

COMUNE DI ISERNIA
PROVINCIA DI ISERNIA



R
E
G
I
O
N
E

M
O
L
I
S
E

**Riqualificazione sostenibile
dell'edificio scolastico
San Pietro Celestino**

Decreto del Ministero dell'Istruzione e della Ricerca 28-11-2017, n.929

Decreto MIUR n. 1007/27-12-2017

PROGETTO DEFINITIVO

Denominazione:		Codice Elaborato:	Progressivo:
Impianto di ventilazione meccanica controllata Relazione tecnica		I.3.1	29
Data presentazione:	Estremi di approvazione:	Revisione:	Scala/e:
Dicembre 2019	_____	n. 2 - febbraio 2020	___

Progettisti



Ing. Emanuela Sassi
via Umbria "Centro Commercio e Affari 1"
86170 - Isernia



Ing. Gerardo Papa
viale del Pentri 55/C
86170 - Isernia

Committente/Proponente:

COMUNE DI ISERNIA
SETTORE 3° - TECNICO
SERVIZIO 6°

Piazza Michelangelo - 86170 Isernia

Responsabile Unico del Procedimento
ing. Antonio Ricchiuti

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

INDICE

1.	La ventilazione meccanica controllata	pag. 2
2.	Quadro normativo	pag. 3
3.	Impostazione progettuale	pag. 4
4.	Approccio metodologico alla progettazione	pag. 5
5.	Principali caratteristiche geometriche dei recuperatori	pag. 10
6.	Canali di diffusione	pag. 11

1. La ventilazione meccanica controllata

La ventilazione realizza il ricambio dell'aria negli ambienti confinati.

Tramite la ventilazione è possibile tenere sotto controllo parametri dell'aria, quali la temperatura, l'umidità relativa, la concentrazione di inquinanti.

Il dimensionamento dell'impianto di ventilazione deve essere effettuato in modo da soddisfare le condizioni di benessere per gli occupanti dell'ambiente confinato. Emerge quindi che ventilazione e condizioni di benessere sono strettamente legate.

Le moderne tecnologie consentono la realizzazione di ambienti sempre meglio isolati termicamente (venendo incontro alle esigenze di un minor dispendio di energia per la conduzione degli impianti al servizio degli edifici), con soluzioni che rendono di fatto gli edifici dei contenitori stagni. In tale maniera, senza un opportuno rinnovo dell'aria, gli ambienti confinati risulterebbero invivibili per la mancanza dei requisiti relativi alla qualità dell'aria indoor.

Con l'aumento dell'inquinamento atmosferico nelle città, la semplice operazione di spalancare le finestre risulta inaffidabile dal punto di vista del corretto ricambio dell'aria, in quanto non si ha il controllo né della quantità di aria ricambiata né tantomeno della concentrazione degli inquinanti presenti nell'ambiente. Tale pratica è inoltre in contrasto con le esigenze di contenimento dei consumi energetici.

In relazione alle suddette necessità risulta utile ricorrere ad appositi impianti di ventilazione meccanica controllata.

2. Quadro normativo

La Legge n.10/1991 prescrive che *"gli edifici pubblici e privati ,qualunque ne sia la destinazione d'uso, e gli impianti non di processo ad essi associati devono essere progettati e messi in opera in modo tale da contenere al massimo, in relazione al progresso della tecnica, i consumi di energia termica ed elettrica"*.

Secondo il regolamento di attuazione della Legge n.10, al fine di limitare le dispersioni di calore invernali e favorire il raffrescamento estivo tramite la ventilazione naturale, i Comuni debbono tenere conto nella pianificazione urbanistica dell'ottimale esposizione ai venti degli edifici.

Inoltre si impone che vi sia un ricambio d'aria convenzionale minimo di 0,5 volumi/h; nel caso in cui tale valore non sia garantito dalla ventilazione naturale, occorre provvedere al ricambio dell'aria tramite un apposito impianto.

Secondo la norma UNI 10339 *"Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta di offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura"*, un impianto di ventilazione, sia esso meccanico o naturale, deve garantire:

- l'immissione di una quantità minima di aria esterna a seconda della tipologia dell'ambiente,
- la filtrazione minima convenzionale dell'aria esterna e dell'aria di ricircolo,
- la movimentazione dell'aria nel volume convenzionale occupato (la zona occupata è definita come quella parte di ambiente delimitato dal pavimento, da una superficie orizzontale posta a 1,8 m dal pavimento e da superfici verticali poste a 0,6 m dalle pareti e dalle apparecchiature per la climatizzazione).

Secondo la norma UNI 13779:2005 *"Ventilati FOR non residential building – Performance requirements for ventilation and room conditioning systems"* (Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti prestazionali per sistemi di ventilazione e condizionamento) i parametri di comfort e qualità dell'aria devono essere raggiunti solo nella zona occupata (e non in tutto l'ambiente).

La norma classifica la qualità dell'aria interna ottenuta in 4 categorie, da IDA 1 (alta qualità) a IDA 4 (bassa qualità). A seconda della categoria che si desidera ottenere devono essere assicurate determinate portate d'aria.

Per la valutazione della qualità dell'aria si può fare una classificazione in base:

- alla concentrazione di CO₂,
- alla concentrazione di specifici inquinanti,
- alla qualità dell'aria percepita dagli occupanti,
- al tasso di ricambio d'aria per persona occupante il locale,
- al tasso di ricambio d'aria per metro quadrato di superficie.

3. Impostazione progettuale

La scelta impiantistica è ricaduta su un impianto di ventilazione con canalizzazioni del tipo a vista; tale tipologia di impianto presenta lo stesso il beneficio di un ventilatore collocato in posizione remota, con vantaggi in termini di silenziosità negli ambienti. L'impianto è a doppio flusso, dal momento che si provvede meccanicamente sia alla mandata che alla ripresa dell'aria in ambiente.

L'aria di rinnovo viene spinta da un ventilatore lungo la canalizzazione e quindi distribuita in ambiente da diffusori. I flussi d'aria, immessa ed estratta, sono coordinati da un sistema di regolazione; il doppio flusso consente inoltre il recupero energetico dall'aria di espulsione attraverso un recuperatore.

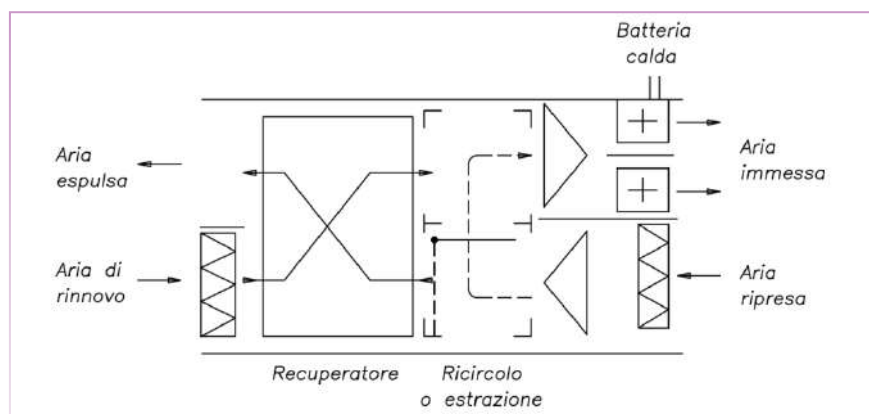
I principali vantaggi sono riassumibili nei seguenti punti:

- controllo della portata d'aria
- possibilità di abbinare un recuperatore di calore
- possibilità di integrazione con la ventilazione naturale
- indipendenza da fenomeni meteorologici incostanti o comportamenti casuali degli occupanti
- adattabilità alle condizioni climatiche stagionali
- limitazione della rumorosità in ambiente
- possibilità di controllo sulla qualità dell'aria di rinnovo
- controllo della velocità dell'aria in ambiente

Un semplice ricambio dell'aria che preveda un sistema di canalizzazione per l'immissione di aria opportunamente filtrata e l'estrazione dell'aria viziata può risultare costoso sia dal punto di vista della installazione che dal punto di vista della gestione, contemplando intrinsecamente sprechi energetici.

Per tale motivazione la scelta è ricaduta sull'utilizzo di un sistema di recupero energetico dell'aria in uscita dallo stabile, ed il trasferimento del contenuto termico all'aria di rinnovo.

Un recuperatore di calore è una unità ventilante a doppio flusso: provvede cioè alla immissione nell'ambiente da trattare di aria "pulita" e contemporaneamente all'estrazione dall'ambiente stesso dell'aria viziata. I due flussi scambiano calore all'interno della macchina stessa così che il flusso più caldo cede parte della sua energia termica a quello più freddo.



Nella configurazione individuata il recuperatore energetico non ha funzione di generatore di calore o di refrigeratore d'aria, pertanto viene utilizzato ad integrazione dell'impianto di riscaldamento.

I principali vantaggi sono:

- presenza di unità a doppio flusso;
- grazie ai filtri a bordo macchina sono abbattuti gli agenti inquinanti introdotti in ambiente;
- il pre-riscaldamento dell'aria di rinnovo consente il recupero di energia termica dall'aria estratta.

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

4. Approccio metodologico alla progettazione

Per ciascun livello della scuola, sulla scorta dei principali parametri geometrici dei singoli ambienti (superficie volumi) e dei ricambi d'aria prevedibili in relazione alla specifica destinazione d'uso - in base alla norma UNI 10339, *Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti* -, si provvede a determinare le portate d'aria necessarie ad assicurare la rispondenza alle vigenti, nello specifico.

Il procedimento di calcolo viene sintetizzato nei seguenti passaggi:

- Determinazione del numero di occupanti con l'applicazione degli indici di affollamento di cui all'appendice A della UNI di riferimento.

EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE	
- asili nido e scuole materne	0,40
- aule scuole elementari, medie inferiori e superiori	0,45
- aule universitarie	0,60
- altri locali:	
• aule musica e lingue	0,50
• laboratori	0,30
• sale insegnanti	0,30

Per i connettivi, non specificamente indicati nella norma, viene assunto un coefficiente pari a 0,30.

- Individuazione del ricambio d'aria specifico per occupante utilizzando i valori di cui al prospetto III della UNI.

EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI			
- asili nido e scuole materne	4	-	-
- aule scuole elementari	5	-	-
- aule scuole medie inferiori	6	-	-
- aule scuole medie superiori	7	-	-
- aule universitarie	7	-	-
• transiti, corridoi	-	-	-
• servizi		estrazioni	A
- altri locali:			
• biblioteche, sale lettura	6	-	-
• aule musica e lingue	7	-	-
• laboratori	7	-	-
• sale insegnanti	6	-	-

Per i connettivi, non specificamente indicati nella norma, viene assunto un valore pari a 5, essendo il maggiori di quelli riferiti ad aule scolastiche.

- Individuazione del fattore di correzione utilizzando l'indice di cui al prospetto IV della UNI, funzione dell'altitudine, determinato per interpolazione lineare (Isernia → 423 m s.l.m.).

Altitudine H m s.l.m.	Coefficiente correttivo
0	1,00
500	1,06
1 000	1,12
1 500	1,18
2 000	1,25
2 500	1,31
3 000	1,38

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

Ubicazione	Identificativo	Locale	Superfici nette (mq)	Volume (mc)	persone	l/s x pers.	fatt. correz.	indice affoll.	Portata aria (mc/h)
Livello 1 - piano seminterrato	1.0	Locale tecnico	50,00	===	===	===	===	===	===
	1.1	Servizi igienici	30,09	===	===	===	===	===	===
	1.2	Biblioteca	32,70	120,99	14,72	6,00	1,01	0,45	317,84
	1.3	Archivio	30,42	112,55	9,13	6,00	1,01	0,30	197,12
	1.4	Laboratori	89,50	331,15	26,85	7,00	1,01	0,30	676,62
	1.5	Ufficio	24,68	91,32	7,40	6,00	1,01	0,30	159,93
	1.6	Annesso servizio igienico accessibile	2,88	===	===	===	===	===	===
	1.7	Servizio igienico portatori di handicap	3,24	===	===	===	===	===	===
	1.8	Pianerottolo - scala	17,19	===	===	===	===	===	===
	1.9	Salone e connettivo orizzontale	122,06	451,62	36,62	5,00	1,01	0,30	659,12
	TOTALE LIVELLO 1		402,76	1.107,63					
Livello 2 - piano terra	2.1	Aula A.1	30,52	99,19	13,73	4,00	1,01	0,45	197,77
	2.2	Annessi servizi igienici	5,22	===	===	===	===	===	===
	2.3	Annesso guardaroba	3,40	11,05	1,53	4,00	1,01	0,45	22,03
	2.4	Aula A.2	40,72	132,34	18,32	4,00	1,01	0,45	263,87
	2.5	Annessi servizi igienici	11,18	===	===	===	===	===	===
	2.6	Annesso guardaroba	10,16	33,02	4,57	4,00	1,01	0,45	65,84
	2.7	Spazio per attività libere	47,58	154,64	14,27	4,00	1,01	0,30	205,55
	2.8	Aula docenti	20,73	67,37	6,22	6,00	1,01	0,30	134,33
	2.9	Servizio igienico docenti	3,22	===	===	===	===	===	===
	2.10	Servizio igienico docenti	3,22	===	===	===	===	===	===
	2.11	Servizio igienico portatori di handicap	3,33	===	===	===	===	===	===
	2.12	Pianerottolo - scala	17,19	===	===	===	===	===	===
	2.13	Ingresso, salone e connettivo orizzontale	139,05	451,91	41,72	5,00	1,01	0,30	750,87
	TOTALE LIVELLO 2		335,52	949,52					
Livello 3 - piano primo	3.1	Aula E.1	32,08	104,26	14,44	5,00	1,01	0,45	259,85
	3.2	Aula E.2	30,16	98,02	13,57	5,00	1,01	0,45	244,30
	3.3	Aula E.3	31,87	103,58	14,34	5,00	1,01	0,45	258,15
	3.4	Servizi igienici	22,44	===	===	===	===	===	===
	3.5	Locale operatori scolastici	15,60	50,70	4,68	6,00	1,01	0,30	101,09
	3.6	Annessi servizi igienici	4,50	===	===	===	===	===	===
	3.7	Servizio igienico portatori di handicap	3,27	===	===	===	===	===	===
	3.8	Aula E.4	29,29	95,19	13,18	5,00	1,01	0,45	237,25
	3.9	Aula E.5	38,86	126,30	17,49	5,00	1,01	0,45	314,77
	3.10	Pianerottolo - scala	17,19	===	===	===	===	===	===
	3.11	Salone e connettivo orizzontale	122,96	399,62	36,89	5,00	1,01	0,30	663,98
	TOTALE LIVELLO 3		348,22	977,67					
TOTALE COMPLESSIVO			1.086,50	3.034,82					

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

Sulla scorta dei dati indicati, si è provveduto ad individuare le macchine più idonee in relazione alle suddette portate ed alla necessità di assicurare i valori prestazionali attesi, anche di tipo energetico. La scelta è ricaduta su n. 3 recuperatori di calore ad alta efficienza equipaggiati di scambiatori statici con le seguenti caratteristiche (caratteristiche riferite al singolo recuperatore):

Tipo di Ventilatori	Brushless con motore elettronico e comando modulante	
Numero Ventilatori	Nr	2
Portata aria nominale	mc/h	2.200
Pressione utile disponibile	Pa	250
Potenza sonora Lw (EN3747)	dB (A)	72.2
Pressione sonora Lp a 3 m (EN3744)	dB (A)	49.7
Potenza sonora Lw (EN3747)	dB (A)	86.9
Tipo di scambiatore	Piastre in alluminio in controcorrente	
Efficienza di recupero	%	77.5
Tensione di alimentazione	230 V 50 Hz 1 F	
Corrente Max assorbita	A	2 x 5,6
Potenza Max assorbita	W	1.419
Grado di protezione unità	IP 20	

Il recuperatore deve inoltre possedere le seguenti, ulteriori caratteristiche tecniche:

- recupero di calore a medio rendimento ($\eta > 73\%$)
- telaio in profilati estrusi di alluminio
- cassa in doppia pannellatura in lamiera plastofilmata bianca (struttura esterna e parti interne) a sandwich su isolante in schiuma poliuretana iniettata spessore 25 mm e densità 42 kg/m³ (isolamento acustico e termico)
- vasca raccolta condensa in lamiera, con scarico per l'evacuazione
- scambiatore di calore statico in alluminio in controcorrente – certificato Eurovent
- sbrinamento automatico dello scambiatore (tramite strategia anti-gelo)
- by-pass automatico di serie
- ventilatori radiali a pale rovesce con motori EC a controllo elettronico di velocità, a basso consumo (Erp-2018), monofase (230V-1-50/60Hz) che garantiscono elevati valori di pressione statica utile disponibile alla canalizzazione
- imbocchi circolari per collegamento alle canalizzazioni aria
- filtri a bassa perdita di carico (EN-779) classe ePM 10 - 50 % (M5) per aria di estrazione e classe ePM 1 - 70 % (F7)
- avviso filtri sporchi: gestito da pressostati differenziali (versioni con controlli EVO)
- portine accesso laterali e spazi tecnici interni per una facile ispezione/manutenzione
- soluzioni plug-n-play con quadro elettrico e controllo pre-cablati a bordo macchina
- installazione orizzontale con temperatura ambiente compresa tra -15° e +50° C

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

I sistemi verranno posizionati in corrispondenza nel vano scala/ascensore al fine di ottimizzare le linee di adduzione aria e di estrazione e di consentire la ripresa/mandata dell'aria.

In sede di progettazione esecutiva si dovrà provvedere alla verifica della tipologia di recuperatore sulla scorta delle specifiche perdite di carico che si andranno a individuare, nello specifico:

- perdite di carico concentrate dovute cioè a variazioni di sezione delle condotte, alle curve, alle biforcazioni e all'ingresso e uscita dal condotto servendosi del fattore di perdita K della pressione dinamica, dato dalla formula:

$$\Delta P = K \times \frac{1}{2} \rho v^2$$

e delle tabelle sotto riportate.

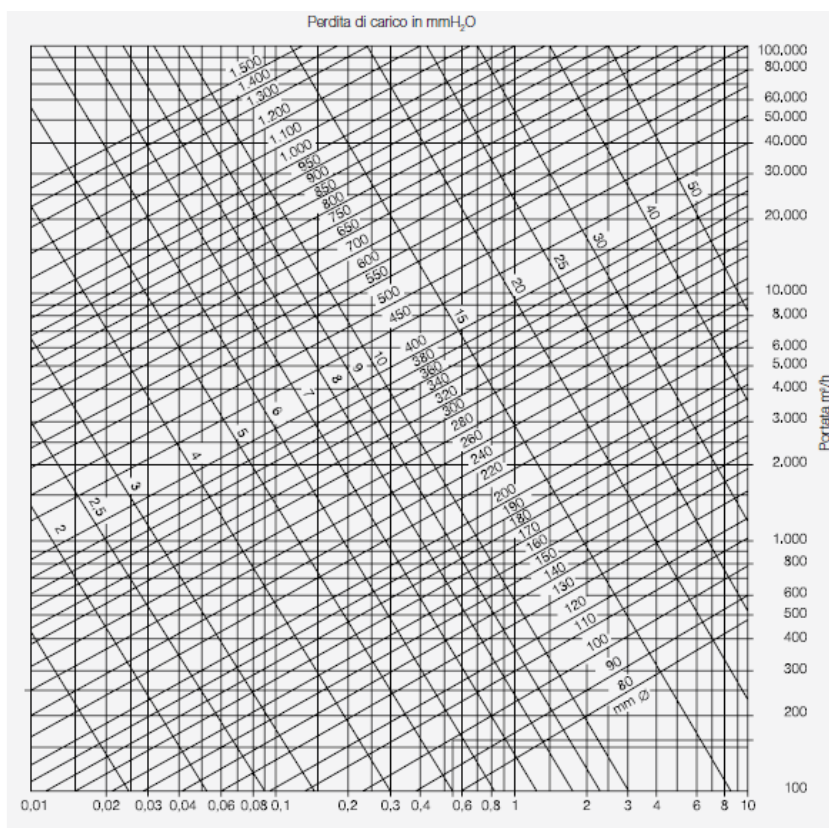
Tipologia di condotto	Coefficiente di correzione K
Lamiera zincata con giunti ogni 1.2m	1.00
Lamiera zincata con lavorazione molto accurata	0.90
Lamiera zincata senza giunti	0.95
Alluminio	0.90
Legno liscio o masonite	1.30
Eternit	1.50
Muratura lisciata	1.55
Intonaco civile	1.75

Tipologia	Coefficiente di correzione K	Note
Ingresso in tabulazione	da 0.10 a 1.25	Valori minori per ingressi con invito, maggiori per ingressi senza invito
Uscita dal condotto	1.00	
Curve a 90° a segmenti rettilinei in canalizzazioni circolari o rettangolari	da 0.20 a 1.30	K diminuisce all'aumentare del numero di segmenti e all'aumentare del rapporto tra raggio di curvatura e diametro (idraulico) del condotto
Curve a 90° in canalizzazioni circolari o rettangolari	da 0.10 a 1.00	K diminuisce all'aumentare del rapporto tra raggio di curvatura e diametro (idraulico) del condotto
Giunto a 90° in canalizzazione rettangolare con un'aletta deflettoria interne	da 0.80 a 1.40	Valori bassi di K si hanno per valori R/W pari a 0,5 (R=raggiocurvatura deflettore, W=larghezza tubazione)
Curve a 90° in canalizzazione circolare con alette deflettoria interne	0.3	
Curve a 90° in canalizzazione circolare con alette deflettoria interne	da 0.10 a 0.50	K diminuisce all'aumentare del raggio di curvatura
Curve a 45°	da 0.10 a 0.70	
Biforcazione a T	1.40	K varia in funzione della ripartizione delle portate
Biforcazione a Y	da 0.10 a 1.00	K varia in funzione della ripartizione tra le portate e dell'angolo tra le uscite e l'ingresso
Diminuzione di sezione con diffusore (angolo diffusore tra 15° e 45°)	0.10	
Aumento di sezione con diffusore (fino a 45°)	da 0.15 a 0.90	Valori maggiori per angoli maggiori
Diminuzione di sezione senza diffusore	da 0.10 a 0.45	In funzione del rapporto tra le superfici delle sezioni
Diminuzione di sezione senza diffusore	da 0.10 a 1.00	In funzione del rapporto tra le superfici delle sezioni

PROGETTO DEFINITIVO

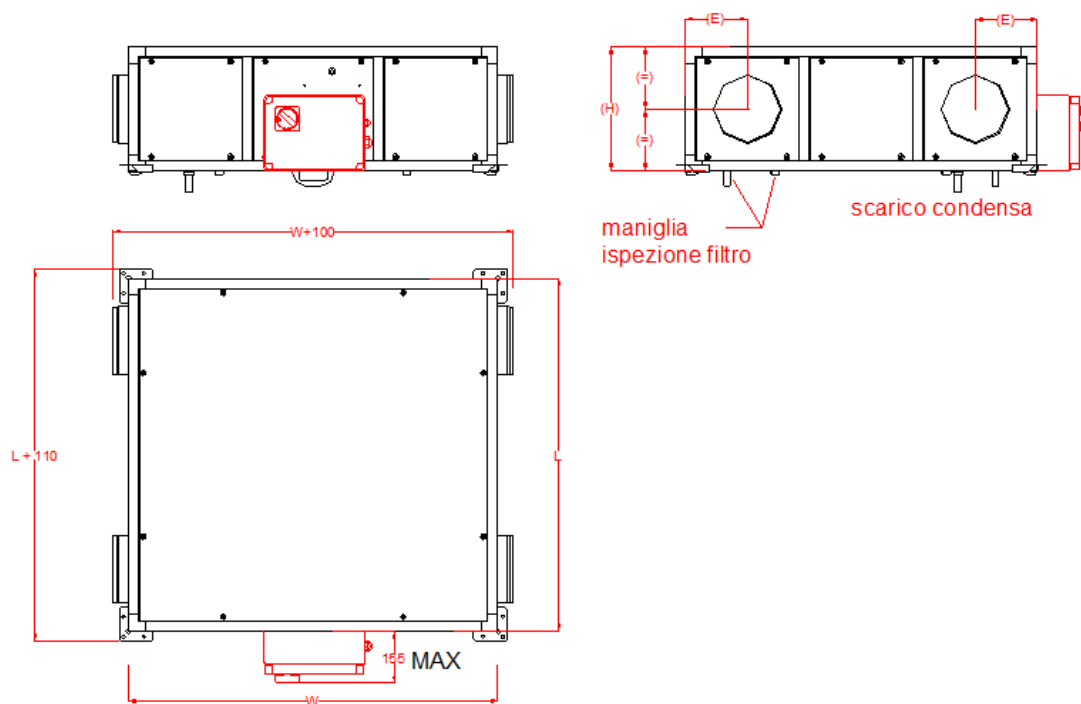
Impianto di ventilazione meccanica controllata - Relazione tecnica

- perdite di carico distribuite (vedi grafico seguente) all'interno dei condotti.



Si dovrà provvedere infine alla verifica, per ciascun dispositivo, dei tratti più lunghi e più brevi, al fine di assicurare valori della velocità dell'aria inferiori a 0,8 m/s, valore ritenuto il limite massimo di accettabilità della velocità dell'aria, per la specifica destinazione d'uso dei locali.

5. Principali caratteristiche geometriche dei recuperatori



Larghezza L	mm	1500
Profondità W	mm	2300
Altezza H	mm	640
Diametro DN	Ø	400

6. Canali di diffusione

I canali di diffusione sono circolari e in lamiera zincata.

Nel presente livello di progettazione si prevede la loro installazione a vista, al di sotto del contro-soffitto. Al contrario le unità di trattamento verranno posizionate in apposito cassonetto contro-soffittato nelle posizioni indicate negli elaborati di progetto.

I canali presentano i seguenti diametri:

- tubazioni principali → DN 400 mm,
- tubazioni secondaria → DN 250 mm.

In sede di progettazione esecutiva potrà essere valutata la possibilità di posizionare i canali all'interno del contro-soffitto, eventualmente anche modificando la forma della sezione.