

Corso di

IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA

I generatori di calore



Prof. Paolo ZAZZINI
Dipartimento INGEO
Università "G. D'Annunzio" Pescara
www.lft.unich.it

Generatore di calore: macchina comprendente le **apparecchiature necessarie per la produzione del calore** attraverso un processo di **combustione (bruciatore)** e per la successiva **cessione al fluido termovettore (caldaia)**.

Si distinguono le seguenti tipologie a seconda del **fluido termovettore** utilizzato:

Generatori ad acqua calda: acqua riscaldata fino a circa 80 °C, adatti alle **applicazioni civili**.

Generatori ad acqua surriscaldata: acqua a 140-180 °C, con pressione imposta superiore di almeno 3 bar a quella atmosferica, applicate nel settore del **teleriscaldamento** o in **applicazioni industriali**, che necessitano di elevate temperature dell'acqua di processo.

Generatori di vapore: vapore acqueo prodotto dall'ebollizione dell'acqua che riempie parzialmente il generatore, usati in **applicazioni industriali o sanitarie** dove è necessario il vapore o in impianti per la **produzione di energia elettrica**.

Generatori ad olio diatermico: olio minerale che può arrivare a 350 °C, adatte ad applicazioni industriali

Generatori di aria calda: aria che, riscaldata fino a 30-50 °C, viene **immessa direttamente** negli ambienti da trattare.

Negli **edifici per civili abitazioni** comunemente utilizzati i **generatori ad acqua calda**.

Al generatore deve essere prodotta una **potenza termica** pari a quella **necessaria per riscaldare l'intero edificio** (fabbisogno termico globale)

Definizioni preliminari:

Potere calorifico di un combustibile [kJ/kg]: quantità di calore prodotta dalla **combustione stechiometrica** dell'**unità di massa** del combustibile stesso.

Combustione stechiometrica: processo di combustione che utilizza la **quantità di ossigeno strettamente necessaria** (stechiometrica) ad effettuare la **combustione completa** del combustibile senza generare incombusti.

Una combustione stechiometrica non produce **né incombusti, né aria in eccesso nei fumi**.

Potenza termica al focolare P_f [kW]: prodotto tra il **potere calorifico** del combustibile [kj/kg] e la **sua portata** [kg/s]

Potenza termica convenzionale P_c [kW]: differenza tra la potenza termica al focolare e la **potenza dispersa al camino**

Potenza termica utile $P_{t,u}$ [kW]: potenza **effettivamente trasferita al fluido** termovettore, data dalla differenza tra la potenza al focolare e la **somma delle potenze dissipate** (potenza persa al camino e potenza dispersa verso l'esterno)

Rendimento di combustione $\eta_c = \frac{P_c}{P_f}$

P_c : Potenza termica nominale o convenzionale [W]

P_f : Potenza termica al focolare [W]

Rendimento termico utile $\eta_{t,u} = \frac{P_{t,u}}{P_f}$

P_c : Potenza termica utile [W]

P_f : Potenza termica al focolare [W]

La **potenza dispersa al camino** dipende dalla **quantità di fumi** e dalla loro **temperatura**.

La **quantità di fumi** dipende dalla **quantità di combustibile** e dall'**eccesso d'aria**.

L'**aria in eccesso** si ritrova tutta **nei fumi** a **temperatura maggiore** di quella in ingresso (T_{ambiente}).

L'**eccesso d'aria** dovrà essere **limitato** al **minimo necessario** per non generare incombusti.

La **temperatura dei fumi** non può scendere **al di sotto della temperatura di rugiada acida**, a meno che la caldaia non sia del tipo **a condensazione**.

Lo **stato delle superfici di scambio** influenza la temperatura dei fumi. Se sono **sporche** la **temperatura dei fumi aumenta** perché lo **scambio termico è meno efficace**, per cui aumentano le **dispersioni al camino**.

Per aumentare il rendimento utile di un generatore di calore, occorre **minimizzare le perdite** al camino ed al mantello

Generalmente le **prime** sono molto **maggiori delle seconde**

L'evoluzione tecnologica dei generatori ha portato alla **minimizzazione delle perdite al camino** mediante **abbassamento della temperatura dei prodotti della combustione** (120° C nelle caldaie ad elevato rendimento contro oltre 200° C delle caldaie convenzionali)

L'abbassamento di temperatura **al di sotto di 60° C** consente di **recuperare** oltre il **calore sensibile** anche il **calore latente di vaporizzazione** dei fumi, come avviene nelle **caldaie a condensazione**

Le perdite attraverso il mantello vengono inibite mediante un **efficace isolamento termico** del corpo caldaia.

GENERATORI DI CALORE PER IMPIANTI CENTRALIZZATI (P>35 kW)

I **generatori di calore** per impianti termici centralizzati possono essere realizzati in **acciaio** (monoblocco) o in **ghisa** (modulari).

I generatori in **ghisa** hanno una elevata **resistenza alla corrosione** e sono realizzati in moduli in modo da ottenere la potenza desiderata variando il **numero di elementi** che li compongono.

Sono altresì **più fragili** di quelli in acciaio ed offrono pertanto una **minore resistenza alle brusche variazioni di temperatura**.

I generatori in **acciaio** sono commercializzati per una vasta gamma di potenze; a parità di potenza sono **meno pesanti** e **meno costosi** di quelli in ghisa.

I generatori di calore possono essere **pressurizzati** o in **depressione**

Nei generatori **in depressione** la **circolazione dei fumi è naturale** (garantita solo dal **tiraggio della canna fumaria**)

La **camera di combustione** è perciò tutta **in depressione** e l'aria necessaria alla combustione è richiamata dall'effetto camino.

Il **tiraggio** deve quindi **vincere tutte le resistenze** (perdite di carico) tra l'aspirazione dell'aria e lo sbocco del camino, cioè quelle che si hanno **sia nella camera di combustione che nel camino**.

Il **percorso** dei prodotti della combustione avviene a **bassa velocità**, quindi con **coefficienti di scambio ridotti**

Una **non perfetta tenuta del mantello** può provocare **aspirazione di aria** dall'ambiente ma **non fuoriuscita dei fumi**.

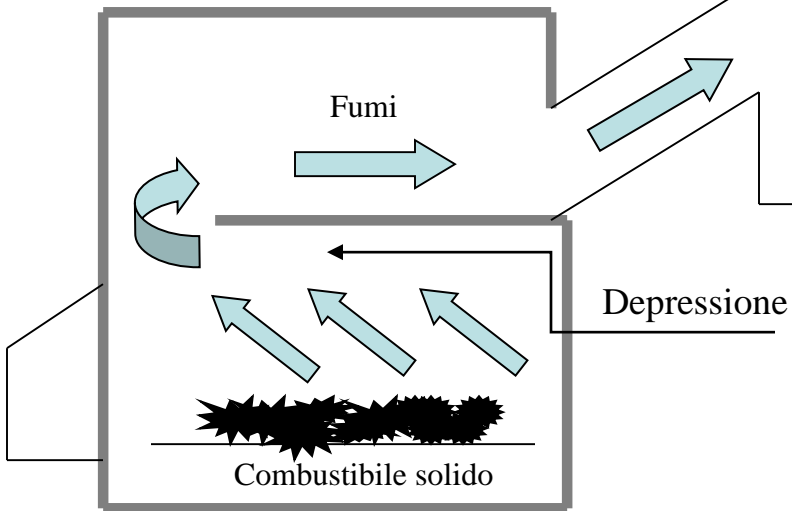
Nei generatori pressurizzati l'**aria** comburente viene **soffiata** dal ventilatore (**circolazione forzata**) mantenendo la **camera di combustione in sovrappressione** rispetto all'atmosfera (1.000÷20.000 Pa pari a 10 ÷ 200 mbar) e consentendo un **migliore smaltimento dei fumi**.

La sovrappressione nella camera di combustione si aggiunge all'effetto camino contribuendo ad un efficace smaltimento dei fumi.

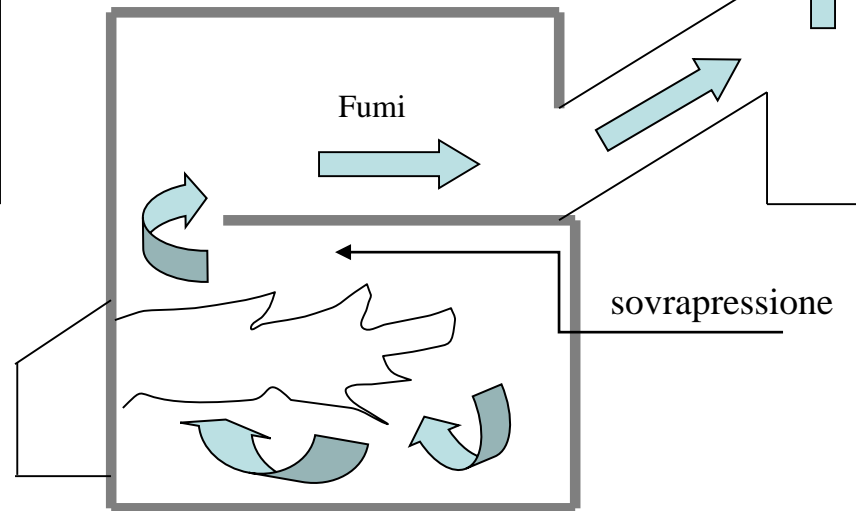
In genere all'uscita dal generatore si raggiunge la pressione atmosferica cosicché il **tiraggio del camino** serve a vincere solo la **resistenza della canna fumaria**.

Il tiraggio dunque va calcolato per vincere solo le perdite di carico nella canna fumaria dall'uscita della caldaia all'atmosfera esterna.

Generatore a combustibile solido in depressione



Generatore con bruciatore a gas ad aria soffiata



La tendenza attuale è quella di adottare **generatori in sovrappressione ad aria soffiata con combustibile gassoso**, installati in **locali tecnici** in cui la **rumorosità** dovuta alla convezione forzata non costituisce un grosso inconveniente.

Si dicono **caldaie a tubi di fumo** quelle in cui i **fumi percorrono i tubi** all'interno dello scambiatore e cedono calore al **fluido termovettore** che li **lambisce dall'esterno**.

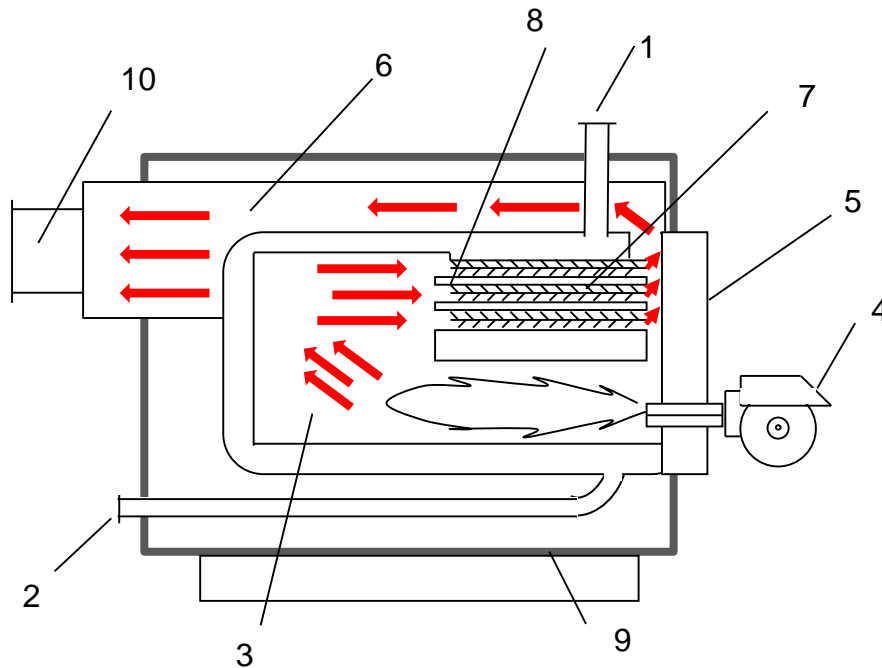
Al contrario si dicono **caldaie a tubi d'acqua** quelle in cui **l'acqua scorre dentro i tubi** ed i fumi li lambiscono dall'esterno.

Le **caldaie a tubi di fumo in acciaio** sono quelle comunemente adottate nel **riscaldamento centralizzato** degli edifici.

Le **caldaie a tubi d'acqua** sono generalmente adottate per **unità di grossa potenza** (> 5000 kW).

Nelle piccole **caldaie in acciaio unifamiliari** l'acqua calda passa abitualmente all'interno dei **tubi** configurati come una **serpentina**.

Schema di una caldaia a tubi di fumo



1. Mandata dell'acqua
2. Ritorno dell'acqua
3. Camera di combustione
4. Bruciatore
5. Portello di ispezione
6. Condotto dei fumi
7. Turbolatori
8. Fascio tubiero
9. Mantello isolante
10. Raccordo del camino

Nella **camera di combustione** viene bruciato il combustibile ed il calore sviluppato viene ceduto al fluido termovettore attraverso una superficie di scambio.

Il **mantello** della caldaia è in genere ricoperto da **materiale isolante** protetto da lamiera.

Contrariamente ai generatori per impianti autonomi, quelli **per impianti centralizzati** devono essere collocati in **appositi locali tecnici**, che ospitano anche **i vari organi necessari al funzionamento** (vasi di espansione, pompe di circolazione, sistemi di controllo....)

Caratteristiche del locale tecnico che ospita la centrale termica

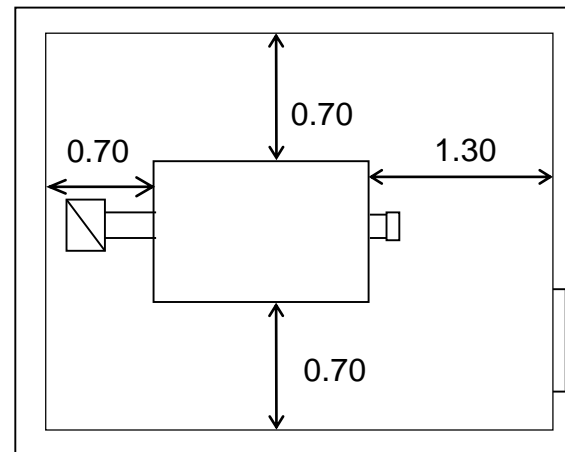
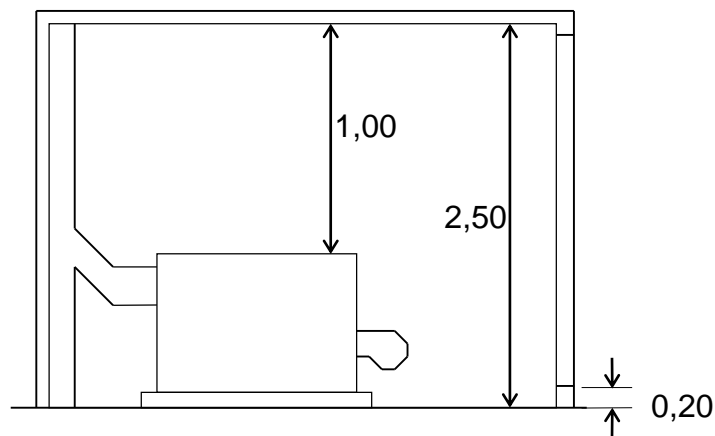
1. **Accesso** dall'esterno o da disimpegno aerato (min. **0.5 m² superficie di aerazione sull'esterno**).
2. **Resistenza al fuoco** delle strutture non inferiore a 120 min.
3. **Porte di accesso** antincendio (altezza minima **2 m** e larghezza minima **60 cm**) con apertura verso l'esterno dotate di congegno antichiusura.
4. **Superficie in pianta** del locale non inferiore a 6 m²
5. **Una o più pareti esterne** dotate di **apertura di aerazione**
6. All'esterno della centrale **interruttore elettrico generale** con sportello di vetro per **interrompere l'alimentazione** delle apparecchiature **in caso di incendio**

Se $P_{tot} > 464 \text{ kW}$ \longrightarrow necessario a norma **suddividere tale potenza in più generatori**

Il **locale tecnico** deve essere **aerato** per evitare che il gas si accumuli in ambiente

| Dimensioni dell'apertura di aerazione | Combustibile | Potenza |
|---|--------------|------------|
| 1/20 dell'area in pianta del locale (min.1 m²) 0.75 m² fino a 872 kW 0.5 m² fino a 582 kW | liquido | < 1163 kW |
| 1/20 dell'area in pianta del locale (min. 1 m²) | liquido | > 1163 kW |
| Q/100 (cm²) per locali non interrati 1.5 x Q/100 (cm²) per locali interrati | gassoso | Q (kcal/h) |

| Dimensioni minime consigliate per i locali tecnici | | |
|--|---------|----------------|
| kW | Kcal/h | m ² |
| 116 | 100000 | 20 |
| 232 | 200000 | 25 |
| 464 | 400000 | 40 |
| 696 | 600000 | 50 |
| 1160 | 1000000 | 70 |



7. **Altezza minima:** 2.5 m (combustibile liquido);
2,90 m (potenza >580 kW),
8. **Distanza minima** fra i generatori e fra generatori e pareti: 70 cm.
9. **Distanza minima** fra generatore e soffitto: 1 m.
10. **Altezza minima** della porta sul pavimento: 20 cm (combustibili liquidi).
11. **Pavimento e pareti impermeabilizzati** per almeno 20 cm (combustibili liquidi)
12. **Tubazione del gas** esterna (**giallo ocra**) dotata di **valvola di intercettazione**
13. Obbligatorio almeno un **estintore segnalato** con cartelli
14. Cartelli di segnalazione per la posizione della **valvola di intercettazione del metano** e dell'**interruttore dell'alimentazione elettrica**.

IL CAMINO

Serve a **convogliare i fumi all'esterno**

Per “**camino**” o «canna fumaria» si intende in senso stretto solo il **condotto verticale** di acciaio o materiale refrattario, a sezione circolare, quadrata o rettangolare, **di evacuazione dei fumi**.

Con il termine “**canali da fumo**” si intendono invece le **parti orizzontali ed oblique dei condotti di evacuazione dei fumi**

Nei camini a tiraggio naturale il **tiraggio** è l'**unico meccanismo** che consente l'**evacuazione dei fumi richiamando** contemporaneamente **aria comburente nel focolare e consentendone la circolazione insieme ai prodotti della combustione**.

Il **TIRAGGIO** determina propriamente la **differenza di pressione [Pa]** dovuta alla **differenza di densità** tra **aria fredda esterna e fumi caldi** all'interno del camino:

$$\Delta p = (\rho_a - \rho_f) \cdot g \cdot H$$

ρ_a : densità dell'aria (kg/m³);

g : accelerazione di gravità (m s⁻²);

ρ_f : densità dei fumi (kg/m³);

H : altezza del camino (m).

Il tiraggio è un **tipico fenomeno di convezione naturale**, innescato da **cause naturali** come le **forze di galleggiamento**.

Le forze di galleggiamento sono le stesse si manifestano nel caso di un **corpo solido immerso in un fluido**, dando vita ad una spinta pari al peso del fluido spostato (Legge di Archimede).

E' la stessa forza che consente alle **navi** di rimanere **a galla**, essendo queste progettate in modo tale che il **peso dell'intera nave** equivalga al **peso della quantità d'acqua** contenuta nel volume corrispondente alla parte immersa della nave.

Indicando con **V** il **volume** d'acqua **spostato** dalla porzione dello scafo immersa in acqua, si ha:

$$F_{gall} = \rho_{fluido} \cdot V \cdot g$$

La **spinta netta** verso l'alto equivale pertanto alla differenza:

$$F = (\rho_{fluido} - \rho_{corpo}) \cdot V \cdot g$$

Le forze di galleggiamento provocano anche **l'effetto camino**, che consente ai **fumi** prodotti dalla combustione di essere **evacuati** verso l'esterno **in modo naturale**.

In questo caso la spinta verso l'alto è prodotta dalla **differenza di densità** tra **l'aria esterna fredda e i fumi caldi**.

Infatti, nei fluidi la **densità dipende** in modo significativo dalla **temperatura**.

Coefficiente di dilatazione cubica β :
$$\beta = -\frac{1}{\rho} \cdot \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p \quad [1/K]$$

E' la **variazione relativa di densità** del fluido **in funzione della temperatura** mantenendo costante la pressione.

Con buona approssimazione, si può scrivere in funzione delle variazioni finite delle grandezze:

$$\beta = -\frac{1}{\rho_a} \cdot \frac{\Delta \rho}{\Delta T} = -\frac{1}{\rho_a} \cdot \frac{\rho_a - \rho_f}{T_a - T_f}$$

Ad **elevati valori di β** corrispondono **elevate variazioni di densità** con la temperatura.

Sempre considerando la pressione costante, si ottiene:

$$\rho_a - \rho_f = \rho_a \cdot \beta \cdot (T_f - T_a)$$

Se il fluido considerato è un **gas**, ipotizzato a comportamento **ideale**, per il quale, come noto, vale la relazione $p = \rho \cdot R \cdot T$, si ottiene:

$$p = \rho \cdot R \cdot T \Rightarrow \rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

$$\left. \frac{\partial \rho}{\partial T} \right|_p = -\frac{p}{R} \cdot \frac{1}{T^2} \Rightarrow \beta = -\frac{1}{\rho} \cdot \left. \frac{\partial \rho}{\partial T} \right|_p = -\frac{1}{\rho} \cdot \left(-\frac{p}{R} \cdot \frac{1}{T^2} \right) = -\frac{R \cdot T}{p} \cdot \left(-\frac{p}{R} \cdot \frac{1}{T^2} \right) = \frac{T}{T^2} = \frac{1}{T}$$

In definitiva:

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Il coefficiente di dilatazione cubica **decrece con la temperatura**, mentre **ad elevate differenze di temperatura** corrispondono **elevate differenze di densità**

Poiché la **forza di galleggiamento** è tanto più elevata quanto maggiore è la differenza di densità, la **differenza di temperatura** condiziona in modo significativo l'intensità delle forze di galleggiamento.

Una **elevata differenza di temperatura** dà luogo ad un aumento dell'intensità delle forze di galleggiamento, quindi un **tiraggio più efficace**

Il tiraggio deve **vincere le perdite di carico distribuite e concentrate** che i fumi incontrano lungo il percorso, **proporzionali alla pressione cinetica del fluido**.

Ai sensi della normativa vigente il **condotto di evacuazione** dei fumi deve arrivare alla **copertura dell'edificio**, e superare l'altezza dell'edificio vicino più alto

Negli impianti centralizzati lo **smaltimento dei fumi** è possibile solo **a tetto** e mai a parete.

Nei generatori ad aria aspirata il tiraggio deve assicurare all'imbocco della caldaia una **depressione sufficiente ad assicurare la aspirazione dell'aria comburente**

Nei camini a tiraggio naturale è pertanto necessario avere una **sezione sufficientemente grande da ridurre la velocità dei fumi** e conseguentemente l'entità delle perdite di carico

Inoltre si devono **evitare brusche variazioni di sezione e curve a gomito** che comporterebbero elevate perdite di carico concentrate.

Il **dimensionamento** della canna fumaria va fatto secondo i **criteri** indicati dalla **norma UNI 9615**

E' necessario determinare innanzitutto la **portata volumetrica dei fumi**. La UNI 9615 fornisce grafici utili per il calcolo della portata in funzione del **tipo e della quantità di combustibile bruciato e** della potenza termica della caldaia.

La portata può essere determinata in **prima approssimazione** dalla tabella seguente valida per combustibile **gas metano**

| Potenza termica al focolare (kW) | Portata dei fumi (kg/s) |
|---|--------------------------------|
| 11,630 (10.000 kcal/h) | 0,006 |
| 23,260 (20.000 kcal/h) | 0,012 |
| 58,150 (50.000 kcal/h) | 0,028 |
| 116,3 (100.000 kcal/h) | 0,054 |
| 232,6 (200.000 kcal/h) | 0,109 |
| 581,5 (500.000 kcal/h) | 0,271 |
| 1163 (1.000.000 kcal/h) | 0,543 |

Nota la portata volumetrica **si dimensionano i condotti** in modo che **le perdite di carico siano inferiori al tiraggio** di una quantità sufficiente a far sì che la **depressione in uscita dalla caldaia** possa **assicurare l'aspirazione dell'aria comburente**, vincendo le **perdite di carico all'interno del generatore di calore**.

Nelle **caldaie che adottano bruciatori ad aria soffiata** la **camera di combustione è in sovrappressione** e all'imbocco del canale dei fumi si raggiunge la pressione atmosferica.

In questo caso **il tiraggio deve essere sufficiente a vincere solo le perdite di carico del condotto di evacuazione dei fumi**.

Nei **camini a tiraggio forzato** le **perdite di carico del camino e dei canali da fumo** sono **vinte dalla prevalenza del ventilatore**.

GENERATORI DI CALORE PER IMPIANTI AUTONOMI

Caldaie murali a gas che producono calore per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria. Prevedono una **serpentina di scambio termico** in un **acciaio speciale (austenitico)**, atto a **resistere ad alte temperature** (fiamma) e alla **corrosione** legata al processo di combustione.

Classificazione secondo la **UNI 7129**:

Apparecchi tipo A:

Apparecchi di **piccola potenza** (scaldacqua fino a 11 kW, apparecchi ad accumulo fino a 50 l, con potenza inferiore a 4,65 kW, apparecchi indipendenti per il riscaldamento ambientale fino a 3,5 kW...)

Apparecchi tipo B:

Apparecchi a **camera aperta** che prelevano l'aria comburente dal locale in cui sono installati ed evacuano i fumi all'esterno

Apparecchi tipo C:

Apparecchi a **camera stagna** che prelevano l'aria comburente dall'esterno e scaricano i fumi all'esterno.

Norme di sicurezza per l'installazione di apparecchi del tipo B (UNI 7129)

Gli apparecchi di tipo B presentano la **camera di combustione aperta**, e il **tiraggio della canna fumaria naturale**, per cui una **cattiva evacuazione dei fumi** può causare il **rientro di questi in ambiente** con gravi rischi per gli occupanti, in particolare se si tratta di **monossido di carbonio** derivante da una **combustione non stechiometrica**.

Il posizionamento deve essere effettuato in locali adeguatamente aerati e l'**evacuazione dei fumi** per apparecchi singoli **deve avvenire direttamente all'esterno**.

L'evacuazione dei fumi di apparecchi multipli deve essere effettuata **mediante collegamento a canne fumarie collettive ramificate** di sicura efficienza per le quali sia precluso l'allaccio di apparecchi a tiraggio forzato **oppure direttamente all'esterno**

Per apparecchi singoli

Se l'uscita dei fumi è verticale (dall'alto):

La prima parte della tubazione (verticale) deve essere **lunga almeno 2 volte la dimensione del diametro.**

Il tratto successivo deve aver una **pendenza minima del 3%**, essere posizionato ad una **distanza massima di 1 m dalla parete esterna**, **fuoriuscire da questa** di una **lunghezza minima pari a due volte il diametro.**

Se l'uscita dei fumi è posteriore o laterale:

La tubazione di espulsione dei fumi deve avere una **pendenza minima del 3%**, essere posizionata ad una **distanza massima di 1 m dalla parete esterna**, **fuoriuscire da questa** di una **lunghezza minima pari a due volte il diametro.**

Evacuazione dei fumi con allaccio a canna fumaria collettiva per apparecchi tipo B a tiraggio naturale

Apparecchi allacciati **dello stesso tipo** con lo **stesso combustibile** con **potenze confrontabili** (uno solo per piano). **Non più di cinque immissioni** alla stessa canna fumaria

E' obbligatoria l'installazione di un **sensore che blocchi la valvola di immissione** del gas in caso di rientro dei fumi

Se l'uscita dei fumi è verticale (dall'alto):

la **prima parte** della tubazione (verticale) deve essere lunga **almeno 2 volte** la dimensione del **diametro**

la **tubazione di raccordo** alla canna fumaria collettiva deve essere **lunga al massimo 2.5 m** con una **pendenza minima del 3%**.

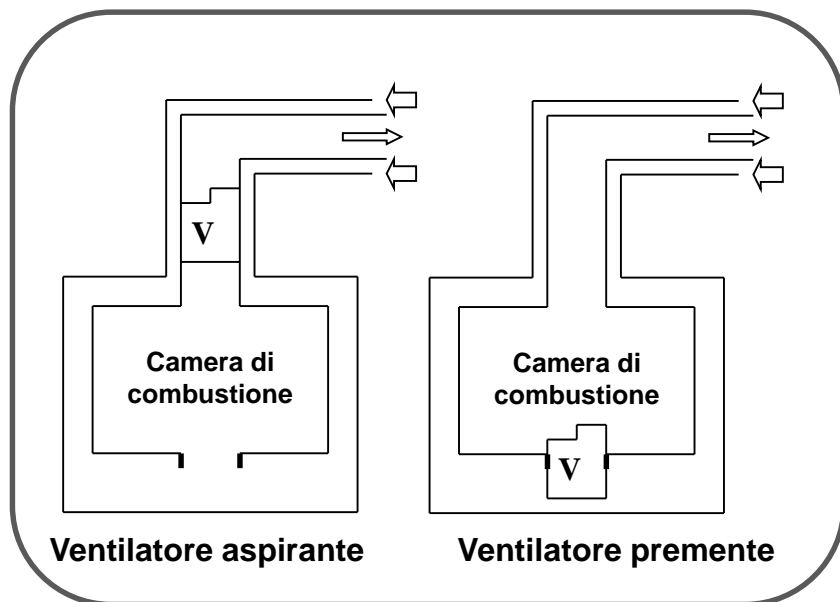
Se l'uscita dei fumi è posteriore o laterale:

la **tubazione di raccordo** alla canna fumaria collettiva deve essere **lunga al massimo 1.5 m** con una **pendenza minima del 3%**.

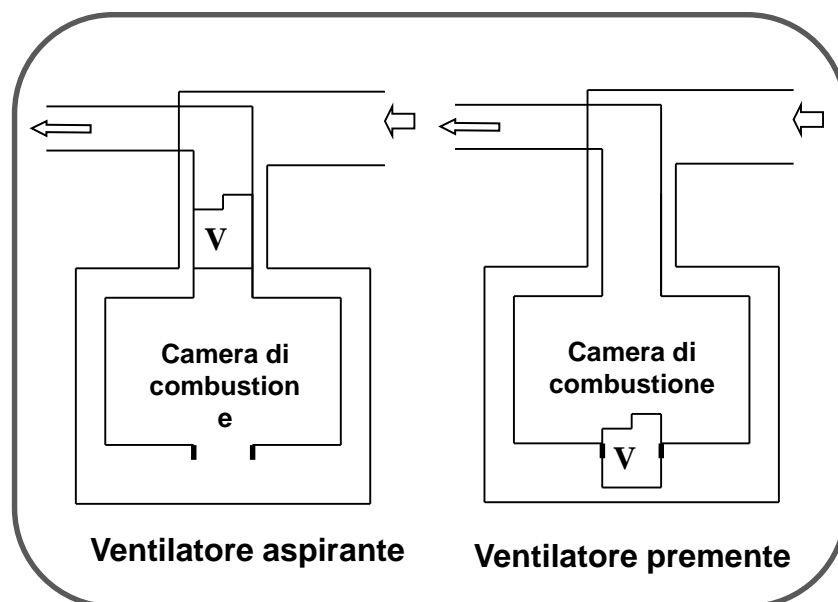
Caldaie murali a gas per impianti autonomi tipo C

Apparecchi **senza interfaccia diretta con l'ambiente** in cui sono collocati (camera di combustione stagna), con **canna fumaria a tiraggio forzato**.

Canale di fumo e canale d'aria concentrici



Canale di fumo e canale d'aria non concentrici



⇒ Fumi

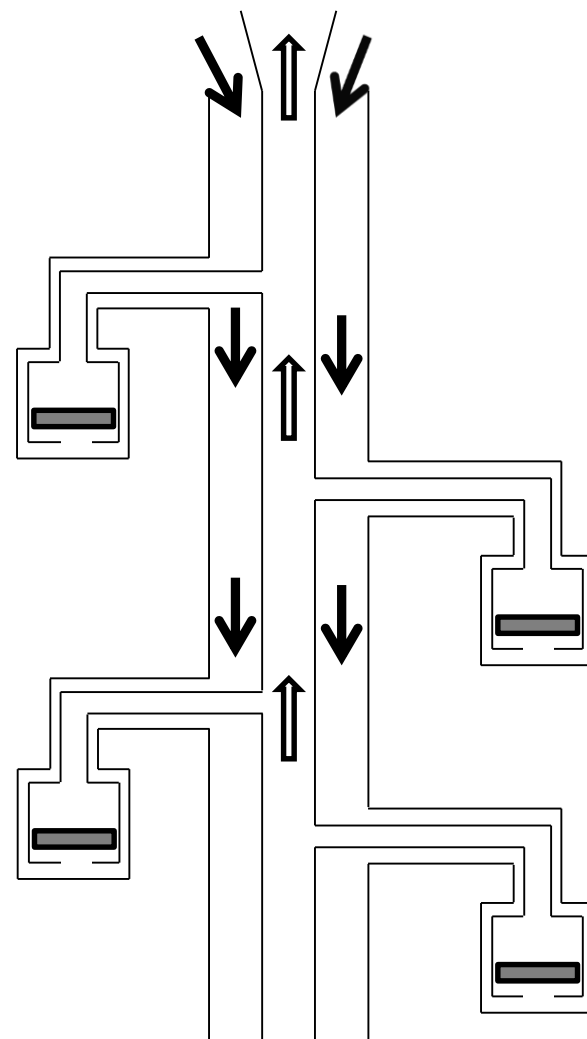
⇐ Aria

Non presentano rischio di rientro di fumi in ambiente, per cui possono essere pertanto **installati in qualsiasi locale** interno senza particolari restrizioni.

L'evacuazione dei fumi può avvenire mediante **collegamento a canne fumarie** o mediante **scarico diretto** all'esterno.

Esempio di collegamento di apparecchi di tipo C a canne fumarie collettive

Quando l'apparecchio di tipo C è collegato ad una canna fumaria collettiva, il **camino** è costituito da **due canali concentrici**, quello **esterno** di **aspirazione dell'aria** comburente, quello **interno** di **espulsione dei fumi**, in modo da **preriscaldare l'aria** recuperando una parte del calore disperso dai fumi



Le **caldaie murali a gas autonome** sono oggi **molto utilizzate** grazie alla molto diffusa distribuzione del **gas metano** e alla possibilità che danno di una **regolazione personalizzata**.

Caldaie autonome di piccola potenza danno **rendimenti minori** di quello di una **unica caldaia di grandi dimensioni** (potenza somma delle potenze delle singole caldaie autonome) perché le **dispersioni** al camino e al mantello sono **maggiori**.

La **contabilizzazione elettronica** dell'energia effettivamente consumata negli impianti condominiali fa **superare** oggi il **vantaggio** dato dalla possibilità di **regolazione personalizzata** che offrono le caldaie autonome.

Caldaie a condensazione

Caldaie in grado di assicurare un **rendimento superiore rispetto ad una caldaia tradizionale** (anche del 15%) ed una **notevole riduzione delle emissioni** di ossidi di azoto e di carbonio.

Recuperano **gran parte del calore latente presente nei fumi**, evitando i fenomeni corrosivi dovuti alla condensa acida.

La caldaia è dotata di uno **scambiatore di calore in acciaio inox (condensatore)** in cui i **fumi** vengono convogliati e **fatti condensare** in parte prima di essere immessi al camino.

Nelle **caldaie tradizionali**, per **evitare fenomeni di condensa** dei fumi, questi vengono espulsi a **non meno di 120°** (per gli impianti ad alto rendimento) e di **200°** (per gli impianti tradizionali), quindi a d **elevato contenuto entalpico**.

Nelle caldaie a condensazione, i fumi vengono fatti uscire **a temperature di circa 50°/60°**, sfruttando il contenuto entalpico degli stessi e **recuperando gran parte del calore** solitamente disperso al camino.

Questo viene utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno all'impianto ottenendo **un rendimento molto elevato**.

La **condensa**, contenente sostanze acide, viene **raccolta in un'apposita vaschetta** e deve essere smaltita in base a precise prescrizioni (**UNI 11071**)

Per caldaie di potenza inferiore a 35 kW (uso domestico), la condensa **può essere smaltita direttamente attraverso lo scarico fognario**.

Il risparmio energetico è tanto maggiore quanto più **bassa** è la **temperatura di esercizio dell'acqua**.

Le **massime prestazioni** si hanno con impianti che funzionano a **temperature comprese tra i 30° e i 50°C**.

Risultano pertanto particolarmente adatte ad essere usate con i **pavimenti radianti**.