

LA VENTILAZIONE NATURALE NELL'EDILIZIA

23-24 Ottobre 2003 - Unione Industriale - Torino

Marco Perino

Dipartimento di Energetica - Politecnico di Torino

marco.perino@polito.it

La Ventilazione Naturale di Tipo “Single Side” (SSNV) - background -

Un gran numero di edifici non è equipaggiato con sistemi o impianti per la ventilazione naturale e/o artificiale.

In tali casi non vi è alcun controllo della Qualità dell’Aria Indoor (IAQ) e l’unica forma di ventilazione è dovuta allo scambio d’aria con l’ambiente esterno per mezzo delle “infiltrazioni” attraverso piccole fessure e cattiva tenuta sui giunti di porte e finestre. L’entità del ricambio d’aria è quindi correlata unicamente al comportamento stocastico del microclima esterno ed alle caratteristiche di tenuta all’aria dell’involucro edilizio.

In queste condizioni, quando la portata d’aria esterna per infiltrazione non è sufficiente ad assicurare un adeguato comfort interno , sia dal punto di vista olfattivo che termico, sono gli occupanti stessi degli ambienti ad operare, periodicamente, un controllo delle condizioni ambientali per mezzo dell’apertura di porte e/o finestre (arieggiamento/aerazione).

SSNV - prospettive -

Recentemente si è assistito ad un crescente interesse nell'impiego accoppiato di impianti di ventilazione meccanica con sistemi di ventilazione naturale. Questi sistemi spesso, oltre all'adozione tradizionali bocchette (griglie) di ventilazione, fanno uso anche di finestre e/o louveres apribili. Tali elementi di involucro, quando impiegati anche per la ventilazione, risultano generalmente ad apertura motorizzata con controllo automatico da parte del sistema HVAC. In tal modo divengono essi stessi elementi dell'impianto.

Le più innovative teorie sul comfort adattativo, quando applicate allo studio di nuovi e diversi impianti per il controllo climatico, hanno evidenziato il fatto che gli occupanti desiderano in genere poter aprire porte e finestre in modo da controllare direttamente le condizioni microclimatiche interne.

Tutti questi elementi spingono ad una sempre più diffusa applicazione di strategie di ventilazione naturale di tipo "single-side" (ovvero con aperture di ventilazione collocate su di un solo lato degli ambienti).

Perché la Ventilazione Naturale di Tipo “Single Side” è una Tecnologia Ancora Poco Diffusa ?

Le nuove tecnologie per essere diffusamente adottate nelle realizzazioni pratiche richiedono:

- Una conoscenza dettagliata dei fenomeni fisici che governano il sistema,
- lo sviluppo e la disponibilità di strumenti progettuali affidabili e facili da usare,
- la disseminazione delle conoscenze acquisite (in termini quantitativi e qualitativi)
- l’ottimizzazione e la produzione su larga scala di sistemi e componenti specifici per la realizzazione dei sistemi.

Perché la Ventilazione Naturale di Tipo “Single Side” non è una tecnologia diffusa ?

Inoltre, accanto agli aspetti più squisitamente tecnico scientifici, non deve essere scordata la percezione soggettiva degli utenti.

Questa aspetto gioca un ruolo cruciale nella penetrazione di mercato delle nuove tecnologie.

Ogni nuovo sistema, per poter diventare un’applicazione diffusa, deve rimuovere non solo gli ostacoli di carattere tecnico, ma deve risultare anche sufficientemente appetibile agli utenti finali sia in termini di risparmio (energetico/monetario), sia in termini di miglioramento delle condizioni ambientali e di vita.

SSNV - Le Questioni Ancora Irrisolte -

Un'azione tanto semplice quanto quella di aprire una porta o una finestra che si affaccia sull'ambiente esterno origina, in realtà, una serie di fenomeni fisici molto complessi. Ciò che accade è molto difficile da studiare ed è influenzato da un numero consistente di variabili ambientali la cui interazione non è a tutt'oggi completamente spiegata.

Esistono in letteratura alcuni modelli di calcolo semplificati che consentono una valutazione approssimata del ricambio d'aria dovuto ad una porta/finestra aperta. Tuttavia, questi modelli prescindono dalla natura fortemente transitoria del fenomeno ed il loro utilizzo richiede la conoscenza del valore assunto da parametri semiempirici (non noto a priori).

Inoltre mancano del tutto informazioni circa l'efficienza di ventilazione della SSNV e le implicazioni su aspetti legati al comfort termico (D R).

SSNV - Le Principali Barriere -

Nel caso della SSNV vi è una mancanza di :

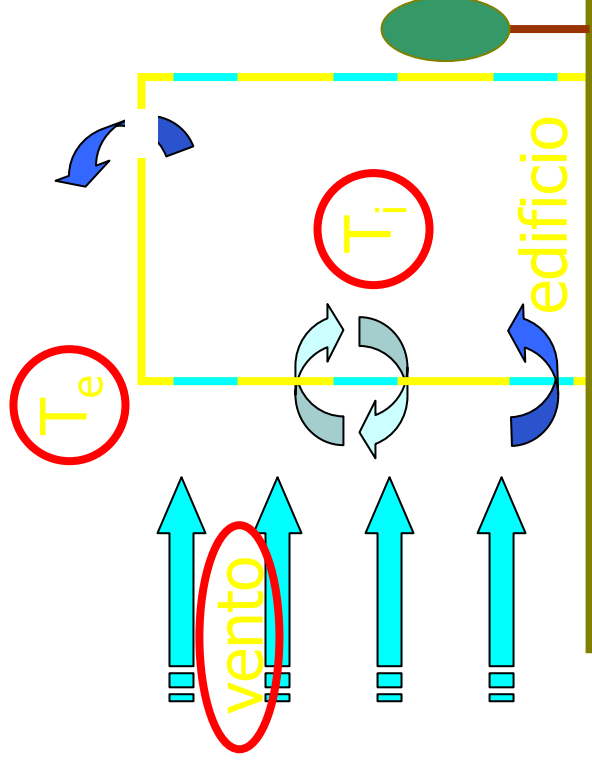
- metodi/strumenti di calcolo e progetto affidabili, diffusi e facili da usare
- dati quantitativi concernenti le prestazioni in termini di portate di ventilazione e conseguenze sul comfort termico (specie gli aspetti di discomfort locale a causa di correnti d'aria)
- componenti e sistemi da utilizzarsi nella realizzazione degli impianti.

Questa generalizzata mancanza di conoscenza determina una insicurezza ed un senso di disagio nei progettisti, scoraggiando la scelta di sistemi che facciano uso di queste tecnologie dal comportamento non completamente noto (prestazioni incerte, metodi di progetto allo stadio sperimentale, diverso approccio progettuale,...).

Caratteristiche Salienti della Ventilazione Naturale e loro Influenza sull'Approccio Progettuale

La portata di aria di ventilazione NON è CONTROLLATA
essendo funzione delle condizioni climatiche esterne, variabili
in modo stocastico ed imprevedibile ...

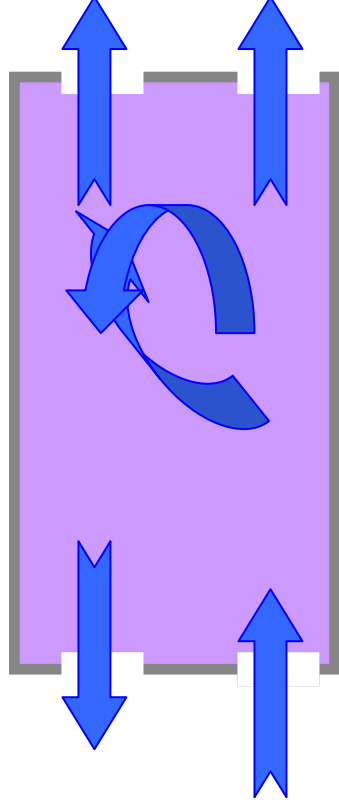
- ... la portata immessa in ambiente
dipende:
- dalla velocità del vento
 - dal tiraggio naturale dovuto alla differenza di temperatura tra interno ed esterno



Caratteristiche Salienti della Ventilazione Naturale e loro Influenza sull'Approccio Progettuale

... la portata di aria di ventilazione è inoltre funzione della configurazione geometrica delle aperture:


- dimensione delle aperture
- collocazione delle aperture



Con i sistemi di ventilazione naturale non è possibile garantire sempre e comunque una predeterminata portata di aria di ventilazione.

La Ventilazione Naturale ed il Requisito Progettuale

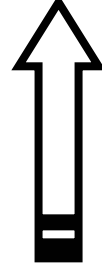
~~Valore deterministico, punto
di funzionamento nominale di
progetto~~



Approccio Statistico:

la percentuale di tempo in cui, nel corso di un anno, il sistema è in grado di assicurare, con una certa probabilità, il raggiungimento delle condizioni ambientali interne prescritte.

Valore di progetto



Intervallo di accettabilità
+
% di tempo

Le Caratteristiche Salienti del Fenomeno

L'entità della portata d'aria conseguente all'apertura di una finestra/porta è funzione di:

- ❑ condizioni microclimatiche dell'ambiente interno ed esterno (vento, temperatura, carichi termici sull'ambiente ...),
- ❑ forma ed orientamento della facciata,
- ❑ conformazione del terreno circostante,
- ❑ dimensioni e forma dell'apertura,
- ❑ caratteristiche della stanza,
- ❑ connessioni fluidodinamiche fra stanza e altri ambienti dell'edificio (formazione di percorsi d'aria complessi quando la permeabilità all'aria delle partizioni è bassa).

I campi di velocità, temperatura e concentrazione degli inquinanti all'interno dell'ambiente sono **fortemente non stazionari**.

SSNV - Alcune considerazioni preliminari

L'effetto accoppiato del vento e delle differenze di temperatura introduce un gran numero di variabili e rende fortemente non-lineare il fenomeno. Ciò determina la nascita di instabilità numeriche e fenomeni di biforcazione (ovvero le medesime condizioni al contorno possono generare portate d'aria diverse a seconda della "storia" precedente del sistema).

D'altro canto il più semplice caso in cui sia presente la sola differenza di temperatura interno/esterno presenta già di per se difficoltà non indifferenti e la sua soluzione si presta ad una maggior generalizzazione delle conclusioni.

Infatti, anche modelli previsionali complessi e sofisticati, quali i codici CFD, quando applicati alla previsione dei campi termici, di moto e di concentrazione all'interno di ambienti ventilati naturalmente possono fornire risultati la cui attendibilità è tutt'altro che scontata.

SSNV - L'impiego Usuale

La SSNV è una strategia di ventilazione molto efficace per ciò che concerne il controllo dell'IAQ (origina valori molto alti dei ricambi d'aria, spesso eccessivi rispetto alle reali esigenze), ma da origine, frequentemente, a lamenti da parte degli occupanti a causa dei disturbi legati a correnti d'aria fredde.

Una delle ragioni di questa situazione è legata al modo con cui la SSNV viene attuata. Poiché, nella grande maggioranza dei casi l'apertura delle finestre avviene manualmente, le finestre sono aperte/chiuso con una bassa frequenza e restano aperte per intervalli di tempo lunghi.

Questa modalità di funzionamento è del tutto inefficiente, sia perchè genera portate d'aria eccessive (molto oltre quelle richieste per il controllo dell'IAQ), e quindi determina sprechi energetici, sia perchè compromette il comfort termico (potenzialmente quello globale, sicuramente quello locale).

SSNV - L'impiego ottimale (presunto)

Per un corretto sfruttamento delle potenzialità della SSNV, occorre superare il concetto per cui la ventilazione è pensata come un processo continuo, in cui il sistema/impianto genera una portata costante di aria di rinnovo immessa in ambiente.

Passando ad un nuovo concetto di ventilazione in cui si immette a tempi discreti e con una certa frequenza un predeterminato volume d'aria mediante il quale rimuovere e diluire gli inquinanti (o il calore) dal locale.

In tal modo, sfruttando le caratteristiche fortemente transitorie della ventilazione per apertura di finestre/porte e implementando opportune strategie di controllo per la gestione della frequenza e durata di apertura di finestre motorizzate "intelligenti", si possono calibrare le portate di aria di rinnovo sulla base delle reali esigenze, limitando i consumi energetici e i disturbi per correnti d'aria.

SSNV - Modelli di Analisi Disponibili e Loro Limiti

Sono disponibili in letteratura alcuni modelli semplificati per la valutazione della portata che si genera attraverso una finestra soggetta alla sola differenza di temperatura interno - esterno.

Tuttavia queste correlazioni:

- Forniscono i valori di portata d'aria in condizioni stazionarie (valori a regime o determinato sulla base di valori medi temporali)
- Necessitano di dati di input non noti a priori (coefficienti di efflusso, coefficienti di perdita di pressione localizzata, aree effettive/equivalenti dell'apertura ...)

⇒ Occorre accoppiare a queste correlazione dei modelli termici dell'ambiente per conoscere l'evoluzione temporale della temperatura dell'aria interna..

SSNV - Campi di Ricerca

Approfondire la conoscenza dei meccanismi fisici di base che governano il fenomeno del moto d'aria che si genera attraverso una finestra aperta quando vi sia una differenza di temperatura fra interno ed esterno (assenza di vento), sia mediante attività di tipo sperimentale in laboratorio che numerica.

Verificare l'applicabilità e l'affidabilità di metodi di analisi teorico/numerica allo studio della ventilazione SSNV (ad esempio mediante codici CFD)

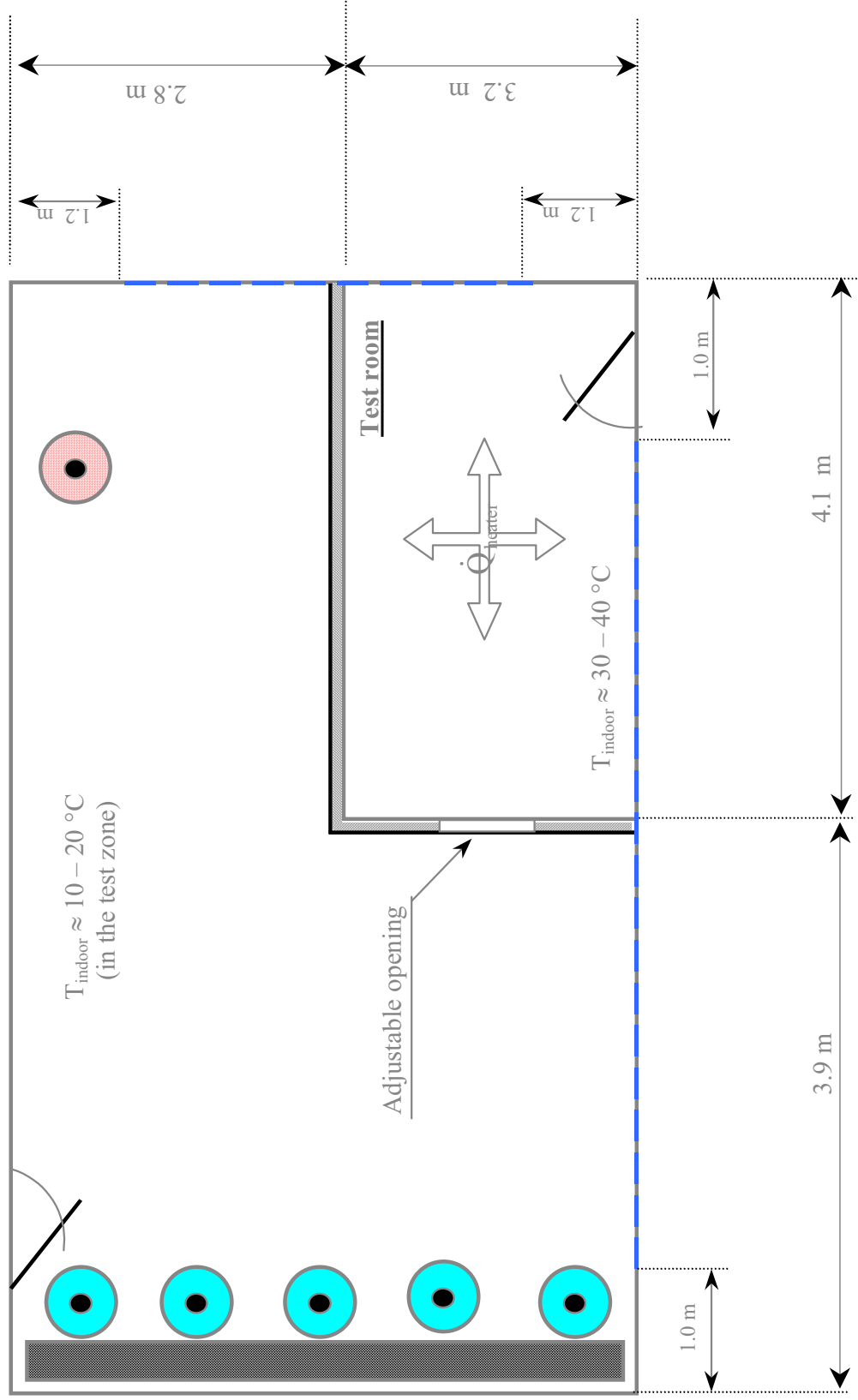
Determinare le strategie di impiego ottimale della SSNV (frequenza e durata dell'apertura delle finestre in base alle condizioni microclimatiche ed alla tipologia di occupazione dell'ambiente).

Sviluppare e mettere a punto metodi di calcolo e progetto semplificati, ma sufficientemente affidabili.

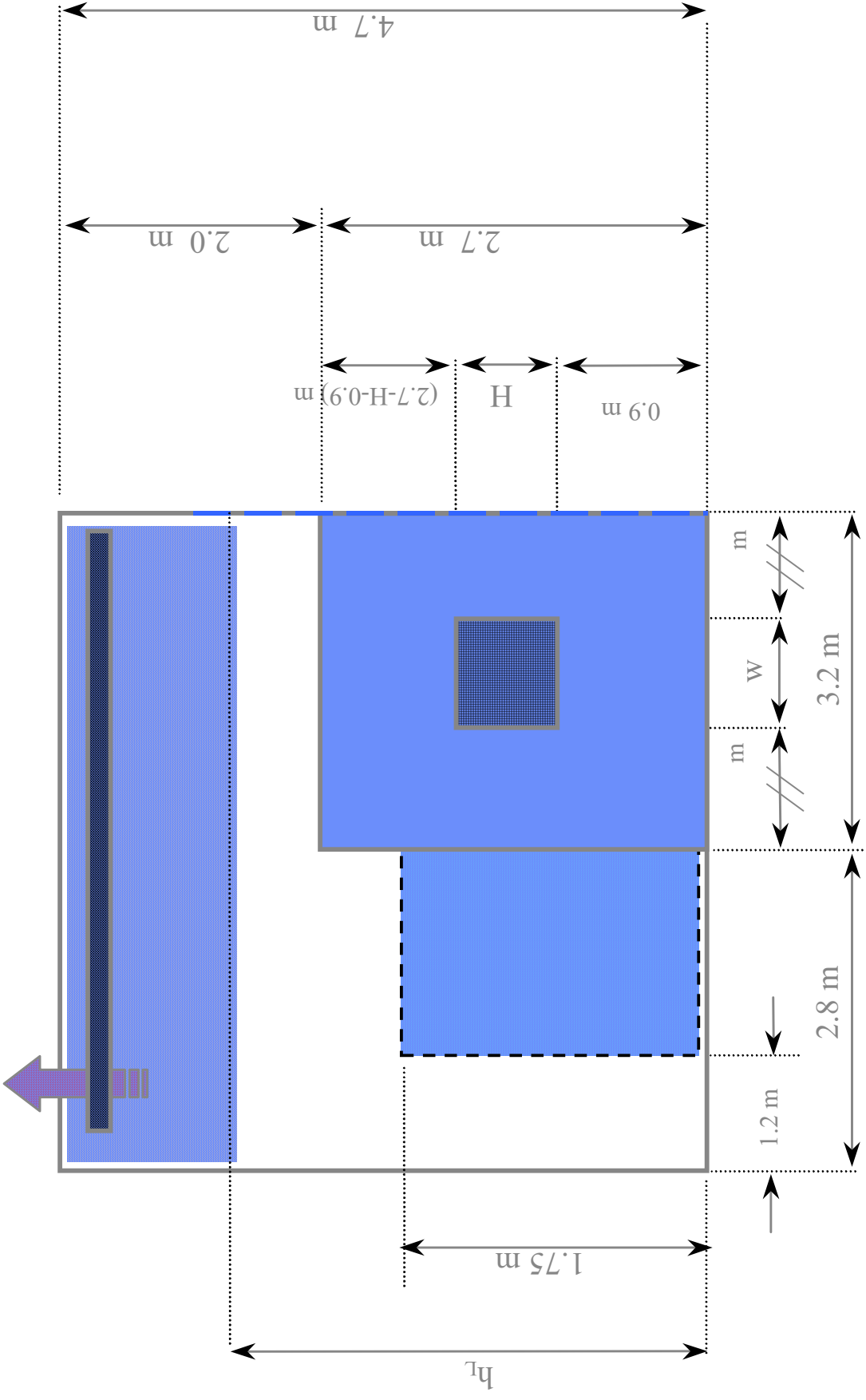
Fasi dell'attività

- 👉 Progetto e realizzazione di un apposito sistema sperimentale su cui sviluppare estese campagne sperimentali in condizioni di funzionamento fisse, note e facilmente ripetibili.
- 👉 Sviluppo di modelli di analisi “ingegneristici”
- 👉 Applicazione validazione di modelli CFD (2D e 3D, in transitorio)
- 👉 Sviluppo di analisi di sensibilità (numeriche e sperimentali) variando:
 - ❑ differenza di temperatura interna-esterna,
 - ❑ dimensioni e aspetto di forma della finestra,
 - ❑ presenza (assenza) di corpi scaldanti nella stanza.

EXPERIMENTAL TEST RIG - Details



EXPERIMENTAL TEST RIG - Details



Strumentazione - 1

Misure di temperatura :

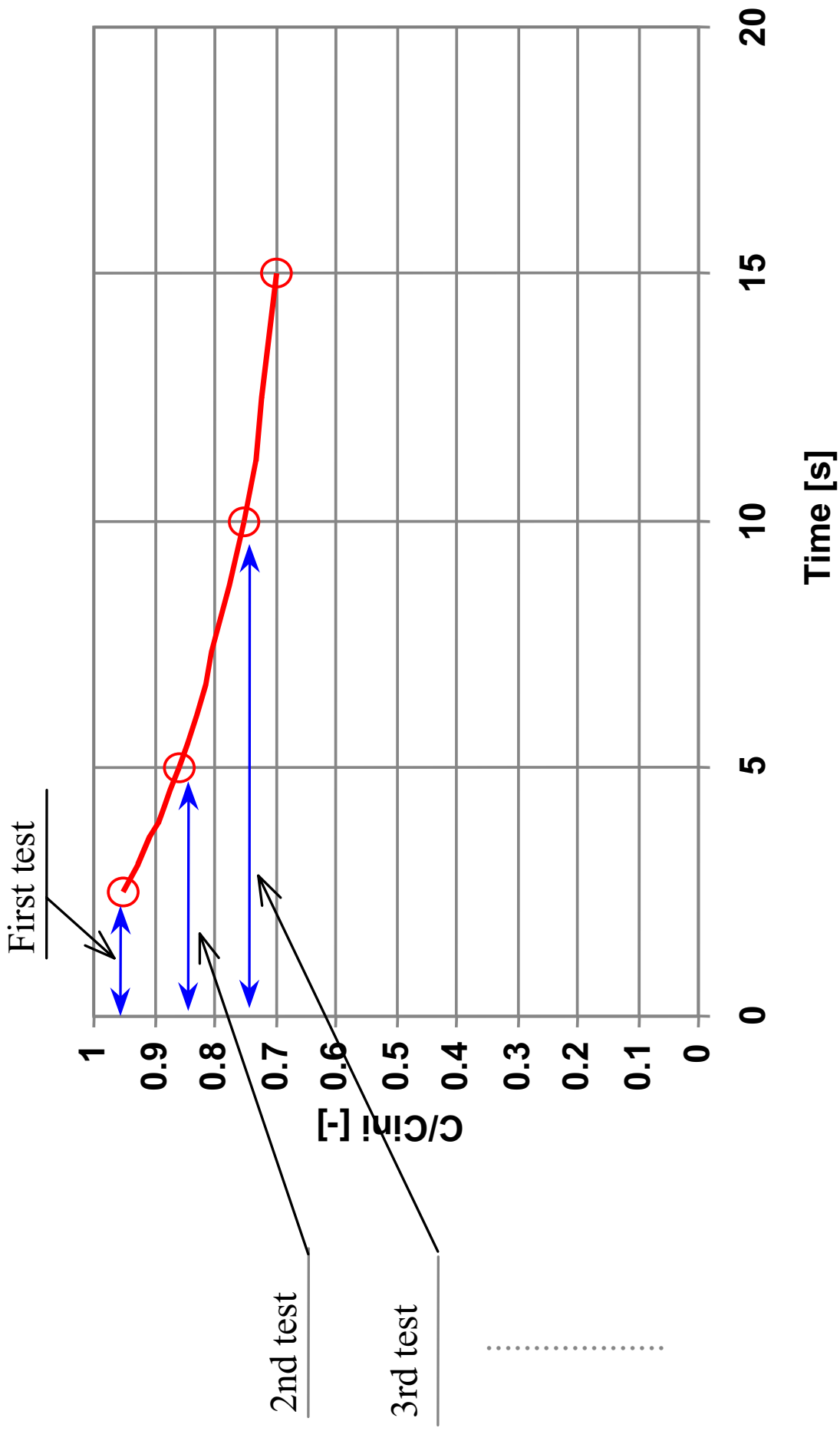
- 52 termocoppie di tipo K (a bassa inerzia termica)
- datalogger

5 colonne verticali all'interno della stanza, 1 colonna esterna, griglia di sensori per la misura della temperatura superficiale delle pareti e soffitto.

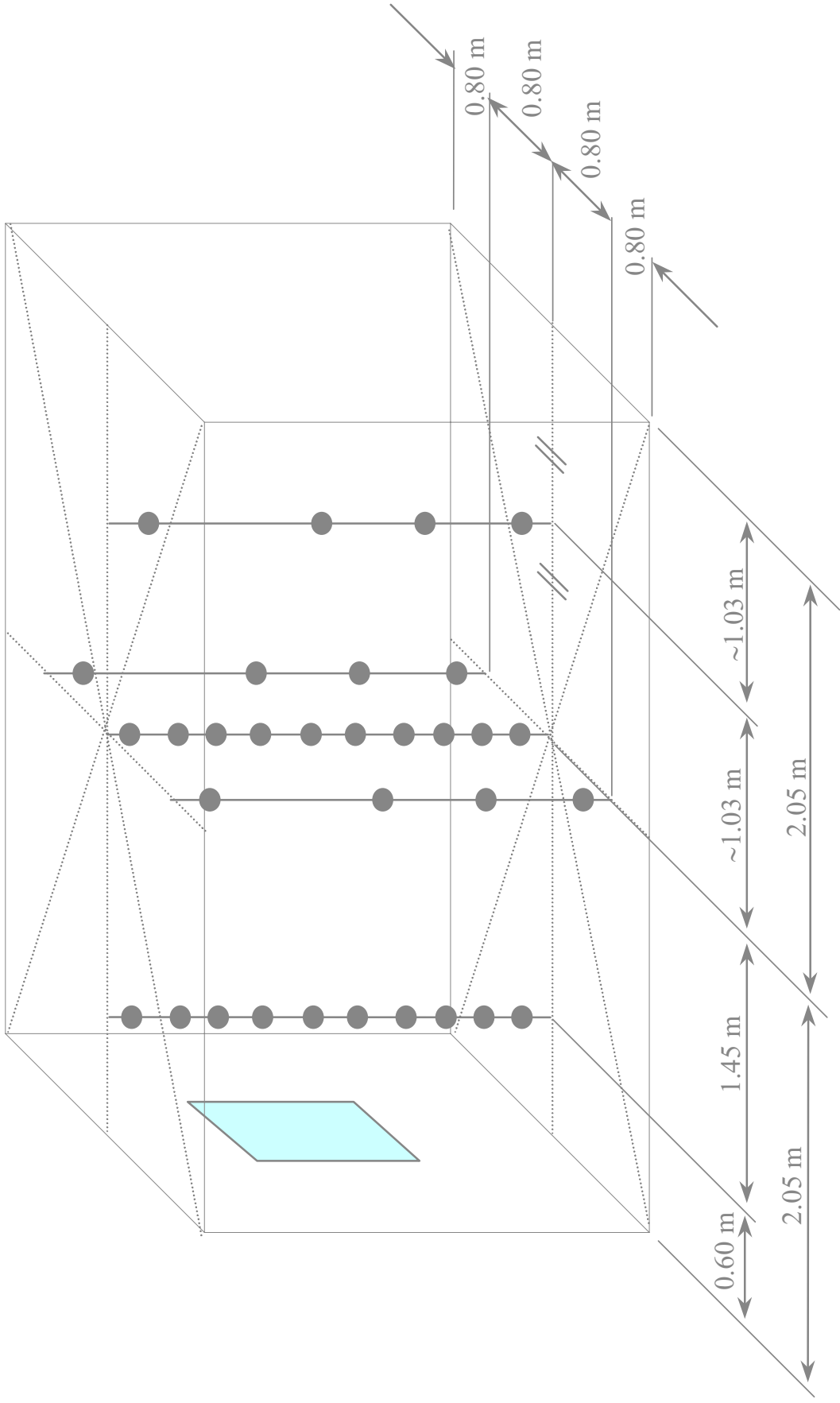
Misure del ricambio d'aria:

- Decadimento di un tracciante - N₂O (misura “virtuale”, serie test di tipo “stop & go”).
- Profilo di velocità sulla mezzeria della finestra (misure anemometriche).

Procedura di Misura con Gas Traccianti



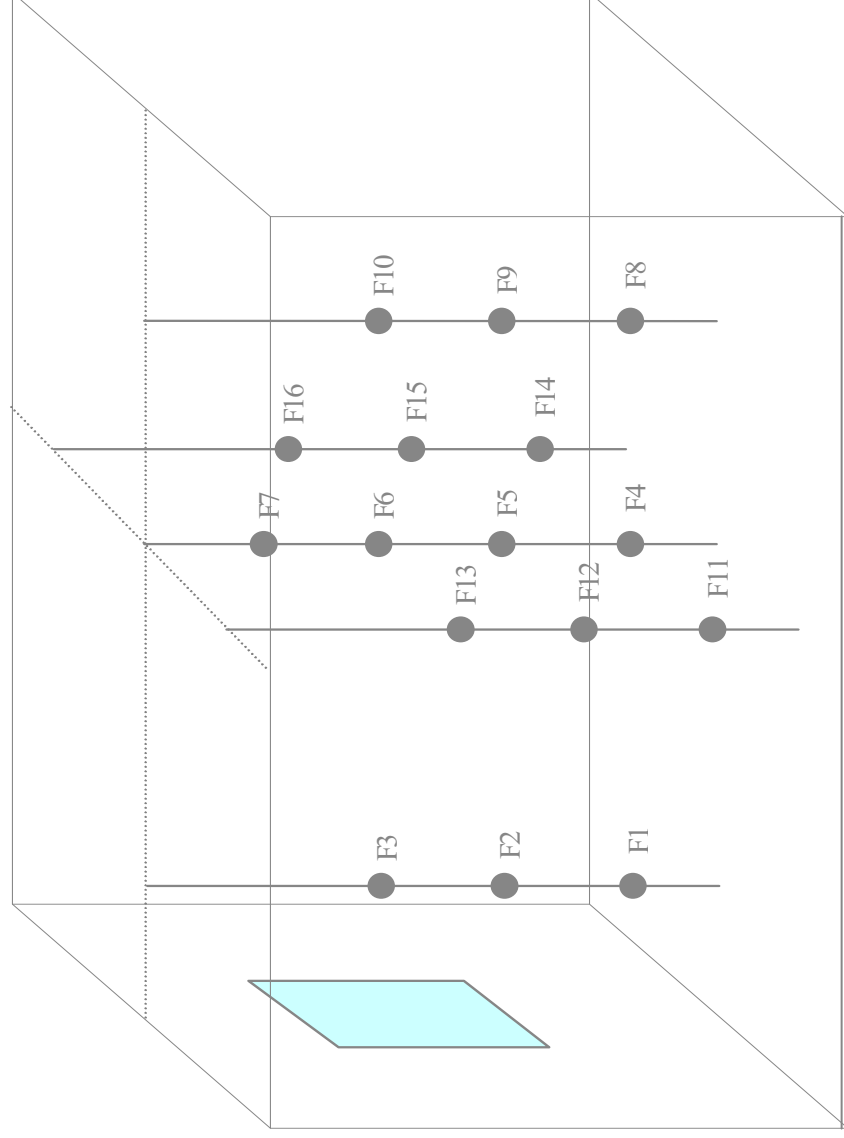
Posizionamento Termocoppie



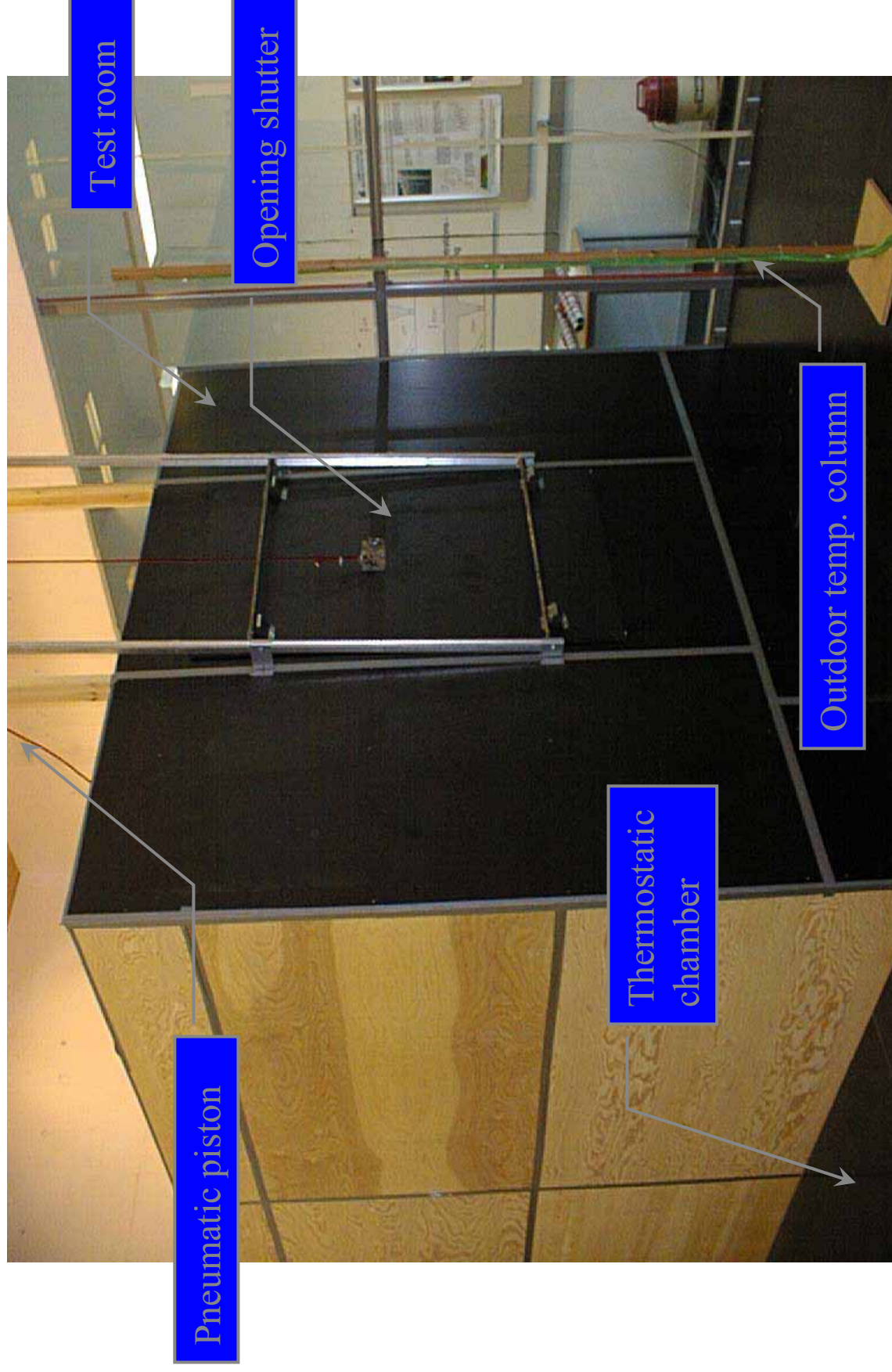
Strumentazione - 2

Misure campo velocità :

- Anemometri a sfera calda – 2 x 8 sensori
- datalogger



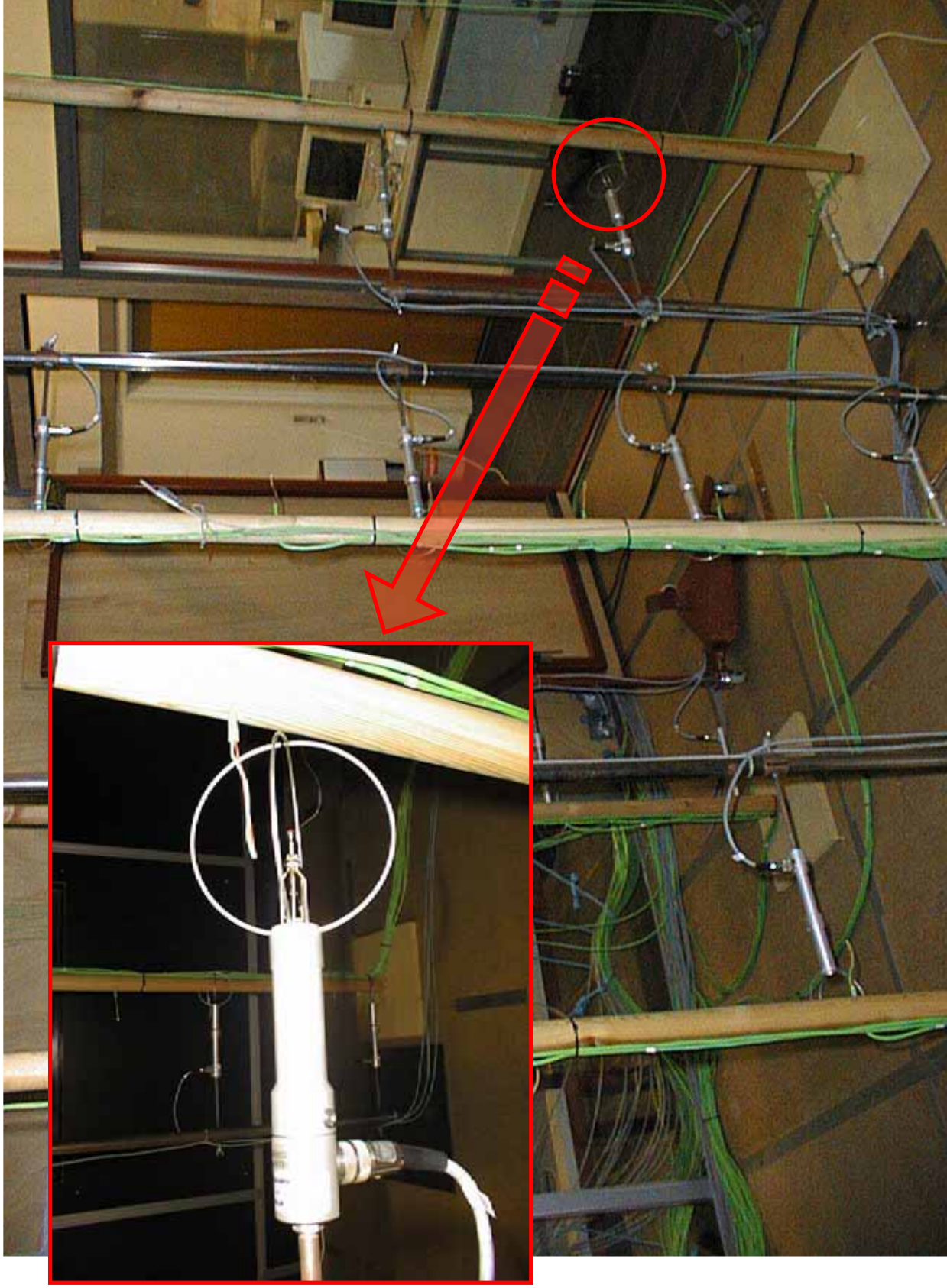
Apparato sperimentale - Vista dall'esterno



Apparato sperimentale - Vista dall'interno



Apparato sperimentale - Vista dall'interno



Apparato sperimentale - Strumentazione

