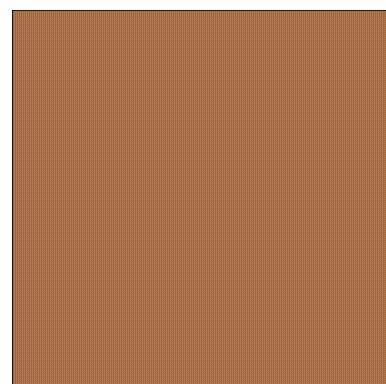
**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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

**Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore Tipologia 1 – Ante intervento**

Trasmittanza totale calcolata	2,653	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	2,653	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	525,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	1,022	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	7,14	h
Smorzamento	0,385	---
Capacità termica interna	70,234	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	5,88	0,170	
Calcestruzzo per coperture	6,000	0,167	25,0
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Total:		0,377	25,0



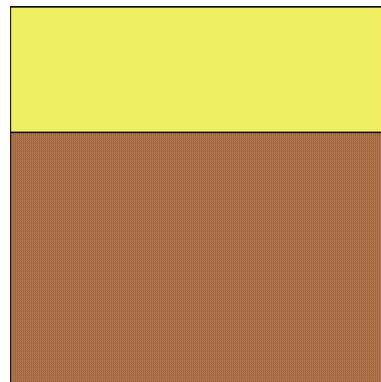
**Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore Tipologia 1 – Post intervento**

Trasmittanza totale calcolata	0,199	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	0,199	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	638,96	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,030	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	11,49	h

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

Smorzamento	0,151	---
Capacità termica interna	5,757	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Alluminio	440000,000	0,000	0,1
EPS (50 kg/m <sup>3</sup> )	0,213	4,695	15,0
Alluminio	5500000,00 0	0,000	0,0
Calcestruzzo per coperture	5,000	0,200	30,0
Resistenza superficiale interna	10,00	0,100	
Total:		5,035	45,1



**Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore Tipologia 2 – Ante intervento**

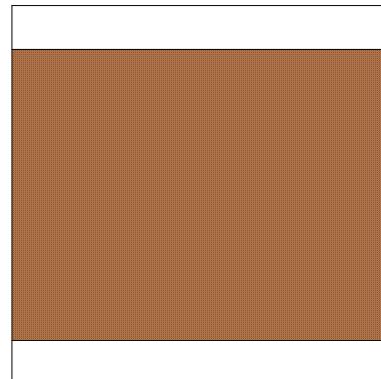
<b>Trasmittanza totale calcolata</b>	<b>1,946</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,946	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	484,00	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,703	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	7,68	h
Smorzamento	0,361	---
Capacità termica interna	58,903	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	5,88	0,170	
Calcestruzzo in genere (1400 kg/m <sup>3</sup> )	19,333	0,052	3,0
Terracotta	5,000	0,200	20,0
Calcestruzzo in genere (1400 kg/m <sup>3</sup> )	19,333	0,052	3,0

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
---------------------------------	-------	-------	--

Total:		0,514	26,0
--------	--	-------	------



**Caratteristiche energetiche chiusura orizzontale superiore Tipologia 2 – Post intervento**

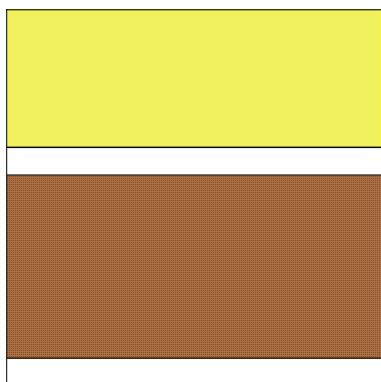
Trasmittanza totale calcolata	0,195	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	0,195	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	497,74	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,035	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	10,94	h
Smorzamento	0,178	---
Capacità termica interna	6,021	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
Acciaio	125000,000	0,000	0,0
EPS (50 kg/m <sup>3</sup> )	0,213	4,695	15,0
Acciaio	125000,000	0,000	0,0
Calcestruzzo in genere (1400 kg/m <sup>3</sup> )	19,333	0,052	3,0
Terracotta	5,000	0,200	20,0
Calcestruzzo in genere (1400 kg/m <sup>3</sup> )	19,333	0,052	3,0
Resistenza superficiale interna	10,00	0,100	

Total:		5,139	41,1
--------	--	-------	------

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

---



La trasmittanza calcolata sulle coperture – tipologia 1 e tipologia 2 - dopo la sostituzione della copertura in eternit esistente con un pannello multistrato coibentato con uno spessore di 10 cm, si riduce molto rispetto alla trasmittanza calcolata nella diagnosi energetica, in sintesi:

#### **TIPOLOGIA COPERTURA 1**

$$U_{\text{ante}} = 2,653 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{post}} = 0,283 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### **TIPOLOGIA COPERTURA 2**

$$U_{\text{ante}} = 1,946 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{post}} = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La trasmittanza del solaio calcolata post intervento, rispetta abbondantemente i requisiti minimi di prestazione energetica dei singoli elementi edilizi prescritti dalla normativa energetica regionale<sup>2</sup> (DGR 1366/2011) , non si riesce a rispettare i parametri dell'Allegato 1 del Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012<sup>3</sup> , cosiddetto Conto Termico, parametri troppo stringenti.

#### **3.2. CALCOLO ENERGETICO STRUTTURA OPACA VERTICALE**

---

<sup>3</sup> Il requisito prestazionale fissato dal conto termico per le superfici opache orizzontali (pavimenti) è inferiore a:  $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

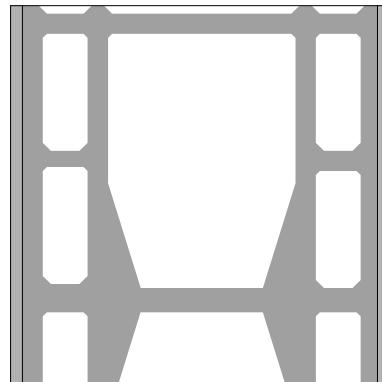
Abbiamo aggiunto ai dati di input per la parete opaca verticale utilizzati per il calcolo effettuato nella diagnosi energetica, con i valori energetici del sistema a cappotto con isolante in polistirene espanso sinterizzato , con uno spessore di 12 cm .

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

**Caratteristiche energetiche chiusura opaco verticale – Ante intervento**

<b>Trasmittanza totale calcolata</b>	<b>0,967</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	0,967	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	159,89	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,462	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	7,67	h
Smorzamento	0,478	---
Capacità termica interna	51,526	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di cemento	140,000	0,007	1,0
Blocco forato di calcestruzzo alleggerito (490*295*195) spessore 295 (160 kg/m <sup>2</sup> )	1,316	0,760	29,5
Malta di cemento	140,000	0,007	1,0
Resistenza superficiale esterna	7,69	0,130	
<b>Totale:</b>		<b>1,034</b>	<b>31,5</b>



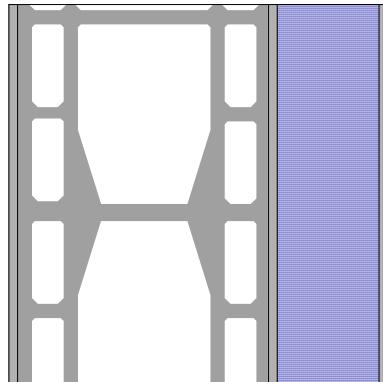
**Caratteristiche energetiche chiusura opaco verticale – Post intervento**

<b>Trasmittanza totale calcolata</b>	<b>0,223</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	0,223	W/m <sup>2</sup> K

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

Massa superficiale	165,89	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,036	W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	11,35	h
Smorzamento	0,159	---
Capacità termica interna	45,949	kJ/m <sup>2</sup> K

Materiale	Cond. [W/m <sup>2</sup> K]	Res. [m <sup>2</sup> K/W]	Spes. [cm]
Resistenza superficiale interna	7,69	0,130	
Malta di cemento	140,000	0,007	1,0
Blocco forato di calcestruzzo alleggerito (490*295*195) spessore 295 (160 kg/m <sup>3</sup> )	1,316	0,760	29,5
Malta di cemento	140,000	0,007	1,0
Polistirene espanso estruso, senza pelle (50 kg/m <sup>3</sup> )	0,283	3,534	12,0
Malta di cemento	140,000	0,007	1,0
Resistenza superficiale esterna	25,00	0,040	
<b>Totale:</b>		<b>4,485</b>	<b>44,5</b>



La trasmittanza calcolata sulla parete opaca verticale dopo l'aggiunta del sistema a cappotto con un pannello in polistirene espanso sinterizzato con uno spessore di 12 cm, si riduce molto rispetto alla trasmittanza calcolata nella diagnosi energetica, in sintesi:

$$U_{\text{ante}} = \mathbf{0,967 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{\text{post}} = \mathbf{0,223 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

La trasmittanza della parete opaca verticale post intervento, rispetta abbondantemente i requisiti minimi di prestazione energetica dei singoli elementi edilizi prescritti dalla normativa energetica regionale<sup>4</sup> (DGR 1366/2011), oltre a rispettare i parametri dell'Allegato 1 del Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012<sup>5</sup>, cosiddetto Conto Termico che

<sup>5</sup> Il requisito prestazionale fissato dal conto termico per le superfici opache verticali a:  $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

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.

### 3.3. 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	95,0%	95,0%	
Rendimento di regolazione	88,0%	96,0%	Regolazione di tipo modulante
Rendimento di distribuzione	99,00%	99,00%	Coibentazione tubazioni e apparecchiature in centrale termica
Rendimento di generazione	87,72%	101,14%	Sostituzione generatore con nuova caldaia a condensazione
Rendimento medio globale stagionale	65,08%	82,65%	

Per cui risulta:

Rendimento medio globale stagionale ante intervento: **65,08%**

Rendimento medio globale stagionale post intervento: **82,65%**

### 3.4. CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO GLOBALE PRESUNTO

#### 3.4.1. CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO PER L'INVOLUCRO OPACO

Ottenuto i valori delle trasmittanze della chiusura orizzontale superiore e della parete opaca verticale, 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.

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 isolamento:

#### Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Ante intervento

EP<sub>i</sub> = 62,06 kWh/m<sup>3</sup>

#### Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Post intervento



**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

EP<sub>i</sub> = 20,31 kWh/m<sup>3</sup>

Ottenuto il valore del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento, possiamo osservare che isolando la copertura e realizzando il cappotto esterno, si riduce del **67,3 %** 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 ( Energia termica per unità di volume: 41,2 kWh/m<sup>3/a</sup>), otteniamo una riduzione in termini reali di :

Riduzione consumo di gas metano (post intervento) : 149.860,0 kWh/anno

Riduzione consumo di gas metano (post intervento): 15.626,7 mcs/anno

### **3.4.2. 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<sub>i</sub> = 20,31 kWh/m<sup>3</sup>

#### **Fabbisogno di energia primaria dell'edificio – Post intervento**

EP<sub>i</sub> = 15,993 kWh/m<sup>3</sup>

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 **21,3 %** 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) : 47.330,8 kWh/anno

Riduzione consumo di gas metano (post intervento): 4.935,4 mcs/anno

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

## 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.

Importo totale dei lavori da quadro economico (al netto dell'IVA)	175.651,82	€
Epi ante intervento	62,06	kWh/mc/a
Epi post intervento	15,96	kWh/mc/a
Percentuale di risparmio energetico post intervento	74,28	%
Consumo energia medio annuo ante intervento da baseline	23.220,00	mcs/anno
Consumo energia medio annuo post intervento	5.971,50	mcs/anno
Risparmio energia termica	17.248,50	mcs/anno
Vita utile intervento	20	Anni

### CONTRIBUTO CONTO TERMICO

ai sensi art.4 comma 1 lettera a) come "isolamento strutture opache verticali"

I tot = % spesa * C * Sint	20.807	€
C (da quadro economico)	38,22	€/mq
S int	1.361,00	mq
% spesa	40,00	%
Durata Incentivo	5	anni

### CONTRIBUTO CONTO TERMICO

ai sensi art.4 comma 1 lettera a) come "isolamento strutture opache orizzontali"

I tot = % spesa * C * Sint	24.489	€
C (da quadro economico)	44,46	€/mq

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

S int	1.377,00	mq
% spesa	40,00	%
Durata Incentivo	5	anni

**CONTRIBUTO CONTO TERMICO**

ai sensi art.4 comma 1 lettera c) come "sostituzione di impianti di climatizzazione"

I tot = % spesa * C * Sint	14.513	€
C (da quadro economico)	130,00	€/mq
S int	279,10	mq
% spesa	40,00	%
Durata Incentivo	5	anni

**FLUSSO DI CASSA**

anno	0	1	.....	20
tasso di sconto	4,0%			
inflazione	2,50%			
costo gas metano (euro/smc)	€ 0,73	€ 0,75		€ 1,20
Importo lavori intervento sull'involucro opaco verticale da quadro economico (al netto dell'IVA)	€ 54.378			
Importo lavori intervento sull'involucro opaco orizzontale da quadro economico (al netto dell'IVA)	€ 81.719			
Importo lavori intervento sull'impianto da quadro economico (al netto dell'IVA)	€ 39.555			
Contributo conto termico per intervento involucro opaco verticale	€ 20.807	€ 4.161		
Contributo conto termico per intervento involucro opaco orizzontale	€ 24.489	€ 4.898		
Contributo conto termico per intervento impianto	€ 14.513	€ 2.903		
Risparmio energia termica (smc)	17.249	17.249		17.249
Risparmio energia termica (euro)		€ 12.906		€ 20.632
Risparmio manutenzione		€ 197		€ 197
Flusso di cassa		€ 25.065		€ 20.829
Flusso di cassa attualizzato		€ 24.101		€ 9.506
Andamento Van	-€ 175.652	-€ 151.551		€ 97.236

VAN	€97.236,01
PB period (anni)	10,30
IRR (%)	10,10

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

**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 (tralasciando 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 + lati 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 sportive.

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

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

## **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.

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

**7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa



**IL TECNICO**

(arch.Tommaso Caenaro)

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

**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, sottponendo 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:

- Telaio costituito da struttura di profilati verticali in acciaio completo di basamento
- Mantellatura in lamiera di acciaio verniciata a polveri epossidiche, interamente isolata con materassini di lana di roccia ad alta densità di spessore almeno 80 mm.
- Focolare cilindrico di ampie dimensioni in AISI 316 Ti (acciaio fortemente legato ricco di Cromo , Nichel e Titanio) saldato con procedimento al TIG in grado di resistere ad attacchi della condensa acida.
- Condotti fumo verticali, in AISI 316 Ti saldati con procedimento al TIG, costituiti da tasche innestate perpendicolarmente al focolare e stampate con protuberanze coniformi per aumentare la superficie di scambio e agevolare la formazione di condensa.
- Saldature eseguite con procedimento al TIG, metodo che non prevede apporto di materiale, e che quindi garantisce il mantenimento delle principali caratteristiche meccaniche dell' acciaio inox, senza intaccarne la capacità di resistenza alla corrosione delle condense acide.
- Percorso dei prodotti della combustione discendente, con camera raccolta condensa e fumo completa di raccordo camino posto sul retro nella parte bassa costruito in acciaio INOX AISI 316 Ti.
- Temperatura dei fumi circa 10°C superiore a quella di ritorno, grazie al flusso in contro corrente dell'acqua di caldaia con i fumi prodotti dalla combustione.
- Due attacchi al ritorno dell'impianto:
  - bassa temperatura (pannelli a pavimento, radiatori a grande superficie di scambio, etc.)
  - media/alta temperatura (bollitore, radiatore termoarredo, radiatori comuni)
- Emissioni inquinanti non superiori a: 40 ppm NOx e 5 ppm di CO (inferiori a quanto richiesto dalle più restrittive norme europee)
- Pressione massima di esercizio 5 bar
- Altissimo contenuto acqua e basso carico termico
- Conforme alle direttive 90/396/CEE (gas) - marcatura CE, 92/42/CEE e 311/06 (rendimenti), 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica), 72/23/CEE (bassa tensione)
- Classificazione "ad altissimo rendimento 4 stelle" secondo la Direttiva Rendimenti 92/42/CEE.
- Pannello di comando termostatico di serie completo di:
  - interruttore generale luminoso
  - termostato di regolazione caldaia
  - termostato di sicurezza a riarmo manuale
  - termostato consenso circolatore impianto
  - termostato smaltimento termico
  - interruttore bruciatore
  - interruttore circolatore impianto
  - termometro caldaia

**Caratteristiche bruciatore**

Il bruciatore dovrà essere del tipo a gas a funzionamento bistadio progressivo o modulante a basse emissioni inquinanti, inferiori ai limiti previsti dalla normativa europea (<80 mg/kWh). La testa di combustione dovrà

**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

permettere elevate performance durante la modulazione in tutto il range di potenza e consentire inoltre di ridurre rumorosità ed emissioni. La regolazione della fiamma dovrà avvenire con l'ausilio di due servomotori (aria e gas) che, controllati mediante l'apparecchiatura digitale del bruciatore, assicurano la combustione più efficiente. Il controllo di tenuta è gestito dalla camma elettronica. Il ventilatore d'aria dovrà essere a bassa rumorosità e basso assorbimento elettrico. Il pannello consente l'accensione e taratura del bruciatore, la programmazione dell'apparecchiatura e la visualizzazione dello stato di funzionamento del bruciatore.

Basse emissioni inquinanti (NOx inferiori a 80 mg/kWh e rumorosità inferiore a 86 dBA).

- Abbinamento con rampe gas monostadio.
- Controllo di tenuta integrato nella camma elettronica.
- Camma elettronica programmabile

La rampa inoltre dovrà comprendere:

- filtro gas
- pressostato gas di minima
- valvola di sicurezza
- stabilizzatore di pressione
- valvola di regolazione a uno stadio

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

Prestazioni di progetto	u.m.	Valore
Potenza utile (80/60°C)	kW	274,3
Potenza utile (50/30°C)	kW	300
Portata termica max	kW	279,1
Portata termica min	kW	30
Rendim. Min. al 100% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C	%	97,9
Rendim. Combustione al 100% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C	%	98,2
Rendim. Combustione al 100% del carico nominale (rif. PCI), 50/30°C	%	107
Rendim. Combustione al 30% del carico nominale (rif. PCI), 80/60°C	%	98,3
Rendim. Combustione al 30% del carico nominale (rif. PCI), 50/30°C	%	108
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%

NB: sono ammessi scostamenti eventuali sui valori di potenza di targa, motivati da un possibile più accurato dimensionamento in fase di progettazione definitiva/esecutiva, purché vengano rispettati i valori di rendimento minimi. Eventuali modifiche ai rendimenti andranno adeguatamente motivati.

**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.

Per gli impianti termici con potenza nominale del focolare maggiore o uguale a 100 kWt sono obbligatoriamente richiesti i seguenti **requisiti tecnici**:



**Comune di Busseto**  
Relazione tecnico - illustrativa

- **Bruciatore di tipo modulante.**
- **Regolazione climatica agente direttamente sul bruciatore.**

### 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, nel sistema di distribuzione, di **pompe elettroniche a giri variabili**, salvo per eventuali circuiti per i quali non fosse richiesto un regime variabile. In quest'ultimo caso è ammessa l'installazione di circolatori ad alta efficienza, conformi 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.

Tutti gli apparati di registrazione, misurazione, controllo devono essere installati, manutenuti 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.