



VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA:

Normativa e tecnologia.



Principali inquinanti indoor (Fonte: Ministero della Salute, 2001)

- A** – VOC (composti organici volatili): benzene, toluene, formaldeide, composti ossigenati
- B** – Gas prodotti dalla combustione
- C** – Particolato aerodisperso
- D** – Batteri, muffe ed altri organismi
- E** – Derivati organici di animali e dell'uomo
- F** – Amianto e fibre minerali
- G** – Radon
- H** – Fumo di sigaretta

▶ Gli inquinanti percepibili



Odori di cucina e corporali.



Vapori d'acqua contenuti nell'aria o per uso domestico (doccia, cucina, ecc.).



Fumi di tabacco e di cottura.

▶ Gli inquinanti nascosti



Allergie
Insetti, animali, polline.



Radon
Il radon (gas radioattivo) è presente in natura ed è contenuto nel terreno.



Composti organici volatili (VOC)
presenti nei prodotti per la pulizia domestica e nei materiali di costruzione.



Monossido di carbonio
Il CO si crea per effetto dell'errata combustione nei sistemi di riscaldamento.



Inquinamento indoor: situazioni di rischio per la salute umana

1 – S.O. 252 alla G.U. 276 del 27 novembre 2001, “Accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le province autonome sul documento concernente: **“Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”**”

2 - <http://www.ministerosalute.it/>

Piano sanitario nazionale 2002-2004



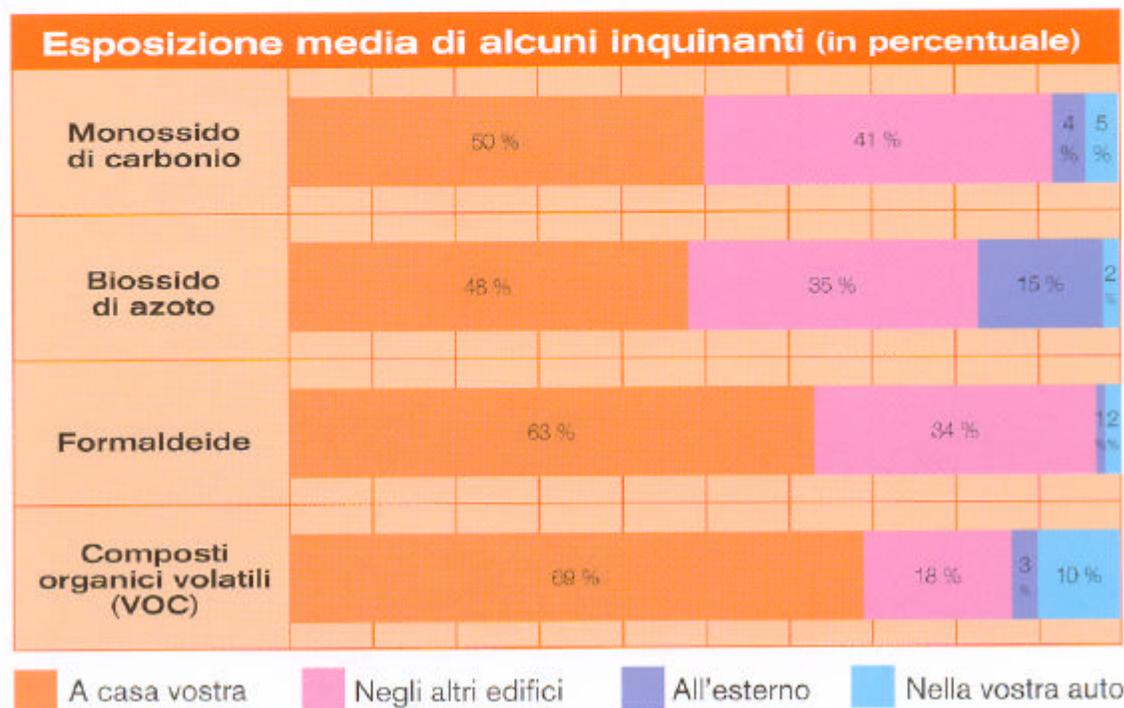
<i>Inquinante</i>	<i>Malattia</i>	<i>Impatto sanitario</i>	<i>Costi diretti</i>
Allergeni (acari, muffe, forfore animali)	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>160.000 casi prevalenti /anno	>160 miliardi
Radon	Tumore del polmone	1.500- 6.000 decessi /anno	52-210 miliardi
Fumo di tabacco ambientale	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>30.000 casi prevalenti/anno	>30 miliardi
	Infezioni acute delle vie aeree sup. ed inf.	>50.000 nuovi casi/anno	non valutabile
	Tumore del polmone	>500 decessi /anno	>18 miliardi
	Infarto del miocardio	>900 decessi/anno	>15 miliardi
Benzene	Leucemia	36-190 casi/anno	1-7 miliardi
Monossido di carbonio (CO)	Intossicazione acuta da CO	>200 decessi/anno	1 miliardo



Principali inquinanti indoor

Ventilare? Perché?

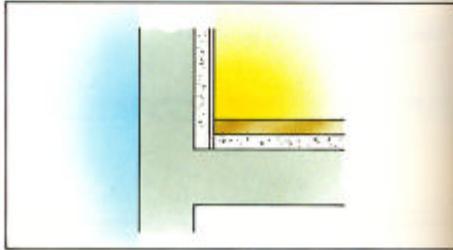
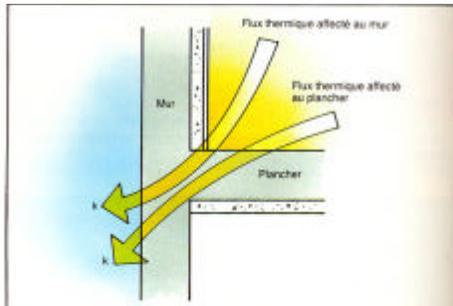
Più inquinamento all'interno che all'esterno?





Inquinamento indoor: effetti della condensazione superficiale

Esempio di un ponte termico



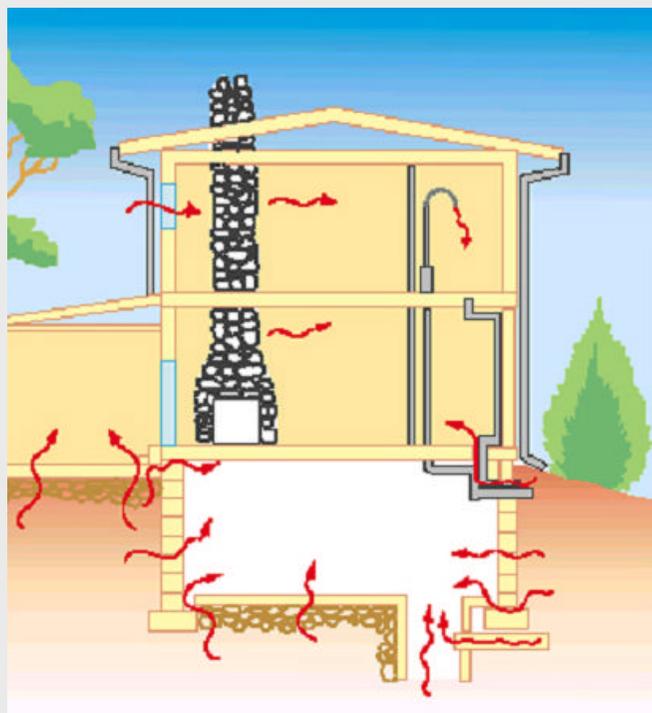


Inquinamento indoor: radon

Alcuni dati: Pubblicazioni dell' ARPA delle Regioni Veneto e Friuli

www.arpa.fvg/Aria_Radia/Pubblicazi/index.htm

www.regione.veneto.it/sanita



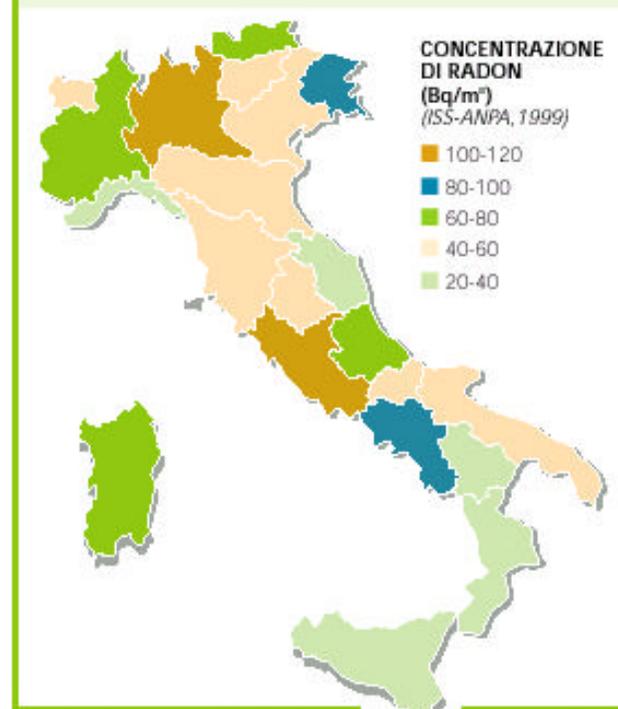
PRESSURIZZAZIONE DEI LOCALI INTERNI O DEL VESPAIO

La ventilazione forzata, attraverso ventilatori, dei locali interni o del vespaio, permette di aumentare il ricambio dell'aria. L'immissione dell'aria, che può essere realizzata sia nei locali interni sia nel vespaio, permette di aumentare la pressione all'interno di questi ambienti, contrastando l'ingresso del radon dal sottosuolo.

IL RADON IN ITALIA

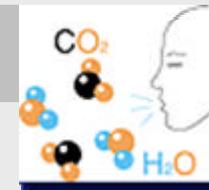
Concentrazione di radon, in Bequerel per metro cubo, nelle diverse regioni italiane. I valori medi regionali sono stati ricavati da un'indagine nazionale condotta alla fine degli anni ottanta, che ha indicato come valore medio nazionale 70 Bequerel per metro cubo

(Fonte: ARPAV)





Perché sostenere la ventilazione a norma di legge? (0,5 Vol/h)

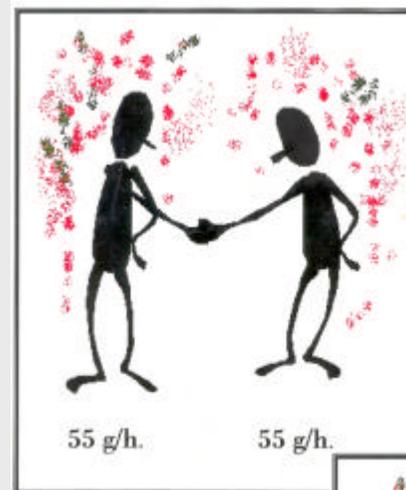


Principali problemi legati alla qualità dell'aria indoor nelle residenze:

A - concentrazione di vapore

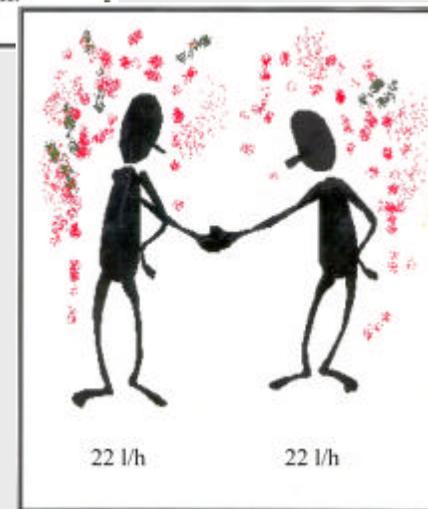
Concentrazione di vapore dell'aria (470 gr)

(stanza di 35 m³)



B - concentrazione di CO₂

Concentraz. esterna media CO₂=0,4 l/m³





QUANTITA' DI ARIA NECESSARIA PER MANTENERE LA CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI A LIVELLI OTTIMALI

$$N = \frac{W}{(X_i - X_e)}$$

N = portata di ventilazione

W = produzione oraria dell'inquinante

X_i = contenuto dell'inquinante nell'aria interna

X_e = contenuto inquinante nell'aria esterna

DOPO 4 ORE NELLA STANZA:

Quantità di vapore totale è: **910 gr.** pari a **14 gr/Kg** corrispondenti al **90%** circa di umidità relativa (UR)

Concentrazione di CO₂ è pari a **3,26 l/m³**

VALORE MINIMO IMPOSTO DALLA LEGGE PER UNA CORRETTA VENTILAZIONE DEGLI AMBIENTI CONFINATI = 0,5 Vol/h

Dove:

$$N_{\text{ottimale}} = \frac{R1+R2}{2}$$

R1: portata d'aria per mantenere la concentrazione di UR pari a 60% = 0,26 ricambi orari

R2: portata d'aria per mantenere la concentrazione di CO₂ a livelli ottimali = 0,73 ricambi orari

$$N_{\text{ottimale}} = 0,495 \quad 0,5 \text{ ricambi orari}$$



Riferimenti normativi

UNI 10339: *Impianti aeraulici ai fini di benessere. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*



Prospetto III - Portate di aria esterna in edifici adibiti ad uso civile

Categorie di edifici	Portate di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{0p} (10^{-3} m ³ /s per persona)	Q_{0s} (10^{-3} m ³ /s m ²)	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI			
RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO			
- Abitazioni civili: • soggiorni, camere da letto • cucina, bagni, servizi	11	- estrazioni	A
- Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi: • sale riunioni	9*	-	-
• dormitori/camere	11	-	-
• cucina	-	16,5	-
• bagni/servizi		estrazioni	A

Riferimenti normativi

UNI 10344: "Riscaldamento degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia" (ora sostituita dalla UNI EN 832).



Prospetto II — Valori convenzionali dei ricambi d'aria

Tipo di schermatura	Permeabilità dell'aria dei serramenti					
	bassa		media		alta	
	s ⁻¹	(h ⁻¹)	s ⁻¹	(h ⁻¹)	s ⁻¹	(h ⁻¹)
Non schermato	1,4 · 10 ⁻⁴	(0,5)	1,9 · 10 ⁻⁴	(0,7)	3,3 · 10 ⁻⁴	(1,2)
Parzialmente schermato	1,4 · 10 ⁻⁴	(0,5)	1,7 · 10 ⁻⁴	(0,6)	2,5 · 10 ⁻⁴	(0,9)
Totalmente schermato	1,4 · 10 ⁻⁴	(0,5)	1,4 · 10 ⁻⁴	(0,5)	1,7 · 10 ⁻⁴	(0,6)

I valori riportati non rappresentano le reali infiltrazioni ma sono dati convenzionali esclusivamente finalizzati al calcolo del fabbisogno energetico per il riscaldamento. Essi non rappresentano solamente le infiltrazioni ma tengono anche conto del minimo fabbisogno di ricambio d'aria fissato in 0,5 volumi/h. Se si vuole calcolare la portata d'aria di infiltrazione attraverso i serramenti si rimanda alla procedura riportata in appendice C.

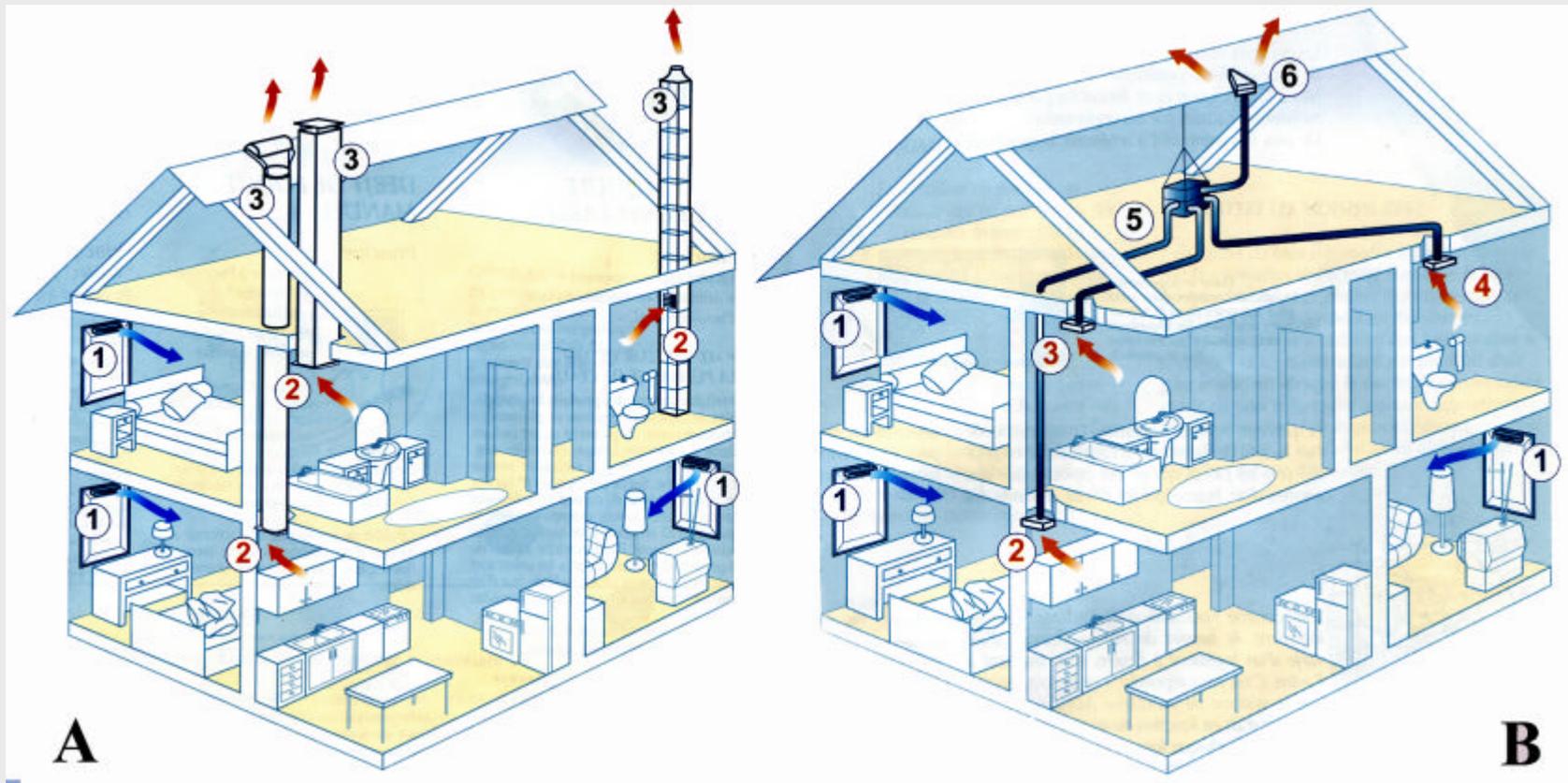
5) La portata d'aria di ventilazione conseguente ad aperture di finestre che vengono attuate per limitare il valore massimo della temperatura interna in presenza di notevoli surriscaldamenti ambientali non devono essere considerate.



Ventilazione naturale: metodi di calcolo

Ricambio a finestre aperte: $q_v = 0,5 \cdot A_e \cdot v_w [m^3 / s]$

Sistemi naturali $V = V_n = K \cdot |\Delta p_{eff}|^a V$ ($\Delta p = 0.44 * h * \Delta t$)





Alcuni calcoli per un appartamento di 100 m²– appendice C di UNI 10344

I metodi di calcolo e la bibliografia di settore dimostrano che il minimo ricambio dell'aria **non può** essere assicurato in maniera continuativa nell'arco delle 24 ore mediante le infiltrazioni.

Determinazione della portata d'aria per infiltrazione

La portata d'aria per infiltrazione espressa in (m³/s) è data da:

$$\varphi = P_o V / 3\,600$$

dove: P_o è la permeabilità all'aria dell'involucro edilizio;
 V è il volume riscaldato.

Il valore della permeabilità all'aria dell'involucro è dato da:

$$P_o = \frac{\Delta p}{V} \left[\sum_1^q (m A)_j + \sum_1^r (v L)_j \right]$$

dove: q è il numero di serramenti;
 r è il numero di cassonetti;
 Δp è la differenza di pressione tra interno ed esterno;
 m è il coefficiente di permeabilità all'aria dei serramenti di finestre e porte (m³/hm²);
 A è l'area delle finestre e porte;
 v è il coefficiente di permeabilità dei cassonetti (m³/hm);
 L è la lunghezza dei cassonetti.

Caso 1: infisso non classificato e ventosità elevata - $j = 169 \text{ m}^3/\text{h}$
Caso 2: infisso non classificato e ventosità moderata - $j = 69 \text{ m}^3/\text{h}$
Caso 3: infisso classificato e ventosità moderata - $j = 26 \text{ m}^3/\text{h}$
 j min (per un appartamento di 100 m²) = 150 m³/h

Riferimenti normativi: DM 5-7-1975

DM 5.7.1975: *“Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all’altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione”*



ART. 6: “Quando le caratteristiche tipologiche degli alloggi diano luogo a condizioni che non consentano di fruire di ventilazione naturale, si dovrà ricorrere alla ventilazione meccanica centralizzata immettendo aria opportunamente captata e con requisiti igienici confacenti.



Riferimenti normativi: Legge 10/91 - DPR 412/93

34. Sanzioni. - 1. L'inosservanza dell'obbligo di cui al comma 1 dell'articolo 28 è punita con la sanzione amministrativa non inferiore a lire un milione e non superiore a lire cinque milioni.

2. Il proprietario dell'edificio nel quale sono eseguite opere difformi dalla documentazione depositata ai sensi dell'articolo 28 e che non osserva le disposizioni degli articoli 26 e 27 è punito con la sanzione amministrativa in misura non inferiore al 5 per cento e non superiore al 25 per cento del valore delle opere.

3. Il costruttore e il direttore dei lavori che omettono la certificazione di cui all'articolo 29, ovvero che rilasciano una certificazione non veritiera nonché il progettista che rilascia la relazione di cui al comma 1 dell'articolo 28 non veritiera, sono puniti in solido con la sanzione amministrativa non inferiore all'1 per cento e non superiore al 5 per cento del valore delle opere, fatti salvi i casi di responsabilità penale.



7. Qualora soggetto della sanzione amministrativa sia un professionista, l'autorità che applica la sanzione deve darne comunicazione all'ordine professionale di appartenenza per i provvedimenti disciplinari conseguenti.

8. L'inosservanza, della disposizione che impone la nomina, ai sensi dell'articolo 19, del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia, è punita con la sanzione amministrativa non inferiore a lire dieci milioni e non superiore a lire cento milioni.





Riferimenti normativi: Legge 10/91 - DPR 412/93

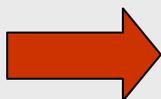
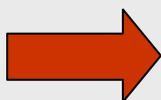
f) PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

(I riferimenti di calcolo sono indicati nei regolamenti di attuazione della legge e nelle norme tecniche ivi richiamate, i valori di seguito riportati devono coincidere con quelli del progetto delle opere edili e dell'impianto termico)

- Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio (utilizzare fac-simile di TAB. 1)
- Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio (utilizzare fac-simile di TAB. 2)
- Trasmittanza termica (K) degli elementi divisorii tra alloggi o unita' immobiliari confinanti (anche se su piani sovrapposti). Indicare il valore massimo della trasmittanza termica risultante dal progetto ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) e indicare a quale elemento si riferisce
- coefficiente volumico di dispersione termica per trasmissione (Cd) in $W/m^3 \text{ } ^\circ C$
 - - valore di progetto
 - - valore massimo consentito dalle norme regolamentari vigenti

- numero di volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 h, espresso in h-1) (specificare per le diverse zone)
 - - valore di progetto (derivante dal calcolo secondo normativa UNI)
 - - valore minimo imposto da norme specifiche se esistenti (per es. derivante da norme igieniche o sanitarie)

- portata dell'aria di ricambio (G), espressa in m^3/h (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)
- portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)
- rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)





La “certificazione energetica” nell’edilizia

4.1.2003

IT

Gazzetta ufficiale delle Comunità europee

L 1/65

DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia

Articolo 2

Definizioni

Ai fini della presente direttiva valgono le seguenti definizioni:

- 1) «edificio»: una costruzione provvista di tetto e di muri, per la quale l'energia è utilizzata per il condizionamento del clima degli ambienti interni; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità abitative a sé stanti;
- 2) «rendimento energetico di un edificio»: la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio, compresi, tra gli altri, il riscaldamento, il riscaldamento dell'acqua, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori calcolati tenendo conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'e-

Articolo 4

Fissazione di requisiti di rendimento energetico

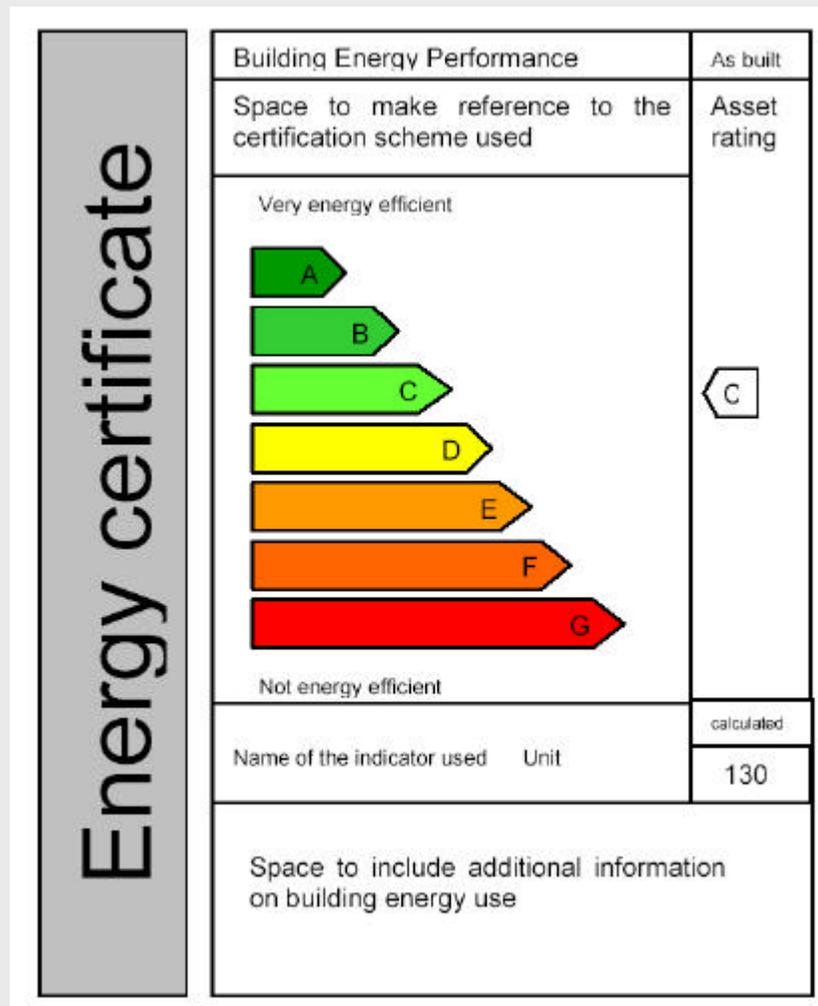
1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie per garantire che siano istituiti requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici, calcolati in base alla metodologia di cui all'articolo 3. Nel fissare tali requisiti, gli Stati membri possono distinguere tra gli edifici già esistenti e quelli di nuova costruzione, nonché diverse categorie di edifici. Tali requisiti devono tener conto delle condizioni generali del clima degli ambienti interni allo scopo di evitare eventuali effetti negativi quali una ventilazione inadeguata, nonché delle condizioni locali, dell'uso cui l'edificio è destinato e della sua età. I requisiti sono riveduti a scadenze regolari che non dovrebbero superare i cinque anni e, se necessario, aggiornati in funzione dei progressi tecnici nel settore dell'edilizia.



Norme tecniche sotto mandato - ventilazione

1	EN 13465 - Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings
2	M19 - Ventilation for buildings - Calculation methods for air flow rates in buildings including infiltration
3	M20-M21 - Ventilation for buildings - Calculation methods for energy requirements due to ventilation systems in buildings

M 1/3 - Energy performance of buildings — Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings

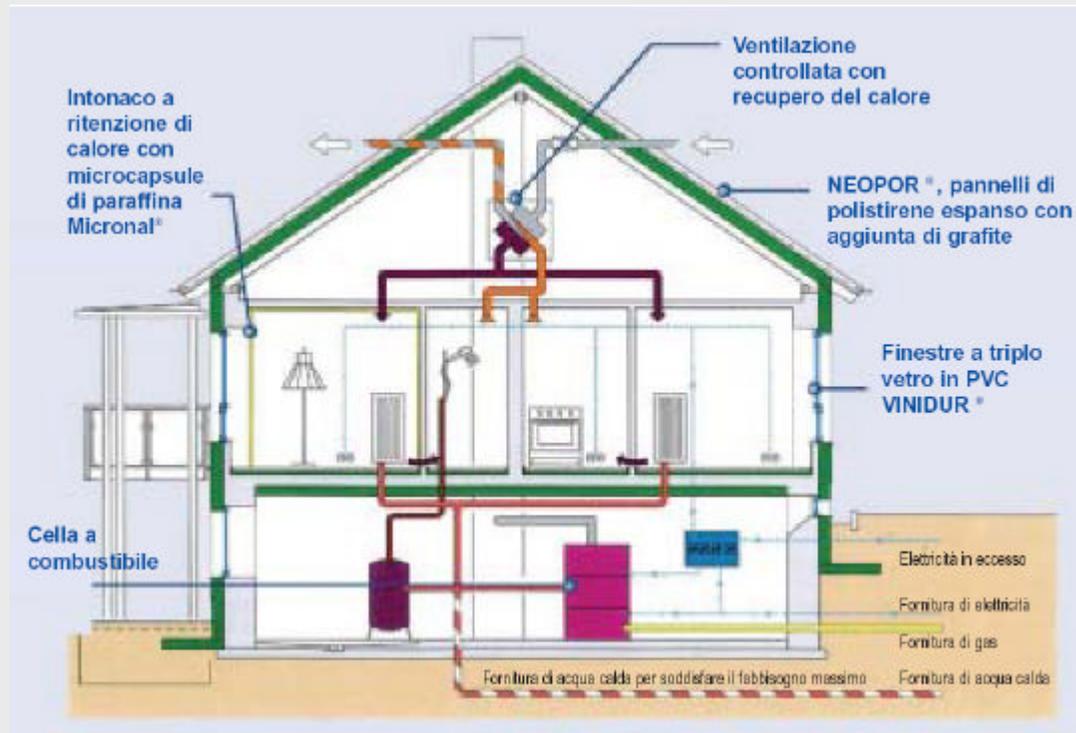




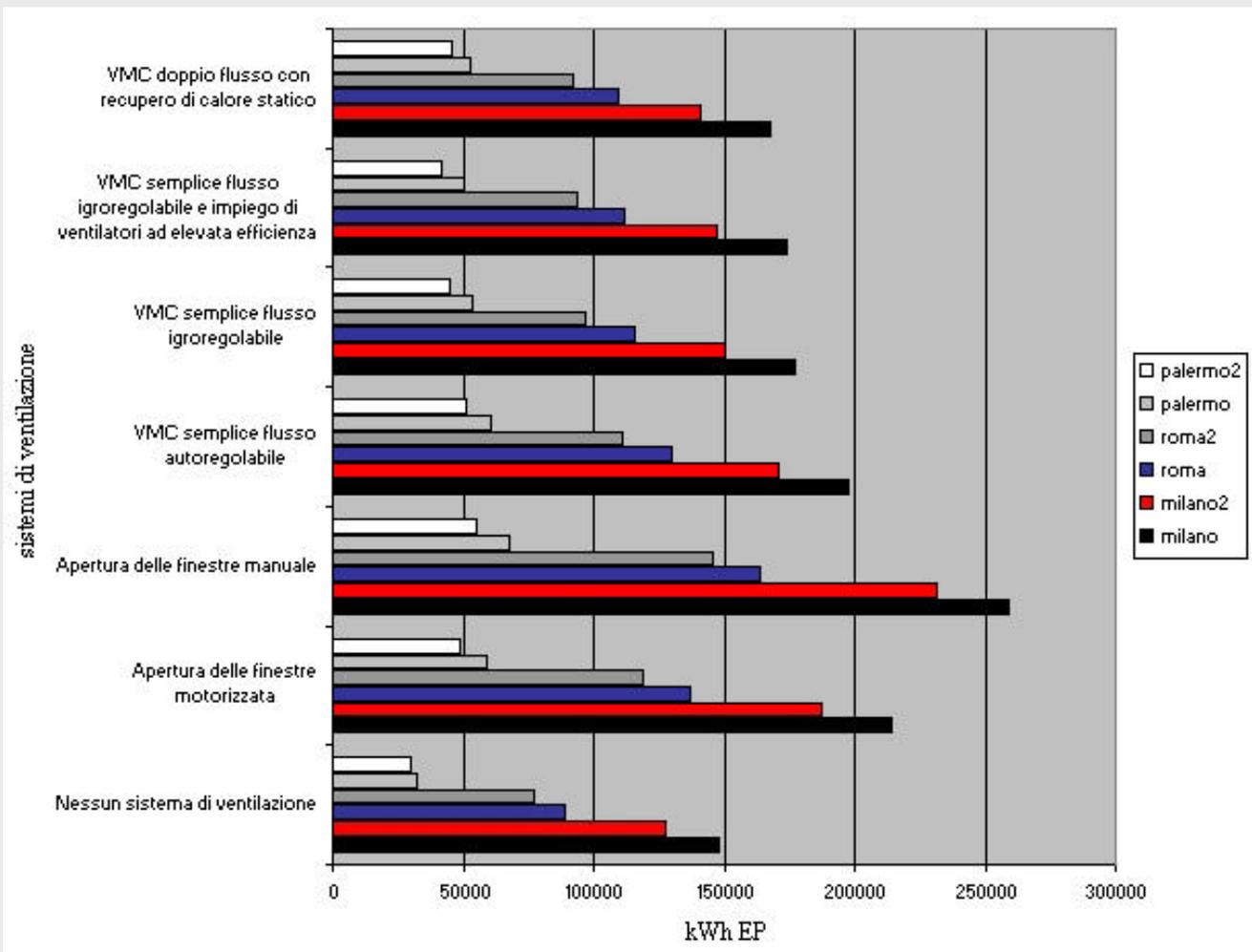
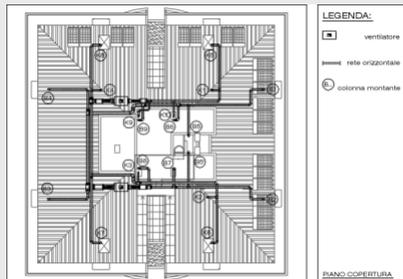
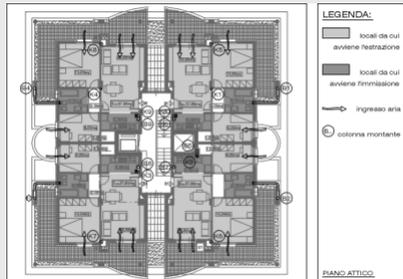
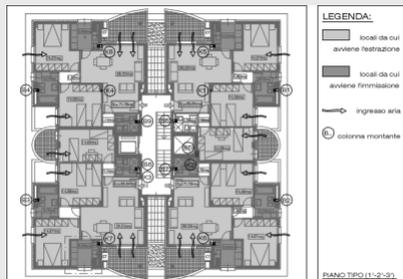
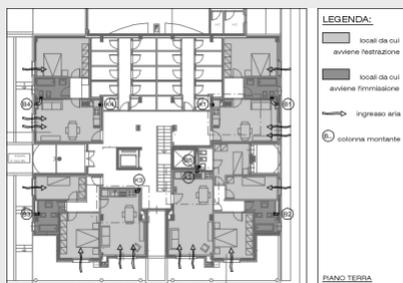
Esempio di elevate prestazioni energetiche: CASA DA TRE LITRI

Gli elementi essenziali di una casa ad ultra-basso consumo energetico sono:

- un rivestimento della casa spesso ed ottimamente coibentato,
- **un'aerazione controllata** dei locali, con recupero di calore.



Dati energetici: prestazioni degli impianti di VMC (rif. Memoria AICARR)

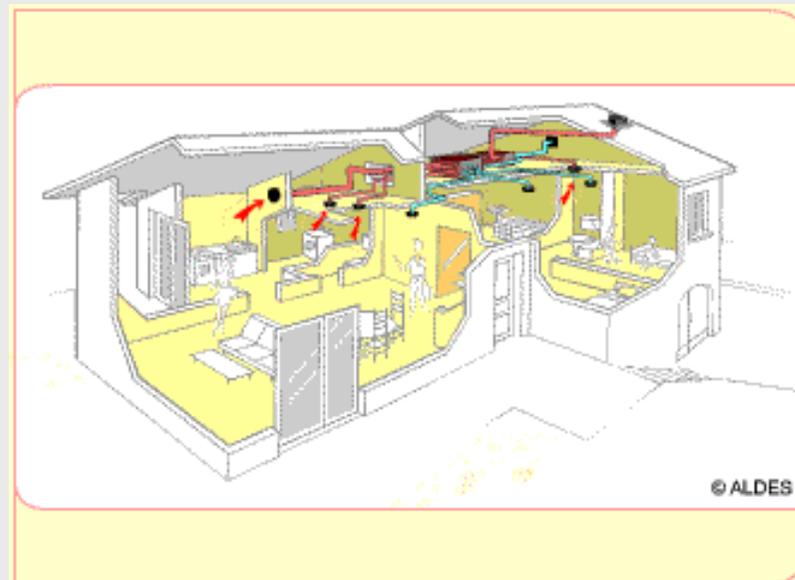
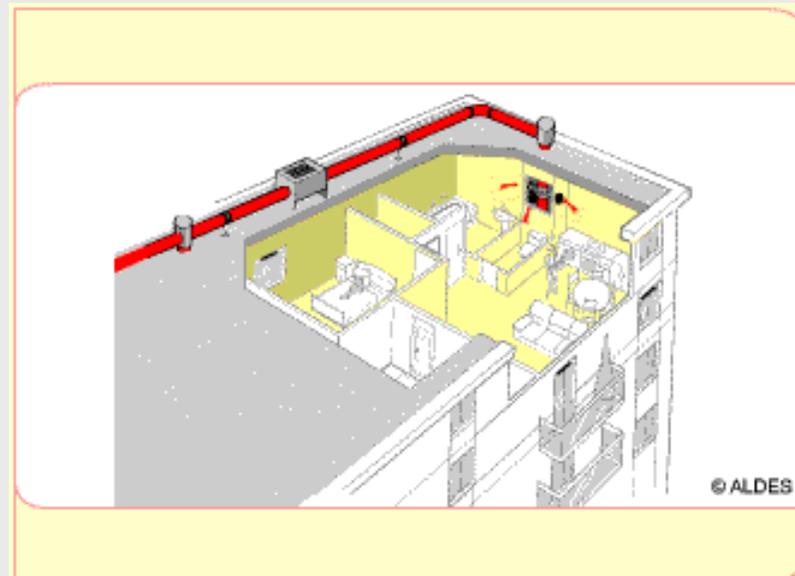




Sistemi a semplice flusso →

TECNICHE DI VENTILAZIONE MECCANICA NELL'EDILIZIA RESIDENZIALE

Sistemi a doppio flusso →





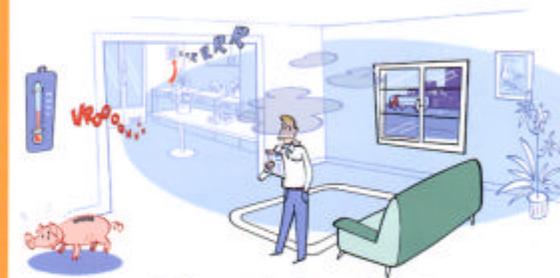
Ventilazione Meccanica Controllata: normativa e tecnologia



apertura finestre
= spreco di riscaldamento

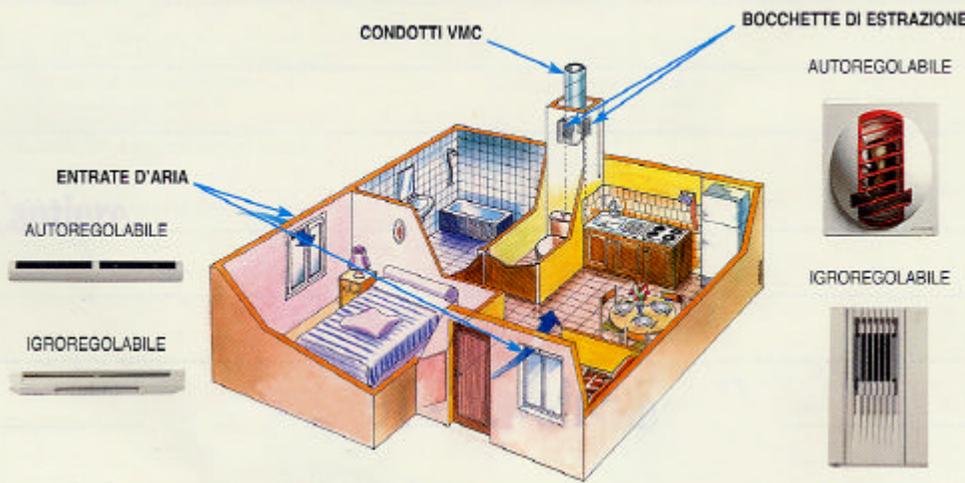


apertura finestre
= corrente d'aria + inquinamento



sistemi di ventilazione localizzata
tradizionale = mancanza di ricambio
d'aria omogeneo

Sistema di ventilazione meccanica controllata





COMPONENTI

Gli ingressi aria

a controllo di portata con silenziatore per l'abbattimento acustico di facciata dell'edificio secondo le vigenti normative



Montaggio ingresso aria nell'infisso



Montaggio ingresso aria sul cassonetto



Le bocchette di estrazione

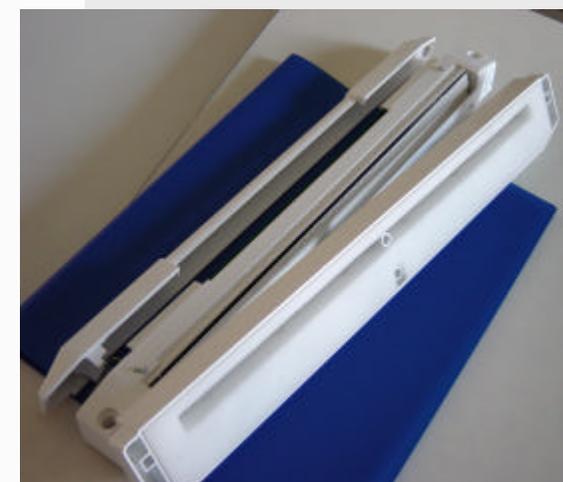
a portata controllata per ottenere il ricambio d'aria richiesto



BAP
Bocchetta Autoregolante

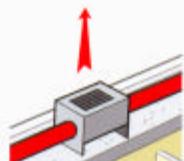


BAHIA
Bocchetta Igregolabile



Ventilatori e condotti

silenziosi a basso consumo energetico per il funzionamento continuo del sistema. Canali e pezzi speciali in acciaio per l'abbattimento acustico di trasmissione.



Canali
in lamiera zincati circolari ed ovali



VEC
Ventilatore cassonato per impiego condominiale

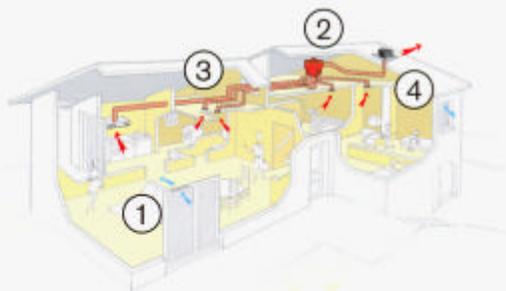




Impianto autoregolabile: installazione in abitazione unifamiliare

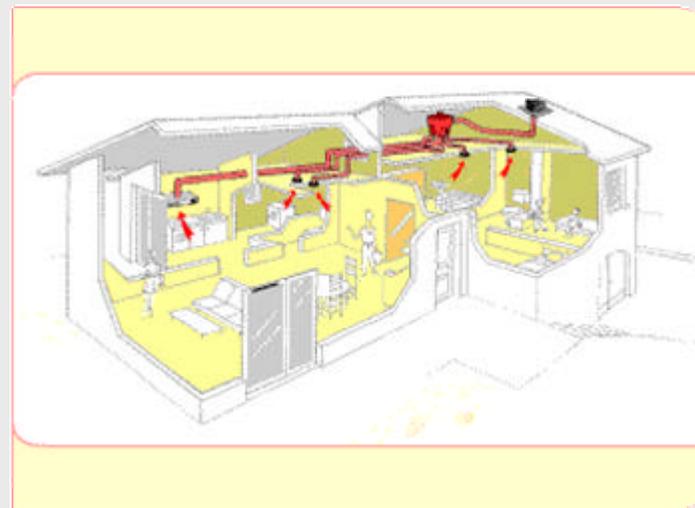
semplice flusso centralizzata per abitazioni monofamiliari

- 1 - Ingressi Aria
- 2 - Gruppo Estrazione
- 3 - Condotti ed accessori
- 4 - Uscita a tetto



semplice flusso per abitazioni condominiali

- 1 - Ingressi aria.
- 2 - Bocchette di estrazione
- 3 - Ventilatore centralizzato
- 4 - Condotti



Ingressi aria autoregolabili



con abbattimento acustico



con abbattimento acustico

con abbattimento acustico

Bocchetta di estrazione autoregolabile



Le bocchette di estrazione sono caratterizzate da un dispositivo di regolazione automatica della portata composto da una membrana in gomma che modifica la dimensione di passaggio dell'aria in funzione della pressione a cui è sottoposta.

- Estrema semplicità nella pulizia e assenza di manutenzione
- Precisione di regolazione delle portate d'aria
- Silenziosità di funzionamento
- Possibilità di controllo da parte dell'utente

Ventilatori di estrazione



per condominiale



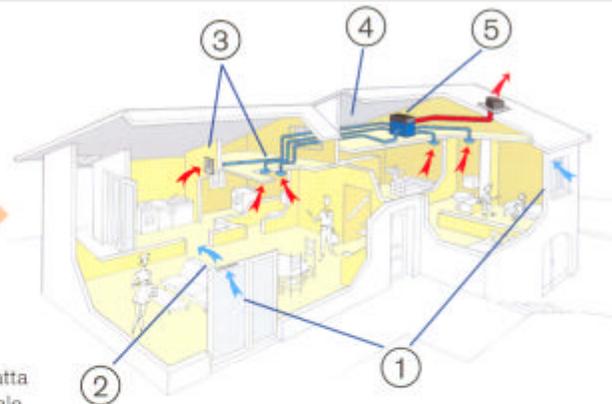
per abitazione individuale



Impianto igroregolabile: installazione in abitazione unifamiliare

semplice flusso per abitazioni monofamiliare

1. ingressi aria sul telaio finestra
2. flusso "laminare"
3. bocchette di estrazione
4. sistema di convogliamento canali dell'aria estratta
5. ventilatore meccanico per abitazione residenziale



semplice flusso per abitazioni condominiali

- 1 - Ingressi aria
- 2 - Bocchette di estrazione
- 3 - Ventilatore centralizzato
- 4 - Condotti



Bocchetta per estrazione igroregolabile



Ventilatore di estrazione centralizzato manutenzione igroregolabile completo del kit bocchette di estrazione igroregolabili



Bocchetta di estrazione igroregolabile per locali servizi completa di rilevatore ottico di presenza per bagni ciechi

Ventilatore di estrazione igro

Ventilatore a cassone in lamiera zincata per esterno con inverter a basso consumo
Livello di rumore estremamente contenuto



Ingressi aria igroregolabili



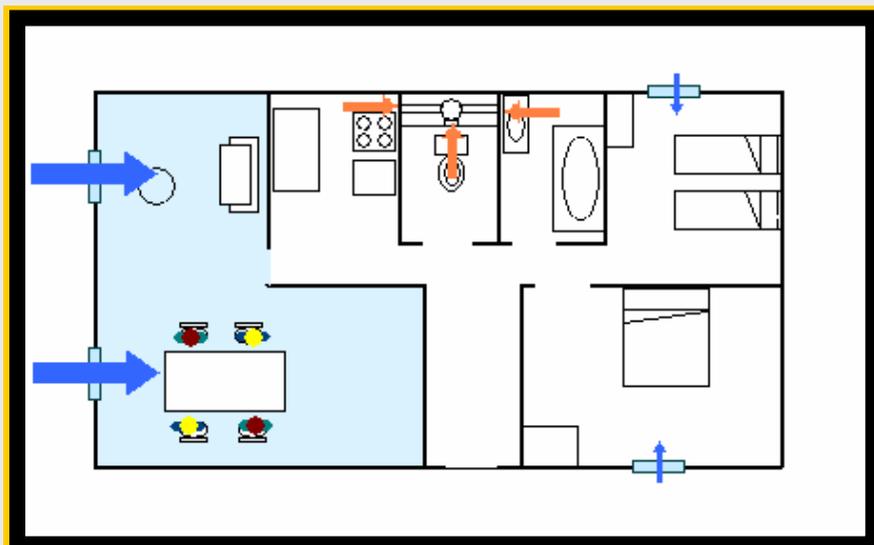
Ingresso aria a portata controllata e variabile in automatico, in base al tasso di umidità relativa. Versione con abbattimento acustico.



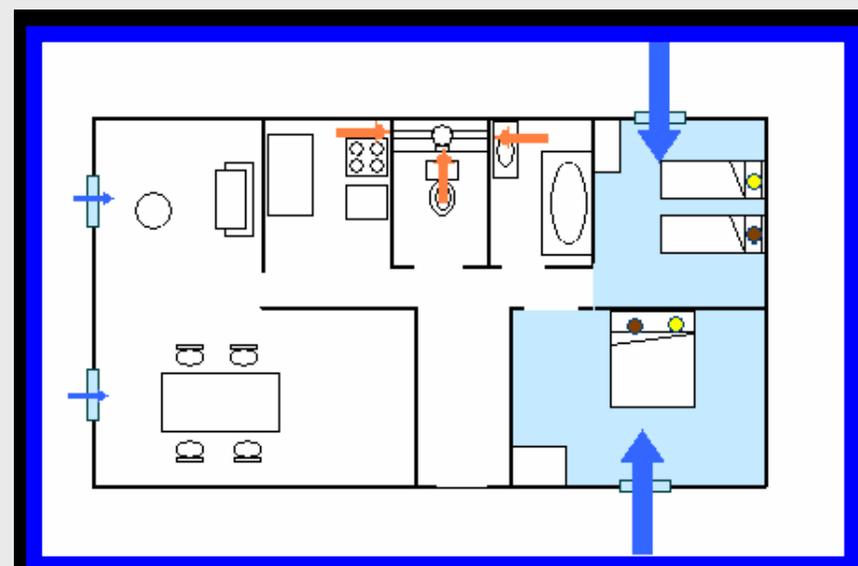
Ingresso aria a portata controllata e variabile in automatico, in base al tasso di umidità relativa. Versione standard.



Sistema igroregolabile: principio di funzionamento



Occupazione diurna



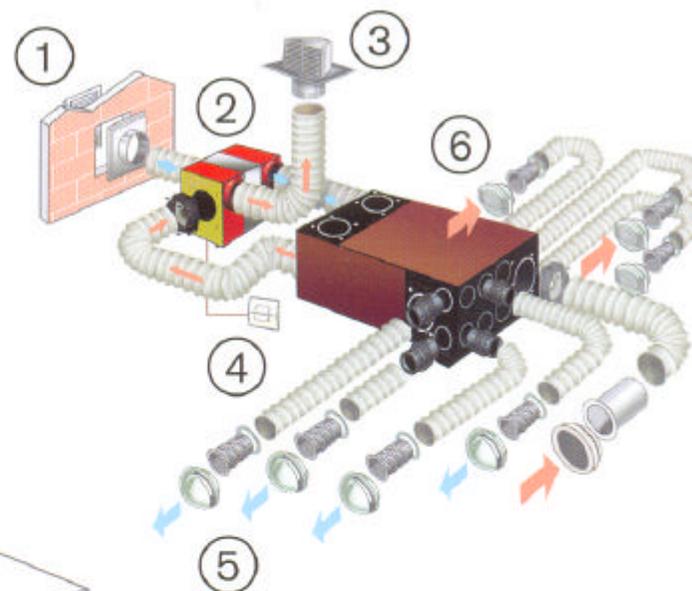
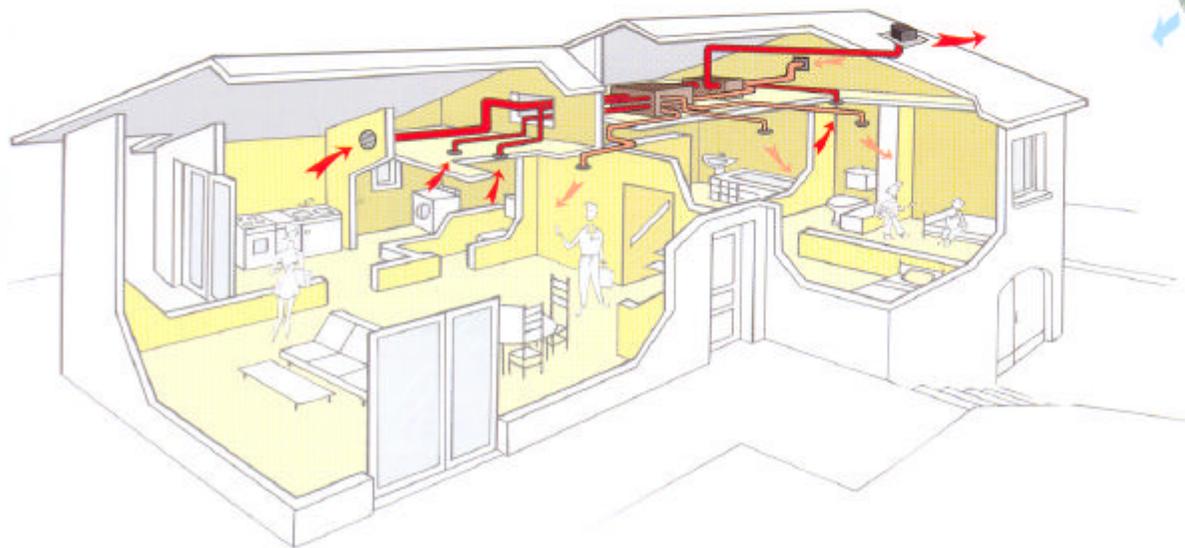
Occupazione notturna



Impianto autoregolabile: doppio flusso con recupero di calore

Sistema di VMC a doppio flusso con recupero di energia

La VMC a doppio flusso con recupero di calore, permette un'aerazione costante controllando i volumi d'aria di rinnovo con il sistema autoregolabile. Consigliato nelle case a basso consumo energetico e per le zone climatiche fredde.



- 1 - Presa d'aria esterna + filtro
- 2 - Motoventilatore di Estrazione - Immissione
- 3 - Espulsione a tetto
- 4 - Scambiatore di calore
- 5 - Terminali d'immissione aria nuova
- 6 - Terminali di estrazione



Impianto VMC per le abitazioni collettive

Doppio flusso con recupero statico condominiale

L'applicazione dei sistemi di VMC nell'edilizia condominiale prevede la centralizzazione dell'aria di rinnovo filtrata come la centralizzazione dell'estrazione. La regolazione della portata avviene con il sistema autoregolabile. Gli scambiatori di calore rimangono autonomi per una gestione in base alla reale produzione di ogni singola abitazione.

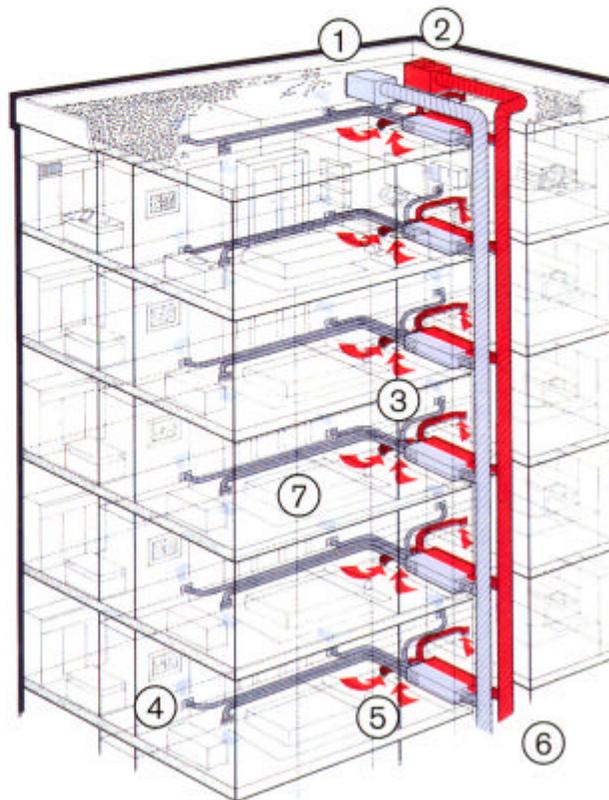


Ventilatore di immissione con filtrazione

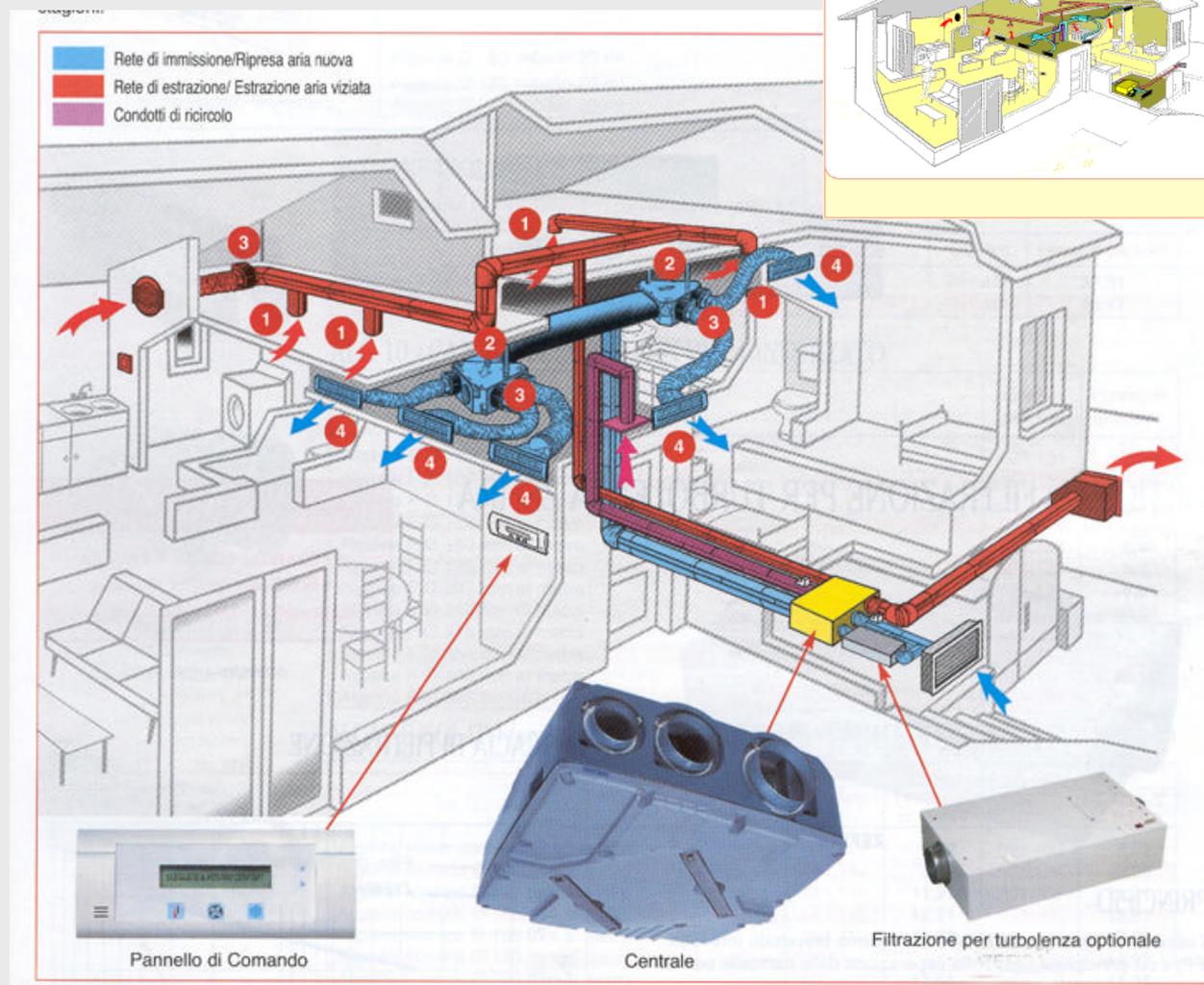


Condotti ovali per interni

- 1 - Ventilatore di immissione centralizzato
- 2 - Ventilatore di estrazione centralizzato
- 3 - Recuperatore di calore autonomo
- 4 - Terminale di immissione aria nuova
- 5 - Terminale di estrazione
- 6 - Canalizzazioni principali
- 7 - Condotti di distribuzione interna



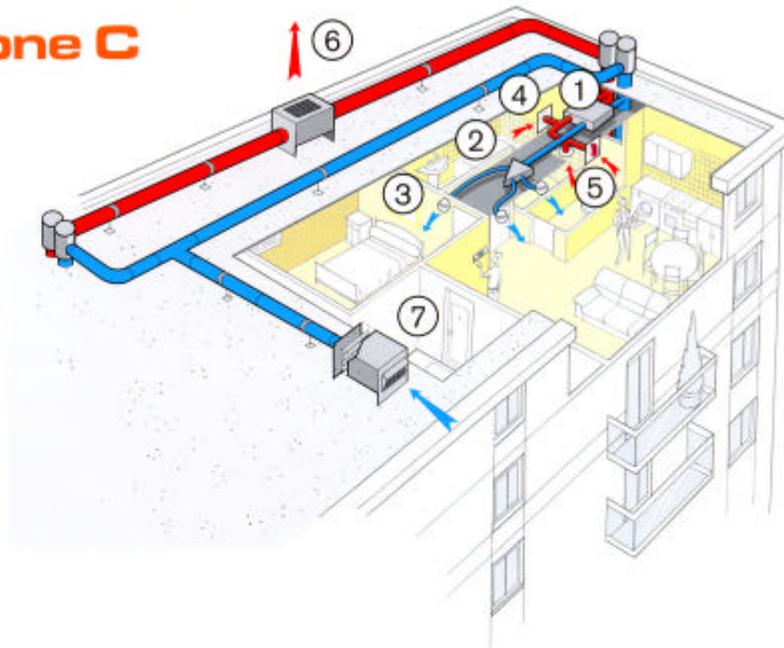
Imp. autoregolabile: doppio flusso con recupero di calore termodinamico



Impianto VMC per le abitazioni collettive

Doppio flusso termodinamico condominiale temperazione C

- 1 - Scambiatore termodinamico
- 2 - Plenum di distribuzione
- 3 - Bocchetta di immissione
- 4 - Bocchetta di estrazione
- 5 - Modulo di regolazione a portata variabile
- 6 - Ventilatore centralizzato di estrazione
- 7 - Ventilatore centralizzato di immissione con filtrazione dell'aria esterna



Il sistema di ventilazione con recupero termodinamico temperazione C ha le medesime caratteristiche della versione per abitazioni individuali; differisce nella grandezza della centrale che diviene autonoma e negli assorbimenti energetici dimensionati per uso appartamento.

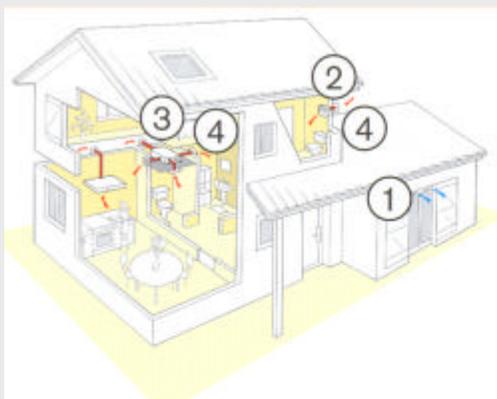


Gruppo scambiatore termodinamico con pompa di calore





Conservazione dell'immobile e ristrutturazione



- 1 - Ingressi aria
- 2 - Mono
- 3 - Multi
- 4 - Condotti ed accessori

Sistema per più locali adiacenti

- funzionamento silenzioso
- basso consumo
- possibilità di aspirazione con canalizzazione da più locali
- una sola espulsione per più locali
- estetica, all'interno dei locali è visibile soltanto una griglia



Per singoli vani tecnici

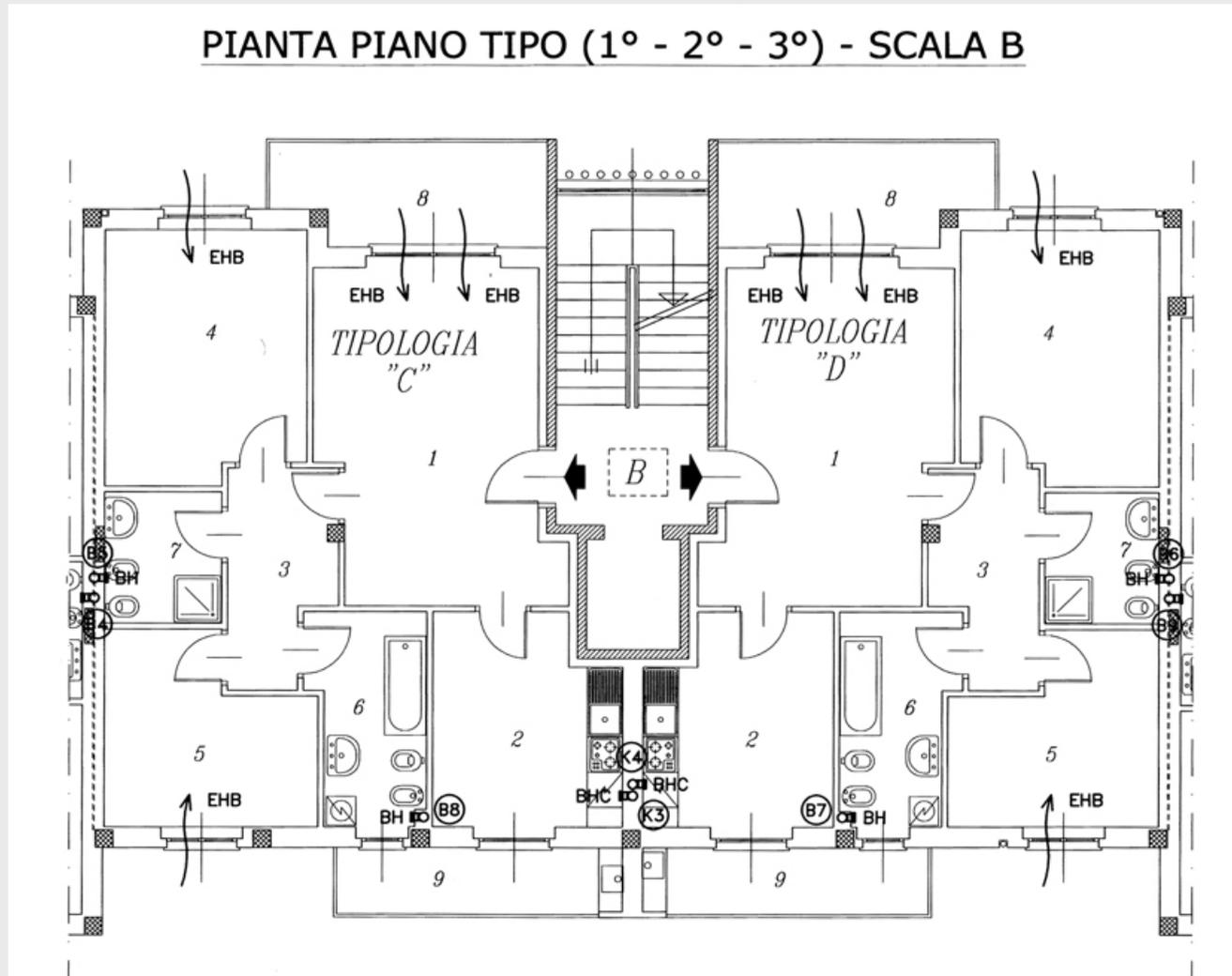
- basso livello di pressione acustica
- basso consumo (circa 6 watt/h)
- aspirazione a mezzo di canalizzazione esistente
- ingombro limitato
- portata di punta possibile a mezzo di interruttore
- un unico prodotto per 3 livelli di taratura (regolazione in fase di installazione)





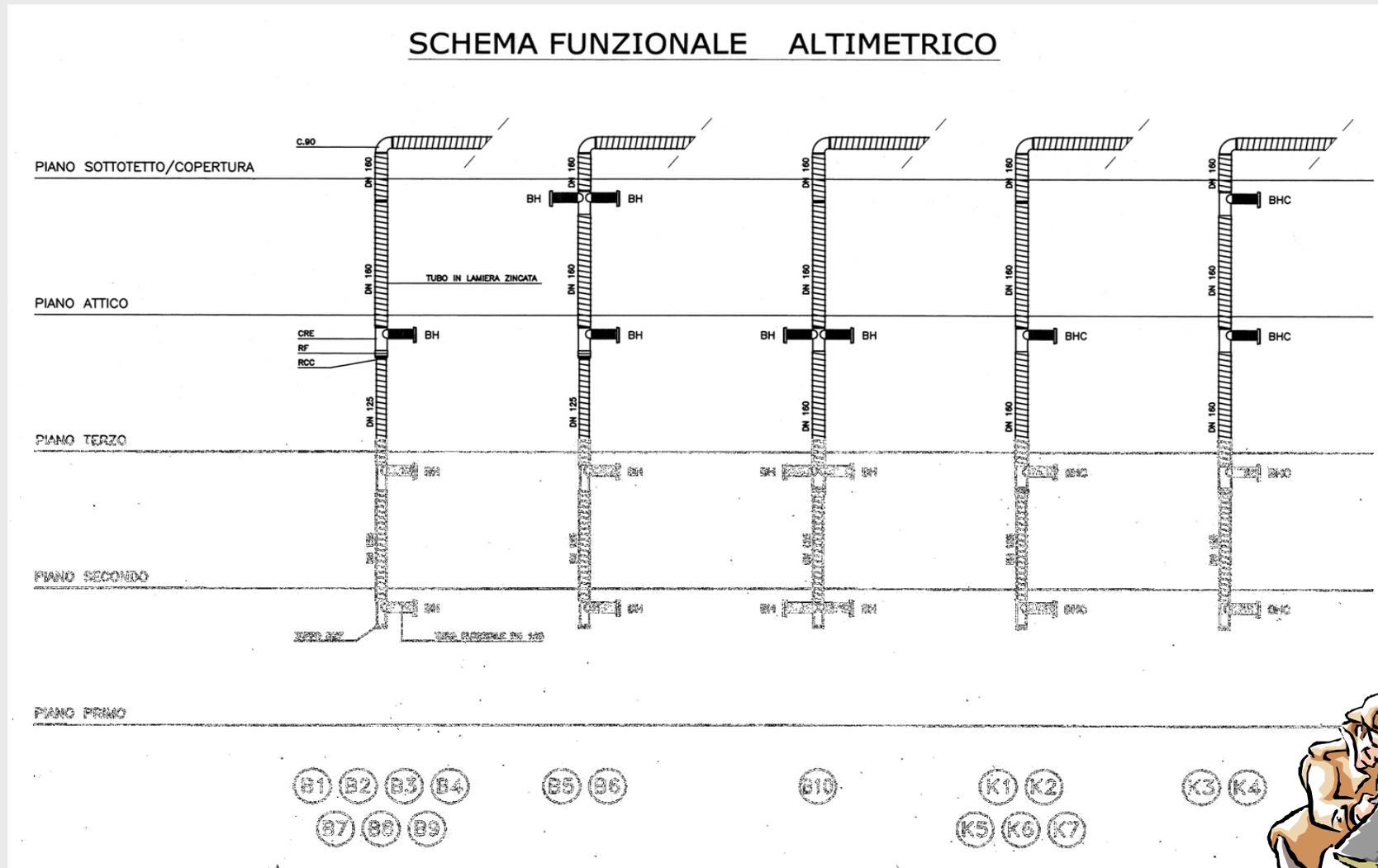
Impianto VMC per le abitazioni collettive: planimetria

PIANTA PIANO TIPO (1° - 2° - 3°) - SCALA B





Impianto VMC per le abitazioni collettive: colonne montanti





Fasi di installazione: foto di cantiere





Fasi di installazione: foto di cantiere





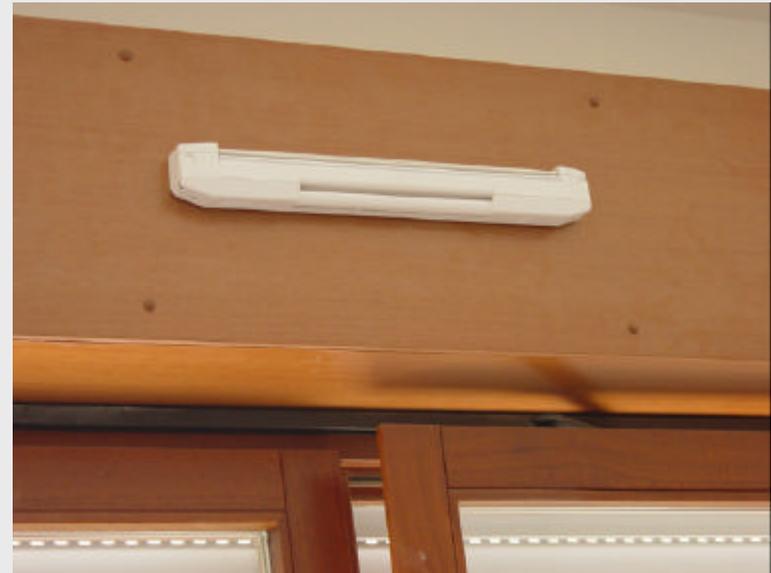
Fasi di installazione: foto di cantiere



Claudio Buttà



Fasi di installazione: foto di cantiere



Claudio Buttà



Fasi di installazione: foto di cantiere – Torino 2004



Claudio Buttà

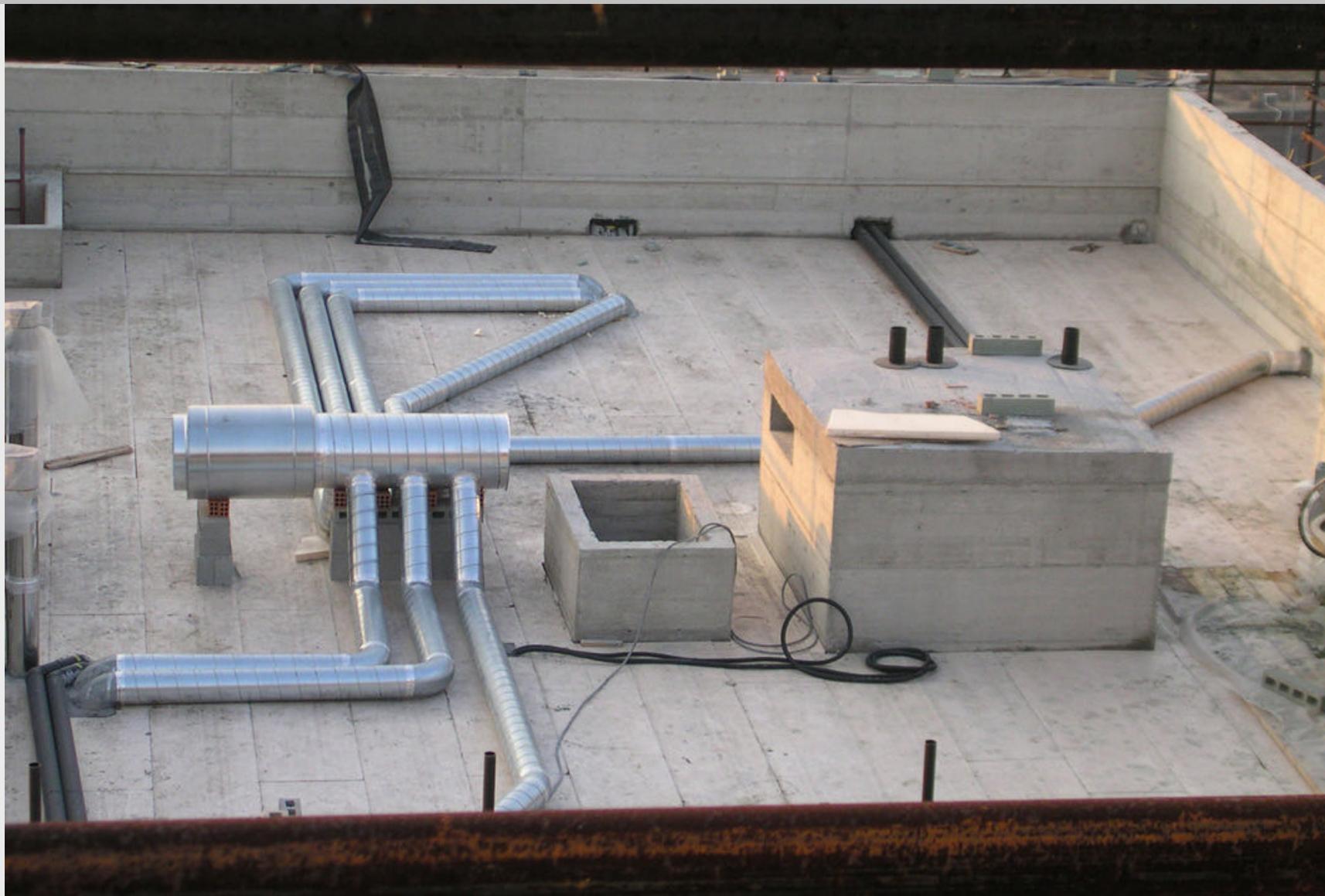


Fasi di lavorazione del canale – Torino 2004





Viste dell'impianto – Torino 2004





Ventilazione Meccanica Controllata: normativa e tecnologia



Claudio Buttà



Ventilazione Meccanica Controllata: normativa e tecnologia



Claudio Buttà



Contatti:

claudiobutta@aldesitalia.it