APP INGEGNERIA

MANUALE UTENTE

DUCT DESIGN

Reti aerauliche

Versione 2.1 ● Settembre 2019

WWW.APPINGEGNERIA.EU – INFO.APPINGEGNERIA@GMAIL.COM

ALL RIGHTS RESERVED

Indice

1. Introduzione 3

2. Il progetto di una rete aeraulica 4

2.1 - Panoramica 4

2.2 – Le portate dei rami 5

2.2.1 – Circuiti 6

2.3 – Metodologia di progetto 7

2.3.1 – Le equazioni disponibili 7

2.3.2 – Metodo a perdita specifica di pressione costante 9

2.3.2.1 – Prevalenza ventilatore e rapporto perdite concentrate/distribuite preliminari 10

2.3.2.2 – Selezione preliminare Base o Diametro di progetto 12

3. Flow chart Duct 2.1 13

4. Input dei dati 14

4.1 – Archivio progetti 14

4.2 – Descrizione della rete 16

4.3 – Scelte dimensionali 17

4.4 – Perdite concentrate 18

5. Risultati 20

5.1 – Calcolo della rete 20

5.2 – Bilanciamento della rete 21

5.2.1 – Incremento delle perdite del circuito più favorito 21

5.2.2 – Recupero di pressione statica 22

5.3 – Stampa 23

6. Calcolo con Duct 2.1 24

7. Utilità 26

8. Bibliografia 27

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

1. Introduzione

Gli impianti di climatizzazione necessitano per il trasporto dell'energia di reti di distribuzione appropriate al fluido di lavoro e, nel caso la distribuzione sia dell'aria, le stesse vengono definite reti aerauliche.

Il software in questione si preoccupa di agevolare il calcolo delle reti aerauliche e la peculiarità dell'applicativo sviluppato è quella di ottenere dei report facilmente verificabili, per poter analizzare eventuali incongruenze inserite ed eventualmente eseguire anche delle verifiche di calcolo a campione.

Non possiamo aspettarci calcoli congruenti nel caso di inserimento di dati errati (input), ma analizzando i report (output) possiamo effettuare una verifica, rispetto a quanto si aveva intenzione di calcolare, non riscontrabile in molti software presenti sul mercato.

Ovviamente lo stesso non vuole essere in contrapposizione ai software in commercio dotati di input dei dati facilitato dall'interazione con strumenti grafici e con data base dei prodotti commerciali utilizzabili, perché ci si riferisce anche a prodotti che necessitano di input dei dati più articolato.

Di contro essere in possesso di uno strumento immediato, affidabile e sicuro nel calcolo, ma descrittivo nel report al punto da poter verificare le fasi di calcolo, determina una condizione di maggiore velocità di utilizzazione.

La tendenza è di utilizzare programmi che interagiscono in modo grafico per l'input dei dati, solitamente si utilizza lo stesso CAD grafico per disegnare la rete di distribuzione direttamente sui disegni esecutivi e rilevare, mediante opportune utilities, i dati geometrici necessari. In realtà l'evoluzione dei CAD è ben più complessa tendendo verso i BIM (Buiding Information Management) che dovrebbero rendere possibile una progettazione integrata e globale degli edifici (architettura e impianti).

Va tenuto presente, tuttavia, che spesso i vincoli dettati dall'utilizzo del software grafico non sono trascurabili e ciò porta spesso a impiegare molto più tempo rispetto ad un classico input manuale magari assistito dallo stesso software.

La filosofia con la quale si è concepito questo applicativo è quella di una velocità di inserimento dati, inserendo dati di default che velocizzano le fasi di input e, come si è già evidenziato, fornire i listati finali in un formato tale da poterne poi

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

facilmente verificarne la congruenza.

2. Il progetto di una rete aeraulica

Contenuti del capitolo:

- ✓ Panoramica
- ✓ Le portate dei rami
- ✓ Circuiti
- ✓ Metodologia di progetto
- ✓ Le equazioni disponibili
- ✓ Metodo a perdita specifica di pressione costante

2.1 - Panoramica

I capitoli che seguono hanno lo scopo di illustrare in maniera sintetica la metodologia di calcolo delle reti di canali per il trasporto dell'aria utilizzata in questo software. Tale metodologia, quando supportata da un adeguato programma di calcolo, porta ad ottenere reti di canali già bilanciate in fase di progetto, con consistenti risparmi di tempi e quindi di costi, nella successiva fase di messa in esercizio della rete.

Nell'attuale pratica si individua il percorso più sfavorito, che in generale quello che va dal ventilatore al terminale più lontano, riservandosi poi di applicare un adeguato coefficiente di sicurezza alla perdita di carico massima calcolata. Ovviamente si è poi costretti a riempire la rete di serrande di taratura, per riservarsi di bilanciarla al meglio, agendo su di esse durante la fase di messa in esercizio della stessa. Tale pratica di progettazione che presenta evidenti limiti, può essere superata solo con l'uso di un programma di calcolo, che consenta di eseguire in tempi brevi una mole di calcoli non altrimenti affrontabile manualmente, per ovvi problemi di tempi, e quindi di costi, e di possibilità di errore.

Solo con un supporto informatico è quindi possibile avere reti comunque complesse già bilanciate in fase di progettazione, che richiedono eventualmente solo piccole correzioni in fase di messa in servizio.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

I vantaggi di tale programma di calcolo non si fermano però qui. Infatti, se il software è fornito di un'interfaccia che consente una facile e veloce individuazione delle scelte progettuali adottate, un report dettagliato e una esaustiva relazione di calcolo della rete, si comprende come esso possa avere un impatto estremamente positivo sui costi e la qualità di progettazione.

È importante ribadire che la rete aeraulica assolve al compito ben preciso di consentire ai terminali (diffusori, bocchette,) di funzionare secondo le specifiche e garantire che tutte le apparecchiature si trovino a lavorare nei punti di lavoro di progetto.

2.2 – Le portate dei rami

Una rete aeraulica è composta da tratti di canalizzazione che collegano la ventilante/aspirante e i tratti terminali.
Si possono avere:

- Tratto principale; è il ramo direttamente collegato al ventilatore. In questo ramo la portata è data dalla somma delle portate dei terminali. Il tratto principale è caratterizzato da grandi portate (almeno in confronto con i rami terminali) e maggiori dimensioni.
- Tratti intermedi; sono i rami che collegano il ramo principale e quelli terminali. La loro portata è data dalla somma delle portate dei rami terminali collegati e sono caratterizzati da velocità diminuite rispetto al ramo principale.
- Tratti terminali: sono i rami che alimentano i dispositivi terminali.

Pertanto fissate le esigenze di portata la peculiarità della rete aeraulica è quella di garantire le portate di progetto ai terminali.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

2.2.1 – Circuiti

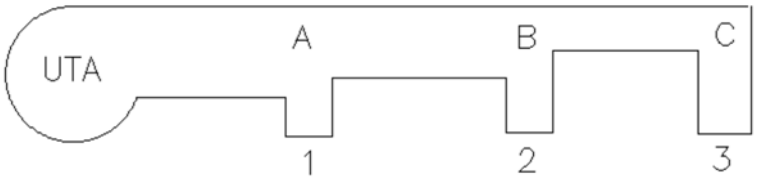
Definiamo circuito l'insieme dei rami che collegano ciascun terminale al ventilatore di circolazione. Una rete può avere più circuiti a seconda del numero di terminali da alimentare. Si osservi che l'aria uscendo dai terminali va nell'ambiente e quindi si interrompono i circuiti che, di fatto, sono aperti.

È opportuno osservare che tutti i circuiti sono in parallelo fra il ventilatore che li alimenta e l'ambiente (a meno di grandi differenze di quota).
Pertanto poiché per ciascun circuito chiuso deve essere:

$$\Delta p_{ventilatore} = \sum_{circuito} \Delta P_i$$

ne consegue che il Δp del ventilatore deve essere unico per tutti i circuiti alimentati. Si osserva, infatti, che di norma sono in parallelo i circuiti aventi ai capi di ingresso e di uscita la stessa pressione.

Le reti aerauliche sono, quindi, formalmente aperte in quanto hanno il loro terminale in aria ambiente (o iniziano dalle condizioni ambiente per i canali di ripresa) e pertanto, a meno di avere differenze di altezza notevoli come in edifici molto alti e grattacieli, potendo considerare la stessa pressione per tutti i terminali la differenza di pressione di ciascun circuito è data dalla differenza fra la pressione di mandata della soffiante e quelle ambiente (o fra la pressione ambiente e quella di ingresso al ventilatore per i canali di ripresa).



Nell'esempio riportato si hanno tanti circuiti (cioè 3) quanti sono i terminali serviti e tutti sono serviti dallo stesso ventilatore.
I circuiti sono, con riferimento alla figura:

1. UTA-A-1
2. UTA-A-B-2
3. UTA-A-B-C-3

Come si vede, qualunque sia il percorso tutti i circuiti partono dal ventilatore e arrivano, attraverso i terminali (bocchette e/o diffusori) alle condizioni ambientali.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

2.3 – Metodologia di progetto

Fra le due metodologie possibili (a velocità decrescente e a perdita specifica di pressione costante) si è utilizzata la procedura a perdita specifica costante che consente, fra l'altro, di pervenire più facilmente all'equilibratura dei circuiti.

Tuttavia, anche al fine di soddisfare i vincoli di rumorosità prodotta dall'aria nei canali, si deve tenere conto anche delle velocità massime nei canali.

2.3.1 – Le equazioni disponibili

Il progetto delle reti idroniche qui presentato utilizza un metodo semplificato rispetto a quello classico delle reti idriche estese (vedi Hardy Cross, ed altri). L'insieme delle equazioni utilizzate sono le seguenti:

- Equazione di continuità:

$$m = \rho v S$$

ove:

m è la portata della canalizzazione (kg/s);
ρ è la densità dell'aria (kg/m^3);
S è la sezione della canalizzazione (m^2);
v è la velocità del fluido (m/s);

- Equazione di Darcy Weissbach relativa alle perdite distribuite:

$$\Delta P_d = F_a \rho \frac{L v^2}{2d}$$

ove:

F_a è il fattore di attrito della canalizzazione;
ρ è la densità dell'aria (kg/m^3);
d è il diametro della condotta (m);
v è la velocità del fluido (m/s);
L è la lunghezza della canalizzazione (m);

- Il fattore di attrito F_a attraverso la relazione generica, anche se in forma implicita, di Colebrook:

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

$$\frac{1}{\sqrt{F_a}} = -2Log\left[\frac{2,51}{Re\sqrt{F_a}} + \frac{\varepsilon}{3,71d}\right]$$

ove:

Fa è il fattore di attrito della canalizzazione;
Re è il numero di Reynolds;
d è il diametro della condotta (m);
ε è la scabrezza assoluta (m);

- Equazione di Darcy per le perdite concentrate:

$$\Delta P_c = c\rho\,\frac{v^2}{2}$$

ove:

c è il fattore di Darcy della perdita localizzata;
ρ è la densità dell'aria (kg/m^3);
v è la velocità del fluido (m/s);

Nel caso sia più familiare la metodologia della lunghezza equivalente in sostituzione del fattore di perdita concentrata, si può tener presente l'equivalenza:

$$F_a\frac{L_{eq}}{d}\rho\frac{v^2}{2} = c\rho\,\frac{v^2}{2}$$

Dalla quale deriva:

$$c = F_a\frac{L_{eq}}{d}$$

ove:

Leq è il valore della lunghezza equivalente della perdita localizzata (m);

Questa relazione evidenzia come il fattore di Darcy e quindi la lunghezza equivalente della perdita localizzata dipendono dal diametro idraulico della canalizzazione.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

- La perdita di pressione totale in una condotta è data dalla relazione:

$$\Delta P_{totale} = \Delta P_{distribuita} + \Delta P_{concentrata}$$

Cioè è la somma delle perdite distribuite e le perdite localizzate. Per un circuito le perdite di pressione totali sono date da:

$$\Delta P_{circuito} = \sum_{ramo\ i} \Delta P_{distribuita\ i} + \sum_{ramo\ i} \Delta P_{concentrata\ i}$$

Pertanto occorre calcolare tutte le perdite distribuite e localizzate di ciascun ramo che appartiene al circuito.

2.3.2 – Metodo a perdita specifica di pressione costante

Per facilitare il calcolo si suole riferirsi alla perdita specifica di pressione definita dalla relazione:

$$\psi = \frac{\Delta P_d}{L} = F_a \rho \frac{v^2}{2d}$$

ove:

ψ è la perdita specifica di pressione (Pa/m)

Si calcola la ψ_m per il circuito inizialmente più sfavorito, cioè quello di maggior lunghezza. Si ricordi che ψ_m è riferito alle perdite distribuite e pertanto è la lunghezza il parametro da considerare per il calcolo del valore medio. A questo scopo deve essere:

$$\psi_m = \frac{\Delta P_d}{L_{tot}}$$

ove:

ψ_m è la perdita specifica media per il circuito più sfavorito (Pa/m);

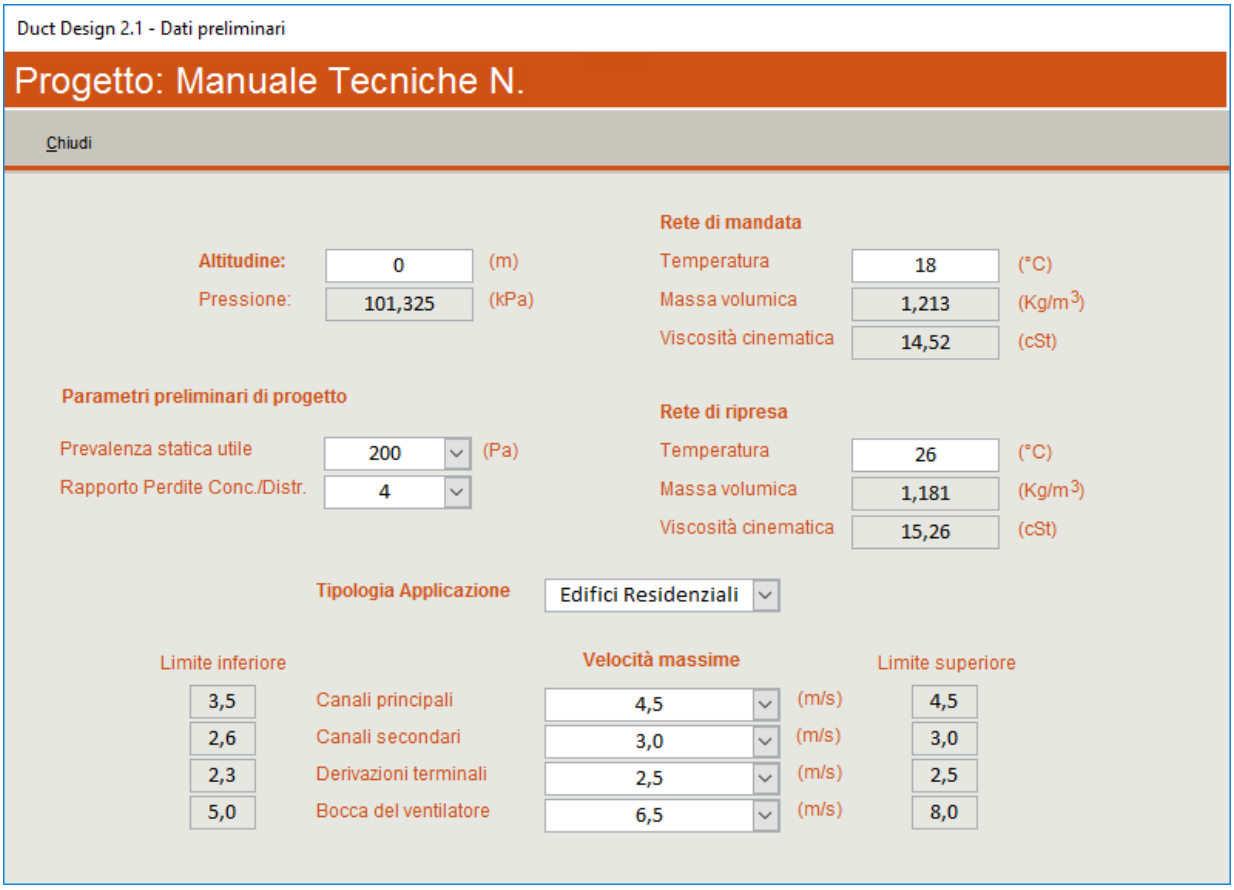
ΔP_d è la perdita di pressione per attrito distribuito disponibile per il circuito (Pa);

L_{tot} è la lunghezza geometrica totale del circuito più sfavorito (m);

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

2.3.2.1 – Prevalenza ventilatore e rapporto perdite concentrate/distribuite preliminari

Nella maschera dati preliminari, il calcolo prevede la scelta della prevalenza del ventilatore e un preliminare rapporto delle perdite concentrate su quelle distribuite.



Nella relazione della perdita specifica media, non è noto il numeratore, cioè a priori non si può ricavare quanto vale la ΔP_d dalla relazione:

$$\Delta P_{\text{ventilatore}} = \Delta P_d + \Delta P_c$$

Alto dato è rappresentato dalla portata della sezione ventilante che si può calcolare nota la potenza richiesta ai terminali e il salto termico imposto al fluido di lavoro

$$m = \frac{\sum_{terminali} Q}{\Delta T_{fluido}}$$

Per quanto concerne la prevalenza del ventilatore invece, può essere selezionata considerando la portata della rete appena citata e tenendo presente l'estensione della rete stessa. Tale dato è spesso un valore facilmente individuabile in base all'esperienza del progettista ma, in caso di errata valutazione, iterando e

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

modificando i dati inseriti nel programma, si riuscirà ad ottenere in tutti i casi una soluzione congruente.

Scelta la prevalenza preliminare del ventilatore e assegnato un rapporto Perdite concentrate/distribuite:

$$R.c.d. = \frac{\Delta P_c}{\Delta P_d}$$

Sostituendo e con semplici passaggi:

$$\Delta P_{ventilatore} = \Delta P_d + R.c.d * \Delta P_d$$

$$\Delta P_{ventilatore} = (1 + R.c.d.) * \Delta P_d$$

$$\Delta P_d = \frac{\Delta P_{ventilatore}}{1 + R.c.d.}$$

Si ottiene il numeratore della relazione relativa alla perdita specifica media ψ_m tenuto conto della lunghezza del circuito più sfavorito.

Una volta stabilita la ψ_m il programma, in base ai materiali scelti per le canalizzazioni, le altezze o profondità disponibili nei cavedi, propone una base o diametro di riferimento per la scelta progettuale.

Inserendo la base o il diametro effettivo unito alle specifiche perdite concentrate si otterrà la caduta di pressione reale con le portate dei terminali. Altra indicazione che il programma fornisce è rappresentata dalle portate ai terminali nel caso non si inserissero elementi di bilanciamento nei rami favoriti.

Si osservi che la scelta delle dimensioni reali porta ad avere discrepanze con i valori calcolati, se si scelgono dimensioni più generose rispetto quello teorico si ha una velocità minore ed una perdita specifica minore, viceversa si hanno velocità e perdite specifiche maggiori.

Di solito è preferibile scegliere, per motivi di bilanciamento, diametri minori di quelli teorici in corrispondenza dei rami principali, diametri maggiori di quelli preliminari invece nei rami intermedi, e ritornare a scegliere diametri minori nei circuiti terminali. Per i circuiti principali e quelli terminali, si dovrà tener presente la velocità massima ammissibile per evitare rumorosità nei canali.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

2.3.2.2 – Selezione preliminare Base o Diametro di progetto

Duct Design 2.1 - Scelte dimensionali

Progetto: Manuale Tecniche N.

Archivio Progetti | Descrizione della rete | Calcolo della rete

Oggetto: Rete di esempio

Rete di mandata | Rete di ripresa

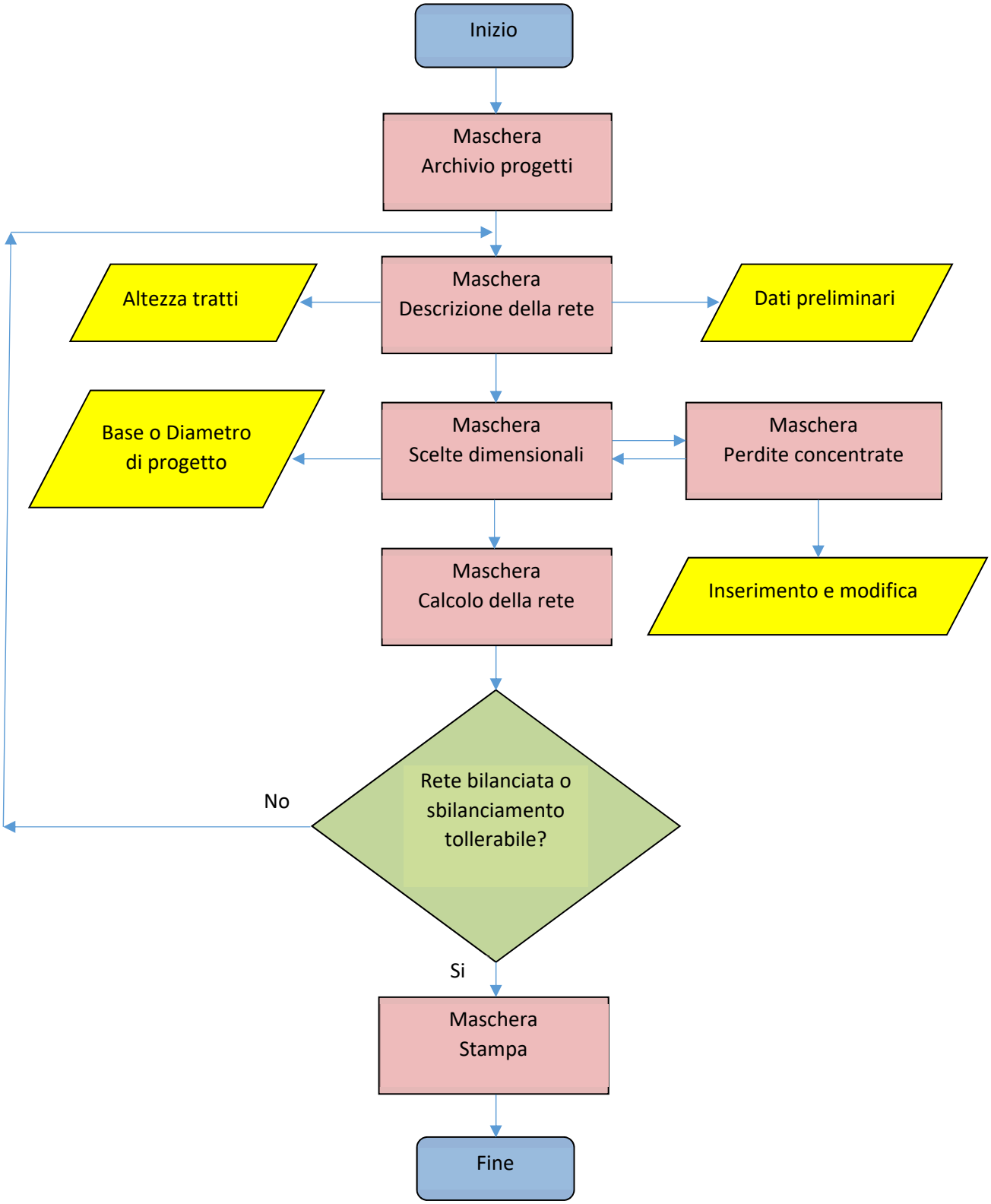
Punti del tratto Da	A (Nel senso del flusso d'aria)	Descrizione	Lunghezza (m)	Materiale	Portata (m^3/h)	Altezza o Profondità (mm)	Sezione	Perdita specifica preliminare (Pa/m)	Base o Diametro geometrico teorico (mm)	Base o Diametro di progetto (mm)	Velocità (m/s)	Diametro geometrico equivalente (mm)
SOFF	B	Tratto Iniziale: Tratto iniziale	18,0	Zn 1200	9720	600	Squadrata	0,63	651	600	7,99	656
B	C	Corridoio 1	6,0	Zn 1200	6480	600	Squadrata	0,63	479	500	6,41	598
B	1	Stanza1 Tratto 1	3,0	Zn 1200	3240	600	Squadrata	0,63	284	600	2,66	656
C	7	Stanza 2 Tratto 1	3,0	Zn 1200	3240	600	Squadrata	0,63	284	700	2,29	708
C	13	Stanza 3 Tratto 1	9,0	Zn 1200	3240	600	Squadrata	0,63	284	300	5,49	457
7	8	Stanza 2 Tratto 2	6,0	Zn 1200	2700	550	Squadrata	0,63	270	600	2,42	628
1	2	Stanza 1 Tratto 2	6,0	Zn 1200	2700	550	Squadrata	0,63	270	300	4,95	439
13	14	Stanza 3 Tratto 2	6,0	Zn 1200	2700	550	Squadrata	0,63	270	300	4,95	439
2	3	Stanza 1 Tratto 3	6,0	Zn 1200	2160	450	Squadrata	0,63	279	250	5,80	363
8	9	Stanza 2 Tratto 3	6,0	Zn 1200	2160	450	Squadrata	0,63	279	550	2,59	543
14	15	Stanza 3 Tratto 3	6,0	Zn 1200	2160	450	Squadrata	0,63	279	500	2,84	518
3	4	Stanza 1 Tratto 4	6,0	Zn 1200	1620	350	Squadrata	0,63	289	250	5,52	322
15	16	Stanza 3 Tratto 4	6,0	Zn 1200	1620	350	Squadrata	0,63	289	250	5,52	322

Perdite concentrate del tratto SOFF - B (Tratto Iniziale: Tratto iniziale)

Si osserva che una volta scelta la canalizzazione commerciale definitiva il software effettuerà i calcoli delle perdite specifiche e localizzate reali e quindi con molta più precisione di quanto si possa fare inizialmente, quando la mancata conoscenza delle reali dimensioni della canalizzazione non consentiva di usare le relazioni adeguate.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

3. Flow chart Duct 2.1



Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

4. Input dei dati

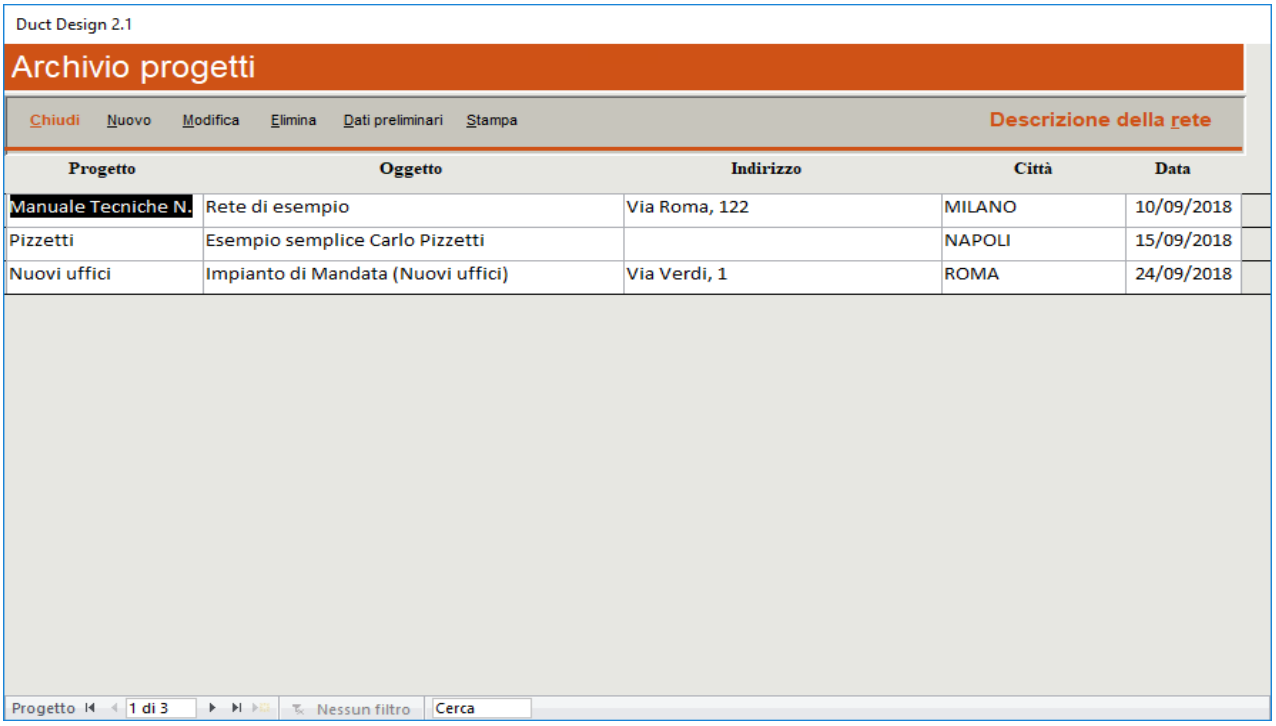
Contenuti del capitolo:

- ✓ Archivio progetti
- ✓ Descrizione della rete
- ✓ Scelte dimensionali
- ✓ Perdite concentrate

4.1 – Archivio progetti

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:

La maschera progetti invece presenta l'elenco delle soluzioni in archivio:

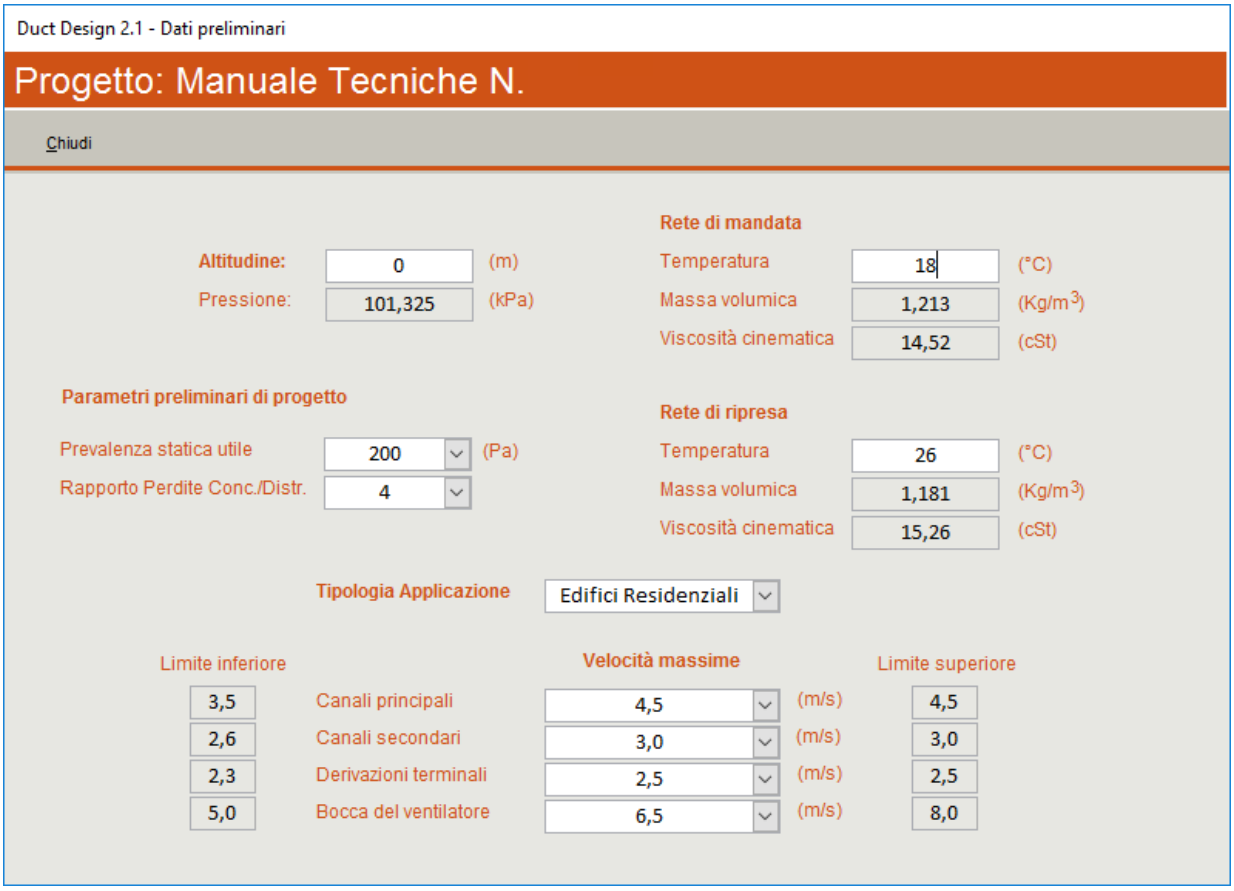


Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Da questa punto del programma in poi per proseguire nel calcolo e nella navigazione è necessario individuare la dicitura in alto a destra della maschera (in grassetto) mentre, per ritornare alla schermata precedente, il riferimento e quello di sinistra.

Nella specifica maschera a destra si presenta la funzione “Descrizione della rete” e a sinistra “Chiudi”. L’archivio progetti presenta anche le funzionalità di Nuovo/Modifica/Elimina di facile intuizione insieme la Stampa è possibile solo per i progetti di cui si è completato il calcolo.

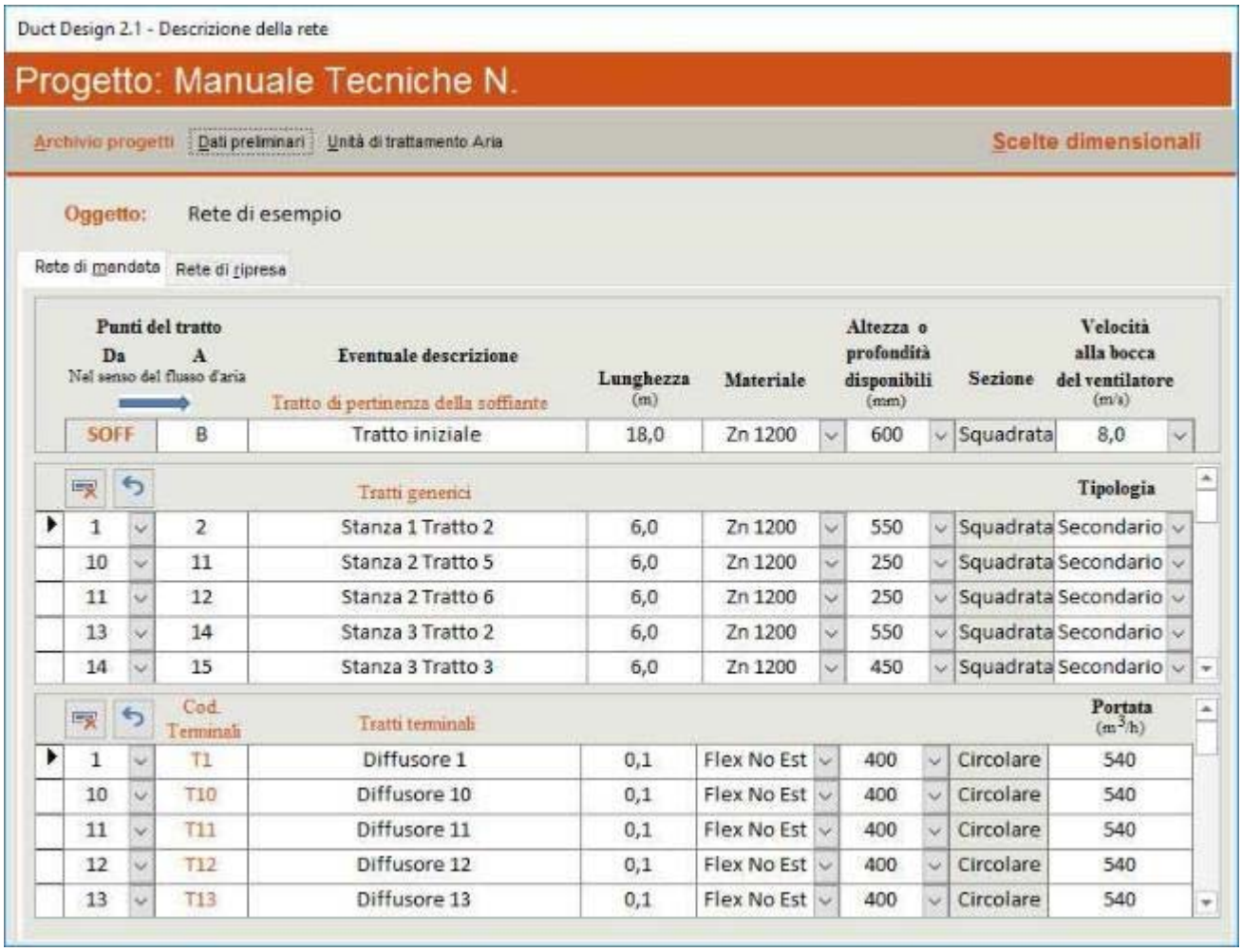
Ultima funzionalità è data dai Dati preliminari con i dati di default già impostati.



Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

4.2 – Descrizione della rete

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:



La dicitura Scelte dimensionali serve a proseguire nel calcolo o effettuare modifiche mentre, l'Archivio progetti serve a ritornare alla schermata precedente. Questa maschera è costituita da due schede: rete di mandata e rete di ripresa. Entrambe sono suddivise in tre sezioni che riguardano le canalizzazioni immediatamente a valle e monte del ventilatore (PREM- ASPI), le canalizzazioni intermedie e quelle di pertinenza dei terminali.

Sul lato sinistro della maschera sono presenti dei codici alfanumerici necessari a descrivere lo schema della rete in riferimento ai vari nodi della stessa. Per evitare incongruenze, i codici sono da inserire a partire dalla pompa (PREM-ASPI) fino al terminale con la lista dei valori a sinistra dei nodi, a partire dalla pompa, già inseriti.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Si consiglia di appuntare sullo schema di progetto della rete i codici che verranno inseriti nel programma per avere una coerenza delle etichette quando saranno stampate. Per esempio M per la mandata, R per il ritorno, T per i Terminali. Anche la descrizione delle tubazioni si consiglia siano tali da esplicitare la funzione svolta.

Per facilitare l'inserimento dati il salvataggio è automatico. Questa scelta comporta una maggiore velocità nell'inserimento dei dati ma, di contro, nel caso si vogliano cancellare tubazioni intermedie o terminali, nel caso di record incompleti il programma impone prima il completo inserimento dei dati.

Ultimi dati necessari solo ai terminali sono la Potenza e il ΔT dell'elemento.

4.3 – Scelte dimensionali

La maschera iniziale presenta la possibilità di accedere all'archivio progetti:

Duct Design 2.1 - Scelte dimensionali

Progetto: Manuale Tecniche N.

Archivio Progetti | Descrizione della rete | Calcolo della rete

Oggetto: Rete di esempio

Rete di mandata | Rete di ripreso

Punti del tratto Da	A	Descrizione	Lunghezza (m)	Materiale	Portata (m³/h)	Altezza o Profondità (mm)	Sezione	Perdita specifica preliminare (Pa/m)	Base o Diametro geometrico teorico (mm)	Base o Diametro di progetto (mm)	Velocità (m/s)	Diametro geometrico equivalente (mm)
SOFF	B	Tratto Iniziale: Tratto iniziale	18,0	Zn 1200	9720	600	Squadrata	0,63	651	600	7,99	656
1	2	Stanza 1 Tratto 2	6,0	Zn 1200	2700	550	Squadrata	0,63	270	300	4,95	439
10	11	Stanza 2 Tratto 5	6,0	Zn 1200	1080	250	Squadrata	0,63	299	250	5,11	273
11	12	Stanza 2 Tratto 6	6,0	Zn 1200	540	250	Squadrata	0,63	178	250	2,56	273
13	14	Stanza 3 Tratto 2	6,0	Zn 1200	2700	550	Squadrata	0,63	270	300	4,95	439
14	15	Stanza 3 Tratto 3	6,0	Zn 1200	2160	450	Squadrata	0,63	279	500	2,84	518
15	16	Stanza 3 Tratto 4	6,0	Zn 1200	1620	350	Squadrata	0,63	289	250	5,52	322
16	17	Stanza 3 Tratto 5	6,0	Zn 1200	1080	250	Squadrata	0,63	299	250	5,11	273
17	18	Stanza 3 Tratto 6	6,0	Zn 1200	540	250	Squadrata	0,63	178	250	2,56	273
2	3	Stanza 1 Tratto 3	6,0	Zn 1200	2160	450	Squadrata	0,63	279	250	5,80	363
3	4	Stanza 1 Tratto 4	6,0	Zn 1200	1620	350	Squadrata	0,63	289	250	5,52	322
4	5	Stanza 1 Tratto 5	6,0	Zn 1200	1080	250	Squadrata	0,63	299	250	5,11	273
5	6	Stanza 1 Tratto 6	6,0	Zn 1200	540	250	Squadrata	0,63	178	250	2,56	273

Perdite concentrate del tratto SOFF - B (Tratto Iniziale: Tratto iniziale)

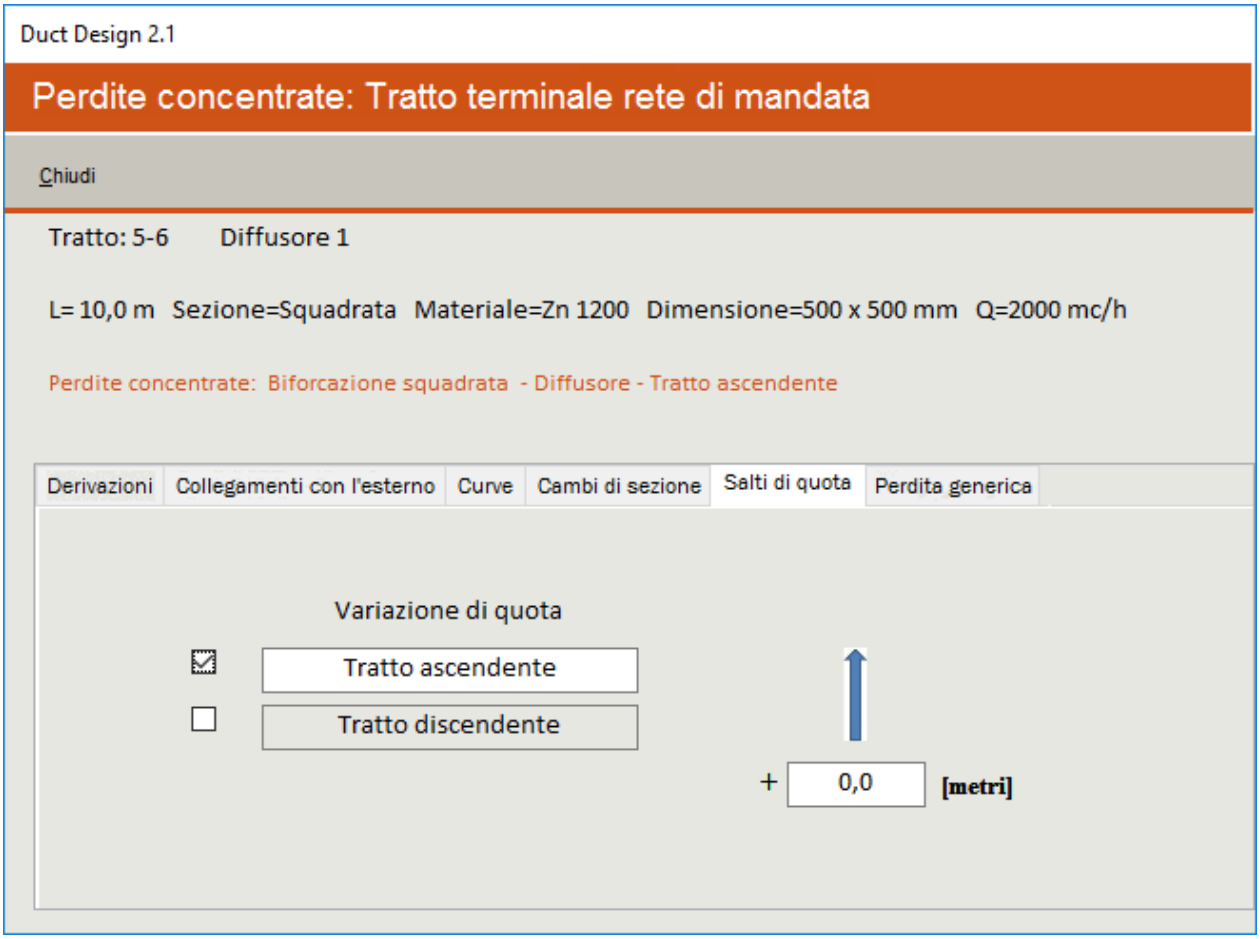
La dicitura Calcolo della rete serve a completare nel calcolo o verificare i risultati mentre, la Descrizione della rete serve a ritornare alla schermata precedente. Anche questa maschera presenta le due schede di mandata/ritorno nonché una funzionalità specifica che consiste, al fine di velocizzare l'inserimento dei dati, nel selezionare i diametri di progetto preliminari.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Nella modifica delle tubazioni in base alle scelte progettuali, messaggi di attenzione, anche se non bloccanti per il calcolo, compariranno nel caso la velocità massima o minima all'interno della tubazione sia esterna all'intervallo consigliato per il tipo di tratto e la tipologia di materiale utilizzato.

Da questa maschera è possibile inserire le perdite concentrate o calcolare la rete. Per individuare più facilmente in che punto inserire le perdite accidentali, il pulsante della maschera posizionato in basso si modifica nel testo in maniera dinamica in relazione al posizionamento del cursore sui diversi tratti di tubazione.

4.4 – Perdite concentrate



Il titolo della maschera è relativo al tratto di canale a cui le perdite concentrate fanno riferimento, è suddivisa per schede e, al fine di tenere sotto controllo le varie perdite inserite, è presente un riepilogo in alto facilmente individuabile perché di colore diverso.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Nel caso la maschera si riferisca ad un tratto terminale, automaticamente il programma inserisce una perdita dovuta ad un terminale. Al momento della stampa sarà cura del progettista verificare se la perdita di default o il tipo di terminale è quello previsto da progetto, rispetto che non inserire una perdita concentrata specifica.
Tale scelta è dovuta al fatto che una rete senza terminale di alcun tipo è solo per scopi didattici mentre, nel caso ci si riferisca ad una reale relazione di calcolo, un terminale di qualsiasi tipo, anche, sbocco per la mandata e imbocco per la ripresa, deve necessariamente essere presente.

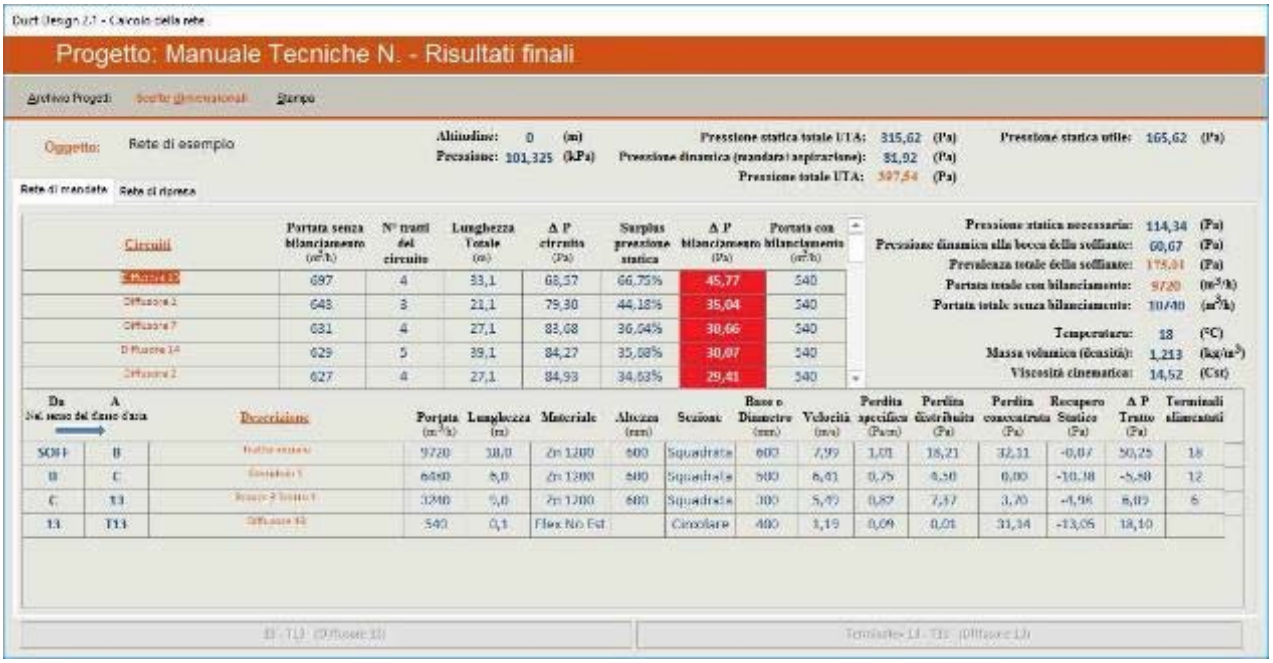
Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

5. Risultati

Contenuti del capitolo:

- ✓ Calcolo della rete
- ✓ Bilanciamento della rete
- ✓ Incremento delle perdite del circuito più favorito
- ✓ Recupero di pressione statica
- ✓ Stampa

5.1 – Calcolo della rete



La maschera finale presenta tutti i circuiti nella parte superiore ordinati secondo la caduta di pressione mentre la sezione inferiore riporta in dettaglio tutti i tratti di cui si compone il circuito.
Si può ritornare alla maschera Scelte dimensionali, saltare all'inizio dell'archivio progetti o passare alla fase di stampa. Nel caso le perdite di bilanciamento da inserire si colorano di rosso, il risultato si ottiene a discapito della rumorosità per il terminale.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

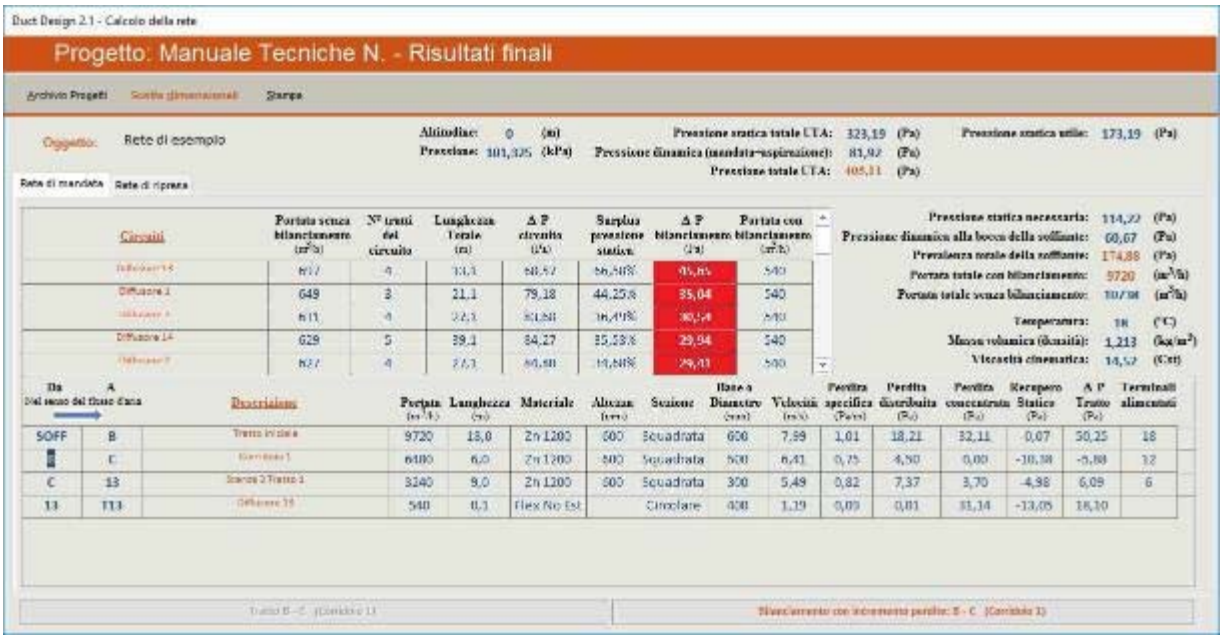
5.2 – Bilanciamento della rete

La fase di bilanciamento che a questo punto si può adottare è caratterizzata da due possibilità:

1. Incrementare le perdite del circuito più favorito;
2. Recupero di pressione statica

Il progettista si adopererà di adottare una o entrambe le strategie in base alle specifiche esigenze.
Il recupero di pressione statica, comportando un incremento di costo della rete di canalizzazioni perché ottenuto con l'aumento delle dimensioni dei canali, è una scelta tecnica che può e deve essere adottata dove strettamente necessario.

5.2.1 – Incremento delle perdite del circuito più favorito

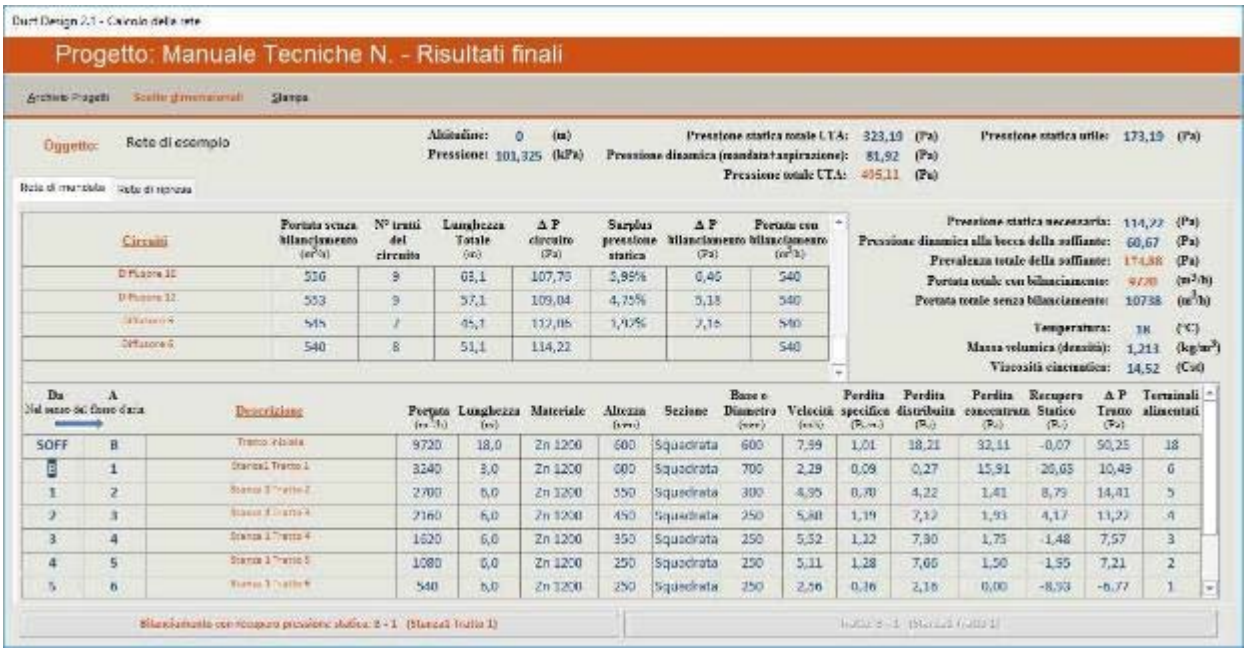


Dalla maschera finale di calcolo è possibile individuare il circuito più favorito e iniziare a ridurre le dimensioni dei canali, verificando sempre i vincoli di rumorosità. Senza considerare il primo tratto di canale che influirebbe sulla perdita complessiva dei circuiti ma non su quella relativa, il pulsante in basso a destra si rende attivo per la funzionalità specifica. Se l'analisi del tratto considerato porta a valutare la possibilità di incremento perdite, il tasto posizionerà direttamente l'operatore sul tratto di canalizzazione dove tale operazione può essere utile al bilanciamento.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Una volta ridotte la dimensione del tratto di canale, inserito canalizzazioni meno performanti o inserito perdite accidentali specifiche, si può procedere al ricalcolo della rete per analizzare i risultati ottenuti.

5.2.2 – Recupero di pressione statica

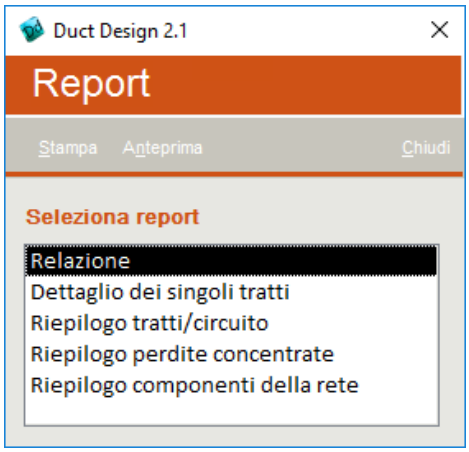


Dalla maschera finale di calcolo è possibile individuare il circuito più sfavorito e, partendo dal tratto di canale più vicino al ventilatore, il pulsante in basso a sinistra si rende attivo per la funzionalità specifica. Se l'analisi del tratto considerato porta a valutare la possibilità di alleggerire le perdite o addirittura, recuperare pressione statica, il tasto posizionerà direttamente l'operatore sul tratto di canalizzazione dove tale operazione può essere utile al bilanciamento.

Una volta aumentata la dimensione del tratto di canale, inserito canalizzazioni più performanti o eliminato perdite accidentali specifiche, si può procedere al ricalcolo della rete per analizzare i risultati ottenuti.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

5.3 – Stampa



Nella maschera è possibile scegliere le diverse tipologie di stampa, opzionando poi la stampa o un'anteprima. Nel caso di stampa il report sarà inviato al dispositivo predefinito, altrimenti sarà possibile verificare a video quanto calcolato. In questo secondo caso con il tasto destra del mouse si sceglierà se stampare su file o cambiare il dispositivo predefinito.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

6. Calcolo con Duct 2.1

Per le reti aerauliche non esiste una soluzione univoca di calcolo e il Duct 2.1 si pone nella condizione di versatilità partendo proprio da questo presupposto.
Si può scegliere di dimensionare il ventilatore secondo il circuito più sfavorito e poi aggiungere elementi di perdita nei rami più favoriti oppure in maniera puntuale "alleggerire" le perdite di carico dei circuiti più sfavoriti. Quanto, attraverso scelte progettuali specifiche, spingere nel tollerare portate risultanti maggiori dovute ad una non perfetta equilibratura dei rami è la funzione tecnica del progettista.

Queste sono scelte che nessun programma di calcolo, cioè che effettua calcoli, potrà mai effettuare. Questi algoritmi possono essere anche automatizzati ma l'indice di tolleranza, perché sia accettabile o meno in relazione alla specifica applicazione, è solo di esclusiva competenza del progettista.

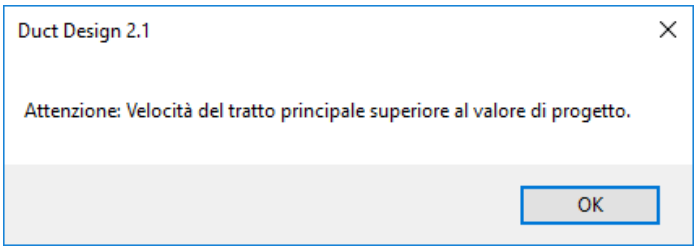
Questo software si occupa di fare il lavoro ripetitivo e pesante, viste le formule iterative, e di presentare un riepilogo finale ben dettagliato in modo da lasciare il progettista nelle condizioni di decidere cosa e come fare in base alle indicazioni ricevute dal Committente. Ecco che Duct 2.1. sarà di aiuto a coloro che vogliono spendere meno in canalizzazione a discapito di velocità del fluido maggiori e quindi un ventilatore più energivoro, piuttosto che investire in una rete più generosa o equilibrata e ottenere un risparmio in ordine di portata e quindi di consumi.

Altra situazione tipica nella quale Duct 2.1 può risultare utile è rappresentata dalle classiche realizzazioni già esistenti che presentano già un'architettura definita, per le quali il progettista è chiamato ad eseguire verifiche e/o bilanciamenti.
Il Programma, come dato di partenza, necessita di una prevalenza totale specifica preliminare ottenuta di default indirettamente come indicato al punto 2.3.2.1. e proseguendo nel calcolo attraverso scelte dimensionali e verifica dei risultati.

È individuato un diametro interno teorico della canalizzazione preliminare equivalente o una base, in relazione all'altezza massima o profondità dei cavedi disponibile inserita come dato preliminare, dal quale poi valutare la canalizzazione di progetto. La scelta dimensionale verrà effettuata nella maschera dedicata e successivamente procedere con una selezione più accurata. Da questa maschera dedicata alle scelte progettuali si accede alla definizione delle perdite concentrate dal pulsante indicato in basso.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

Una volta scelta la canalizzazione il programma rileva possibili velocità elevate (indice di eccessiva rumorosità):



Per questi eventuali alerts non si bloccherà il calcolo sia perché in alcune soluzione la caratteristica di velocità elevata è messa in conto per motivi di bilanciamento, sia perché alcuni tratti si trovano volutamente in cavedi insonorizzati le cui dimensioni, nel caso esenti da rumorosità, sarebbero incompatibili con gli spazi tecnici a disposizione.

Una volta effettuata la scelta delle canalizzazioni e calcolata la rete, entrano in gioco le scelte progettuali per le quali, come abbiamo già evidenziato, sarà necessario tornare alla maschera scelte dimensionali ed eventualmente modificare le dimensioni dei tratti o modificarne le perdite concentrate.

L'esperienza dimostra che con Duct 2.1. una volta effettuato un calcolo completo, il cruscotto finale con il dettaglio dei singoli tratti, permette immediatamente di capire se e come modificare eventualmente i componenti della rete per ottenere quanto prefissato.
Si ricorda in questa sede che il DPR/59 impone oggi il bilanciamento obbligatorio delle reti perché lo squilibrio infatti comporta maggiori sprechi energetici.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –

7. Utilità

Dalla Maschera iniziale è possibile accedere ad una calcolatrice utile per la conversione delle unità di misura e, considerando l'importanza notevole nel calcolo delle reti della pressione dinamica sul lato premente e aspirante della sezione di ventilazione, una utility per convertire in velocità di uscita o di entrate le prestazioni di unità ventilanti che da catalogo sono riportate in portata.

8. Bibliografia

- C. Pizzetti Condizionamento dell'aria e refrigerazione - Tamburini Editore
- Manuale della Climatizzazione Tecniche Nuove
- ASHRAE Fundamentals Handbook (SI)
- Quaderni e Guide Caleffi
- Mini Guida AICARR
- Libri, dispense e testi integrativi del Prof. Giuliano Cammarata.

Copyright www.appingegneria.eu – All rights reserved –