UFFICIO AUTONOMO LAVORI
Genio Militare per il Ministero della Difesa
2^ SEZIONE LAVORI - ROMA



PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI POTENZIAMENTO DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE
Ten. ing. RN

IL COLLABORATORE DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ten. Col. ing. RN Antonio CARPENTIERO

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Col. g (gua) RN Gianpaolo FRANCHI

PROGETTISTA:
Ing. Gian Piero CUNDARI



Descrizione:

RELAZIONE DI CALCOLO
IMPIANTI MECCANICI

C.C - GPC.2025-012	
DISEGNO N. PE.IM.RC-01	REV. N. 01
SCALA F.S.	DATA 03/04/026

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	VISTO
01	05/05/2026	AGGIORNAMENTO VALIDAZIONE		GPC

SOMMARIO

1. DATI GENRALI
2. RIFERIMENTI NORMATIVI
3. PROCEDURE DI CALCOLO
3.1 Procedura di dimensionamento delle reti aerauliche
3.2 Unità di ventilazione e/o trattamento
4. PROGETTO IMPIANTO AERAULICO
4.1 Vincoli di progetto
4.2 Tabelle risultati del calcolo

1. DATI GENERALI

Nella presente relazione tecnica è descritto il sistema aeraulico progettato per l'edificio sito in Roma.

Numero di impianti: 1

ELENCO IMPIANTI

Descrizione impianto	Tipologia impianto
ESTRAZIONE	Ripresa

DATI DI CALCOLO

Temperatura aria di mandata (T_m): 14,0 °C
Coefficiente di sicurezza (c_s): 1,5
Classe di perdita d'aria: Classe di tenuta ATC 2

TIPO DI CALCOLO RETE DI RIPRESA

Tipologia di calcolo: Perdita di carico cost.
Perdita di carico lineare di progetto (Δp_{lin}): 2,0 Pa/m
Velocità massima: 11,0 m/s
Velocità massima (tratti terminali): 12,0 m/s

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono riportati i principali riferimenti normativi e bibliografici inerenti alla progettazione delle reti aerauliche.

Normativa:

UNI EN 16798-3	Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti

Bibliografia:

ASHRAE	Handbook – Fundamentals
ASHRAE	Duct fitting database

3. PROCEDURE DI CALCOLO

Il dimensionamento dei condotti aeraulici e la determinazione della prevalenza dei ventilatori si basano sul calcolo delle perdite di carico nei tratti di canale, in funzione delle portate di progetto previste in corrispondenza dei vari dispositivi di emissione (bocchette).

Le perdite di carico all'interno dei canali d'aria possono essere di due tipologie:
-perdite di carico distribuite, dovute al fenomeno di attrito con le pareti interne dei canali per effetto della rugosità;
-perdite di carico concentrate, dovute a resistenze localizzate che si verificano per effetto della presenza di dispositivi o accidentalità.

La perdita di carico per attrito distribuito, Δp_{lin} [Pa], è calcolata con la formula:

$$\Delta p_{lin} = f \cdot L/D_h \cdot \rho/2 \cdot v^2$$

dove:

f è il coefficiente di attrito distribuito, calcolato con la formula di Colebrook;
L è la lunghezza del tratto di canale, espressa in metri;
D_h è il diametro idraulico, espresso in metri;
ρ è la massa volumica dell'aria nel canale, espresso in kg/m³;
v è velocità dell'aria nel tratto di canale espresso in m/s.

La perdita di carico (concentrata) per le accidentalità del tratto, Δp_{acc} [Pa], è calcolata con la formula:

$$\Delta p_{acc} = C \cdot \rho/2 \cdot v^2$$

dove:

C è il coefficiente di perdita localizzata (per raccordi, curve, accidentalità);
ρ è la massa volumica dell'aria nel canale, espressa in kg/m³;
v è la velocità dell'aria nel tratto di canale, espressa in m/s.

3.1 Procedura di dimensionamento delle reti aerauliche

In generale il dimensionamento dei canali di distribuzione può essere condotto principalmente secondo i due seguenti criteri:
-calcolo a perdita di carico costante;
-calcolo a recupero di statica.

Per quanto riguarda il "calcolo a perdita di carico costante", in tal caso inizialmente si calcola la dimensione del canale (in termini di diametro idraulico) in modo tale che la perdita di carico per unità di lunghezza [Pa/m] (perdita di carico lineare ammissibile) sia mantenuta costante.
In funzione della forma (circolare o rettangolare) e del tipo di arrotondamento è assegnata la dimensione effettiva.
La velocità è limitata dal valore inserito come velocità massima ammissibile.

Per quanto riguarda il "calcolo a recupero di statica", tale criterio è utilizzabile solo nel caso di reti di mandata. Tale metodo prevede il dimensionamento del canale in modo tale che la perdita di carico del tratto in esame sia recuperata dalla trasformazione di una frazione della pressione dinamica del tratto precedente in pressione statica.

Per ottenere il recupero della pressione dinamica in pressione statica, la velocità deve ridursi continuamente lungo il percorso: ciò può causare un aumento della dimensione lungo il percorso stesso.

3.2 Unità di ventilazione o trattamento

In generale, per la determinazione della prevalenza del ventilatore, il riferimento è costituito dalla perdita di carico complessiva del percorso impiantistico che conduce all'emettitore sfavorito (bocchetta).

Ai fini del dimensionamento del/i ventilatore/i, è stato utilizzato un coefficiente di sicurezza pari a 1,50 come moltiplicatore delle perdite di carico totali adottate come riferimento per la prevalenza teorica. Tale coefficiente è utilizzato per sovradimensionare la prevalenza del ventilatore al fine di tener conto di perdite di carico aggiuntive causate, per esempio, da una imperfetta installazione, da modifiche in corso d'opera per il superamento di ostacoli imprevisti e simili.

4. PROGETTO IMPIANTO AERAULICO

La distribuzione dell'aria avverrà tramite l'installazione di tipologie di canali aventi le caratteristiche di seguito dettagliate.

Canali metallici isolati:

Descrizione	Forma	Isolante	Spessore isolante [mm]
Canali in acciaio zincato (giunti longitudinali a 0,76 m)	Rettangolare		0

L'immissione e/o l'estrazione di aria verrà effettuata tramite terminali (bocchette) aventi le caratteristiche di seguito dettagliate.

Marca – Serie - Modello	Descrizione	Attacco
TECNOVENTIL/1500*650		Rettangolare

La distribuzione dell'aria è stata inoltre progettata in maniera tale da garantire un bilanciamento ottimale delle perdite di carico.

4.1 Vincoli di progetto

Per gli impianti (di mandata e/o ripresa) oggetto della presente relazione tecnica, si indicano di seguito le principali caratteristiche e i principali vincoli di progetto adottati.

Elenco degli impianti presenti nel progetto e loro tipologia:

Descrizione impianto	Tipo
ESTRAZIONE	Ripresa

Di seguito si riportano i principali vincoli adottati nel progetto della/e rete/i di "ripresa".
-Criterio di dimensionamento dei canali: Perdita di carico cost.
-Perdita di carico lineare ammissibile [Pa/m]: 2
-Velocità massima [m/s]: 11,0
-Velocità massima tratti terminali [m/s]: 12,0

4.2 Tabelle risultati di calcolo

1 ESTRAZIONE

ACCIDENTALITÀ TRATTI DI RETE

Nodi	Dimensione [mm]	Lunghezza [m]	Portata [m^3/h]	Coeff. c accidentalità	Coeff. c aggiuntivo
0-1	450 x 450	0,42	7474,40		0,00
1-2	450 x 450	1,24	7474,40		0,00
2-3	450 x 450	2,45	7474,40	CD3-02 Curva circolare ø = 90° - r/D = 1 - D = 75 / c=0,44	0,00
3-4	450 x 450	1,40	7474,40	CD3-02 Curva circolare ø = 90° - r/D = 1 - D = 75 / c=0,44	0,00
4-7	700 x 300	1,08	3549,75	/ c=0,00	0,00
7-8	700 x 300	1,47	3549,75	CD3-02 Curva circolare ø = 90° - r/D = 1 - D = 75 / c=0,44	0,00

ACCIDENTALITÀ TRATTI DI RETE CON BOCCHETTE A CANALE

Nodi: 4-5
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Portata [m³/h]	Coeff. c accidentalità	Coeff. c aggiuntivo	Percorso bocchetta
1	4	-	1,16	3924,65	/ c=0,00	0,00	No
2	-	5	0,81	0,00	ER5-01 Giunzione Rettangolare curva - Diritto - Ripresa (As+Ab>=Ac - r/Wb=1) - As/Ac= 1 - Ab/Ac= 1 - Qs/Qc= 0,6 / c=0,72	0,00	No
-	-	6	0,00	3924,65	ER5-01 Giunzione Rettangolare curva - Diramazione - Ripresa (As+Ab>=Ac) - r/Wb=1 - As/Ac= 1 - Ab/Ac= 1 - Qb/Qc>= 0,6 / c=0,59	0,00	Sì

Nodi: 8-9
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Portata [m³/h]	Coeff. c accidentalità	Coeff. c aggiuntivo	Percorso bocchetta
1	8	-	0,94	3549,75	CD3-04 Curva circolare ø = 45° - r/D = 1 - D = 75 / c=0,20	0,00	No
2	-	9	0,90	0,00	ER5-01 Giunzione Rettangolare curva - Diritto - Ripresa (As+Ab>=Ac - r/Wb=1) - As/Ac= 1 - Ab/Ac= 1 - Qs/Qc= 0,6 / c=0,72	0,00	No
-	-	10	0,00	3549,75	ER5-01 Giunzione Rettangolare curva - Diramazione - Ripresa (As+Ab>=Ac) - r/Wb=1 - As/Ac= 1 - Ab/Ac= 1 - Qb/Qc>= 0,6 / c=0,59	0,00	Sì

RISULTATI TRATTI DI RETE

Nodi	Quota iniziale/finale [m]	Dimensione [mm]	Spessore [mm]	Lunghezza [m]	Portata [m^3/h]	Velocità [m/s]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Bocchetta
0-1	4,1 / 4,1	450 x 450	0,8	0,42	7474,40	10,25	1	1	No
1-2	4,1 / 4,1	450 x 450	0,8	1,24	7474,40	10,25	3	4	No
2-3	4,1 / 4,1	450 x 450	0,8	2,45	7474,40	10,25	34	38	No
3-4	4,1 / 2,6	450 x 450	0,8	1,40	7474,40	10,25	31	69	No
4-7	2,6 / 2,6	700 x 300	0,8	1,08	3549,75	4,70	1	69	No
7-8	2,6 / 2,6	700 x 300	0,8	1,47	3549,75	4,70	7	76	No

RISULTATI TRATTI DI RETE CON BOCCHETTE A CANALE

Nodi: 4-5
Dimensione: 700 x 300 mm
Spessore: 0,8 mm
Quota iniziale/finale: 2,6 / 2,6 m
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Portata [m^3/h]	Velocità [m/s]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Percorso bocchetta
1	4	-	1,16	3924,65	5,19	1	70	No
2	-	5	0,81	0,00	0,00	0	70	No
-	-	6	0,00	3924,65	1,12	52	122	Sì

Nodi: 8-9
Dimensione: 700 x 300 mm
Spessore: 0,8 mm
Quota iniziale/finale: 2,6 / 2,6 m
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza [m]	Portata [m^3/h]	Velocità [m/s]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Percorso bocchetta
1	8	-	0,94	3549,75	4,70	3	79	No
2	-	9	0,90	0,00	0,00	0	79	No
-	-	10	0,00	3549,75	1,01	43	122	Sì

RISULTATI BOCCHETTE

Marca e modello	Descrizione	Locale	Nodo	Quota [m]	Attacco [mm]	Portata nom. [m^3/h]	Portata calc. [m^3/h]	Δp nom. [Pa]	Δp calc. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp nodo [Pa]
TECNOVENTIL/1500*650		LOCALE 1	6	2,65	1 500x650	3650,00	3924,65	45	52	0	122
TECNOVENTIL/1500*650		LOCALE 1	10	2,65	1 500x650	3650,00	3549,75	45	43	0	122

Legenda:
nom.: nominale
calc.: calcolata
serr.: serranda

DETTAGLIO PERDITE DI CARICO

Nodi	Portata [m^3/h]	Lungh. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. c	Velocità [m/s]	Rugos. [mm]	Δp lin. unitaria [Pa/m]	Δp lineare [Pa]	Δp acc. [Pa]	Δp bocch. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Bocch.
0-1	7474,40	0,42	450 x 450	0,00	10,25	0,15	2,41	1	0	0	0	0	1	1	No
1-2	7474,40	1,24	450 x 450	0,00	10,25	0,15	2,41	3	0	0	0	0	3	4	No
2-3	7474,40	2,45	450 x 450	0,44	10,25	0,15	2,41	6	28	0	0	0	34	38	No
3-4	7474,40	1,40	450 x 450	0,44	10,25	0,15	2,41	3	28	0	0	0	31	69	No
4-7	3549,75	1,08	700 x 300	0,00	4,70	0,15	0,60	1	0	0	0	0	1	69	No
7-8	3549,75	1,47	700 x 300	0,44	4,70	0,15	0,60	1	6	0	0	0	7	76	No

Legenda:
tir.: tiraggio
serr.: serranda

DETTAGLIO PERDITE DI CARICO DEI TRATTI DI RETE CON BOCCHETTE A CANALE

Nodi: 4-5
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniz.	Nodo finale	Portata [m³/h]	Lungh. [m]	Somma coeff. c	Velocità [m/s]	Rugos. [mm]	Δp lin. unitaria [Pa/m]	Δp lineare [Pa]	Δp acc. [Pa]	Δp bocch. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Bocch.
1	4	-	3924,65	1,16	0,00	5,19	0,15	0,72	1	0	0	0	0	1	70	No
2	-	5	0,00	0,81	0,72	0,00	0,15	0,00	0	0	0	0	0	0	70	No
-	-	6	3924,65	0,00	0,59	1,12	0,00	0,00	0	0	52	0	0	52	122	Sì

Nodi: 8-9
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniz.	Nodo finale	Portata [m³/h]	Lungh. [m]	Somma coeff. c	Velocità [m/s]	Rugos. [mm]	Δp lin. unitaria [Pa/m]	Δp lineare [Pa]	Δp acc. [Pa]	Δp bocch. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp nodo [Pa]	Bocch.
1	8	-	3549,75	0,94	0,20	4,70	0,15	0,60	1	3	0	0	0	3	79	No
2	-	9	0,00	0,90	0,72	0,00	0,15	0,00	0	0	0	0	0	0	79	No
-	-	10	3549,75	0,00	0,59	1,01	0,00	0,00	0	0	43	0	0	43	122	Sì

Legenda:
tir.: tiraggio
serr.: serranda

TEMPERATURE, PRESSIONI E PERDITE D'ARIA

Nodi	Lungh. [m]	Dimensione [mm]	Temp. ingresso [°C]	Temp. uscita [°C]	Portata [m^3/h]	U [$W/(m^2 \cdot K)$]	Potenza [W]	Pressione totale risp. atm. [Pa]	Pressione dinamica [Pa]	Pressione statica media risp. atm. [Pa]	Perdite aria [m^3/h]
0-1	0,42	450 x 450	-	-	7474,40	0,00	0	1	63	-63	-0,04
1-2	1,24	450 x 450	-	-	7474,40	0,00	0	-66	63	-130	-0,19
2-3	2,45	450 x 450	-	-	7474,40	0,00	0	-32	63	-112	-0,34
3-4	1,40	450 x 450	-	-	7474,40	0,00	0	-1	63	-79	-0,16
4-7	1,08	700 x 300	-	-	3549,75	0,00	0	0	13	-14	-0,04
7-8	1,47	700 x 300	-	-	3549,75	0,00	0	7	13	-10	-0,05

Legenda:
U: trasmittanza
risp. atm.: rispetto all'atmosfera

TEMPERATURE, PRESSIONI E PERDITE D'ARIA DEI TRATTI DI RETE CON BOCCHETTE A CANALE

Nodi: 4-5
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniz.	Nodo finale	Lungh. [m]	Temp. ingresso [°C]	Temp. uscita [°C]	Portata [m^3/h]	U [$W/(m^2 \cdot K)$]	Potenza [W]	Pressione totale risp. atm. [Pa]	Pressione dinamica [Pa]	Pressione statica media risp. atm. [Pa]	Perdite aria [m^3/h]	Bocch.
1	4	-	1,16	-	-	3924,65	0,00	0	0	16	-17	-0,05	No
2	-	5	0,81	-	-	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	No
-	-	6	0,00	-	-	3924,65	0,00	0	0	1	-1	0,00	Sì

Nodi: 8-9
Dimensione: 700 x 300 mm
Dettaglio tratti interni:

n.	Nodo iniz.	Nodo finale	Lungh. [m]	Temp. ingresso [°C]	Temp. uscita [°C]	Portata [m^3/h]	U [$W/(m^2 \cdot K)$]	Potenza [W]	Pressione totale risp. atm. [Pa]	Pressione dinamica [Pa]	Pressione statica media risp. atm. [Pa]	Perdite aria [m^3/h]	Bocch.
1	8	-	0,94	-	-	3549,75	0,00	0	10	13	-5	-0,02	No
2	-	9	0,90	-	-	0,00	0,00	0	10	0	10	0,03	No
-	-	10	0,00	-	-	3549,75	0,00	0	10	1	9	0,00	Sì

Legenda:
U: trasmittanza
risp. atm.: rispetto all'atmosfera

DATI RETE

Pressione totale netta: 70 Pa
Coefficiente di sicurezza: 1,5
Perdita di carico aggiuntiva: 0 Pa
Pressione totale di calcolo: 104 Pa
Portata totale rete: 7474 m^3/h
Perdita di calore totale: 0 W
Somma perdite d'aria: 0,03 m^3/h
Somma entrate d'aria: 0,89 m^3/h

Il Progettista

