

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 2 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 2 |
| 3. | DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO..... | 3 |
| 4. | DATI DI PROGETTO..... | 4 |
| 5. | CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DELLA CALDAIA ALIMENTATA A BIOMASSE..... | 5 |
| 6. | CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DELLA CALDAIA ALIMENTATA A GAS..... | 9 |
| 7. | TERMOREGOLAZIONE | 11 |
| 8. | CANNE FUMARIE | 12 |
| 9. | RETE ALIMENTAZIONE GAS..... | 22 |
| 10. | CALCOLO DISPOSITIVI ISPESL | 23 |
| 11. | CONCLUSIONI | 30 |

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dell'isolamento e dell'impianto termico dell'asilo nido e scuola materna da realizzare nell'area ex-Incet.

Il lotto pari a mq. 3577 destinato ad accogliere il complesso scolastico è attualmente occupato da fabbricati dismessi del complesso industriale di cui sopra.

L'obiettivo dell'intervento è quello di colmare il fabbisogno attuale e quello pregresso di servizi per l'infanzia attraverso la realizzazione di una struttura scolastica Asilo Nido per n. 60 bambini e Scuola Materna per n. 75 bambini in un tessuto urbano densamente abitato, e nel contempo di concorrere al completamento dell'attuazione del Piano Particolareggiato Incet, conseguendo quindi gli obiettivi di riqualificazione edilizia, urbanistica, ambientale dell'area in questione.

Al fine di garantire un idoneo inserimento ambientale del complesso scolastico all'interno di un tessuto urbano misto, caratterizzato prevalentemente dalla presenza di fabbricati industriali e di edifici residenziali a due o tre piani fuori terra edificati nei primi anni del '900, si è convenuto con il Settore Trasformazioni Convenzionate della Città (responsabile dell'attuazione del P.P. in questione) di mantenere come recinzione alla nuova edificazione il muro perimetrale del fabbricato esistente lato via Banfo e via Cervino.

Il progetto prevede quindi due interventi distinti per lotti funzionali. Il primo lotto che consiste nella demolizione dei citati fabbricati per un volume di 34.000 mc circa, già autorizzata dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici ed il Paesaggio con il Nulla Osta dell'8 luglio 2002 protocollo n. DB/650 ed il mantenimento e consolidamento come recinzione, del muro perimetrale del fabbricato esistente sul lato di via Banfo e via Cervino, ed il secondo lotto che prevede la costruzione del nuovo edificio scolastico.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto esecutivo è stato redatto con riferimento alla norma specifica (L. 10/91), la quale è stata modificata dal Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, aggiornato ed integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311. Unitamente alle citate norme Nazionali sono state altresì osservate quelle Regionali come lo "Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale ed il condizionamento di cui alla D.C.R. 11/01/2007 n° 98-1247".

La normativa di cui sopra, nei suoi vari aggiornamenti e modifiche ha preteso che gli edifici avessero requisiti energetici sempre più restrittivi, finalizzati al contenimento dei consumi e delle emissioni, il che si tramuta in limiti più severi di trasmittanza termica per le strutture opache orizzontali e verticali, delle chiusure trasparenti (serramenti esterni), del rendimento globale medio dell'impianto nonché a favorire l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile per la climatizzazione invernale degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

- **Caldaia**

Dalle risultanze di tali calcoli e verifiche è emersa la necessità di installare due caldaie della potenzialità complessiva nominale da 75 kW caduna e quindi per complessivi 150 kW, tenuto conto anche della necessità di integrazione alla produzione di acqua calda sanitaria, la quale per il 60% è assicurata dai collettori solari.

| Zona | Vol | Aria interna | | Aria trattata | | | Potenze | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------|------|-----------------|------|---------------------|--------------|-------|-------|--------|---------|
| | | T _{bs} | U.R. | T _{bs} | U.R. | Portata | VENTILAZIONE | | | | |
| | [m ³] | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [m ³ /h] | Disp. | Sens. | Umid. | Appor. | Tot. |
| | | | | | | | [W] | [W] | [W] | [W] | [W] |
| Pannelli radianti | 3.408 | 22,0 | 50 | | 100 | | 118.603 | | | | 118.603 |
| Radiatori | 627 | 22,0 | 50 | | 100 | | 23.676 | | | | 23.676 |
| Totali [W]: | | | | | | | 142.279 | | | | 142.279 |

Riepilogo del fabbisogno termico

Nella relazione redatta ai sensi del D.Lgs 192/05 sono riportati tutti i dati inerenti la dispersione dell'edificio e dei singoli ambienti. Nel rispetto dei canoni della bioedilizia è stata prevista la installazione di due caldaie alimentate a biomasse legnose, ed in particolare a pellets. Unitamente alla Committenza ed all'Ente Gestore dell'impianto (IRIDE) si è concordata l'installazione di una caldaia a gas a condensazione della potenzialità di 80 kW per alimentare il fabbisogno di acqua calda delle cucine, i picchi di richiesta di acqua calda sanitaria, sopperire alle mancanze dei collettori solari per scarso irraggiamento, nonché rappresentare un valido supporto per le due caldaie a pellets in caso di malfunzionamento e/o manutenzione delle spesse. Le caldaie a pellets sono dotate di avanzati requisiti di tecnologia ed automazione per la gestione del combustibile di alimentazione, che per l'estrazione delle ceneri, la pulitura dei fasci tubieri, il controllo automatico dell'immissione di aria comburente, l'accensione automatizzata con aria calda.

Lo schema funzionale, per come riportato nello specifico elaborato grafico, prevede che a valle della caldaia a pellets venga posto un serbatoio inerziale della capacità di 1000 lt, dal quale si diramano 3 circuiti: il circuito dell'impianto di riscaldamento a pavimento radiante, il circuito per l'impianto di riscaldamento a radiatori ed il circuito per l'impianto di integrazione al boiler per la produzione di acqua calda sanitaria.

La necessità di installare un accumulatore termico deriva dalla necessità di consentire alle caldaie un funzionamento ottimale con capacità compresa tra il 25% ed il 100% della potenza nominale, coprendo i fabbisogni di breve durata ed i picchi di calore.

La tipologia di caldaie prescelta, completamente automatizzate, e le loro specifiche e caratteristiche sono riportate in apposito paragrafo nel seguito della presente relazione.

- **Tipologia di impianto**

L'impianto di riscaldamento interno previsto è del tipo a pavimento radiante, ad eccezione dei servizi igienici e piccoli locali ove è prevista una distribuzione a radiatori, sempre con temperatura di circolazione dell'acqua massima di 50°C allo scopo di evitare possibili problemi derivanti dal contatto dei bambini con radiatori a temperatura elevata.

Tutti i radiatori dovranno comunque essere dotati di testa termostatica per la regolazione della temperatura ambiente

- **Impianto a pavimento radiante**

L'impianto di riscaldamento a pavimento, riscalda l'ambiente non per convezione ma per irraggiamento e stratificazione dell'aria, consentendo innanzi tutto di riscaldare solo la parte di ambiente interessata dalla presenza umana e non la grande massa d'aria che la sovrasta. Tale principio assume particolare importanza nelle due maniche a nord e sud del piano terra, ove l'aver mantenuto la copertura a vista comporta un'altezza interna nella zona di colmo prossima ai 6 mt.

Inoltre riscaldando l'ambiente per irraggiamento si soddisfano alcuni principi fondamentali del benessere fisico: il corpo umano riceve calore per irraggiamento da una superficie molto vasta come il pavimento, controbilanciando l'irraggiamento negativo proveniente dalle pareti fredde: l'aria interna, non essendovi moti di convezione, è ferma e quindi ci si trova in assenza di correnti d'aria che lambiscono il corpo ed infine il calore, provenendo dal basso e decrescendo gradualmente verso l'alto, soddisfa i criteri di ergonomia climatica che raccomandano temperatura maggiore alle estremità inferiori del corpo di quella fornita a tronco e capo.

Altro innegabile vantaggio è dato dalle economie di gestione di un tale impianto: la temperatura dell'acqua di circolazione, mantenuta sotto i 45°C, che porta il pavimento ad una temperatura a regime di 27-28°C, la buona inerzia termica del pacchetto impiantistico, la riduzione del volume riscaldato, il limitato scambio con le pareti fredde, riducono notevolmente i consumi energetici rispetto ad un impianto tradizionale.

Un attento studio degli strati di coibentazione, anche in funzione delle biocompatibilità degli stessi, ha condotto alle scelte che sono descritte negli elaborati progettuali.

Tutti circuiti di riscaldamento saranno dotati di apposita valvola termostatica con sonda esterna atta a limitare e regolare la temperatura interna dell'ambiente di pertinenza del circuito stesso.

Il dimensionamento dei circuiti a pavimento è stato eseguito considerando una temperatura massima di progetto non superiore a 42 °C.

4. DATI DI PROGETTO

La caldaia a servizio dell'impianto di riscaldamento sarà alimentata a biomasse legnose, ed in particolare a pellets. L'impianto, diverso rispetto ad uno di tipo tradizionale a gasolio o gas, avrà una potenza nominale di 150 KW, e sarà così distribuito: due caldaie poste nell'apposita centrale termica assieme a quella a condensazione da 80 kW, un deposito per combustibile solido (pellets) ricavato nel locale adiacente la centrale termica e da essa idoneamente compartimentato; un impianto di caricamento automatizzato del pellets nella caldaia funzionante mediante coclee di estrazione dal deposito; un accumulatore termico da 2000 lt per acqua calda posto nel vano pompe adiacente la centrale termica; impianto di distribuzione su tre circuiti (riscaldamento mediante pavimento radiante, riscaldamento mediante radiatori con bassa temperatura dell'acqua di circolazione, supporto alla produzione di acqua calda sanitaria prodotta da pannelli solari.

- **Caratteristiche della caldaia e dei suoi accessori dovranno essere le seguenti:**

Caldaia in acciaio con focolare a rotazione adatto per bruciare automaticamente tutti i tipi di legno combustibile da secchi a umidi (trucioli, segatura, frammenti, pellets, bricchette, frammenti da taglio di legname) con funzionamento completamente automatico (rimozione automatica delle ceneri, accensione automatica). La caldaia dovrà essere provvista della

certificazione QS completa nell'ambito di validità della norma EN 303-5 (caldaie per combustibili solidi fino a 300 kW).

5. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DELLA CALDAIA ALIMENTATA A BIOMASSE

- **Dosatore a coclea con strato di sbarramento**

Il dosatore a coclea trasporta il materiale combustibile obliquamente dal basso nel focolare. La coclea nell'area del blocco focolare sarà fatta in acciaio al nichelcromo resistente al calore. Sul tubo di alimentazione dovranno trovarsi i supporti per il sensore del ritorno di fiamma e la valvola termica di estinzione. Sopra la coclea ci sarà il serbatoio dosatore per la determinazione del livello dello strato di sbarramento del combustibile richiesto.

La coclea sarà azionata da un motore a ingranaggi cilindrici che non richiede manutenzione e trasmissione a catene con copricatena a tenuta di polvere, avrà flangia di ammissione da 220 x 220 mm e sarà completa di valvola di estinzione con paraspruzzi e serbatoio per l'acqua di estinzione con supporto.

- **Blocco focolare con griglia di avanzamento e ventola di accensione:**

Il pellet viene acceso automaticamente con una ventola ad aria calda.

La degassazione del combustibile avviene sulla griglia di avanzamento mossa da un motoriduttore della coclea. La cenere cade nei contenitori per cenere sottostanti, e sarà montata una coclea per la rimozione automatica delle ceneri. Il blocco focolare sarà rivestito con un isolamento resistente al calore elevato ed elementi di calcestruzzo refrattario cotti.

- **Caldaia con camera di combustione a rotazione:**

I gas di combustione che salgono dal blocco focolare vengono catturati dall'aria secondaria emessa dalla ventola di rotazione e completamente bruciati nella camera di combustione rotonda.

Nello scambiatore di calore orizzontale l'energia termica dei gas di combustione viene trasmessa all'acqua della caldaia. La caldaia dovrà essere comodamente accessibile.

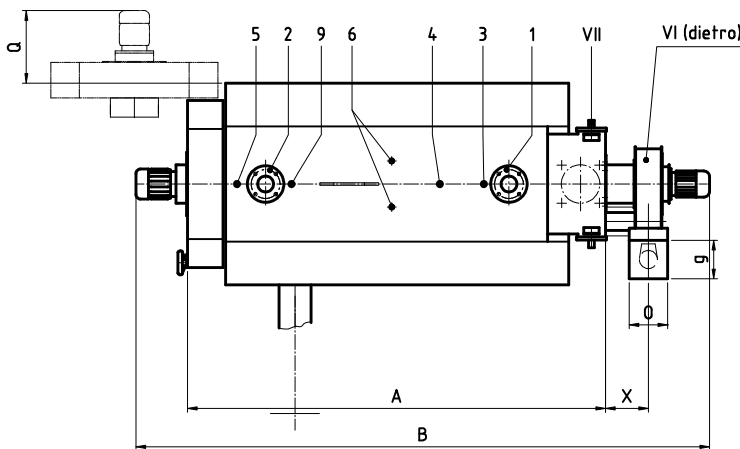
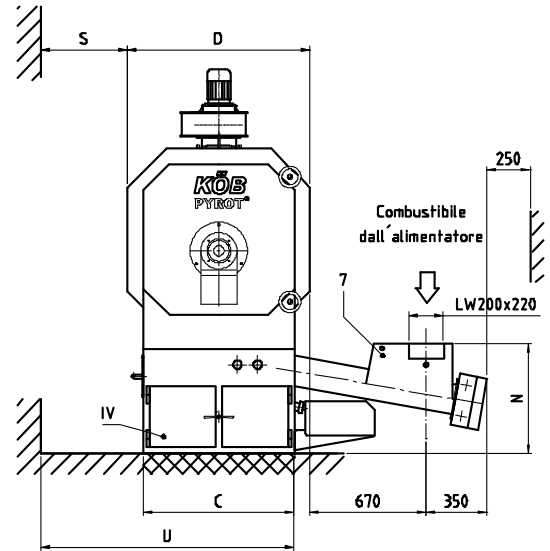
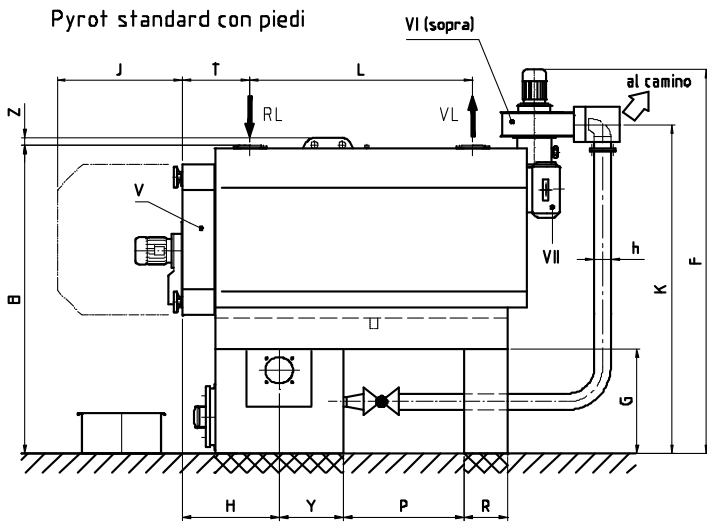
- **Ventola per gas di scarico:**

Si tratta di una ventola speciale per il funzionamento con focolare a legna, molto silenziosa, motore di costruzione massiccia, resistente al calore con mozzo di scaricamento calore alloggiato elasticamente.

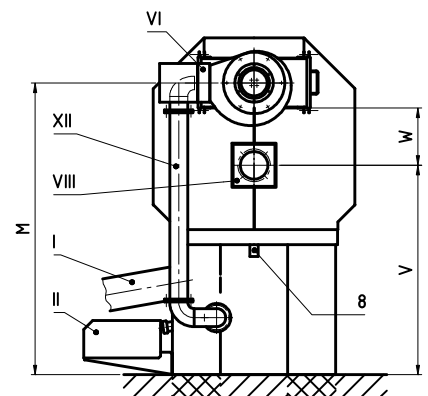
Le caratteristiche dimensionali sono in funzione del modello installato.

Nel seguito si riporta una tipologia a titolo di esempio.

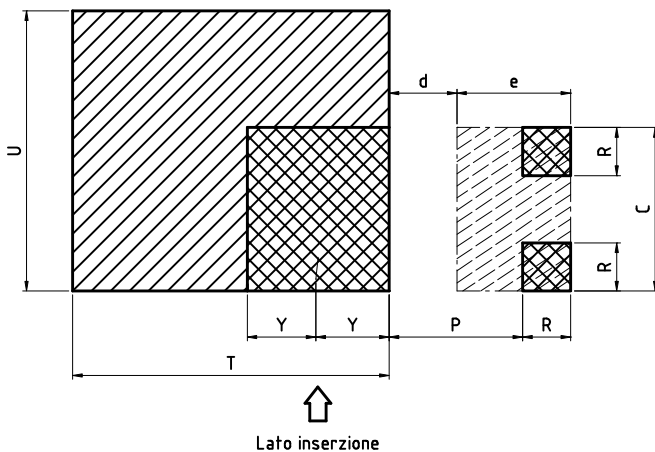
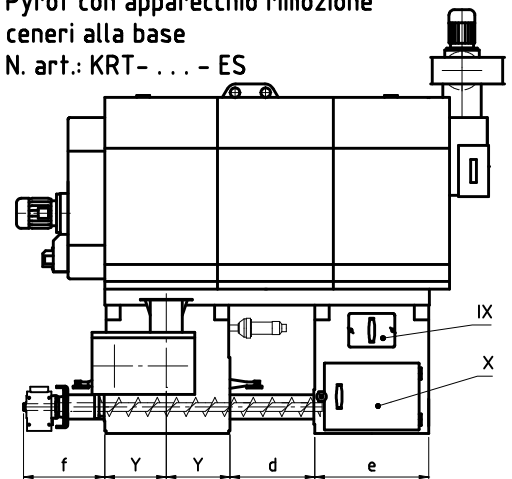
Pyrot standard con piedi






Vista da dietro

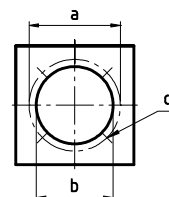


Pyrot con apparecchio rimozione cenere alla base
N. art.: KRT-...-ES



-  Superficie d'appoggio caldaia
-  Pavimento resistente al calore Raffreddamento del contenitore cenere rispettivamente del coperchio per ispezione(III)
-  Superficie d'appoggio per contenitore alla base

Dimensioni flangia (VIII) per raccordo bruciatore rispettivamente croce sostituibile



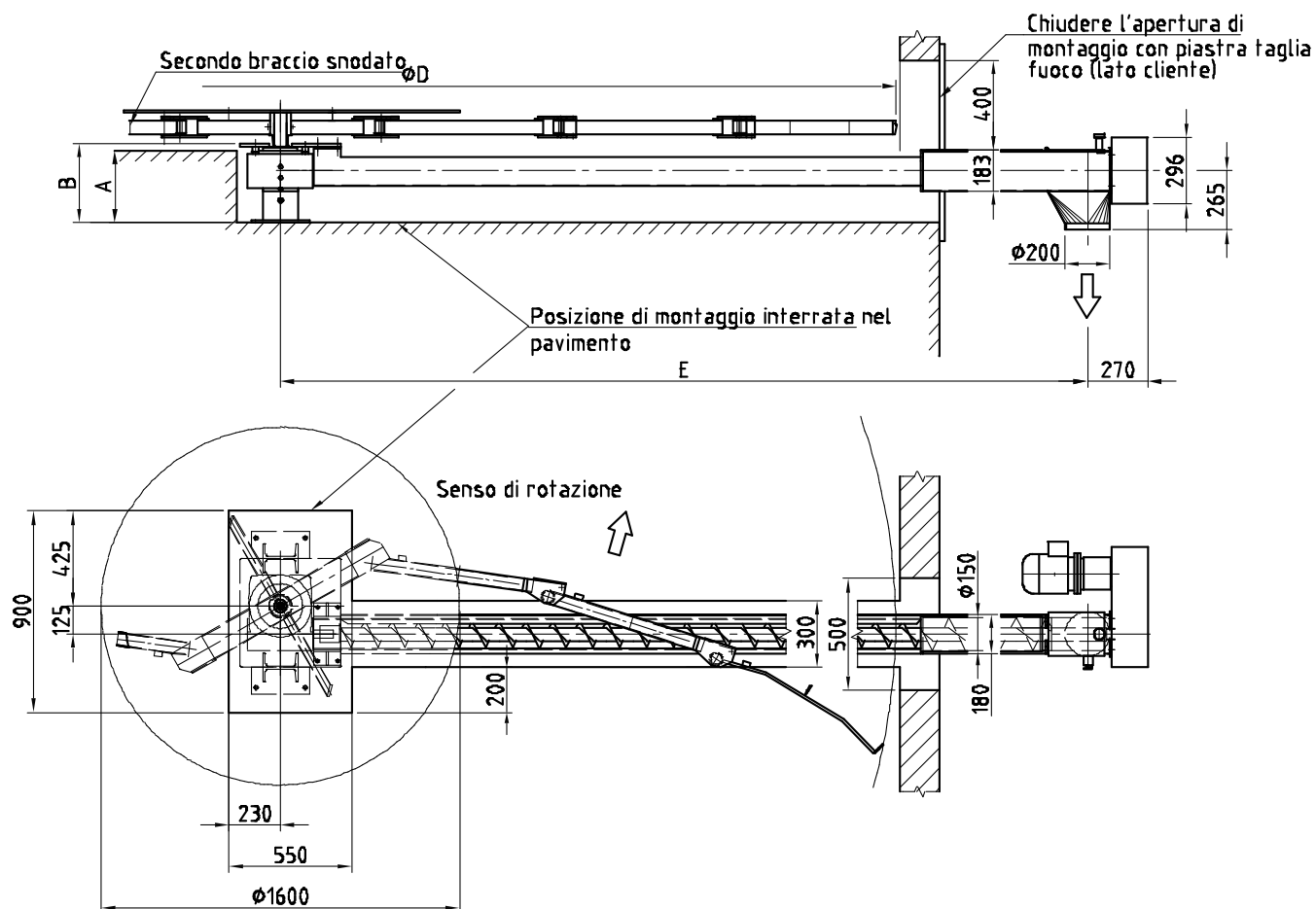
- **Dispositivo gas di ricircolo:**

La funzione sarà quella di ridurre la temperatura della camera di combustione, mantenendo il rendimento più alto possibile. Questo consente la combustione di materiali che tendono alla scorificazione e aumenta la durata delle parti refrattarie non raffreddate nell'area del focolare. La regolazione meccanica della portata in volume consente di ottenere un rapporto costante fra quantità del gas di ricircolo e aria nuova sull'intero campo di potenza. Detto dispositivo sarà completo di iniettore con dispositivo di strozzamento per regolazione di base, condotta gas di ricircolo dall'iniettore alla bocchetta d'ingresso del blocco focolare, bocchetta d'ingresso blocco focolare

- **Estrazione a braccio snodato**

L'estrazione del materiale avverrà mediante un miscelatore, posto sul fondo, con due bracci snodati a profilo, che riempie un canale a coclea aperto. I bracci a snodo massicci vengono estesi mediante molle a lamina e catene a rulli. Quando il silo è pieno, i bracci snodati si appoggiano sotto al disco a cappello. La coclea di estrazione trasporta il materiale dal silo lateralmente. L'azionamento avviene mediante un motoriduttore a ruota conica con catena sulla coclea di estrazione e con un meccanismo a ruota conica sul miscelatore.

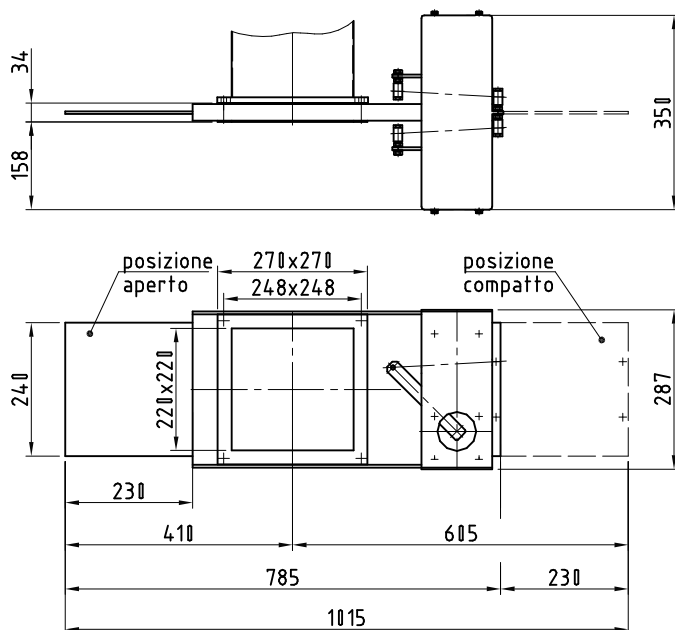
Di seguito si riporta lo schema della coclea di estrazione



- **Chiusura a scorrimento 220 x 220 mm**

Ai fini del rispetto della compartimentazione antincendio tra la centrale termica ed il deposito di pellets, anche attraverso la coclea di caricamento, dovrà essere posizionato un dispositivo omologato antincendio per il montaggio in un percorso a caduta, per la separazione meccanica di focolare e magazzino combustibile, con apertura motorizzata e chiusura senza corrente mediante molla.

Di seguito si riporta lo schema di tale dispositivo



- **Comando elettronico modulare di regolazione e gestione**

Il comando a microprocessore per l'impianto a caldaia dovrà intervenire sulla regolazione del numero di giri della ventola per i gas combusti, ventola a rotazione, regolazione motorizzata delle valvole per l'aria e alimentazione materiale mediante coclea dosatrice e griglia di avanzamento con sorveglianza braciere. Dovrà essere completo di dispositivo di ottimizzazione della combustione con sonda al biossido di zirconio (sonda Lambda).

Il funzionamento dovrà assicurare:

- Accensione automatica

- Funzionamento in continuo (25-100 %) e nello stato di stand-by mediante comando ciclico della coclea dosatrice e della griglia di avanzamento e comando continuo della ventola dei gas combusti
- Sorveglianza braciere
- Circuito di regolazione per emissioni ottimizzate:
- Ottimizzazione dell'alimentazione d'aria mediante valvole motorizzate e regolazione del numero di giri della ventola a rotazione per una combustione ottimale mediante sonda Lambda.
- Regolazione ritorno caldaia e, a scelta, carica di accumulo
- Sfruttamento del calore residuo della caldaia nel funzionamento ad accumulo
- Funzione di sicurezza con spegnimento della ventola dei gas combusti e bloccaggio delle valvole dell'aria, bloccaggio dell'impianto di alimentazione materiale mediante valvola di bloccaggio o valvola a rotazione, eliminazione forzata del calore
- Uscita guasto collettivo 230 V

La gestione dei comandi dovrà avvenire mediante console con tastiera e display con testo in chiaro collocata in un armadio elettrico con porta. Tutti i dati d'esercizio potranno essere letti sul display. I valori nominali di tutti i parametri importanti (temperatura caldaia, temperatura gas combusti, contenuto residuo di ossigeno e elementi temporizzatori del dispositivo di alimentazione) dovranno potere essere impostati mediante tastiera. I messaggi relativi ai guasti dovranno essere visualizzati con testo nella sequenza in cui si sono verificati.

- **Pulizia pneumatica fasce tubiere**

Lo scambiatore di calore a tubi completo dovrà essere pulito automaticamente con impulsi di aria compressa periodici in modo continuo.

Il distacco della cenere dai tubi dello scambiatore di calore avverrà mediante un impulso d'aria compressa molto breve. In questo modo la potenza nominale della caldaia rimarrà costante per tutto il periodo di accensione del riscaldamento. Le particelle rimosse verranno condotte ad un depolveratore con il flusso di gas. In questo modo prima del depolveratore le emissioni di polveri aumentano di circa il 15%. La quantità d'aria compressa per il singolo impulso sarà preimpostata in modo che il processo di combustione funzioni privo di disturbi.

- **Rimozione ceneri in contenitore esterno 240 lt**

La caldaia sarà dotata di coclea per rimozione automatizzata completa delle ceneri dalla zona ceneri del blocco focolare in un bidone zincato mobile esterno con ruote di capacità 240 lt. Con la regolazione a fotocellula il livello delle ceneri viene mantenuto costante sopra la coclea. In questo modo le ceneri possono finire di ardere nella vasca che si trova sotto il focolare e, a funzionamento normale, nel contenitore arrivano solamente ceneri fredde, non più incandescenti.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DELLA CALDAIA ALIMENTATA A GAS

Caldaia ad acqua calda a condensazione del tipo a basamento con corpo caldaia a sviluppo verticale, pressurizzata per gas metano e GPL.

Le parti della caldaia a contatto con i prodotti della combustione sono in Acciaio Inox stabilizzato al titanio.

Portata termica (focolare) min/max compresa tra 11- 80 kW

Rendimento utile a Pn max con temperatura 80°/60°C del 97,2 –98,8%

Rendimento utile a Pn max con temperatura 50°/30°C del 108%

Rendimento utile a Pn max con temperatura 40°/30°C del 109%

Rendimento utile al 30% Pn max con temperatura 80°/60°C del 109,5-110%

Temperatura fumi compresa tra 40°C e 70°C dipendente dalla temperatura di ritorno

Massima pressione di esercizio 6 bar.

Caldaia ad acqua calda a sviluppo verticale, funzionante a condensazione, composta da:

- mantello esterno formato da pannelli in lamiera d'acciaio verniciata a fuoco, assemblati con innesti a scatto e rimovibili per una totale accessibilità alla caldaia con apertura completa sia del portello anteriore che della camera di combustione
- coibentazione termica con un doppio materassino di lana di vetro di spessore pari a 100 mm ad alta densità e protetto da un foglio di alluminio
- superfici di scambio termico a contatto con i prodotti della combustione in acciaio inox austenitico legato al molibdeno e stabilizzato al titanio AISI 316Ti, così composto: 17,5% di Cromo, 12% di Nichel, 2% di Molibdeno e 0,5% di Titanio (secondo DIN 1.4571)
- superficie in acciaio inox al carbonio a contatto con il fluido termovettore
- saldature eterogenee realizzate con filo legato al niobio in AISI 347 per INOX-INOX e AISI 309 per INOX-FERRO
- cassa fumi in acciaio AISI 316Ti
- a grande volume di acqua con effetto stratificazione: bassissimo contenuto di acqua nella parte calda, veloce messa a regime, e grande riserva di acqua nella parte fredda sottostante, per massimo sfruttamento del fenomeno di condensazione
- nessun limite sulla temperatura di ritorno, e nessun limite sulla portata di acqua
- smaltimento delle sovra-temperature effettuato automaticamente dal sistema di circolazione interna
- scambiatore a tre giri di fumo effettivi per favorire le basse emissioni di NOx e con nessun limite sulla potenza minima bruciata
- tubi fumo lisci con andamento verticale per un ottimale drenaggio della condensa
- quadro di comando climatico completo di sonda esterna, che permette di gestire una zona diretta ed un bollitore, espandibile, con le funzioni di priorità sanitaria, funzione antigelo di caldaia e impianto, funzione smaltimento calore, funzione gestione cascata e funzione controllo accensioni/spegnimenti
- un circuito di mandata impianto
- due circuiti di ritorno impianto; uno per alta temperature ed una per bassa temperatura con ingresso dell'acqua in caldaia all'altezza del secondo giro fumi
- collegamento a tubo di sicurezza
- pozzetti porta-sonde e regolazioni a norma di legge
- scarico impianto
- scarico condensa
- termostato di sicurezza a riarmo automatico che interviene a 100°C
- diagnosi circuito idraulico con controllo della portata minima del fluido termovettore tramite una sonda di mandata ed una sonda di ritorno
- sicurezza evacuazione fumi con termostato fumi, posto nella parte inferiore dello scambiatore, provoca un'anomalia in caso di temperatura fumi maggiore a 75°C e la sonda fumi, posta nella parte inferiore dello scambiatore, provoca un errore temporaneo a 85°C e definitivo al superamento di 90°C
- sicurezza ventilatore attraverso un dispositivo contagiri ad effetto Hall la velocità di rotazione sempre monitorata

- previsto abbinamento con pannello di comando per gestione cascata/sequenza e pannello di comando per gestione di zone miscelate: max 2 direttamente nel quadro di comando a bordo macchina, oppure via bus a quadro di centrale
- possibile inserire di clip-in per la gestione di un impianto solare
- pressione massima 5 bar

Normativa di riferimento:

- UNI – CIG
- conforme alle norme EN 303 ed EN 676
- conforme alla direttiva 90/396/CEE (gas) - marcatura CE
- conforme alla direttiva 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica)
- conforme alla direttiva 72/23/CEE (bassa tensione)
- conforme alla direttiva 92/42/CEE (rendimenti) – 4 stelle

- **Accumulatore termico lt. 1000**

L'impiego di un accumulatore di calore consente alla caldaia di funzionare in modalità ottimizzata per quanto riguarda il focolare con una capacità compresa fra il 25 e il 100 % della potenza nominale. Inoltre vengono coperti i fabbisogni di breve durata di picchi di calore. Con un grado di caricamento adeguato dell'accumulatore il carico della caldaia viene regolato. L'eventuale energia in eccesso nel carico parziale più basso viene assorbita dall'accumulatore (selezionabile con temperatura media accumulatore). Dopo il caricamento completo dell'accumulatore vi è lo spegnimento della caldaia con conseguente utilizzo del calore residuo. Dopo lo scaricamento dell'accumulatore, la caldaia si avvia automaticamente.

Lo scopo è di accumulare l'acqua calda prodotta in caldaia e di riutilizzarla per riportare in temperatura l'impianto di riscaldamento o per integrare la produzione di acqua calda sanitaria (collegandolo al boiler).

7. TERMOREGOLAZIONE

Al fine di poter garantire il miglior comfort ambientale agli occupanti, il sistema di termoregolazione dell'impianto termico sarà così configurato:

- Regolazione climatica in centrale termica su ogni circuito di distribuzione (esclusa produzione acqua calda sanitaria).
- Regolazione della temperatura ambiente mediante termostati installati all'interno degli ambienti in grado di agire su apposite valvole elettrotermiche installate sui collettori in corrispondenza dei circuiti di appartenenza. (impianto a pannelli radianti)
- Regolazione mediante valvole termostatiche installate sui radiatori.

Termoregolazione in C.T.

Sistema di controllo su quadro di unità centrale di dialogo elettronica a microprocessore con display multifunzione per il comando e la comunicazione.

Comando manuale temporaneo o permanente.

Esecuzione in custodia da incasso con tastiera frontale di programmazione protetta da coperchio trasparente con chiusura a chiave.

Valori di assegnazione ai regolatori:

- valori prescritti di confort ed economia
 - parametri di regolazione
 - modifiche dei valori prescritti
 - tipo di funzionamento
- valori di ricezione da ciascun regolatore:
- valori prescritti
 - valori di temperatura
 - controllo posizione degli organi finali
 - eventuali anomalie con visualizzaz. sul display
 - memoria di programma permanente
 - orologio annuale con riserva di 100 ore
 - alimentazione 24v. - consumo 65 va

Dati tecnici:

Il sistema è previsto per realizzare la regolazione automatica digitale degli impianti:

- accensione, spegnimento e gestione in cascata delle caldaie;
- regolazione degli impianti in funzione della temperatura di mandata dell'acqua;
- Ingressi digitali;
- Ingressi analogici;
- Uscite digitali;
- Uscite analogiche;
- Programma orario giornaliero/settimanale;
- Programma giorni speciali;

8. CANNE FUMARIE

Sono costituite da un tratto di innesto suborizzontale ed un tratto verticale che si estende fino all'altezza di un metro oltre il colmo del fabbricato principale. I tratti rivestiti saranno in acciaio non coibentato, mentre i tratti esterni o interni a vista saranno a doppia parete con coibente. Le sezioni dei singoli tratti sono riportati nelle tavole grafiche, mentre le specifiche del calcolo di verifica effettuata ai sensi della norma UNI EN 13384-1, sono riportati di seguito

Le caratteristiche del canale da fumo circolare a doppia parete con coibente sono le seguenti:

- diametro interno 250 mm;
- parete interna in acciaio AISI 316 dello spessore di 0.4mm;
- parete esterna in acciaio inox colorato elettroliticamente dello spessore di 0.4mm.
- intercapedine da 25mm di spessore riempita con lana minerale di densità non inferiore a

150Kq/mc con resistenza termica globale di 0.3mqK/W a 200°C

- costituita da elementi prefabbricati e modulari , con sistemi di accoppiamento e bloccaggio assicurato da fascette di fermo e chiusura.
- Le caratteristiche del camino circolare sono le seguenti:
- diametro interno 300 mm;
- parete interna in acciaio AISI 316 dello spessore di 0.4mm;
- parete esterna in acciaio inox colorato elettrolitico dello spessore di 0.4mm.
- intercapedine da 25mm di spessore riempita con lana minerale di densità non inferiore a 150Kq/mc con resistenza termica globale di 0.3mqK/W a 200°C
- costituita da elementi prefabbricati e modulari , con sistemi di accoppiamento e bloccaggio assicurato da fascette di fermo e chiusura.

Nel seguito sono riportate le verifiche per le due canne fumarie previste in progetto.

Canna fumaria per l'evacuazione dei fumi delle due caldaie a pellets dimensionata sia per la portata termica massima di 150 kW sia per quella minima di 80 kW corrispondente al funzionamento di una sola caldaia a pellets.

Canna fumaria per l'evacuazione dei fumi della caldaia a condensazione da 80 kW

**DIMENSIONAMENTO DI CANNA FUMARIA SINGOLA
IN ACCIAIO INOX
Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1**

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| Edificio | ASILO ED-INCET |
| Committente | COMUNE DI TORINO |
| Descrizione | CALDAIA A PELLETS DA 80÷150 Kw |

DATI GENERATORE DI CALORE

Caratteristiche del generatore

| | | | |
|----------------------------------|----------------------|---------|----|
| Tipo | Generatore di calore | | |
| Tipo potenza | Modulante | | |
| Marca | | | |
| Modello | | | |
| Potenza al focolare massima | $Q_{F,max}$ | 150.000 | kW |
| Potenza al focolare minima | $Q_{F,min}$ | 80.000 | kW |
| Combustibile | Legna 23,1% umidità | | |
| Brucciato con combustione | Forzata | | |
| Generatore a condensazione | NO | | |
| Diametro di attacco scarico fumi | D_w | 125 | mm |

Caratteristiche dei fumi

Funzionamento alla potenza

| | | Max | Min | |
|---|-----------------|------------|------------|------|
| Perdite di combustione | P_f | 18.0 | 16.0 | % |
| Eccesso d'aria | ECC | 110 | 110 | % |
| Percentuale di anidride carbonica | σ_{CO_2} | 10.0 | 9.4 | % |
| Temperatura dei fumi in uscita dal generatore | T_w | 20.0 | 40.8 | °C |
| Pressione di alimentazione positiva al generatore | P_{wo} | 30.0 | 30.0 | Pa |
| Portata in massa dei fumi | M_P | 0.1145 | 0.0644 | kg/s |

DATI AMBIENTE-LOCALITA', FATTORE DI SICUREZZA

Dati ambiente-località

| | | | |
|---|-------------|-----|----|
| Località | TORINO | | |
| Altitudine | H_{slm} | 239 | m |
| Temperatura dell'aria esterna massima (per verifica tiraggio) | $T_{L,max}$ | 15 | °C |
| Temperatura dell'aria esterna minima (per verifica temperatura) | $T_{L,min}$ | -15 | °C |
| Tipo di funzionamento del camino | A umido | | |
| Percentuale di area esposta | | | |

| ambiente | canale da fumo | camino |
|------------------|----------------|--------|
| centrale termica | 100% | 0% |
| non riscaldato | 0% | 0% |
| riscaldato | 0% | 0% |
| esterno | 0% | 100% |

| | | | |
|--|---|----|----|
| Pressione del vento | P_{wind} | 25 | Pa |
| Modalità di alimentazione dell'aria comburente | Apertura di ventilazione non definita (PB = 4 Pa) | | |

Fattori di sicurezza

| | | |
|---|-------|-----|
| Fattore correttivo per incostanza temperatura (per verifica tiraggio) | S_H | 0.5 |
| Fattore di sicurezza fluido dinamico | S_E | 1.5 |

DATI CANALE DA FUMO

| | | | |
|-----------------------|------------------|---------------------------|----------------------|
| Forma | | Circolare | |
| Dimensione: | | | |
| Diametro | D1 _v | 250 | mm |
| Spessore della parete | Sp _v | 25.80 | mm |
| Materiale | | Acciaio inox doppiaparete | |
| Resistenza termica | 1/Δ _v | 0.50501 | (m ² K)/W |

| Strato (int-->est) | Materiale | Spessore [mm] | Conduttività [W/m°C] |
|--------------------|----------------------|---------------|----------------------|
| 1 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |
| 2 | fibre minerali | 25.00 | 0.045 |
| 3 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |

| | | | |
|--|----------------|------|----|
| Fattore correttivo dei ponti termici | f | 1.0 | |
| Rugosità della parete interna | r _v | 1.00 | mm |
| Somma dei coefficienti di resistenza concentrata | Z _v | 1.00 | |

| Componente | Valore | Quantità |
|-----------------------|--------|----------|
| Curve a 90°(R/D=0,75) | 0.50 | 2 |

| | | | |
|---|----------------------------------|------|----------------------|
| Coefficiente di scambio termico liminare esterno | α _{av} | 8.00 | W/(m ² K) |
| Lunghezza dello sviluppo | L _v | 3.00 | m |
| Dislivello (uscita generatore – innesto nel camino) | H _v | 0.00 | m |
| Pressione di progetto del canale da fumo | P _{Z_vexcess} | 1000 | Pa |

DATI CAMINO

| | | | |
|-----------------------|------------------|---------------------------|----------------------|
| Forma | | Circolare | |
| Dimensione: | | | |
| Diametro | D1 _c | 300 | mm |
| Spessore della parete | Sp _c | 25.80 | mm |
| Materiale | | Acciaio inox doppiaparete | |
| Resistenza termica | 1/Δ _c | 0.51261 | (m ² K)/W |

| Strato (int-->est) | Materiale | Spessore [mm] | Conduttività [W/(mK)] |
|--------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |
| 2 | fibre minerali | 25.00 | 0.045 |
| 3 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |

| | | | |
|--|----------------------------------|-------|----------------------|
| Fattore correttivo dei ponti termici | f | 1.0 | |
| Rugosità della parete interna | r _c | 1.00 | mm |
| Somma dei coefficienti di resistenza concentrata | Z _c | 0.00 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare esterno | α _{ac} | 23.00 | W/(m ² K) |
| Lunghezza dello sviluppo | L _c | 12.50 | m |
| Dislivello (innesto canale da fumo - sbocco all'esterno) | H _c | 1.00 | m |
| Pressione di progetto del camino | P _{Z_cexcess} | 1000 | Pa |

CALCOLI EFFETTUATI SECONDO LA NORMA UNI EN 13384-1

1. CASO A – Verifica tiraggio sufficiente a potenza massima
2. CASO B – Verifica tiraggio sufficiente a potenza minima

3. CASO C – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima
4. CASO D – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

CALCOLO DATI VARIABILI PER I 4 CASI (A, B, C ,D)

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|-------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| Costante di elasticità dei fumi | R | 288 | 288 | 288 | 288 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Pressione atmosferica dell'aria esterna | PL | 94298 | 94298 | 93989 | 93989 | Pa |
| Densità dell'aria esterna | ρ_L | 1.136 | 1.136 | 1.264 | 1.264 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Temperatura di condensazione | T _{sp} | 61.7 | 60.8 | 61.7 | 60.7 | °C |
| Resistenze dell'aria comburente | P _B | 4 | 4 | 4 | 4 | Pa |

CALCOLO CANALE DA FUMO

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 ⁶) | η_v | 15.93 | 16.84 | 15.93 | 16.86 | |
| | (N·s)/m ² | | | | | |
| Conducibilità termica dei fumi | λ_v | 0.024 | 0.025 | 0.024 | 0.025 | |
| | W/(m·K) | | | | | |
| Calore specifico dei fumi | C _{pv} | 1052 | 1054 | 1052 | 1054 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Numero di Prandtl | Pr _v | 0.710 | 0.713 | 0.710 | 0.713 | |
| Densità dei fumi | ρ_{Lv} | 1.116 | 1.045 | 1.112 | 1.040 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Velocità dei fumi | W _{mv} | 2.09 | 1.26 | 2.10 | 1.26 | m/s |
| Numero di Reynolds | Re _v | 36615 | 19476 | 36609 | 19456 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo rugoso | ψ_v | 0.031 | 0.033 | 0.031 | 0.033 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo liscio | $\psi_{smooth,v}$ | 0.022 | 0.026 | 0.022 | 0.026 | |
| Numero di Nusselt | Nu _v | 121.0 | 67.9 | 121.0 | 67.8 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare interno | α_{iv} | 11.42 | 6.76 | 11.42 | 6.76 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Trasmittanza | k _v | 2.55 | 2.21 | 1.44 | 1.32 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Coefficiente di raffreddamento | K _v | 0.050 | 0.077 | 0.028 | 0.046 | |
| Temperatura media dei fumi | T _{mv} | 19.9 | 39.8 | 19.9 | 40.2 | °C |
| Temperatura media sulla parete esterna | T _{ma} | 16.6 | 21.9 | 15.9 | 19.2 | °C |
| Temperatura dei fumi all'uscita | T _{ev} | 19.8 | 38.9 | 19.9 | 39.6 | °C |

CALCOLO CAMINO

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 ⁶) | η_c | 15.90 | 16.63 | 15.82 | 16.58 | |
| | N·s/m ² | | | | | |
| Conducibilità termica dei fumi | λ_c | 0.024 | 0.025 | 0.023 | 0.025 | |
| | W/m·K | | | | | |
| Calore specifico dei fumi | C _{pc} | 1052 | 1053 | 1052 | 1053 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Numero di Prandtl | Pr _c | 0.710 | 0.712 | 0.710 | 0.712 | |
| Densità dei fumi | ρ_{Lc} | 1.119 | 1.061 | 1.122 | 1.061 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Velocità dei fumi | W _{mc} | 1.45 | 0.86 | 1.44 | 0.86 | m/s |
| Numero di Reynolds | Re _c | 30569 | 16434 | 30724 | 16489 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo rugoso | ψ_c | 0.030 | 0.033 | 0.030 | 0.033 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo liscio | $\psi_{smooth,c}$ | 0.023 | 0.027 | 0.023 | 0.027 | |
| Numero di Nusselt | Nu _c | 91.1 | 51.8 | 91.5 | 52.0 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare interno | α_{ic} | 7.15 | 4.25 | 7.15 | 4.25 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Trasmittanza | k _c | 2.41 | 1.96 | 1.45 | 1.27 | |

| | W/(m ² K) | | | | |
|--|----------------------|-------|-------|-------|----------|
| Coefficiente di raffreddamento | K _c | 0.236 | 0.340 | 0.142 | 0.221 |
| Temperatura media dei fumi | T _{mc} | 19.2 | 35.3 | 17.5 | 34.0 °C |
| Temperatura media sulla parete esterna | T _{ma} | 15.4 | 16.7 | -13.0 | -12.3 °C |
| Temperatura dei fumi all'uscita | T _{ec} | 18.8 | 32.0 | 15.3 | 28.8 °C |
| Temp. sulla parete interna all'uscita del camino | T _{iob} | 17.5 | 24.2 | 9.1 | 15.7 °C |

CALCOLO PRESSIONI

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|-------------------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione di alimentazione positiva al generatore | P _{Wo} | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | Pa |
| Resistenze dell'aria comburente | P _B | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | Pa |
| Pressione del vento | P _{wind} | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | Pa |

Canale da fumo

| Caso | | A | B | C | D | |
|--|------------------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione statica | P _{Hv} | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Pa |
| Pressione per variazione di velocità | P _{Gv} | -36.6 | -12.4 | -36.7 | -12.4 | Pa |
| Resistenze | P _{Rv} | -31.6 | -10.7 | -31.7 | -10.7 | Pa |
| Pressione necessaria nella sez. di ingresso fumi | P _{Zoe} | 57.6 | 36.7 | 57.7 | 36.7 | Pa |

P_{ZOe} = P_{WO} - P_B + P_{Hv} - P_{Rv}

Camino

| Caso | | A | B | C | D | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione statica | P _{Hc} | 0.2 | 0.7 | 1.4 | 2.0 | Pa |
| Pressione per variazione di velocità | P _{Gc} | -1.3 | -0.4 | -1.3 | -0.4 | Pa |
| Resistenze | P _{Rc} | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | Pa |
| Pressione nella sezione ingresso fumi | P _{ZO} | 25.8 | 24.6 | 24.6 | 23.4 | Pa |

P_{ZO} = P_{Rc} - P_{Hc} + P_{wind}

VERIFICHE SECONDO NORMA UNI EN 13384-1

CASO A - Verifica tiraggio a potenza massima

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|------|---|--------|----|
| 3: P _{Zo} | ≤ | P _{Zoe} | 25.8 | ≤ | 57.6 | SI |
| 4: P _{Zo} | ≤ | P _{Zc,Excess} | 25.8 | ≤ | 1000.0 | SI |
| 5: P _{Zo} + P _{Rv} - P _{Hv} | ≤ | P _{Zv,Excess} | -5.7 | ≤ | 1000.0 | SI |

CASO B - Verifica tiraggio a potenza minima

| | | | | | | |
|---|---|------------------------|------|---|--------|----|
| 8: P _{Zo} | ≤ | P _{Zoe} | 24.6 | ≤ | 36.7 | SI |
| 9: P _{Zo} | ≤ | P _{Zc,Excess} | 24.6 | ≤ | 1000.0 | SI |
| 10: P _{Zo} + P _{Rv} - P _{Hv} | ≤ | P _{Zv,Excess} | 14.0 | ≤ | 1000.0 | SI |

CASO C - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima

| | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|---|---|---|----|
| 11: T _{iob} | ≥ | T _g | 9 | ≥ | 0 | SI |
|----------------------|---|----------------|---|---|---|----|

(camino funzionante a umido)

CASO D - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

| | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|----|---|---|----|
| 12: T _{iob} | ≥ | T _g | 16 | ≥ | 0 | SI |
|----------------------|---|----------------|----|---|---|----|

(camino funzionante a umido)

TUTTE LE VERIFICHE SONO POSITIVE

**DIMENSIONAMENTO DI CANNA FUMARIA SINGOLA
IN ACCIAIO INOX
Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1**

| | |
|-------------|---|
| Edificio | ASILO ED-INCET |
| Committente | COMUNE DI TORINO |
| Descrizione | CALDAIA A CONDENSAZIONE DA 80 Kw |

DATI GENERATORE DI CALORE

Caratteristiche del generatore

| | | | |
|----------------------------------|----------------------|--------|----|
| Tipo | Generatore di calore | | |
| Tipo potenza | Modulante | | |
| Marca | | | |
| Modello | | | |
| Potenza al focolare massima | $Q_{F,max}$ | 80.000 | kW |
| Potenza al focolare minima | $Q_{F,min}$ | 58.000 | kW |
| Combustibile | Metano | | |
| Brucciato con combustione | Forzata | | |
| Generatore a condensazione | SI | | |
| Diametro di attacco scarico fumi | D_w | 150 | mm |

Caratteristiche dei fumi

| Funzionamento alla potenza | | Max | Min | |
|---|-----------------|------------|------------|------|
| Perdite di combustione | P_f | 4.0 | 2.0 | % |
| Eccesso d'aria | ECC | 15 | 15 | % |
| Percentuale di anidride carbonica | σ_{CO_2} | 10.0 | 9.9 | % |
| Temperatura dei fumi in uscita dal generatore | T_w | 20.0 | 61.0 | °C |
| Pressione di alimentazione positiva al generatore | P_{wo} | 30.0 | 30.0 | Pa |
| Portata in massa dei fumi | M_P | 0.0342 | 0.0250 | kg/s |

DATI AMBIENTE-LOCALITA', FATTORE DI SICUREZZA

Dati ambiente-località

| | | | |
|---|-------------|-----|----|
| Località | TORINO | | |
| Altitudine | H_{slm} | 239 | m |
| Temperatura dell'aria esterna massima (per verifica tiraggio) | $T_{L,max}$ | 15 | °C |
| Temperatura dell'aria esterna minima (per verifica temperatura) | $T_{L,min}$ | -15 | °C |
| Tipo di funzionamento del camino | A umido | | |
| Percentuale di area esposta | | | |

| ambiente | canale da fumo | camino |
|------------------|----------------|--------|
| centrale termica | 100% | 10% |
| non riscaldato | 0% | 0% |
| riscaldato | 0% | 0% |
| esterno | 0% | 90% |

| | | | |
|--|---|---|----|
| Pressione del vento | P_{wind} | 0 | Pa |
| Modalità di alimentazione dell'aria comburente | Apertura di ventilazione non definita (PB = 4 Pa) | | |

Fattori di sicurezza

| | | |
|---|-------|-----|
| Fattore correttivo per incostanza temperatura (per verifica tiraggio) | S_H | 0.5 |
| Fattore di sicurezza fluido dinamico | S_E | 1.5 |

DATI CANALE DA FUMO

| | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Forma | | Circolare | |
| Dimensione: | | | |
| Diametro | D1 _v | 250 | mm |
| Spessore della parete | Sp _v | 25.80 | mm |
| Materiale | | Acciaio inox monoparete | |
| Resistenza termica | 1/Δ _v | 0.50501 | (m ² K)/W |

| Strato (int-->est) | Materiale | Spessore [mm] | Conduttività [W/m°C] |
|--------------------|----------------------|---------------|----------------------|
| 1 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |
| 2 | fibre minerali | 25.00 | 0.045 |
| 3 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |

| | | | |
|---|----------------------------------|------|----------------------|
| Fattore correttivo dei ponti termici | f | 1.0 | |
| Rugosità della parete interna | r _v | 0.50 | mm |
| Somma dei coefficienti di resistenza concentrata | Z _v | 0.00 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare esterno | α _{av} | 8.00 | W/(m ² K) |
| Lunghezza dello sviluppo | L _v | 2.00 | m |
| Dislivello (uscita generatore – innesto nel camino) | H _v | 0.50 | m |
| Pressione di progetto del canale da fumo | P _{Z_vexcess} | 1000 | Pa |

DATI CAMINO

| | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Forma | | Circolare | |
| Dimensione: | | | |
| Diametro | D1 _c | 300 | mm |
| Spessore della parete | Sp _c | 25.80 | mm |
| Materiale | | Acciaio inox monoparete | |
| Resistenza termica | 1/Δ _c | 0.51261 | (m ² K)/W |

| Strato (int-->est) | Materiale | Spessore [mm] | Conduttività [W/(mK)] |
|--------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |
| 2 | fibre minerali | 25.00 | 0.045 |
| 3 | acciaio inossidabile | 0.40 | 17.000 |

| | | | |
|--|----------------------------------|-------|----------------------|
| Fattore correttivo dei ponti termici | f | 1.0 | |
| Rugosità della parete interna | r _c | 0.50 | mm |
| Somma dei coefficienti di resistenza concentrata | Z _c | 0.00 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare esterno | α _{ac} | 21.50 | W/(m ² K) |
| Lunghezza dello sviluppo | L _c | 12.50 | m |
| Dislivello (innesto canale da fumo - sbocco all'esterno) | H _c | 1.00 | m |
| Pressione di progetto del camino | P _{Z_cexcess} | 1000 | Pa |

CALCOLI EFFETTUATI SECONDO LA NORMA UNI EN 13384-1

1. CASO A – Verifica tiraggio sufficiente a potenza massima
2. CASO B – Verifica tiraggio sufficiente a potenza minima
3. CASO C – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima
4. CASO D – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

CALCOLO DATI VARIABILI PER I 4 CASI (A, B, C ,D)

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|-------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| Costante di elasticità dei fumi | R | 289 | 289 | 289 | 289 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Pressione atmosferica dell'aria esterna | P _L | 94298 | 94298 | 93989 | 93989 | Pa |
| Densità dell'aria esterna | ρ _L | 1.136 | 1.136 | 1.264 | 1.264 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Temperatura di condensazione | T _{sp} | 54.2 | 54.0 | 54.1 | 53.9 | °C |
| Resistenze dell'aria comburente | P _B | 4 | 4 | 4 | 4 | Pa |

CALCOLO CANALE DA FUMO

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 ⁶) | η _v | 15.92 | 17.70 | 15.93 | 17.73 | |
| | (N·s)/m ² | | | | | |
| Conduktività termica dei fumi | λ _v | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.026 | |
| | W/(m·K) | | | | | |
| Calore specifico dei fumi | C _{pv} | 1090 | 1097 | 1090 | 1097 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Numero di Prandtl | Pr _v | 0.736 | 0.743 | 0.736 | 0.743 | |
| Densità dei fumi | ρ _{Lv} | 1.115 | 0.984 | 1.111 | 0.979 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Velocità dei fumi | W _{mv} | 0.62 | 0.52 | 0.63 | 0.52 | m/s |
| Numero di Reynolds | Re _v | 10938 | 7192 | 10936 | 7180 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo rugoso | ψ _v | 0.033 | 0.036 | 0.033 | 0.036 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo liscio | ψ _{smooth,v} | 0.030 | 0.034 | 0.030 | 0.034 | |
| Numero di Nusselt | Nu _v | 40.4 | 27.8 | 40.4 | 27.8 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare interno | α _{iv} | 3.81 | 2.91 | 3.81 | 2.91 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Trasmittanza | k _v | 1.76 | 1.54 | 1.15 | 1.05 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Coefficiente di raffreddamento | K _v | 0.074 | 0.088 | 0.048 | 0.060 | |
| | | | | | | |
| Temperatura media dei fumi | T _{mv} | 19.8 | 59.0 | 19.9 | 59.6 | °C |
| Temperatura media sulla parete esterna | T _{ma} | 16.1 | 23.5 | 15.7 | 20.9 | °C |
| Temperatura dei fumi all'uscita | T _{ev} | 19.6 | 57.1 | 19.8 | 58.3 | °C |

CALCOLO CAMINO

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 ⁶) | η _c | 15.87 | 17.13 | 15.70 | 17.06 | |
| | N·s/m ² | | | | | |
| Conduktività termica dei fumi | λ _c | 0.024 | 0.025 | 0.023 | 0.025 | |
| | W/m·K | | | | | |
| Calore specifico dei fumi | C _{pc} | 1090 | 1095 | 1089 | 1094 | |
| | J/(kg·K) | | | | | |
| Numero di Prandtl | Pr _c | 0.736 | 0.741 | 0.735 | 0.741 | |
| Densità dei fumi | ρ _{Lc} | 1.120 | 1.023 | 1.131 | 1.025 | |
| | kg/m ³ | | | | | |
| Velocità dei fumi | W _{mc} | 0.43 | 0.35 | 0.43 | 0.35 | m/s |
| Numero di Reynolds | Re _c | 9146 | 6194 | 9247 | 6220 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo rugoso | ψ _c | 0.034 | 0.037 | 0.034 | 0.037 | |
| Coefficiente d'attrito per tubo liscio | ψ _{smooth,c} | 0.030 | 0.032 | 0.030 | 0.032 | |
| Numero di Nusselt | Nu _c | 33.7 | 29.1 | 34.3 | 29.3 | |
| Coefficiente di scambio termico liminare interno | α _{ic} | 2.64 | 2.46 | 2.66 | 2.46 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Trasmittanza | k _c | 1.53 | 1.46 | 1.08 | 1.04 | |
| | W/(m ² K) | | | | | |
| Coefficiente di raffreddamento | K _c | 0.482 | 0.630 | 0.341 | 0.449 | |

| | | | | | | |
|--|-----------|------|------|-------|------|----|
| Temperatura media dei fumi | T_{mc} | 18.7 | 46.2 | 14.9 | 44.6 | °C |
| Temperatura media sulla parete esterna | T_{ma} | 15.3 | 17.1 | -10.7 | -9.3 | °C |
| Temperatura dei fumi all'uscita | T_{ec} | 17.9 | 37.4 | 10.6 | 32.9 | °C |
| Temp. sulla parete interna all'uscita del camino | T_{iob} | 16.2 | 24.2 | 0.3 | 12.9 | °C |

CALCOLO PRESSIONI

| Caso | | A | B | C | D | |
|---|------------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione di alimentazione positiva al generatore | P_{Wo} | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | Pa |
| Resistenze dell'aria comburente | P_B | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | Pa |
| Pressione del vento | P_{wind} | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Pa |

Canale da fumo

| Caso | | A | B | C | D | |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione statica | P_{Hv} | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | Pa |
| Pressione per variazione di velocità | P_{Gv} | -1.5 | -0.9 | -1.5 | -0.9 | Pa |
| Resistenze | P_{Rv} | -1.4 | -0.8 | -1.4 | -0.8 | Pa |
| Pressione necessaria nella sez. di ingresso fumi | P_{Zoe} | 27.5 | 27.6 | 28.1 | 28.2 | Pa |
| $P_{Zoe} = P_{Wo} - P_B + P_{Hv} - P_{Rv}$ | | | | | | |

Camino

| Caso | | A | B | C | D | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| Pressione statica | P_{Hc} | 0.2 | 1.1 | 1.3 | 2.3 | Pa |
| Pressione per variazione di velocità | P_{Gc} | -0.1 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | Pa |
| Resistenze | P_{Rc} | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | Pa |
| Pressione nella sezione ingresso fumi | P_{Zo} | -0.1 | -1.0 | -1.2 | -2.3 | Pa |
| $P_{Zo} = P_{Rc} - P_{Hc} + P_{wind}$ | | | | | | |

VERIFICHE SECONDO NORMA UNI EN 13384-1

CASO A - Verifica tiraggio a potenza massima

| | | | | | | | |
|----|----------------------------|--------|-----------------|------|--------|--------|----|
| 3: | P_{Zo} | \leq | P_{Zoe} | -0.1 | \leq | 27.5 | SI |
| 4: | P_{Zo} | \leq | $P_{Zc,Excess}$ | -0.1 | \leq | 1000.0 | SI |
| 5: | $P_{Zo} + P_{Rv} - P_{Hv}$ | \leq | $P_{Zv,Excess}$ | -1.5 | \leq | 1000.0 | SI |

CASO B - Verifica tiraggio a potenza minima

| | | | | | | | |
|-----|----------------------------|--------|-----------------|------|--------|--------|----|
| 8: | P_{Zo} | \leq | P_{Zoe} | -1.0 | \leq | 27.6 | SI |
| 9: | P_{Zo} | \leq | $P_{Zc,Excess}$ | -1.0 | \leq | 1000.0 | SI |
| 10: | $P_{Zo} + P_{Rv} - P_{Hv}$ | \leq | $P_{Zv,Excess}$ | -2.6 | \leq | 1000.0 | SI |

CASO C - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima

| | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|--------|-------|---|--------|---|----|
| 11: | T_{iob} | \geq | T_g | 0 | \geq | 0 | SI |
| (camino funzionante a umido) | | | | | | | |

CASO D - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

| | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|--------|-------|----|--------|---|----|
| 12: | T_{iob} | \geq | T_g | 13 | \geq | 0 | SI |
| (camino funzionante a umido) | | | | | | | |

TUTTE LE VERIFICHE SONO POSITIVE

9. RETE ALIMENTAZIONE GAS

L'impianto di adduzione del gas è a servizio della caldaia a condensazione da 80 kW.

La consegna, tramite contatore, avverrà all'esterno, in prossimità del muro attestato lungo la Via Banfo, e da lì la tubazione, in parte interrata ed in parte a vista staffata sulla facciata del fabbricato raggiungerà la centrale termica.

La progettazione stata condotta nel rispetto delle vigenti norme in materia, con particolare riferimento al D. M. 12/04/96.

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione sarà tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione.

Si dovranno utilizzare esclusivamente tubi idonei, considerando tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito riportate:

Tubi di acciaio:

I tubi di acciaio saranno senza saldatura, oppure con saldatura longitudinale ed avranno caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma UNI 10255.

I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, avranno caratteristiche qualitative e dimensionali uguali a quelle dei tubi usati per pressione massima di esercizio $p \leq 5$ bar (UNI 9034).

Tubi di polietilene:

I tubi di polietilene, da impiegarsi esclusivamente per le tubazioni interrate, avranno caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle prescritte dalla norme UNI ISO 4437, serie intermedia S 8.3, con spessore minimo di 3 mm.

Di seguito si riporta il calcolo della rete di cui trattasi:

| RETE GAS BASSA PRESSIONE | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------|
| Lunghezza virtuale Tubazione in mt. | 80 | | | | | | |
| | | Caduta di Pressione in Pa | | | | | |
| Caduta di Pressione in mm. c.d.a. | 5 | 50 | | | | | |
| | | POTENZA TERMICA in Kw | PORTATA GAS METANO mc/h | PORTATA GAS GPL mc/h | | | |
| Potenza termica in Kcal/h | 70.000 | 81,40 | 8,54 | 3,18 | | | |
| | | TUBO ACCIAIO ZINCATO | TUBO RAME sp. 1,5 mm | TUBO PEAD GAS S5 | Velocità in m/s | NUMERO di REYNOLDS | |
| GAS METANO | Diametro interno TEORICO in mm. | 46 | 1"1/2 | DN 42 | DN 50 | 1,46 | 4.391 |
| | Diametro Internu REALE in mm. | | 42 | 39 | 40,8 | | |
| | Caduta di Pressione REALE in mm. c.d.a. | | 8 | 11 | 9 | | |

10. CALCOLO DISPOSITIVI ISPESL

IMPIANTO

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VASO DI ESPANSIONE CHIUSO A MEMBRANA PRECARICATO

| | | |
|---|-------|-------|
| Q = potenza Nominale ----- | 150 | Kw |
| e = espansione volumica acqua ----- | 0,035 | |
| C = contenuto acqua impianto ----- | 1700 | Litri |
| Hi = altezza idrostatica ----- | 10 | m |
| Hve = altezza vaso espansione ----- | 0,5 | m |
| HVs = altezza valvola sicurezza ----- | 1,5 | m |
| pim = pressione di precarica (minima) ----- | 1,3 | bar |
| pi = pressione di precarica effettiva ----- | 2 | bar |
| pia = precarica assoluta ----- | 3 | bar |
| pfr = pressione relativa finale minore ----- della taratura valvola sicurezza ptv | 4,375 | bar |

pfa = pressione finale assoluta ----- 5,375 bar

V = e x C / 1 - (pia/pfa) = ----- 135 Litri

| | | | | |
|-------------------------|------|--------|-----|-------|
| Variazioni dimensionali | +10% | -----> | 148 | Litri |
| ammissibili | -10% | -----> | 121 | Litri |

Modello commerciale installato ----- 240 Litri 3 x 80 l

Ricalcolo Parametri Impianto **pfa** = 3,99 **pfr** = 2,99 bar

Diametro minimo Tubazione di attacco all'espansore di -----> 11,4 mm

Diametro adottato dn = 1" **di** = 25,4 mm

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VALVOLA SICUREZZA

| | | |
|---|-------|-----|
| Q = potenza nominale impianto ----- | 150 | Kw |
| ----- | | |
| ptg = pressione relativa massima ----- | 6 | bar |
| ----- | | |
| di esercizio caldaia (di | | |
| targa) | | |
| ptv = taratura valvola ----- | 4,5 | bar |
| ----- | | |
| % sovrappressione ----- | 9 | % |
| ----- | | |
| pe = pressione massima di esercizio impianto ----- | 4,905 | bar |
| ----- | | |

PORTATA DI SCARICO DI PROGETTO

W = Q/0,58 = 259 Kg/h

numero valvole 1

Articolo selezionato
CALEFFI Art. 527

| | | | | |
|--|-------|--------------|---------|---------|
| | ----- | attacco ---> | 1" | pollici |
| | | | | |
| | | ----- | 4,5 | ate |
| | | | | |
| | | ----- | 1095,13 | Kg/h |
| | | ----- | 1095,13 | Kg/h |

Gvt > W VERIFICA POSITIVA

ptg > pe VERIFICA POSITIVA

Caldaia a Metano

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VASO DI ESPANSIONE CHIUSO A MEMBRANA PRECARICATO

| | | | |
|---|--|-------|-------|
| Q = potenza Nominale ----- | | 80 | Kw |
| e = espansione volumica acqua ----- | | 0,035 | |
| C = contenuto acqua impianto ----- | | 500 | Litri |
| Hi = altezza idrostatica ----- | | 3 | m |
| - | | 0,5 | m |
| Hve = altezza vaso espansione ----- | | 1,5 | m |
| HVs = altezza valvola sicurezza ----- | | 0,6 | bar |
| pim = pressione di precarica (minima) ----- | | 2 | bar |
| ----- | | 3 | bar |
| pi = pressione di precarica effettiva ----- | | 3,425 | bar |
| pia = precarica assoluta ----- | | | |
| ----- | | | |
| pfr = pressione relativa finale minore ----- della taratura valvola sicurezza ptv | | | |
| pfa = pressione finale assoluta ----- | | 4,425 | bar |

$$V = e \times C / 1 - (pia/pfa) = \text{-----} \quad \boxed{54} \text{ Litri}$$

| | | | | |
|-------------------------|------|--------|----|-------|
| Variazioni dimensionali | +10% | -----> | 60 | Litri |
| ammissibili | -10% | -----> | 49 | Litri |

Modello commerciale installato -----

80 Litri

Ricalcolo Parametri
Impianto **pfa** = 3,84 **pfr** = 2,84 bar

Diametro minimo Tubazione di
attacco all'espansore di -----> 8,3 mm

Diametro adottato dn = 1/2" **di** = 15 mm

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VALVOLA SICUREZZA

| | | |
|---|-------|-----|
| Q = potenza nominale impianto ----- | 80 | Kw |
| ----- | | |
| ptg = pressione relativa massima ----- | 6 | bar |
| ----- | | |
| di esercizio caldaia (di | | |
| targa) | | |
| ptv = taratura valvola ----- | 3,5 | bar |
| ----- | | |
| % sovrappressione ----- | 9 | % |
| ----- | | |
| pe = pressione massima di esercizio impianto ----- | 3,815 | bar |
| ----- | | |

PORTATA DI SCARICO DI PROGETTO

W = Q/0,58 = 138 Kg/h

numero valvole 1

Articolo selezionato
CALEFFI Art. 527

| | | | |
|--|----------------------------------|--------|---------|
| | attacco ----- | 1/2" | pollici |
| | ----> | | |
| | taratura ----- | 3,5 | ate |
| | ----> | | |
| | portata scarico valvola Gv ----- | 318,09 | Kg/h |
| | ----> | | |
| | portata totale Gvt ----- | 318,09 | Kg/h |
| | ----> | | |

Gvt > W VERIFICA POSITIVA

ptg > pe VERIFICA POSITIVA

**DIMENSIONAMENTO VALVOLA INTERCETTAZIONE
COMBUSTIBILE**

Impiego per temperatura T < 100°C

Q = potenza nominale impianto ----- 80 Kw

combustibile impiegato Metano

PCI = potere calorifico inferiore ----- 8555 Kcal/mc

p = pressione a valle misuratore ----- 300 mmCA

q = portata nominale di esercizio ----- 8,31 mc/h

PCI metano = 8555 Kcal/mc 1
PCI GPL = 5620 Kcal/mc 0

Dn = diametro nominale valvola (pollici) 1"1/2

CALDAIE A PELLETS

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VASO DI ESPANSIONE CHIUSO A MEMBRANA PRECARICATO

| | | |
|---|-------|-------|
| Q = potenza Nominale ----- | 75 | Kw |
| e = espansione volumica acqua ----- | 0,035 | |
| C = contenuto acqua impianto ----- | 400 | Litri |
| Hi = altezza idrostatica ----- | 3 | m |
| Hve = altezza vaso espansione ----- | 0,5 | m |
| HVs = altezza valvola sicurezza ----- | 1,5 | m |
| pim = pressione di precarica (minima) ----- ----- | 0,6 | bar |
| pi = pressione di precarica effettiva ----- | 2 | bar |
| pia = precarica assoluta ----- ----- | 3 | bar |
| pfr = pressione relativa finale minore ----- della taratura valvola sicurezza ptv | 3,425 | bar |
| pfa = pressione finale assoluta ----- | 4,425 | bar |

$$V = e \times C / 1 - (pia/pfa) = \text{-----} \quad \mathbf{43} \quad \text{Litri}$$

| | | | | |
|-------------------------|------|--------|----|-------|
| Variazioni dimensionali | +10% | -----> | 48 | Litri |
| ammissibili | -10% | -----> | 39 | Litri |

Modello commerciale installato -----
----- **80** Litri

Ricalcolo Parametri
Impianto **pfa** = **3,64** **pfr** = **2,64** bar

Diametro minimo Tubazione di
attacco all'espansore di -----> **8,0** mm

Diametro adottato dn = **1/2"** **di** = **15** mm

CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VALVOLA SICUREZZA

| | | |
|---|-------|-----|
| Q = potenza nominale impianto ----- | 75 | Kw |
| ----- | | |
| ptg = pressione relativa massima ----- | 6 | bar |
| ----- | | |
| di esercizio caldaia (di | | |
| targa) | | |
| ptv = taratura valvola ----- | 3,5 | bar |
| ----- | | |
| % sovrappressione ----- | 9 | % |
| ----- | | |
| pe = pressione massima di esercizio impianto ----- | 3,815 | bar |
| ----- | | |

PORTATA DI SCARICO DI PROGETTO

W = Q/0,58 = 129 Kg/h

numero valvole 1

Articolo selezionato
CALEFFI Art. 527

| | | |
|----------------------------------|--------|---------|
| attacco ----- | 1/2" | pollici |
| ----> | | |
| taratura ----- | 3,5 | ate |
| ----> | | |
| portata scarico valvola Gv ----- | 318,09 | Kg/h |
| ----> | | |
| portata totale Gvt ----- | 318,09 | Kg/h |
| ----> | | |

Gvt > W VERIFICA POSITIVA

ptg > pe VERIFICA POSITIVA

11. CONCLUSIONI

Come già accennato, il progetto dell'isolamento termico e dell'impianto è stato redatto conformemente alla normativa specifica in materia rappresentata dalla L. 10/91, dal Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311, unitamente alle norme Regionali come lo "Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale ed il condizionamento di cui alla DCR 11/01/2007 n° 98-1247". In ottemperanza alle norme suddette sono stati rispettati i requisiti energetici richiesti, le trasmittanze termiche delle strutture, i rendimenti medi globali dell'impianto nonché l'impiego di fonti di energia rinnovabili. L'utilizzo di caldaie a pellets, la produzione di acqua calda sanitaria assicurata per almeno il 60% da collettori solari nonché il posizionamento di pannelli fotovoltaici sulla copertura assicurano il pieno rispetto dello spirito normativo.