

ELEMENTI DI TECNICA DEL CONTROLLO AMBIENTALE

PROF. GIANCARLO ROSSI

PARTE TERZA

SPAZI PER GLI IMPIANTI TECNICI

UBICAZIONE DELLE CENTRALI TERMICHE

Le disposizioni normative dipendono dal tipo di combustibile usato nella centrale; gli elementi essenziali sono contenuti :

- nella Circolare n° 68 del 25/11/1969 del M.I. per le centrali termiche a gas di rete con densità inferiore a 0,8 (come il metano) e con potenza bruciata superiore a 30.000 kcal/h (35 kW);
- nella Circolare n° 73 del 29/7/1971 del M.I. per le centrali termiche a gasolio, oppure ad olio combustibile, con potenza bruciata superiore a 30.000 kcal/h;
- nella lettera-circolare n°412/4183 del 6/2/1975 del M.I. per le centrali termiche a GPL (gas di petrolio liquefatti) con potenza bruciata superiore a 30.000 kcal/h;
- nel DM 12/4/1996 rispetto al quale queste note devono essere, in parte, aggiornate.

I principali vincoli riguardano: ubicazione, accesso, aerazione, dimensioni, resistenza al fuoco dei materiali dell'involucro, distanze interne.

C.T. a gas metano (o altri gas con densità relativa all'aria inferiore a 0,8)

Ubicazione

Fermo restando che il locale CT deve essere adibito esclusivamente agli impianti termici, si possono avere le seguenti ubicazioni:

- 1) all'aperto con apparecchi riparati dagli urti e manomissioni, anche in adiacenza alla parete dell'edificio servito se questa ha resistenza al fuoco \geq REI 30 ed è priva di aperture per almeno 0,5 metri lateralmente ed 1 metro superiormente (rispetto alla caldaia); nel caso contrario interporre una parete REI 120 con le dimensioni sopra dette oppure lasciare una intercapedine di almeno 0,6 m;
- 2) in una costruzione separata dall'edificio servito;
- 3) in un locale tecnico inserito in un fabbricato destinato ad altro uso;
- 4) in un locale tecnico inserito all'interno del volume dell'edificio servito, anche nei piani interrati;
- 5) sulla copertura piana dello stesso.

*Nel caso 4, per alcune destinazioni d'uso, si applicano le seguenti **Limitazioni**.*

Limitazioni

- 1 I locali adibiti a CT non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, oppure ad ambienti con affollamento superiore a 0,4 persone/m² a gas ed ai rispettivi sistemi di vie di uscita (cinema, teatri, sale riunioni, mense, chiese, aule scolastiche, ecc.) nel caso del metano con pressione di esercizio minore di 0,04 bar (condizioni normalmente soddisfatta dalla pressione di esercizio del metano nelle CT per edifici ad uso civile);
- 1a negli ambienti pari con affollamento superiore o uguale a 0,4 persone per m² è ammessa la deroga (su richiesta) al vincolo precedente a patto che siano soddisfatte le seguenti misure aggiuntive, per la sicurezza:
 - almeno il 20% del perimetro della CT è attestato su uno spazio scoperto;
 - l'apertura per l'aerazione permanente e diretta dall'esterno ha area maggiorata del 50% rispetto al valore normale, ha il lato superiore a filo dell'intradosso del solaio, ha altezza minima di 50 cm, ha larghezza pari a quella della parete attestata su spazio scoperto, è priva di serramento (sono consentiti i grigliati metallici o alette antipioggia con incremento dell'area lorda tale da conservare il valore netto dell'area di ventilazione).
- 2 Le CT di potenza superiore a 50000 kcal/h (58 kW) non possono essere ubicate entro il volume dell'edificio nelle attività alberghiere e assimilabili con altezza superiore a 24 m, in tal caso è ammessa l'installazione sul terrazzo più elevato.
- 3 L'ubicazione della CT entro il volume dell'edificio è vietata negli edifici adibiti a civile abitazione con altezza superiore a 54 m; è sempre ammessa l'installazione sul terrazzo più elevato.
- 4 L'ubicazione della CT al piano seminterrato o nell'interrato è ammessa fino ad una quota del piano di calpestio non inferiore a -5 metri rispetto alla quota zero di riferimento (e fino a -10 m con opportune prescrizioni).

Accesso

È sempre unico e per le CT poste fuori terra può avvenire:

- da spazio scoperto oppure da spazio a "cielo libero" definito in **Allegato 4** come superficie avente dimensione non inferiore a 3,5 m lungo l'asse della porta d'accesso ed area non inferiore a $3 \times H_{min}$ (m²) essendo H_{min} è la quota più bassa delle coperture degli edifici che delimitano la corte;
- dall'interno tramite vano di disimpegno, avente superficie minima di 2 m², con accesso da spazio scoperto, da spazio a "cielo libero", da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 metri, aerato mediante una apertura minima di 0,5 m² realizzata su parete affacciata direttamente su spazio scoperto, o a "cielo libero", o su intercapedine;
- nel caso di CT ubicate all'interno del volume di edifici destinati, anche parzialmente a pubblico spettacolo, caserme o aperti al pubblico e soggetti a prevenzione incendi, oppure aventi un affollamento superiore a 0,4 persone/m², (ferme restando le condizioni di ubicazione) l'accesso deve avvenire direttamente dall'esterno o da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 metri.

Aerazione

La ventilazione può essere:

- di tipo naturale diretta dall'esterno, tramite aperture avente superficie $S = P / 100$ (con S misurata in cm² e P in kcal/h) se fuori terra, con un incremento del 50% nei piani seminterrato ed interrato;
- di tipo naturale a mezzo di condotti per l'aria di combustione, la cui sezione deve essere dimensionata per una portata d'aria pari 1,1 m³/h per ogni 1000 kcal/h di potenza termica bruciata. (Il metodo di calcolo si basa sulla differenza di temperatura tra interno ed esterno e sulle resistenze al moto dell'aria; poiché nel caso peggiore la differenza di temperatura è piccola, i condotti risultano di grande sezione; mancano criteri univoci per un calcolo affidabile).

Altre caratteristiche

La C.T. dovrà avere:

- resistenza al fuoco delle strutture orizzontali e verticali: REI 120; porta del vano di accesso REI 30 ($P < 116 \text{ kW}$) o REI.60; per l'accesso diretto dall'esterno è sufficiente una porta incombustibile;
- altezza netta minima del locale pari a 2,5 m (nella zona lagunare di Venezia e nel centro storico è permessa la riduzione dell'altezza fino 2 m, attuando misure aggiuntive di sicurezza);

inoltre vanno rispettate le distanze interne necessarie alla manutenzione e riparazione:

- caldaia-pareti e caldaia-caldaia: 1,3 m sul lato bruciatore, 0,6 m sugli altri lati;
- caldaia soffitto: 1 m (0,5 m per caldaie con serbatoio di accumulo posto sopra al generatore).

C.T. a gasolio

I vincoli su ubicazione ed accesso sono simili a quelle a gas metano, tranne che:

- in nessun caso possono essere installate su coperture piane; devono essere esterne agli edifici di civile abitazione di altezza superiore a 54 m ed alberghi di altezza maggiore di 24 m se la potenza è maggiore di 58 kW;
- possono risultare sottostanti o attigue a locali pubblici o ad uso collettivo con affluenza e raggruppamento di persone;
- la loro superficie minima non deve essere inferiore a 6 m^2 .
- aerazione : 1/30 della superficie in pianta del locale fino a $P = 1$ milione di kcal/h ed 1/20 per potenze maggiori, con area minima pari a:
 - $0,50 \text{ m}^2$ per potenze fino a 0,5 milioni di kcal/h (581 kW)
 - $0,75 \text{ m}^2$ per potenze superiori a 0,5 milioni e fino a 0,75 milioni di kcal/h (872 kW)
 - $1,00 \text{ m}^2$ per potenze superiori a 1 milione di kcal/h (1163 kW).
 - per i locali seminterrati ed interrati non è richiesto l'incremento del 50% delle aperture.

C.T. a GPL

La norma richiama i requisiti delle centrali a gas metano applicabili al GPL e indica le differenze relative ad ubicazione, accesso, aerazione:

- ubicazione: il locale deve essere sempre fuori terra;
- accesso: il locale deve essere attestato su strade, cortili, o spazi aperti;
- aerazione: 1/15 della superficie in pianta del locale con un minimo di $0,5 \text{ m}^2$, con almeno 1/3 di tale superficie realizzato con apertura permanente (priva di serramento) posta a filo del pavimento e sopra il livello medio del piano di campagna circostante il locale CT.

DEPOSITI DI COMBUSTIBILI

Per garantire la continuità del funzionamento per un periodo di lunghezza adeguata a non creare inconvenienti per la mancanza di un tempestivo rifornimento, tutte le centrali a gasolio, ad olio combustibile ed a GPL hanno la necessità di uno o più serbatoi per il combustibile.

I serbatoi per i combustibili liquidi possono essere situati sia all'esterno che all'interno dell'edificio ed essere sia interrati che in vista. La capacità di ciascun serbatoio non può superare i 15 m^3 ed il numero totale di serbatoi non deve superare 2 all'interno dell'edificio e 6 all'esterno. Il locale idoneo ai serbatoi posti all'interno dell'edificio ha caratteristiche simili a quello delle CT però almeno una parete deve essere attestata su spazio a "cielo libero".

I serbatoi per GPL possono essere interrati all'esterno dell'edificio oppure devono essere posti in spazi a "cielo libero". Poiché il GPL è un gas più pesante dell'aria i serbatoi che lo contengono non devono essere installati su terrazze o su aree sovrastanti cortili chiusi e luoghi chiusi, a meno di 10 m (per i serbatoi fuori terra) da edifici con locali interrati o da intercapedini per accesso a vani tecnici interrati, da aperture di fognature, da cunicoli tecnici interrati, ecc.); è permessa l'installazione in cortili aperti se la superficie del cortile è almeno di 1000 m², se un quarto del perimetro del cortile è libero da costruzioni, se l'accesso al cortile ha larghezza non inferiore a 5 m, se il punto di riempimento del serbatoio è ubicato all'esterno del cortile.

CANNE FUMARIE (dettagli in UNI 9615 e norme collegate)

Per un funzionamento sicuro ed efficiente ogni generatore di CT deve essere collegato ad una canna fumaria indipendente dalle altre.

Le dimensioni (diametro, altezza, isolamento) dipendono dalla rugosità del condotto, dalla temperatura e dalla portata dei fumi (che dipende dalla potenza della caldaia collegata alla canna fumaria). Per una scelta di massima si consulti l'**Allegato 5**.

L'altezza minima è quella alla quale i fumi possono essere immessi liberamente in atmosfera. Per le CT a gasolio (L. 615 del 13/7/1966) l'uscita dei fumi deve risultare più alta di 1 metro almeno rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti, ed a qualunque ostacolo o struttura distante meno di 10 metri. Per le CT a gas in assenza di norma specifica si applica la stessa prescrizione.

Per la quota rispetto alle strutture proprie dell'edificio (tetto, ecc.) si consulti ⇒ Norma UNI 7129.

STIMA DELLO SPAZIO NECESSARIO PER LE CENTRALI TERMICHE

Lo spazio occupato dalle centrali termiche è molto variabile e dipende dalla presenza o meno nella CT dei componenti accessori: pompe, serbatoi e scambiatori per la produzione dell'acqua calda sanitaria ed anche dalla necessità di suddividere l'intera potenza necessaria ad un complesso edilizio, in più generatori destinati ad attività diverse (residenza, uffici, attività commerciali, artigianali, sportive, ricreative, scolastiche, ospedaliere) o per la stessa attività destinati a funzioni molto diverse (riscaldamento locali, produzione acqua sanitaria, produzione di vapore, ecc.).

Per un progetto di massima si può stimare l'area netta della pianta di una centrale termica con la seguente formula empirica, valida per utenze civili segue, da P=50 kW fino a P=2000 kW:

Caso 1) centrale termica, comprese le apparecchiature accessorie:

$$\text{Area netta (m}^2\text{)} = 1,5 \cdot \sqrt{P} \quad (\text{con } P \text{ espresso in kW})$$

La potenza P è il fabbisogno di punta dell'edificio: comprende dispersioni per trasmissione attraverso l'involucro; le dispersioni dovute alla ventilazione naturale o forzata dei locali; la potenza necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

Per una stima di massima della potenza termica, in attività nelle quali il fabbisogno termico per la produzione di acqua sanitaria sia normale, si utilizza il dato fornito in **Tabella 5, colonna 4**.

Caso 2) centrale termica, escluse le apparecchiature accessorie.

$$\text{Area netta (m}^2\text{)} = 0,75 \cdot \sqrt{P} \quad (\text{con } P \text{ espresso in kW})$$

Le norme di prevenzione incendi riguardano il locale contenente le caldaie (la causa di pericolo); pertanto se l'area determinata per il caso 1 non è disponibile (ad esempio nelle ristrutturazioni di edifici esistenti) è *possibile suddividere lo spazio per la CT in due zone di pari area: la prima, destinata alle sole caldaie e la seconda destinata a tutte le altre apparecchiature (che sono considerate non pericolose); il vantaggio deriva dal fatto che il secondo locale non deve soddisfare a requisiti specifici riguardanti: ubicazione, accesso, aerazione, resistenza al fuoco.*

Caso 3) centrale termo-frigorifera, contiene tutte le apparecchiature termo-idrauliche (pompe, serbatoi, valvole di regolazione) per la climatizzazione invernale ed estiva e la produzione di acqua sanitaria con esclusione dello spazio per la macchina frigorifera che deve essere necessariamente posta in uno spazio separato, pertanto la formula diventa:

$$\text{Area netta (m}^2\text{)} = 1,5 \cdot \sqrt{P} \quad (\text{con } P \text{ espresso in kW})$$

La potenza P è il valore maggiore tra il fabbisogno di potenza frigorifera e quella termica. Per una stima di massima della potenza P si utilizzano i dati di **Tabella 5, colonne 4 e 5**.

Forma del locale CT.

Si possono stimare le due dimensioni A x B della CT, usando il seguente criterio che tiene conto degli spazi per la manutenzione e del fatto che per P > 350 kW è necessario suddividere la potenza totale in più generatori.

- A = lunghezza centrale per N generatori: $LU_C = N \times la + (N + 1) \times 0,6 \text{ [m]} + L_{app}$
 L_{app} = lunghezza per apparecchi accessori = 3 - 4 [m]
- B = larghezza centrale pari a quella necessaria per un generatore: $LA_C = lu + 2 \text{ [m]}$

Dimensioni medie del generatore singolo fino a 300 kW:

la = larghezza circa 0,8 - 1 m;

lu = lunghezza circa 1,2 m - 1,6 m.

STIMA DELLO SPAZIO PER LE CENTRALI FRIGORIFERE

I locali contenenti macchine frigorifere ad assorbimento alimentate a gas sono soggette alle stesse norme delle C.T.

I locali delle contenenti macchine frigorifere a compressione non possono essere destinati ad altri usi (per es. C.T.), l'accesso deve avvenire dall'esterno o da disimpegno aerato.

Per l'ubicazione e la ventilazione della C.F come prima approssimazione usare i requisiti della C.T.; per informazioni più precise si consulti la norma UNI 8011.

Per una valutazione di massima della potenza di picco della macchina frigorifera, in edifici civili con normale dotazione di apparecchi elettrici, moltiplicare il carico frigorifero unitario di **Tabella 5, colonna 5** per il fattore 1,5 che tiene conto della potenza necessaria per il trattamento dell'aria umida e della contemporaneità delle diverse zone, ovvero:

$$\text{Potenza M.F. (kW)} = 1,5 \times [\text{Carico frigorifero unitario (W/m}^2) \times \text{Area Climatizzata (m}^2)] / 1000$$

Le macchine frigorifere devono essere raffreddate con acqua oppure con aria esterna aria.

Nel primo caso sono più compatte e vanno ubicate all'interno dell'edificio, ma è necessario produrre l'acqua di raffreddamento mediante una torre evaporativa posta all'esterno del fabbricato.

Nel secondo caso esistono versioni per interno e per esterno, ma la potenza massima non supera i 300 kW frigoriferi.

A) Macchine frigorifere raffreddate ad aria, dotate di ventilatori centrifughi, per l'installazione all'interno dell'edificio. La maggior parte dei dati del grafico è interpretata dalla retta che ha l'espressione:

$$\text{Area (m}^2) = 8 + P \text{ (kW)} / 25$$

L'aria per il raffreddamento della MF deve essere immessa ed espulsa dal locale mediante canali con portata pari a: $V_a = 600 \times P \text{ (kW)}$ [m³/h] e sezione netta dei condotti e delle griglie di ingresso uscita, pari a:

$$S_{canali} \text{ (dm}^2) = 3 \times P \text{ (kW)}$$

B) Macchine frigorifere raffreddate ad acqua, per l'installazione all'interno dell'edificio. I valori sono compresi in una fascia piuttosto ampia e la linea retta che delimita superiormente i dati ha l'espressione:

$$\text{Area (m}^2) = 6 + P \text{ (kW)} / 50$$

Se nel locale ci sono anche gli apparecchi accessori (serbatoi, pompe, scambiatori, quadri elettrici), lo spazio necessario diventa 1,5 x Superficie Netta della macchina frigorifera.

C) Macchine frigorifere monoblocco raffreddate ad aria, dotate di ventilatori elicoidali: sono adatte per l'installazione all'esterno : orientativamente **occupano uno spazio 2 - 3 volte maggiore rispetto a quello delle macchine raffreddate ad acqua**, ma non hanno bisogno della torre evaporativa.

Una stima più precisa si ottiene selezionando le macchine da uno o più cataloghi in tal caso conviene raddoppiare la superficie netta occupata dalla macchina per tenere conto dello spazio per montaggio e manutenzione e aggiungere il 50% dello spazio così ottenuto per tenere conto degli eventuali apparecchi accessori presenti nel locale.

D) Torri evaporative: le macchine raffreddate ad acqua hanno bisogno della fornitura continua di acqua fredda che, generalmente, non si può prelevare da corpi idrici naturali e perciò viene prodotta da una torre evaporativa che deve essere posta all'esterno dell'edificio. Per una stima di massima: la superficie occupata dalle T.E. è pari a quella netta della M.F. cioè:

$$\text{Area (m}^2) = 3 + P \text{ (kW)} / 100$$

STIMA DELLO SPAZIO PER LE UNITA' DI TRATTAMENTO DELL'ARIA

Per gli impianti di termoventilazione (solo riscaldamento) la portata d'aria per persona è quella data da **Tabella 5, colonna 3**.

Per gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva a ventilconvettori più aria primaria, la portata d'aria è quella di **Tabella 5, colonna 3**, incrementata di circa 30%.

Per gli impianti di condizionamento a tutta aria con distribuzione effettuata mediante uno o più condotti posti nella zona centrale del soffitto, la portata d'aria si può stimare come segue:

$$\text{Portata d'aria (m}^3/\text{h)} = 0,24 \times \text{Carico frigorifero unitario (W/m}^2\text{)} \times \text{Area da raffreddare (m}^2\text{)}$$

Altezza H della MTA dipende dai criteri di progetto, mediamente la velocità media nella sezione verticale è pari a circa 2 m/s pertanto una stima della sezione della MTA è data da :

$\text{Sezione (m}^2\text{)} = \text{Portata d'aria in m}^3/\text{h} / 7200 = \text{Carico frigorifero in kW} / 30$

Scegliendo la sezione quadrata $S = H^2$ si ottiene $H = \sqrt{S}$ oppure con sezione rettangolare $S = H \times 2H$ si ottiene $H = \sqrt{S/2}$.

La lunghezza della macchina dipende dalle sezioni di trattamento volute; valori medi 4 ÷ 6 m;

La dimensione in metri del locale, tenuto conto dello spazio per la manutenzione, si può calcolare come segue:

$$(2 \times \text{Larghezza MTA} + 0,60) \times (\text{Lunghezza macchina} + 1,80)$$

Per portate inferiori a 3000 m³/h si possono utilizzare piccole macchine di trattamento con altezza 60 - 80 cm, installate a soffitto.

Per una approssimazione migliore conviene riferirsi al catalogo di uno specifico costruttore.

Tabella 5 - Carichi termici, frigoriferi, elettrici, per unità di superficie netta^(*)

DESTINAZIONE D'USO	AFFOLLAMENTO (persone /m ²)	RICAMBIO D'ARIA m ³ /h/persona	CARICO ⁽¹⁾ TERMICO (W/m ²)	CARICO ⁽²⁾ FRIGORIFERO (W/m ²)	POTENZA ⁽³⁾ ELETTRICA (W/m ²)
<i>RESIDENZA E SIMILI</i>					
Alloggi di superficie media	0,04	40	65	85-110	10-45
ALBERGHI (camere-sogg.)	0,05-0,20	40	85	110-170	10-30
UFFICI (singoli-open sp.)	0,06-0,12	40	100	105-200	45-100
SCUOLE (varie-università)	0,40-0,60	20-25	120	160-250	20-65
<i>LOCALI PUBBLICI</i>					
SALE da RIUNIONE	0,60	36	150	160-250	20-65
SALE Confer.- Auditorium	1,2	20	170	150-415	10-30
SALE CINEMA-TEATRI	1,5	20	200	150-415	10-30
BAR-RISTORANTI	0,80-0,60	40-36	250	280-475	15-25
SALE da BALLO	1,0	60	330	385-475	20-65
PALESTRE(gioco-tribune)	0,20-1,5	60-24	130-200	190-360	20-65
Esposizioni, Mostre, Fiere, Banche (zona pubblico)	0,20	36	125	105-240	20-45
Librerie, Musei	0,30	20-22	100	110-190	10-30
<i>CENTRI COMMERCIALI</i>					
Piano terra	0,25	32	110	95-170	20-45
Piano principale	0,25-0,50	32	130	110-250	40-100
Piani superiori	0,25	32	130	95-135	20-40
NEGOZI VARI	0,10-0,20	32-42	100	120-250	10-35
Farmacia	0,10-0,20	32	100	210-345	10-35

(*) i dati da applicare al singole zone climatizzate, esclusi vani scala, vani ascensore, vani tecnici.

(1) Differenza di temperatura int-ext = 25°C, trasmittanza Kpareti = 0,6 W/m²K, Kfinestre = 3 W/m²K, ricambi d'aria secondo UNI 10399, recupero del calore se la portata di rinnovo supera 10000 metricubi/ora.

(2) Temperatura esterna di 35°C, interna di 26°C, URint=50%, ricambio d'aria 20 metricubi/ora per persona

(3) Si tratta della potenza utilizzata contemporaneamente.

STIMA DELLE DIMENSIONI DEI CANALI PER L'ARIA

Per impianti di climatizzazione invernale ed estiva a tutta aria il calcolo di massima si effettua scegliendo la velocità tipica, suggerita in Tab. 6 e 7 - **Allegato 6**.

Per l'alloggiamento in controssoffitto il canale sarà rettangolare con rapporti dei lati non troppo elevato (fino ad 1:3). Per le sezioni più grandi il canale principale viene suddiviso in più canali che alimentano zone diverse dell'impianto.

Alle dimensioni nette dei canali che trasportano aria calda all'interno di ambienti freddi deve essere aggiunto lo spessore dell'isolamento termico minimo, pari a di 3 cm, e in quelli che trasportano aria fredda lo spessore di 1,5 cm per evitare le condensazioni d'inverno o d'estate.

Esempio.

N° 10 AULE UNIVERSITARIE per 200 persone.

Indice di affollamento = 0,5 persone / m² da Tabella 4.

Stima superficie pianta: 200 persone / (0,5 persone/ m²) = 400 m²

Carico termico unitario: 120 W/m² da Tabella 4.

Potenza caldaia per 10 aule: 400 m² x 120 W/m² x 10 = 480 kW

Superficie C.T. = 2 x $\sqrt{480}$ = 44 m²

Carico frigorifero unitario: 180 W/m² da Tabella 4.

Potenza macchina frigorifera per 10 aule = 2 x 400 m² x 180 W/m² x 10 = 1440 kW

Superficie occupata da M.F. raffreddata ad acqua = 35 m² (formula)+accessori (50%) = 52 m².

Caso 1 : IMPIANTO A TUTTA ARIA DI OGNI AULA

- Portata d'aria: 0,24 x 180 x 400 m² = 17280 m³/h = 4,8 m³/s.
- Dimensione canali principali, con velocità di 6 m/s: $A = 4,8 \text{ m}^3/\text{s} / 6 \text{ m/s} = 0,8 \text{ m}^2$, con sezione tonda si ha $D_p = \sqrt{A / 0,785} = 1,0 \text{ m} + 2 \times 3 \text{ cm}$ (spessore isolante se necessario).
- Numero bocchette o anemostati: 35 da 500 m³/h.
- Dimensione canali secondari nell'ipotesi di suddividere la mandata principale in N = 6 canali tondi con portata 17280 / 6 = 2880 m³/h (con 6 anemostati da 500 m³/h), il diametro di ciascun canale è $D_s = D_p \sqrt{N} = 41 \text{ cm} + 2 \times 3 \text{ cm}$ (spessore isolante se necessario).
- Altezza MTA da catalogo, oppure dimensionata in base a velocità media nella sezione verticale pari a 2 m/s, ed con sezione rettangolare di forma H x 2H, area $S = 2 \times H^2$; essendo $S = 4,8 \text{ m}^3/\text{s} / 2 \text{ m/s} = 2,4 \text{ m}^2$ si ottiene $H = \sqrt{S / 2} = 1,1 \text{ m}$.
- Lunghezza MTA: è funzione del numero dei trattamenti, in media è pari a 5 x H = 4 - 6 m.
- Superficie del locale MTA compresa area per la manutenzione = 35 m² (grafico) oppure Larghezza = 0,6 + 2 x 2H = 5 m; Lunghezza = 1.2 + 5H = 6,7 m

Caso 2 : IMPIANTO A VENTILCONVETTORI PIÙ ARIA PRIMARIA DI OGNI AULA

- Portata d'aria: 1,3 x portata di rinnovo (1,3 x 25 m³/h per persona x 200 persone = 6500 m³/h = 1,81 m³/s)
Dimensione canali principali, con velocità di $w_a = 6 \text{ m/s}$:
 $A = 1,81 \text{ m}^3/\text{s} / 6 \text{ m/s} = 0,30 \text{ m}^2$, con sezione tonda si ha:
 $D_p = \sqrt{A / 0,785} = 0,62 \text{ m} + 2 \times 3 \text{ cm}$ (spessore isolante se necessario).
- Dimensione canali secondari: suddividendo la mandata in N = 3 canali tondi con portata 6500 / 3 = 2167 m³/h, il diametro di ciascuno è $N \times D_s^2 = D_p^2$ ovvero $D_s = 0,62 / \sqrt{3} = 0,36 \text{ cm} + 2 \times 3 \text{ cm}$ (spessore isolante se necessario).
- Dimensioni bocchette: per ogni canale secondario si hanno 7 bocchette da 300 m³/h per bocchetta; con $w_a = 2 \text{ m/s}$ si ottiene: $A_{\text{bocc}} = 300 / (3600 \times 2) = 0,083 \text{ m}^2 = 830 \text{ cm}^2 = 22 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$.

STIMA DELLO SPAZIO PER VANI TECNICI

I dati che seguono sono stati ottenuti valutando in modo sistematico lo spazio occupato dalle canalizzazioni in alcuni progetti di edifici residenziali multipiano nei quali si è cercato di razionalizzare la collocazione delle stesse.

Il dato può essere esteso, con cautela, alle destinazioni d'uso civili simili (uffici, scuole, ...).

Considerando alloggi da 80 m², su un edificio da 6 piani con tre-quattro alloggi per piano le asole tecniche hanno i seguenti valori medi:

- per locale cucina: (canali di espulsione vapori e fumi tramite cappe, scarichi)= 35 x 85= 0,3 m²;
- per locale bagno: (colonne di scarico) = 35 x 35 = 0,12 m²;
- per servizi generali (acqua calda fredda, elettricità, gas): 20 x 50 = 0,10 m²;
- per canne fumarie di eventuale impianto autonomo di riscaldamento: 35 x 70 = 0,24 m².

Negli edifici più complessi è necessaria una valutazione analitica della dimensione dei vani tecnici. In tal caso è necessario procedere come segue:

- si valuta il numero di tubi da alloggiare nel cavedio, in base ad uno schema di massima che comprenda i collegamenti tra tutte le macchine dell'impianto; caldaia, macchina frigorifera, UTA (possono essere molte), torre evaporativa.
- si valuta la portata dei diversi circuiti in base alla potenza da trasportare ed al salto di temperatura fissato (mediamente 15°C per i circuiti di riscaldamento e 5°C per quelli di raffreddamento);
- si valuta, con il grafico di fig. 7 , il diametro delle tubazioni, scegliendo la linea azzurra per le tubazioni di acqua refrigerata, le linee rossa oppure viola per le tubazioni calde a seconda che il vano tecnico attraversi una zona non riscaldata oppure una zona riscaldata;
- si valutano gli spazi per scarichi, condotti espulsione fumi da piccoli bar e luoghi di cottura come nel caso degli alloggi;
- si valutano i diametri delle tubazioni per acqua sanitaria ed antincendio;
- si dispongono le tubazioni ed i canali in linea senza sovrapposizioni;
- si incrementa la lunghezza del vano ottenuto del 30% per i servizi elettrici;
- si aggiunge una larghezza utile > di 80 cm per l'accesso di una persona;
- si racchiude il vano tecnico con una struttura REI 120;
- si predispongono accessi ad ogni piano mediante porte REI 120.

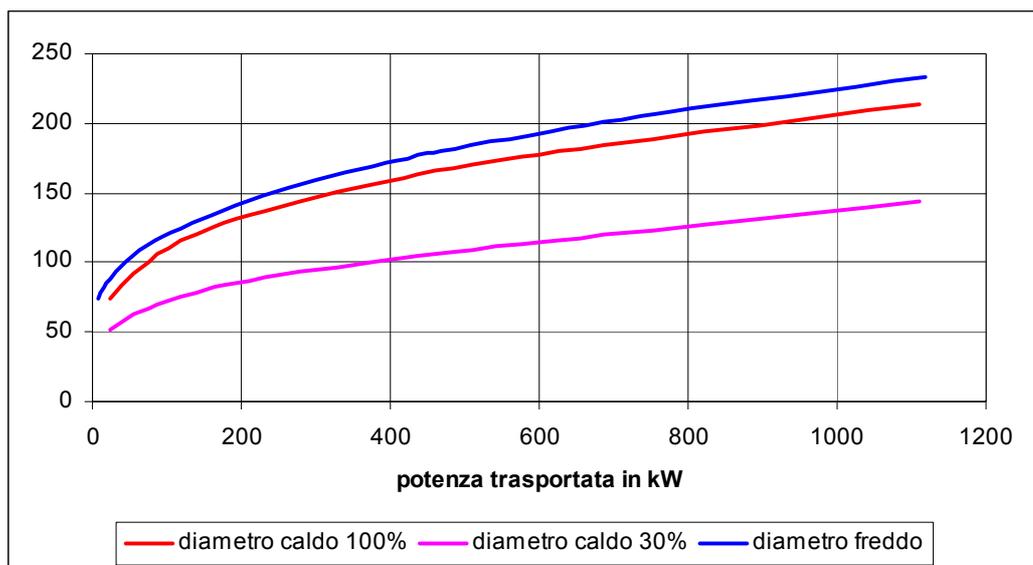


Fig. 7

STIMA DELLO SPAZIO PER ALTRE CENTRALI

C. Idrica con pompe e serbatoio autoclave: circa 40% della CT + serbatoio interrato di prima raccolta. Evitare di porre la C.I. in locali confinanti con zone destinate al riposo o studio o attività che richiedono un basso livello di rumore.

C. Idrica Antincendio con pompe e serbatoio (interrato) per riserva antincendio: circa uguale CT.

Gruppo elettrogeno : 50% CT (Ubicazione, accesso, aerazione: come CT)

Gruppo di continuità : 50% CT (Accesso dall'esterno o da disimpegno aerato. Aerazione come CT a gas.)

Cabina elettrica (trasformatori + quadro generale): sup. pianta pari a circa \sqrt{P} , con P = potenza elettrica in kW (es. per P=160 kW si ha 3 m x 4 m x H=2,5 m).

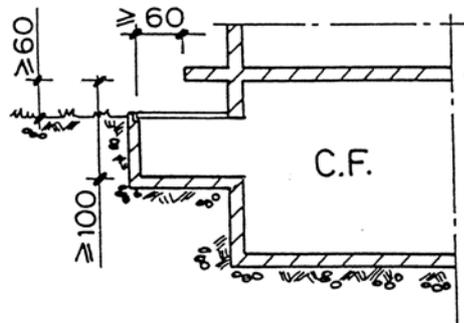
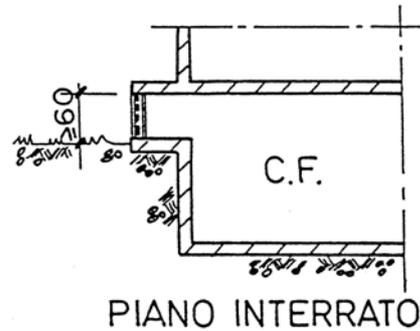
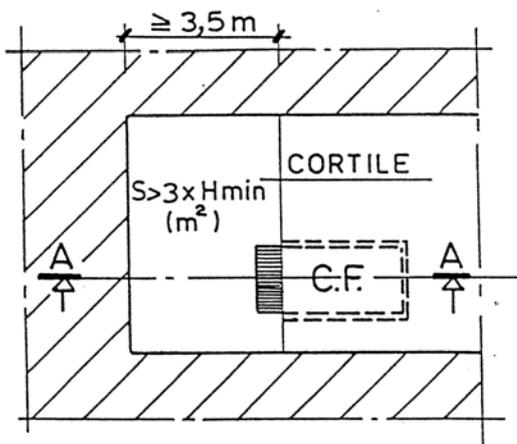
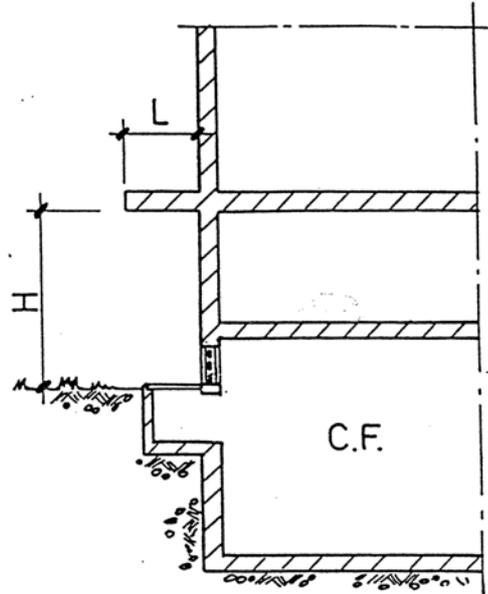
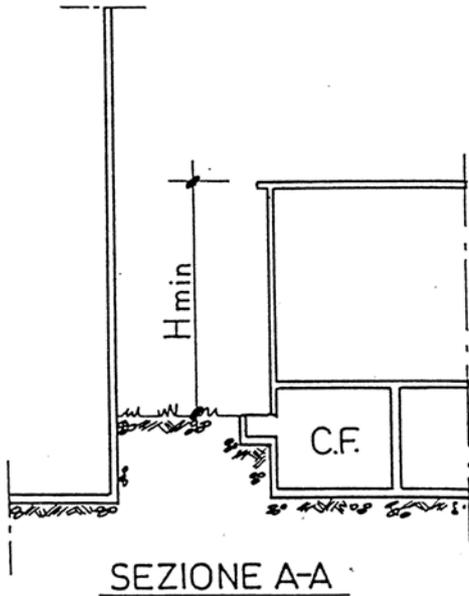
L'aerazione può essere naturale o forzata con portata necessaria ad asportare il calore generato dal trasformatore, per potenze fino a 200 kW è sufficiente una superficie di 0,3 - 0,5 m², in alto ed in basso.

Accesso dall'esterno o da disimpegno aerato.

Per una valutazione di massima della potenza elettrica nominale in edifici civili con apparecchi di illuminazione e normale dotazione di apparecchi per uso generale, usare dati di **Tabella 5**.

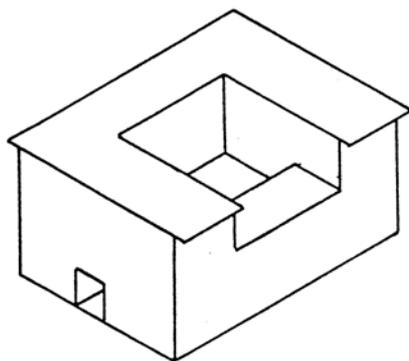
CENTRALE FRIGORIGENA - PIANTE E SEZIONI
DEFINIZIONI DI SPAZIO A CIELO LIBERO.

RIF. CIRCOLARE N° 68/N° 31

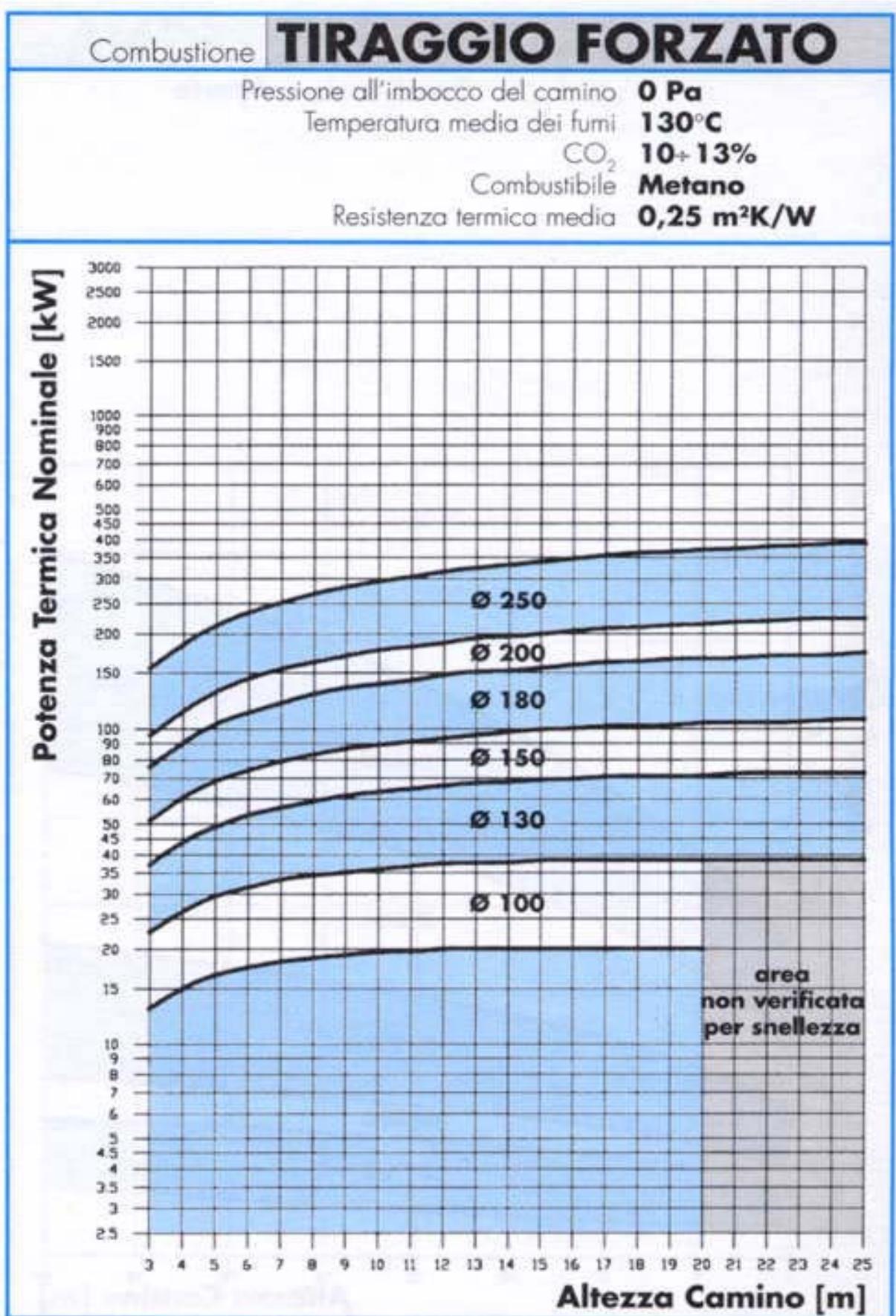


AERAZIONE : C.F. PIANO SEMINTER.
C.F. PIANO INTERRATO

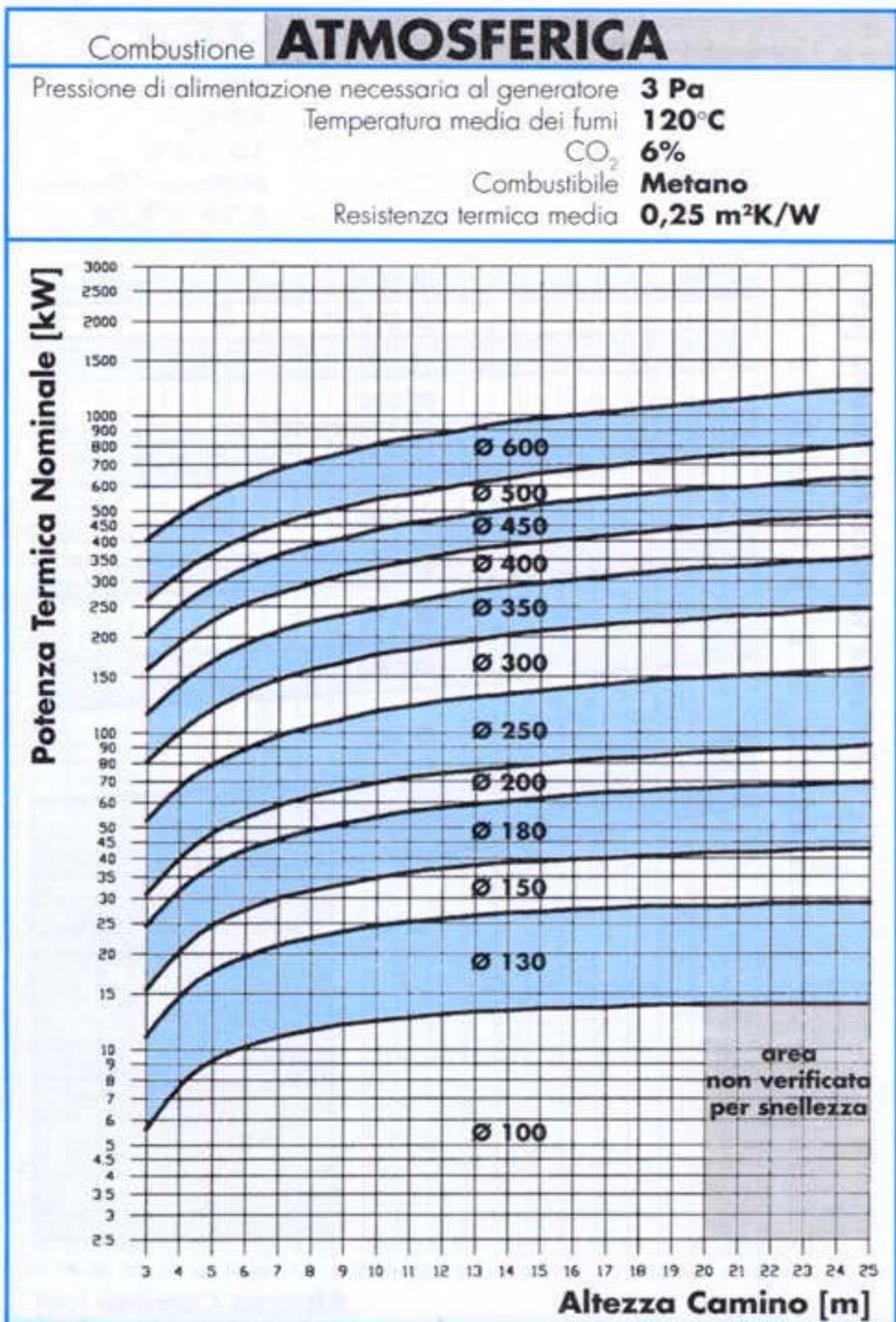
$$\frac{H}{L} \geq 2$$



ALLEGATO 4



Allegato 5a - Camini



Allegato 5b – Camini

TABELLA 6.

Scelta della velocità dell'aria (consigliata e massima) per impianti di condizionamento di tipo convenzionale

Elemento	Velocità consigliata (m/s)		
	Edifici residenziali	Edifici pubblici Scuole Teatri	Edifici
Preso aria esterna (1)	2,5	2,5	2,5
Bocca premente ventilatore	5 - 8	6,5 - 10	8 - 12
Canali principali (2)	3,5 - 4,5	5 - 6,5	6 - 9
Canali secondari (2)	3	3 - 4,5	4 - 5
Montanti secondari (2)	2,5	3 - 3,5	4
	Velocità massima (m/s)		
Preso aria esterna (1)	4	4,5	6
Bocca premente ventilatore	8,5	7,5 - 11	8,5 - 14
Canali principali (2)	4 - 6	5,5 - 8	6,5 - 11
Canali secondari (2)	3,5 - 5	4 - 6,5	5 - 9
Montanti secondari (2)	3,3 - 4	4 - 6	5 - 8

N.B. 1) Queste velocità sono riferite all'area lorda frontale, mentre le altre sono riferite all'area netta.

2) Solo per impianti a bassa pressione.

TABELLA 7. Velocità di efflusso massime per le bocchette di mandata dell'aria in base al livello sonoro ammissibile (m/s)

Tipo di applicazione	Portata (m ³ /h)		
	170	850	3400
Studi radiofonici	4,20	3,00	1,80
Sale da concerto	4,50	3,60	2,40
Teatri, scuole, sale da conferenze (50 persone)	5,30	4,50	3,30
Appartamenti, alberghi, camere da letto, sale per conferenze (20 persone), cinema, ospedali, chiese, tribunali, biblioteche	6,00	5,10	4,10
Piccoli uffici privati	7,20	5,90	5,00
Ristoranti	10,00	8,00	6,70
Palestre, sale per stenodattilografie	12,50	9,70	8,00
Industrie silenziose	8,50	7,00	5,70
Industrie rumorose	19,0	17,0	12,5

N.B. Le limitazioni di velocità sono valide per bocchette con angolo di deflessione orizzontale 0° e verticale 0°.

I valori riportati sono ricavati dal confronto tra il rumore causato dalla bocchetta ed il livello sonoro dei diversi ambienti in base alla loro destinazione.

ALLEGATO 6