

A sinistra in basso: la ventilazione naturale è al centro del comportamento bioclimatico ed energeticamente efficiente della Casa Kyoto concepita dallo studio del Dipartimento Itaca dell'Università La Sapienza, S.Dierna e F.Orlandi responsabili scientifici, A.Battisti e F.Tucci coordinatori operativi.

Progettare le **MASSE D'ARIA**: potenzialità energetiche ed economiche ed opportunità tecnologiche della **VENTILAZIONE NATURALE** in architettura *Fabrizio Tucci*





## MODULO PAROLE CHIAVE

**VENTILAZIONE NATURALE** · MOTI D'ARIA · MASSE D'ARIA · PROGETTO BIOCLIMATICO · COMFORT TERMO-IGROMETRICO · **RISPARMIO ENERGETICO** · RICAMBIO D'ARIA · TORRI DEL VENTO · CONDOTTE INTERRATE · CONDOTTE IN COPERTURA · CAMINI SOLARI · ATRII BIOCLIMATICI · *BUFFER SPACE* · CLIMA MEDITERRANEO · CASO ESTIVO



Sopra: Coventry University, Londra, con le torri del vento.  
A sinistra: la Russia Tower, progettata da Norman Foster per la città di Mosca, sarà il più alto edificio del mondo con ventilazione totalmente naturale.

La progettazione della movimentazione delle masse d'aria in architettura sta diventando significativa nella sperimentazione contemporanea in quanto offre, se ben controllata ed ottimizzata, contributi importanti sia per quanto riguarda il risparmio energetico, sia per gli aspetti di comfort bioclimatico e termo igrometrico, oltre che di qualità ambientale nel senso più ampio, tanto da essere di recente considerata uno dei fondamentali elementi strategici per il conseguimento di un'alta efficienza energetica e di un'elevata efficacia ecologica nel progetto di architettura. Per comprenderne appieno la portata innovativa, partiamo dalla rilevazione di un dato di fatto, ossia dall'assunzione di consapevolezza di un fenomeno che comunque accade (e, anzi, deve accadere) in ogni edificio: la ventilazione è il processo attraverso il quale viene sostituita in parte o in tutto l'aria presente all'interno di un edificio con aria di provenienza esterna.

La necessità di provvedere ad un adeguato ricambio d'aria nasce dall'esigenza di mantenere un'opportuna concentrazione di ossigeno e di smaltire le sostanze inquinanti e, in determinate circostanze, il vapore acqueo ed il calore in eccesso prodotti dall'edificio stesso e dai suoi occupanti. Inoltre, la semplice movimentazione dell'aria, sia essa, indifferentemente, di provenienza esterna o di ricircolo, influenza il comfort termico modificando scambi convettivi e di calore latente tra il corpo umano e l'ambiente circostante. L'aria dunque condiziona il nostro benessere in almeno due modi: essendo l'elemento attraverso il quale respiriamo ed essendo il mezzo attraverso il quale passa buona parte degli scambi termici fra corpo ed ambiente esterno.

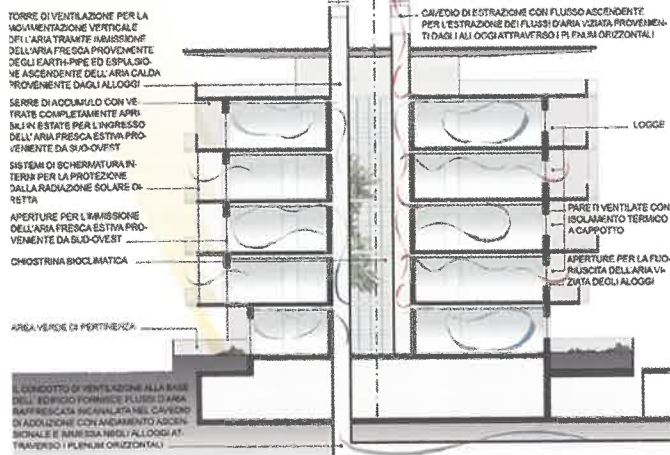
“Progettare le masse d’aria” significa dunque utilizzare propriamente e in modo mirato movimenti spontanei e naturali dell’aria, comunque esistenti all’interno dell’edificio, a prescindere dal fatto che vengano opportunamente convogliati. Si tratta di indirizzare, ottimizzare e spesso potenziare tali moti ventilativi nell’architettura imprimendo, attraverso l’utilizzo di opportune tecnologie, orientamenti e percorsi predefiniti, energeticamente efficienti ed efficaci sul piano del comfort e della stessa salute. Si tratta di una vera e propria rivoluzione del modo di progettare perché si preordinano normali esecuzioni di cantiere con logiche mirate all’ottimizzazione energetica dell’edificio, senza introdurre variabili molto diverse dalle normali pratiche costruttive ma cambiando completamente il modo di pensare il progetto e gli aspetti termo fisici e fluidodinamici che il progettare innesca e sottende nell’architettura prodotta. E’ inoltre interessante e importante osservare che, se si controllano bene gli aspetti fluidodinamici e termodinamici che vanno a supportare una progettazione bioclimatica, energeticamente efficiente e ambientalmente sostenibile che impiega soluzioni architettoniche e tecnologiche abbastanza semplici e alla portata di tutti quali torri del vento, condotti interrati di movimentazione d’aria, camini solari, atri bioclimatici, spazi di cuscinetto termico, si può risparmiare nella fase esecutiva e realizzativa sia sugli aspetti impiantistici, ottenendo un importante contenimento dei consumi energetici e un ottimo comfort ambientale, sia su quelli propriamente costruttivi, ricorrendo all’impiego di elementi tecnologici abbastanza economici, e riducendo la necessità di utilizzare iperisolamento ovunque, uso diffuso di vetri speciali e altri costosi elementi di contenimento dei consumi. Non da ultimo, tale approccio è particolarmente adatto nel clima mediterraneo che caratterizza il territorio in cui operiamo, privilegiando, pur nell’ottimo controllo degli aspetti invernali di riscaldamento passivo, il caso estivo in cui ventilazione e raffrescamento naturali sono i protagonisti assoluti.



Un'altra vista della Coventry University, Londra.



## AA' - SITUAZIONE ESTIVA



In questa pagina e nella successiva: il progetto della movimentazione delle masse d'aria nel Piano di recupero Urbano di Colle della Strega, Roma. Progetto di Marco Strickner e Studio Architetti Associati Battisti Tucci.

## CAPTAZIONE DELL'ARIA, trattamento termico delle masse, DISTRIBUZIONE NELL'EDIFICIO, estrazione ed espulsione verso l'esterno, movimentazione negli spazi collettivi: IL PERCORSO DELLA VENTILAZIONE NATURALE

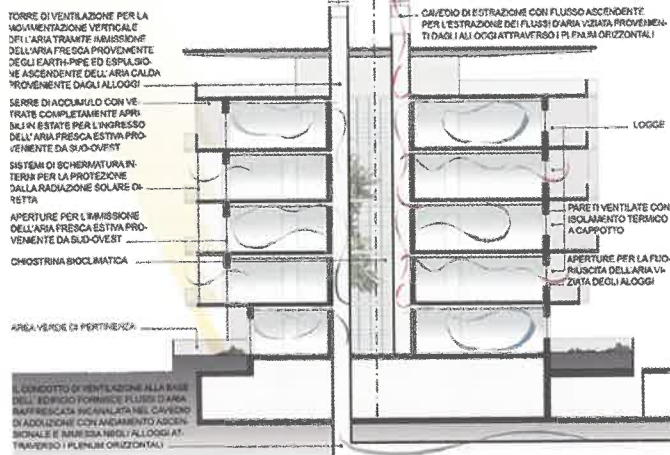
**L**e masse d'arie possono essere "trattate" ed immesse nell'edificio attraverso condotte d'aria interrato o collocate in copertura. Quest'ultima soluzione, che richiama l'idea sottesa dalle antiche torri del vento, contiene una sorta di forzatura nella creazione di un percorso che vede l'aria muoversi dall'alto verso il basso e non viceversa, come avviene naturalmente. E' quindi, quando possibile, più semplice perseguire il criterio progettuale dell'interramento. I passi da compiere sono diversi, e per niente scontati: prima di tutto vi è il progetto della captazione dell'aria dall'esterno, che implica un attento studio dei venti locali con particolare attenzione ai caratteri di velocità media nelle stagioni calde e fredde, di pressione ventilativa di media e di picco durante tutto l'anno e di direzione prevalente dei venti insistenti sul sito di progetto almeno nei momenti climaticamente estremi invernale ed estivo. La captazione può avvenire dal basso, attraverso bocche d'aria collocate al piede dell'edificio integrate nell'attacco a terra o dislocate all'esterno di esso; oppure in copertura, tramite le bocche delle cosiddette torri del freddo, che hanno alle spalle una cultura sperimentale secolare, direzionate verso i venti prevalenti. Il secondo passo progettuale è la scelta delle modalità di pre-trattamento termico delle masse d'aria catturate prima della loro immissione nei cosiddetti spazi serviti dell'architettura; le modalità di trattamento sono fondamentalmente di due tipi: una prima serie di soluzioni ricorre allo scambio termico dell'aria con masse importanti al piede dell'edificio o al di sotto dell'edificio, quali quelle offerte dal terreno, o dai primi solai dell'edificio, o da piastre strutturali di attacco a terra, convogliando l'aria captata dall'esterno verso condotti interrati (buried earthes pipes) o percorsi alla base dell'edificio che "costringono" l'aria in movimento a cedere o acquistare calore (a seconda delle stagioni) per irraggiamento dalle masse circostanti. Una seconda serie di soluzioni vede protagonista lo sviluppo tecnologico dello spazio immediatamente retrostante la bocca delle sopracitate torri del freddo in copertura, capaci di imprimere un moto "contro natura" all'aria captata, dall'alto verso il basso, spesso ricorrendo ad operazioni di raffreddamento dell'aria per nebulizzazione diretta o indiretta, o comunque in grado di convogliare l'aria verso il basso per combinazione di differenza di temperatura e di effetto venturi. Superato gli scogli della captazione e del pre-trattamento termico, il terzo passo prevede la distribuzione dell'aria nell'organismo edilizio; a seconda della natura delle fasi di captazione/trattamento, avremo una delle due tipologie possibili di torri di ventilazione: la torre con moto d'aria ascendente, che riceve la massa d'aria dal basso e la trasporta e distribuisce verso l'alto; e la torre con moto d'aria discendente, sviluppo naturale della torre del freddo che, come la precedente, ma con verso contrario, distribuisce l'aria pre-trattata ai vari livelli ed ambiti dell'edificio, avvalendosi di un sistema a rete di canali e plenum orizzontali il più delle volte collocati nelle controsoffittature al piano. Ultimo passo, a volte sorprendentemente dimenticato dai

“Progettare le masse d’aria” significa dunque utilizzare propriamente e in modo mirato movimenti spontanei e naturali dell’aria, comunque esistenti all’interno dell’edificio, a prescindere dal fatto che vengano opportunamente convogliati. Si tratta di indirizzare, ottimizzare e spesso potenziare tali moti ventilativi nell’architettura imprimendo, attraverso l’utilizzo di opportune tecnologie, orientamenti e percorsi predefiniti, energeticamente efficienti ed efficaci sul piano del comfort e della stessa salute. Si tratta di una vera e propria rivoluzione del modo di progettare perché si preordinano normali esecuzioni di cantiere con logiche mirate all’ottimizzazione energetica dell’edificio, senza introdurre variabili molto diverse dalle normali pratiche costruttive ma cambiando completamente il modo di pensare il progetto e gli aspetti termo fisici e fluidodinamici che il progettare innesca e sottende nell’architettura prodotta. E’ inoltre interessante e importante osservare che, se si controllano bene gli aspetti fluidodinamici e termodinamici che vanno a supportare una progettazione bioclimatica, energeticamente efficiente e ambientalmente sostenibile che impiega soluzioni architettoniche e tecnologiche abbastanza semplici e alla portata di tutti quali torri del vento, condotti interrati di movimentazione d’aria, camini solari, atri bioclimatici, spazi di cuscinetto termico, si può risparmiare nella fase esecutiva e realizzativa sia sugli aspetti impiantistici, ottenendo un importante contenimento dei consumi energetici e un ottimo comfort ambientale, sia su quelli propriamente costruttivi, ricorrendo all’impiego di elementi tecnologici abbastanza economici, e riducendo la necessità di utilizzare iperisolamento ovunque, uso diffuso di vetri speciali e altri costosi elementi di contenimento dei consumi. Non da ultimo, tale approccio è particolarmente adatto nel clima mediterraneo che caratterizza il territorio in cui operiamo, privilegiando, pur nell’ottimo controllo degli aspetti invernali di riscaldamento passivo, il caso estivo in cui ventilazione e raffrescamento naturali sono i protagonisti assoluti.



Un'altra vista della Coventry University, Londra.

## AA' - SITUAZIONE ESTIVA

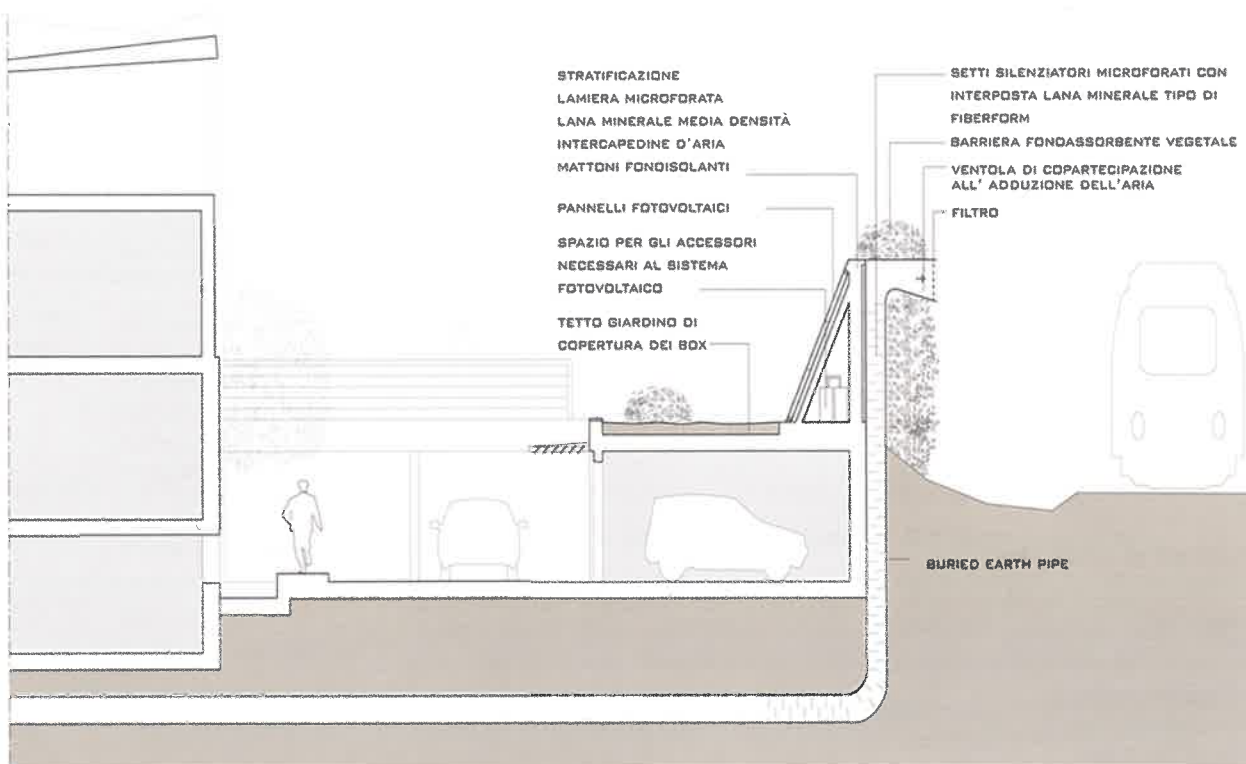
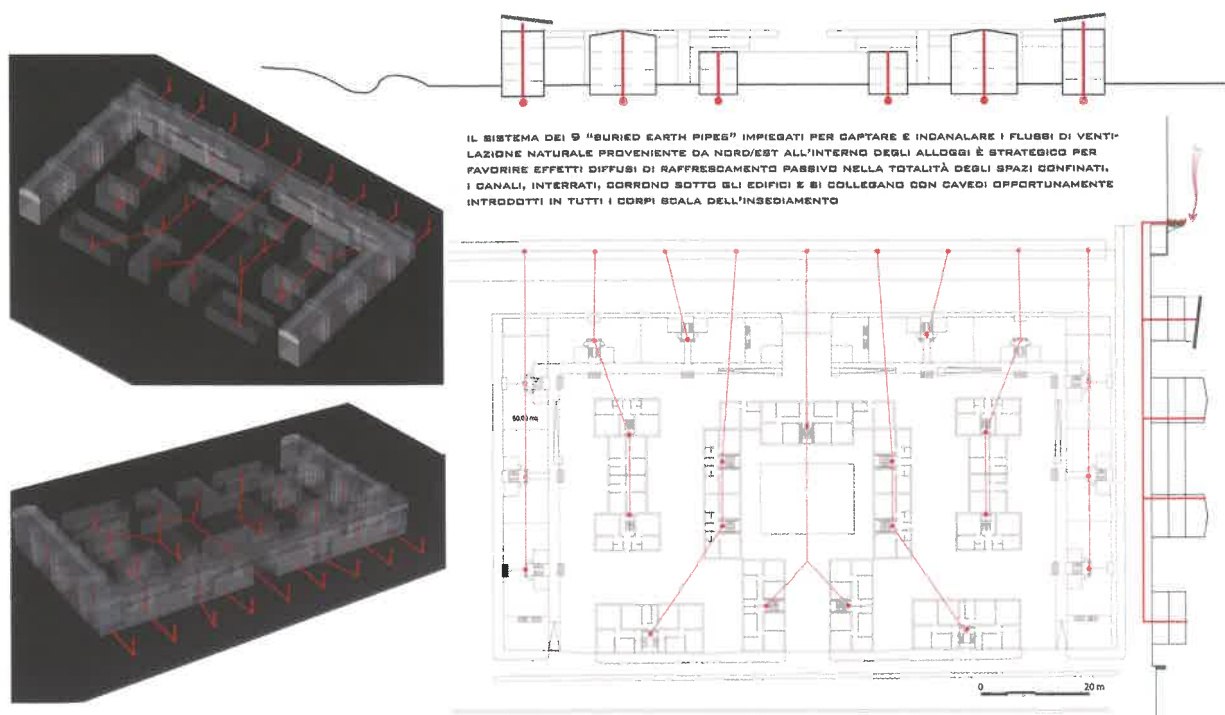


In questa pagina e nella successiva: il progetto della movimentazione delle masse d'aria nel Piano di recupero Urbano di Colle della Strega, Roma. Progetto di Marco Strickner e Studio Architetti Associati Battisti Tucci.

## CAPTAZIONE DELL'ARIA, trattamento termico delle masse, DISTRIBUZIONE NELL'EDIFICIO, estrazione ed espulsione verso l'esterno, movimentazione negli spazi collettivi: IL PERCORSO DELLA VENTILAZIONE NATURALE

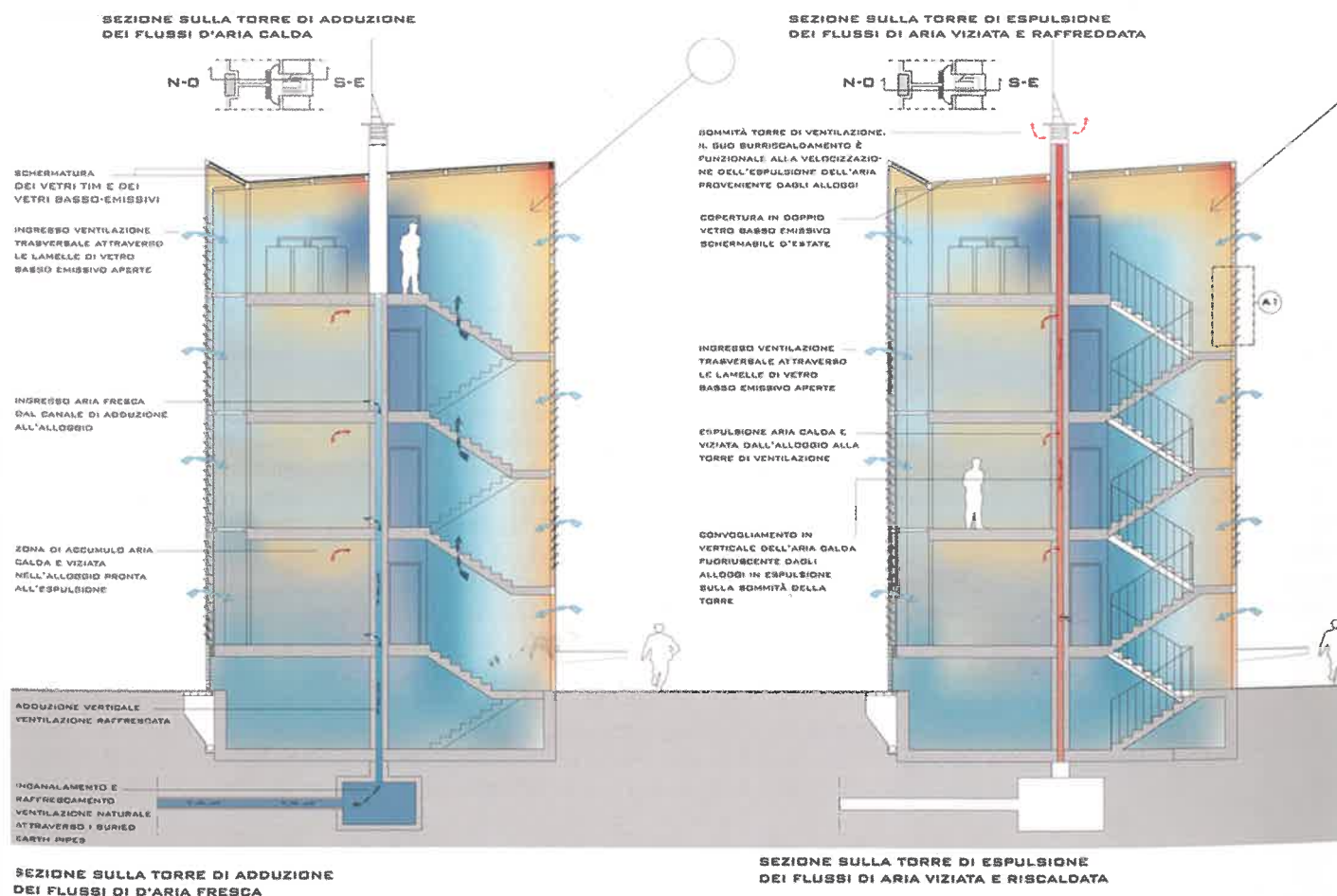
**L**e masse d'arie possono essere "trattate" ed immesse nell'edificio attraverso condotte d'aria interrato o collocate in copertura. Quest'ultima soluzione, che richiama l'idea sottesa dalle antiche torri del vento, contiene una sorta di forzatura nella creazione di un percorso che vede l'aria muoversi dall'alto verso il basso e non viceversa, come avviene naturalmente. E' quindi, quando possibile, più semplice perseguire il criterio progettuale dell'interramento. I passi da compiere sono diversi, e per niente scontati: prima di tutto vi è il progetto della captazione dell'aria dall'esterno, che implica un attento studio dei venti locali con particolare attenzione ai caratteri di velocità media nelle stagioni calde e fredde, di pressione ventilativa di media e di picco durante tutto l'anno e di direzione prevalente dei venti insistenti sul sito di progetto almeno nei momenti climaticamente estremi invernale ed estivo. La captazione può avvenire dal basso, attraverso bocche d'aria collocate al piede dell'edificio integrate nell'attacco a terra o dislocate all'esterno di esso; oppure in copertura, tramite le bocche delle cosiddette torri del freddo, che hanno alle spalle una cultura sperimentale secolare, direzionate verso i venti prevalenti. Il secondo passo progettuale è la scelta delle modalità di pre-trattamento termico delle masse d'aria catturate prima della loro immissione nei cosiddetti spazi serviti dell'architettura; le modalità di trattamento sono fondamentalmente di due tipi: una prima serie di soluzioni ricorre allo scambio termico dell'aria con masse importanti al piede dell'edificio o al di sotto dell'edificio, quali quelle offerte dal terreno, o dai primi solai dell'edificio, o da piastre strutturali di attacco a terra, convogliando l'aria captata dall'esterno verso condotti interrati (buried earthes pipes) o percorsi alla base dell'edificio che "costringono" l'aria in movimento a cedere o acquistare calore (a seconda delle stagioni) per irraggiamento dalle masse circostanti. Una seconda serie di soluzioni vede protagonista lo sviluppo tecnologico dello spazio immediatamente retrostante la bocca delle sopracitate torri del freddo in copertura, capaci di imprimere un moto "contro natura" all'aria captata, dall'alto verso il basso, spesso ricorrendo ad operazioni di raffreddamento dell'aria per nebulizzazione diretta o indiretta, o comunque in grado di convogliare l'aria verso il basso per combinazione di differenza di temperatura e di effetto venturi. Superato gli scogli della captazione e del pre-trattamento termico, il terzo passo prevede la distribuzione dell'aria nell'organismo edilizio; a seconda della natura delle fasi di captazione/trattamento, avremo una delle due tipologie possibili di torri di ventilazione: la torre con moto d'aria ascendente, che riceve la massa d'aria dal basso e la trasporta e distribuisce verso l'alto; e la torre con moto d'aria discendente, sviluppo naturale della torre del freddo che, come la precedente, ma con verso contrario, distribuisce l'aria pre-trattata ai vari livelli ed ambiti dell'edificio, avvalendosi di un sistema a rete di canali e plenum orizzontali il più delle volte collocati nelle controsoffittature al piano. Ultimo passo, a volte sorprendentemente dimenticato dai





In questa pagina e nella successiva: il sistema di ventilazione naturale nella riqualificazione energetico-ambientale del quartiere IACP "Villa Aosta" a Senigallia, in corso di realizzazione. Studio del Dipartimento Itaca dell'Università La Sapienza, S.Dierna e F.Orlandi responsabili scientifici, F.Tucci coordinatore operativo.

Ricordiamo inoltre che se per un verso le necessità legate ai ricambi d'aria sono fonte di consumi energetici, per un altro la ventilazione naturale può essere un formidabile strumento per il risparmio energetico e la sostenibilità. Sfruttare al meglio le potenzialità della ventilazione naturale significa infatti evitare i costi economici, energetici e ambientali conseguenti all'uso di impianti meccanici, ma non solo. Quando le condizioni dell'aria esterna lo consentono, significa anche risparmiare, almeno in parte, i costi legati al condizionamento degli ambienti, che possono essere resi confortevoli sottraendo il calore in eccesso e movimentando l'aria nella giusta misura senza ricorrere - o ricorrendo in minima parte - all'ausilio di impianti meccanici. In questo caso, contrariamente a quanto accade per gli edifici climatizzati in modo totalmente artificiale, può essere utile incrementare i ricambi d'aria anche oltre le esigenze meramente igieniche. Oltre al controllo ambientale diretto, non dimentichiamo che la ventilazione può avere un ruolo decisivo anche nelle prestazioni dell'involucro architettonico. I miglioramenti derivanti dalla predisposizione di intercapedini ventilate riguardano principalmente la possibilità di limitare i carichi termici dovuti all'irraggiamento solare nella situazione estiva e la prevenzione dei rischi legati alla condensazione (con la relativa riduzione delle prestazioni termiche) nella situazione invernale. Infine, va ricordato che ciò che influenza maggiormente il campo di pressione generato dagli effetti del vento sulle superfici dell'involucro edilizio, oltre alla velocità del vento stesso, è la forma dell'edificio ed il suo orientamento rispetto alla direzione del vento; il tipo di ventilazione utilizzata, il percorso e l'entità dei flussi d'aria; dunque l'efficacia della ventilazione dell'edificio nel complesso e dei singoli spazi è determinata in larga misura dalle caratteristiche delle aperture e della distribuzione interna dell'edificio. Chiariti o ricordati i capisaldi della questione, possiamo procedere ad alcuni piccoli approfondimenti sui sistemi tecnologici impiegabili in architettura per l'ottimizzazione dei fenomeni di fluidodinamica.





## Torri di ventilazione

Le torri di ventilazione si basano ancora, come tutte le tecniche di ventilazione naturale, sulla forza del vento e sulla diversa densità dell'aria al variare della temperatura e della quota. Il campo di applicazione delle torri non è comunque limitato al solo raffrescamento passivo, e i sistemi qui ricordati possono contribuire a soddisfare le esigenze della ventilazione in qualsiasi clima ed in tutte le stagioni dell'anno. Le torri possono infatti essere funzionali sia all'introduzione dell'aria di ricambio nell'edificio, sia all'espulsione di quella viziata verso l'esterno e proprio questa distinzione è alla base della classificazione utilizzata per analizzare i diversi sistemi trattati nel seguito di questo contributo. Ad ogni modo, qualunque sia la funzione direttamente assolta dai diversi sistemi, tutte le torri partecipano in realtà dell'intero processo di ventilazione, contribuendo a mettere in moto i flussi che attivano l'estrazione o l'immissione dell'aria attraverso le aperture poste in punti diversi dell'edificio. In generale, per sfruttare al meglio la pressione dei venti, è opportuno che la bocca della torre si trovi ad un'altezza superiore a quella dei tetti degli edifici circostanti. Una quota elevata nelle torri estrattive è utile anche per l'effetto camino, che può essere aiutato anche dal riscaldamento della porzione superiore della torre ad opera dell'irraggiamento solare. Se la sezione è sufficientemente ampia, la superficie interna riflettente e la bocca esterna correttamente orientata e dimensionata, le torri di ventilazione possono essere utilizzate anche come condotti solari per l'illuminazione naturale. Di seguito le principali tipologie, ma anche le altre caratteristiche e requisiti comuni ai diversi tipi di torre:

Torri di ventilazione con immissione d'aria ascendente o discendente: le torri di immissione convogliano l'aria all'interno sfruttando la maggiore velocità del vento alla quota di captazione, sia essa posizionata in basso (al piede) o in alto (in copertura) rispetto all'edificio. Potendo contare esclusivamente su questo è essenziale che siano orientate correttamente e ad un'altezza adeguata. Se i venti sono molto variabili, o se si prevede di usare le torri anche nella stagione invernale, possono essere installate delle bocche girevoli che seguono l'andamento del vento in ogni istante. In alcuni casi è possibile regolare anche la portata d'aria per mezzo di lamelle orientabili. Torri di estrazione con flusso d'aria ascendente: questo tipo di torre, oltre ad avvalersi della pressione del vento, può contare sull'effetto camino. Entrambe le forze possono essere ottimizzate con semplici accorgimenti che riguardano il tratto terminale e la bocca della torre. Quest'ultima, può essere aperta anche su due lati e la sagomatura del comignolo, variando la sezione orizzontale attraversata dal flusso di vento, può incrementare il tiraggio servendosi del noto effetto Venturi-Bernoulli. La semplice esposizione della parte alta della torre ai raggi del sole può invece amplificare l'effetto camino riscaldando l'aria in risalita. Se il condotto è realizzato in muratura, o comunque con materiali che possiedono una certa massa e inerzia termica, l'effetto può essere

### Torre di ventilazione

Principio	Campo di applicazione	Indicazioni progettuali	Tipologie
Si basa sulla forza del vento e sulla diversa densità dell'aria al variare della temperatura e della quota.	Raffrescamento passivo, introduzione dell'aria di ricambio nell'edificio, espulsione di quella viziata verso l'esterno.	La bocca della torre deve essere a un'altezza superiore a quella dei tetti degli edifici circostanti. Una quota elevata nelle torri estrattive è utile anche per l'effetto camino, che può essere aiutato anche dal riscaldamento della porzione superiore della torre ad opera dell'irraggiamento solare. Se la sezione è sufficientemente ampia, la superficie interna riflettente e la bocca esterna correttamente orientata e dimensionata, le torri di ventilazione possono essere utilizzate anche come condotti solari per l'illuminazione naturale.	Torri di ventilazione con immissione d'aria ascendente o discendente
			Torri di estrazione con flusso d'aria ascendente
			Torri di ventilazione con sistemi di raffrescamento integrati

prolungato anche oltre l'orario di soleggiamento.

Torri integrate di immissione ed espulsione d'aria: l'immissione e l'espulsione dell'aria per mezzo della stessa torre, divisa in condotti indipendenti, è resa possibile da una bocca doppia con aperture rivolte in direzioni opposte. L'effetto del vento genera una pressione positiva sull'apertura sopravento e negativa su quella sottovento, attivando due flussi in direzione rispettivamente discendente e ascendente. Quando il tratto terminale della torre è esposto al sole è opportuno che sia il lato dedicato all'estrazione ad essere irraggiato direttamente, in modo da accelerare il tiraggio ed evitare che i meccanismi già descritti entrino in conflitto sul versante dell'immissione. Per variare le portate a seconda della stagione e delle esigenze degli ambienti si possono utilizzare lamelle regolabili.

Torri di ventilazione con sistemi di raffrescamento integrati: quando la ventilazione è utilizzata soprattutto con funzione di raffrescamento, è utile integrare nel sistema delle torri anche altri elementi che ne accrescano le prestazioni. Le possibilità riguardano principalmente l'uso del terreno, dell'acqua, della vegetazione. L'inerzia termica del terreno viene utilizzata abbinando alla torre dei condotti interrati che, come richiamato in precedenza, possono trovarsi in posizione intermedia fra l'ambiente da raffrescare e la bocca di captazione della ventilazione, ricevendo l'aria esterna da quest'ultima per immetterla poi direttamente alla base dell'edificio, o – caso più frequente – in posizione iniziale al percorso dell'aria, richiamandola direttamente dall'esterno anche grazie al tiraggio della torre, e comunque immettendo l'aria trattata termicamente al piede della torre con moto ascendente (vedi canali di ventilazione). L'acqua e le piante vengono invece utilizzate per raffrescare attraverso i processi di evaporazione e traspirazione, che sottraggono all'aria il calore necessario al passaggio di stato dell'acqua. Lo scopo si ottiene mettendo il flusso d'aria, prima dell'immissione nell'ambiente interno, in contatto con la vegetazione, o con specchi, spruzzi o nebulizzazioni d'acqua. Il sistema è particolarmente adatto ai climi caldo-secchi ed è assolutamente da evitare (in particolar modo la nebulizzazione) in quelli caldo-umidi.

### Canali di ventilazione

L'aria necessaria alla ventilazione degli ambienti o semplicemente delle strutture di un edificio può muoversi anche attraverso canali di ventilazione interrati o integrati nei solai e nelle pareti dell'edificio stesso. Questi sistemi possono essere impiegati sia per il raffrescamento o il riscaldamento ambientale, che per il raffrescamento corporeo e strutturale. Sono qui sintetizzate le caratteristiche particolari delle tipologie principali.

Canali di ventilazione orizzontali interrati: il terreno può essere utilizzato per il trattamento dell'aria in virtù della

### Caratteristiche specifiche

Convogliano l'aria all'interno sfruttando la maggiore velocità del vento alla quota di captazione. Se i venti sono molto variabili, o per uso invernale delle torri, possono essere installate bocche girevoli. In alcuni casi è possibile regolare la portata d'aria per mezzo di lamelle orientabili.

Si avvale della pressione del vento e sull'effetto camino. La bocca della torre può essere aperta anche su due lati e la sagomatura del comignolo, variando la sezione orizzontale attraversata dal flusso di vento, può incrementare il tiraggio servendosi dell'effetto Venturi-Bernoulli. L'esposizione della parte alta della torre ai raggi del sole può amplificare l'effetto camino riscaldando l'aria in risalita. Se il condotto è realizzato in muratura, o con materiali che possiedono una certa massa e inerzia termica, l'effetto può essere prolungato anche oltre l'orario di soleggiamento. Si tratta di torri divise in condotti indipendenti, grazie a una bocca doppia con aperture rivolte in direzioni opposte. L'effetto del vento genera una pressione positiva sull'apertura sopravento e negativa su quella sottovento, attivando due flussi in direzione rispettivamente discendente e ascendente. Quando il tratto terminale della torre è esposto al sole è opportuno che sia il lato dedicato all'estrazione ad essere irraggiato direttamente, in modo da accelerare il tiraggio ed evitare che i meccanismi già descritti entrino in conflitto sul versante dell'immissione. Per variare le portate si possono utilizzare lamelle regolabili.

Se la ventilazione è utilizzata soprattutto con funzione di raffrescamento, è utile integrare nel sistema delle torri anche altri elementi che ne accrescano le prestazioni, ad esempio l'uso del terreno, dell'acqua, della vegetazione. L'inerzia termica del terreno viene utilizzata abbinando alla torre dei condotti interrati. L'acqua e le piante vengono invece utilizzate per raffrescare attraverso i processi di evaporazione e traspirazione, che sottraggono all'aria il calore necessario al passaggio di stato dell'acqua.

PARETE VENTILATA SUL LATO NORD

TORRE DI CANALIZZAZIONE ATTIVA NEI SETTORI OVEST ED EST

"LAME DISTRIBUTIVE" APERTE PER LA VENTILAZIONE E LO SCAMBIO TERMICO

CHIOSTRINA CENTRALE APERTA IN SOMMITA' PER VENTILAZIONE VERTICALE

LAMELLE VERTICALI APERTE DELL'INVOLUCRO NORD DEGLI SPAZI DISTRIBUTIVI PER VENTILAZIONE TRASVERSALE INTERNA

B

VENTILAZIONE TRASVERSALE INTERNA

ATRIO BIOCLIMATICO VENTILATO APERTO SULLA PARETE E IN COPERTURA

PIANTA PIANO TIPO

CAMINO DI CAPTAZIONE DELLA VENTILAZIONE CON NEBULIZZAZIONE E IMMISSIONE DISCENDENTE

FLUSSI NATURALI DI RITORNO ED ESPULSIONE DELL'ARIA

FLUSSI NATURALI DI MANDATA E IMMISSIONE DELL'ARIA

spazi tecnici orizzontali, in continuit  con le torri di ventilazione verticali per il passaggio d'aria a fini bioclimatici

torri di ventilazione per la movimentazione verticale d'aria a fini bioclimatici

CAPTAZIONE DEL VENTO NELLO SPAZIO-PIASTRA FREDDO DI SOPRAELEVAZIONE

LOGGE APERTE E SCHERMATE CON PANNELLI MOBILI DI BRISE SOLEIL

TORRE DI IMMISSIONE DISCENDENTE DELL'ARIA FREDDA

intercapedine ventilata

In questa pagina e nella successiva: il sistema di ventilazione naturale nel progetto per due edifici bioclimatici di housing sociale del Comune di Roma, a Lunghezza2. Progetto di Thomas Herzog e Fabrizio Tucci. Impianti: F. Cipriani. Termofisica: F. Butera. Tipologia: A. Battisti.





sua inerzia termica che, già alla profondità di pochi metri, determina una temperatura quasi costante durante l'intero arco dell'anno. Detta temperatura è vicina alla media annuale della temperatura esterna ed è quindi più bassa di quella dell'aria esterna in estate e più alta di questa in inverno. Di conseguenza, per raffrescare o riscaldare l'aria è sufficiente mettere i condotti a contatto con il terreno, che durante il passaggio assorbirà parte del calore contenuto nell'aria stessa o ne cederà a questa parte del proprio. In un clima temperato come quello italiano si possono ottenere differenze di temperatura dell'ordine di diversi gradi centigradi. I condotti possono essere utilizzati sia per immettere l'aria direttamente negli ambienti, soprattutto in estate, sia per pre-trattare l'aria da inviare agli impianti. Le bocche di captazione possono trovarsi anche ad alcune decine di metri dall'edificio e si dovrà quindi avere cura di prelevare l'aria in zone non inquinate o di filtrarla prima dell'utilizzo. Un'altro importante accorgimento igienico riguarda la condensa che può formarsi nel condotto e che va smaltita disponendo lo stesso in leggera pendenza e dotandolo di un apposito scolo. Questi sistemi possono essere abbinati all'uso di torri di ventilazione e/o di acqua per il raffrescamento. Il potenziale di raffrescamento o riscaldamento dipenderà da:

Temperatura dell'aria esterna: dato che gli scambi termici sono proporzionali alla differenza di temperatura, più quella dell'aria sarà distante da quella del terreno, maggiore sarà il beneficio, che risulterà quindi ridotto in primavera ed autunno e più significativo in inverno e in estate.

Velocità dell'aria all'interno del condotto: è inversamente proporzionale alla quantità di calore scambiato; più tempo l'aria rimarrà nel condotto, maggiore sarà il calore ceduto o assorbito nel passaggio. Profondità del condotto: la temperatura del terreno risente delle variazioni stagionali sempre meno scendendo in profondità; vicino



## Unico e versatile: il programma chiusure industriali Hörmann



Requisiti di sicurezza  
in base alla norma  
UNI EN 13241-1.

Siete alla ricerca del portone industriale per la Vostra azienda? Hörmann Vi offre il programma di chiusure a scelta tra serrande avvolgibili, portoni a scorrimento, soluzioni di carico-scarico, porte e porte scorrevoli antincendio. Tutto da un fornitore globale con 75 anni di esperienza alle

**HÖRMANN**  
Porte • Portoni • Sistemi di chiusura

Per maggiori informazioni:

**www.hormann.it**

Tel. 0461-244444 • Fax 0461-241557 • info@hormann.it

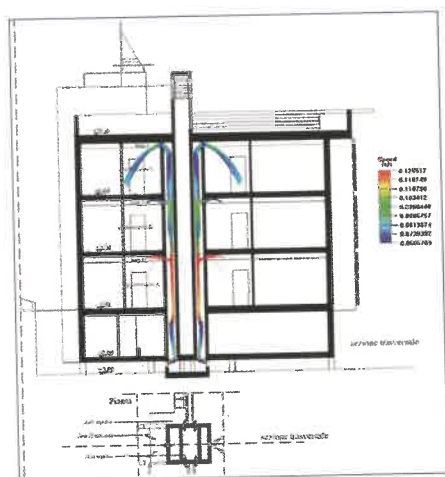
alla superficie (sono comunque necessari almeno 2-3 m) il terreno sarà più freddo in inverno e caldo in estate, e avrà un effetto minore sull'aria. Lunghezza del condotto: la lunghezza determina, insieme alla velocità, la permanenza dell'aria all'interno del condotto; più questo è lungo, maggiore è l'effetto sull'aria; per ottenere risultati accettabili sono necessarie come minimo alcune decine di metri.

Dimensione e forma della sezione: l'efficacia del condotto dipende anche dall'estensione della superficie di scambio; più alto sarà il rapporto fra perimetro e area della sezione, maggiore sarà la superficie di scambio, maggiore il beneficio; una sezione rettangolare è dunque migliore di una circolare da questo punto di vista; va però tenuto presente che, all'aumentare del rapporto cresceranno anche le perdite di carico, con la conseguenza di una riduzione della portata o di un aumento dell'energia assorbita dalla ventola nel caso di movimentazione forzata dell'aria.

Materiale: dato che il condotto media il contatto fra aria e terreno, gli scambi sono condizionati dalla conduttività termica del materiale utilizzato, anche se l'importanza di questo parametro diminuisce al ridursi dello spessore della parete del condotto, che può essere anche di pochi millimetri.

Canali di ventilazione integrati nelle parti strutturali dell'edificio: il sistema consiste nell'integrazione dei canali che

## SISTEMI DI VENTILAZIONE



In questa pagina e nella successiva: Studi per la ventilazione naturale nel progetto dell'edificio bioclimatico per 18 alloggi sociali a Monterotondo. Progetto di L. Cortesini, A. Battisti e F. Tucci. Impianti: F. Cipriani.

### Canali di ventilazione orizzontali integrati

Posizionamento	Qualità dell'aria	Temperatura dell'aria esterna	Velocità dell'aria all'interno del condotto
Le bocche di captazione possono trovarsi anche ad alcune decine di metri dall'edificio.	L'aria deve essere prelevata in zone non inquinate o filtrata. La condensa che può formarsi nel condotto va smaltita disponendo lo stesso in leggera pendenza e dotandolo di un apposito scolo.	Dato che gli scambi termici sono proporzionali alla differenza di temperatura, più quella dell'aria sarà distante da quella del terreno, maggiore sarà il beneficio, che risulterà quindi ridotto in primavera ed autunno e più significativo in inverno e in estate.	E' inversamente proporzionale alla quantità di calore scambiato; più tempo l'aria rimarrà nel condotto, maggiore sarà il calore ceduto o assorbito nel passaggio. Materiale: dato che il condotto media il contatto fra aria e terreno, gli scambi sono condizionati dalla conduttività termica del materiale utilizzato, anche se l'importanza di questo parametro diminuisce al ridursi dello spessore della parete del condotto, che può essere anche di pochi millimetri.



sfruttino l'effetto camino nelle pareti, o canali ventilati per effetto del vento nei solai di un edificio. Un antecedente storico di questi sistemi è rappresentato dalle tegole mammatæ, utilizzate per il riscaldamento degli ambienti nelle terme romane. In questo caso l'aria, riscaldata dal fuoco acceso in un forno alla base dell'edificio, cedeva il calore alle tegole risalendo nei canali integrati nelle pareti, che a loro volta cedevano calore all'ambiente interno ed agli occupanti per convezione e irraggiamento. I canali attuali possono essere utilizzati per immettere l'aria negli ambienti interni da ventilare o semplicemente per raffreddare le strutture dell'edificio. In quest'ultimo caso gli ambienti interni e gli occupanti riceveranno un beneficio indiretto attraverso l'irraggiamento delle componenti strutturali raffrescate dai canali di ventilazione.

### Piastre di ventilazione

Le piastre di ventilazione basano il loro funzionamento sulle ampie superfici di scambio determinate dalla conformazione del sistema, per l'appunto a piastra, con altezza ridotta e dimensioni orizzontali estese. Integrate nei solai dell'edificio, principalmente per il raffreddamento delle strutture, possono essere interrate per raffreddare l'aria da immettere direttamente negli ambienti. L'integrazione strutturale può rivelarsi particolarmente utile nelle coperture esposte all'irraggiamento solare, che hanno bisogno di smaltire quantità significative di calore che verrebbe altrimenti ceduto in parte verso l'interno. In questo caso il funzionamento delle piastre è piuttosto simile a quello delle coperture ventilate. I sistemi contemporanei che prevedono l'uso di ambienti più estesi invece che di condotti vengono chiamati laghi d'aria. La differenza rispetto ai semplici condotti è che lo scambio con il terreno non avviene durante un percorso rapido e lungo ma, come nei sistemi più antichi, durante lo stazionamento dell'aria in ambienti che hanno un ricambio relativamente lento rispetto al loro volume.

### Profondità, lunghezza e dimensione e forma della sezione del condotto

La temperatura del terreno risente delle variazioni stagionali sempre meno scendendo in profondità; vicino alla superficie (sono comunque necessari almeno 2-3 m) il terreno sarà più freddo in inverno e caldo in estate, e avrà un effetto minore sull'aria; la lunghezza determina, insieme alla velocità, la permanenza dell'aria all'interno del condotto; più questo è lungo, maggiore è l'effetto sull'aria.; l'efficacia del condotto dipende anche dall'estensione della superficie di scambio; più alto sarà il rapporto fra perimetro e area della sezione, maggiore sarà la superficie di scambio, maggiore il beneficio.

### Materiale

Dato che il condotto media il contatto fra aria e terreno, gli scambi sono condizionati dalla conduttività termica del materiale utilizzato, anche se l'importanza di questo parametro diminuisce al ridursi dello spessore della parete del condotto, che può essere anche di pochi millimetri.

