

## **Prima consegna di Fisica Tecnica per il Laboratorio 3MB**

### **•Inserimento ambientale**

Forma dell'edificio, orientamento delle superfici e conseguente impatto sulle scelte di involucro: posizionamento delle superfici vetrate, contenimento entro il 35%, sistemi di schermatura adottati per l'illuminazione naturale  
Soluzioni adottate per il controllo del rumore e l'acustica.

### **•Sistemi passivi**

Adozione di eventuali sistemi passivi e loro integrazione nell'edificio

### **•Impianti**

Inserimento e integrazione degli impianti

- Piante dall'interrato alla copertura con in evidenza:
  - posizionamento delle centrali tecnologiche
  - posizionamento dei cavedi
  - zona climatiche: suddivisione funzionale dal punto di vista del controllo ambientale degli ambienti (zone di competenza delle varie UTA) con indicate le destinazioni d'uso.
  - distribuzione dei canali dell'aria
  - Sezioni significative per l'inserimento degli impianti
- 
- Ipotesi di integrazione pannelli fotovoltaici

**Laboratorio di Progettazione 3M**

# **Fisica Tecnica**

**Verifiche preliminari**

**Università degli Studi di Roma Tre**

**Facoltà d Architettura**

**A.A. 2011- 2012**

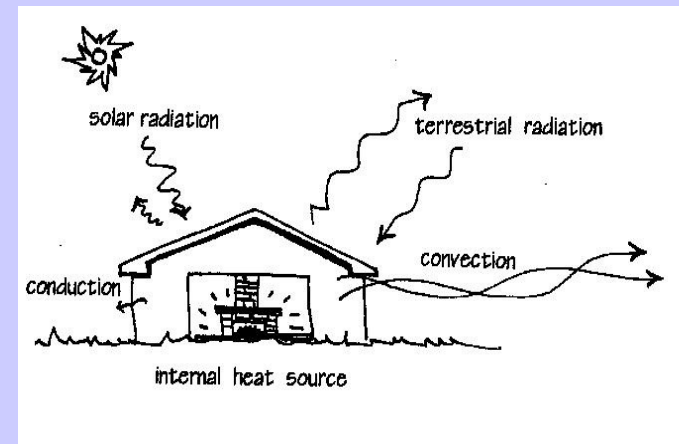
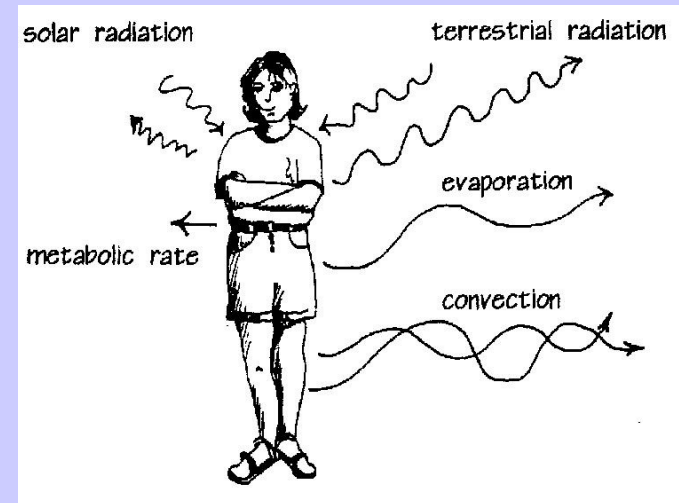
## IL COMFORT TERMOIGROMETRICO

Le variabili termoigrometriche ambientali che hanno influenza sul comfort sono:

temperatura dell'aria  
temperatura delle pareti  
umidità relativa  
velocità dell'aria  
qualità dell'aria

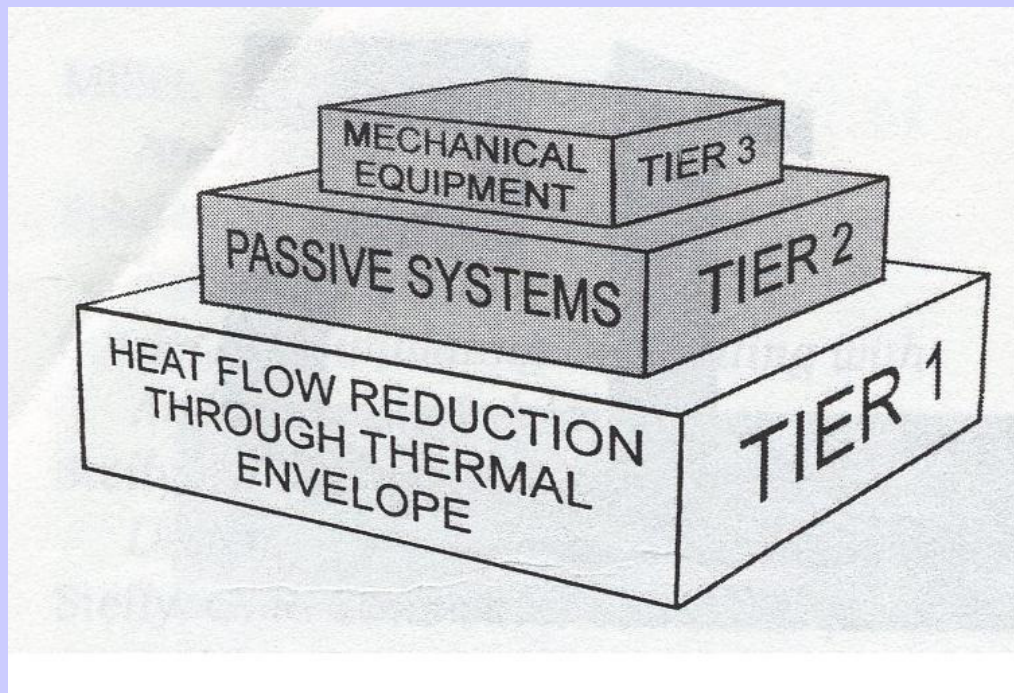
Queste variabili sono influenzate da:

- **Caratteristiche dell'edificio**
  - Ubicazione ed esposizione dell'edificio
  - Forma e dimensioni delle superfici disperdenti
  - Superfici vetrate e sistemi di schermatura
  - Caratteristiche dei materiali da costruzione
- **Caratteristiche degli impianti di climatizzazione**



## IL COMFORT TERMOIGROMETRICO

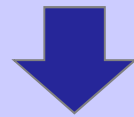
Come si può intervenire per controllare le condizioni ambientali interne che determinano il comfort:



1. **Riduzione delle dispersioni attraverso l'involucro (isolamento)**
2. **Sistemi passivi**
3. **Impianti termomeccanici (condizionamento)**

## **CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI**

**Corretta progettazione dell'involucro**



**Riduzione dell'entità dei carichi termici e frigoriferi**



**Risparmio energetico e minore ingombro dei componenti impiantistici.**

## CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI

Per **carichi termici e frigoriferi** si intendono le quantità di calore da fornire in inverno, e sottrarre in estate, attraverso gli impianti di climatizzazione all'ambiente, per realizzare le condizioni termoigrometriche volute allo scopo di garantire il benessere interno.

I carichi termici e frigoriferi dell'edificio ed i suoi consumi energetici possono essere ridotti grazie all'adozione di accorgimenti costruttivi, come **isolamento, inerzia termica delle pareti, protezione dall'irraggiamento solare**, e di altri sistemi passivi, come ad esempio:

- **Guadagni solari in inverno**
- **Adozione di frangisole**
- **Raffrescamento passivo**
- **Ventilazione naturale**
- **Uso appropriato di vegetazione e acqua**

## “Luoghi” dei sistemi impiantistici

Gli spazi necessari per gli impianti di climatizzazione sono legati alle esigenze di:

Produzione del “caldo” e del “freddo”

**CENTRALE TERMICA**

**CENTRALE FRIGORIFERA O TERMO-FRIGORIFERA**

Trattamento dell’aria

**Locali per UTA – Unità di trattamento dell’aria**

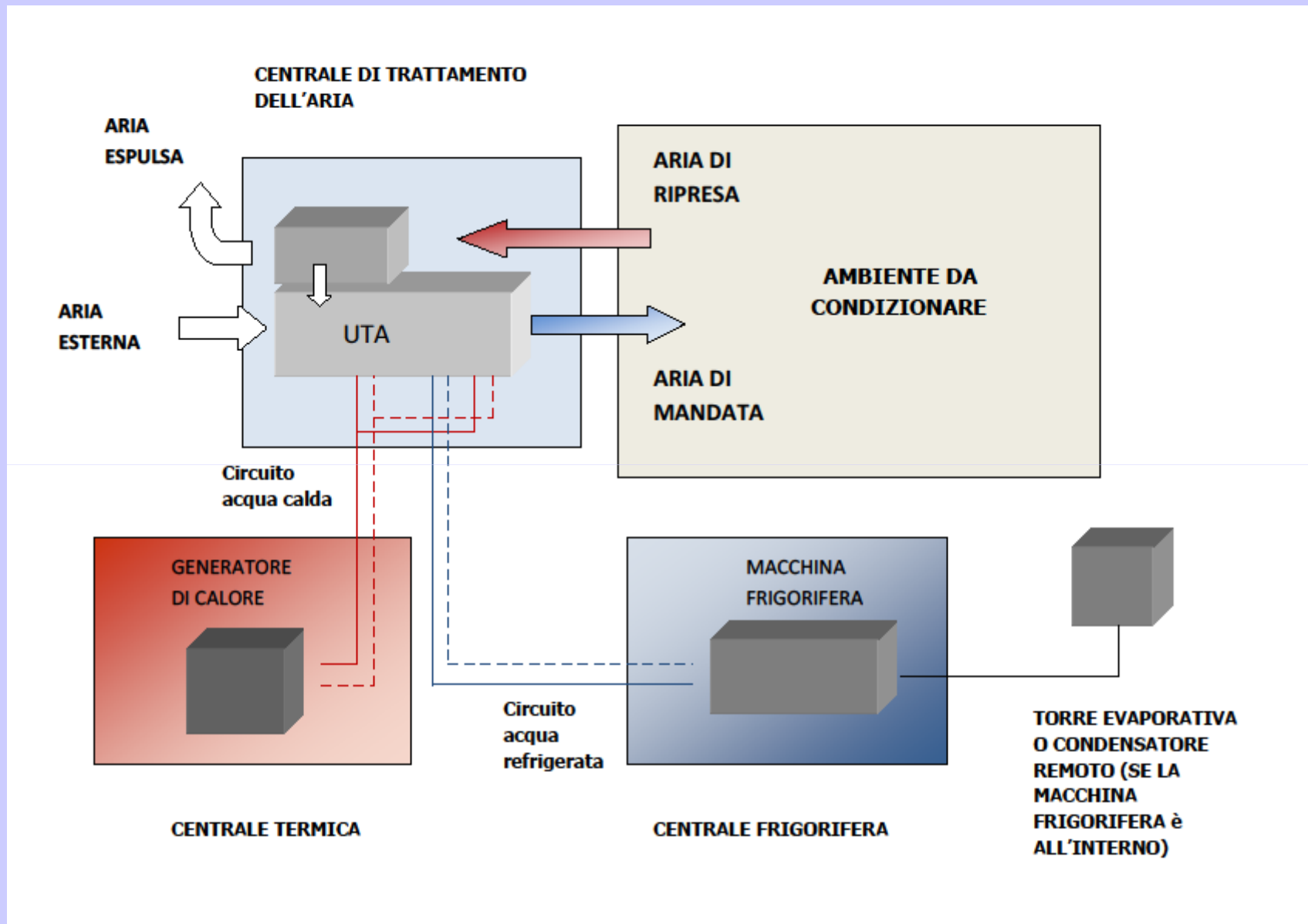
Distribuzione dei fluidi termovettori (canali per l’aria, tubazioni per i fluidi)

**Distr. Orizzontale – CONTROSOFFITTI**

**Pavimenti sopraelevati**

**Distr. Verticale – CAVEDI VERTICALI**

Immissione in ambiente



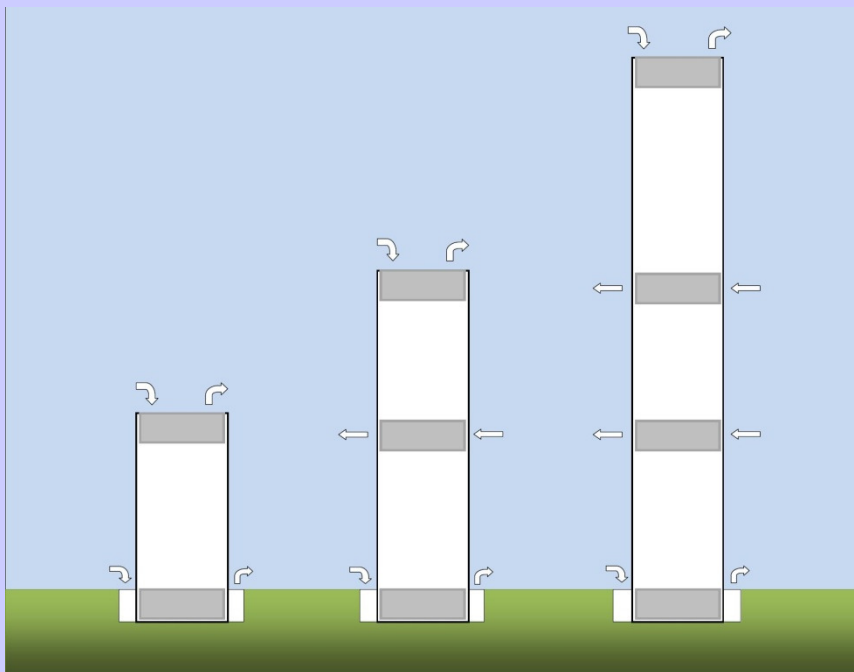


## “Luoghi” dei sistemi impiantistici

Luoghi da deputare almeno in parte alle centrali tecnologiche sono i **piani interrati** (facilità di accesso e ispezione, di attacco alle reti cittadine, ...) e la **copertura** o parte dell'ultimo livello (alcune macchine devono essere posizionate all'aperto).

In caso dei edifici molto alti può essere utile prevedere dei piani “tecnici” intermedi.

In caso di edifici estesi in pianta è opportuna una collocazione baricentrica, per migliorare la distribuzione in tutte le zone.



## **CENTRALE FRIGORIFERA O TERMO-FRIGORIFERA**

**Se si adottano frigoriferi con funzionamento a pompa di calore, adatti a soddisfare anche le esigenze di riscaldamento, si chiama centrale termo-frigorifera.**

**I frigoriferi a pompa di calore sono macchine funzionanti sia in estate, per la produzione di acqua refrigerata, che in inverno, per la produzione di acqua calda, necessarie per il raffrescamento/riscaldamento.**

**I frigoriferi/ pompa di calore funzionano secondo un ciclo frigorifero, e devono pertanto scambiare con l'esterno il calore sottratto/ceduto all'ambiente condizionato.**

**Il condensatore è il componente che “cede” calore all'esterno, e deve pertanto essere “raffreddato”.**

**Tale raffreddamento può essere realizzato o attraverso l'aria esterna, o attraverso l'acqua.**

**Le macchine più diffuse sono raffreddate mediante l'aria esterna, e sono per questa ragione da posizionare in copertura o all'esterno.**

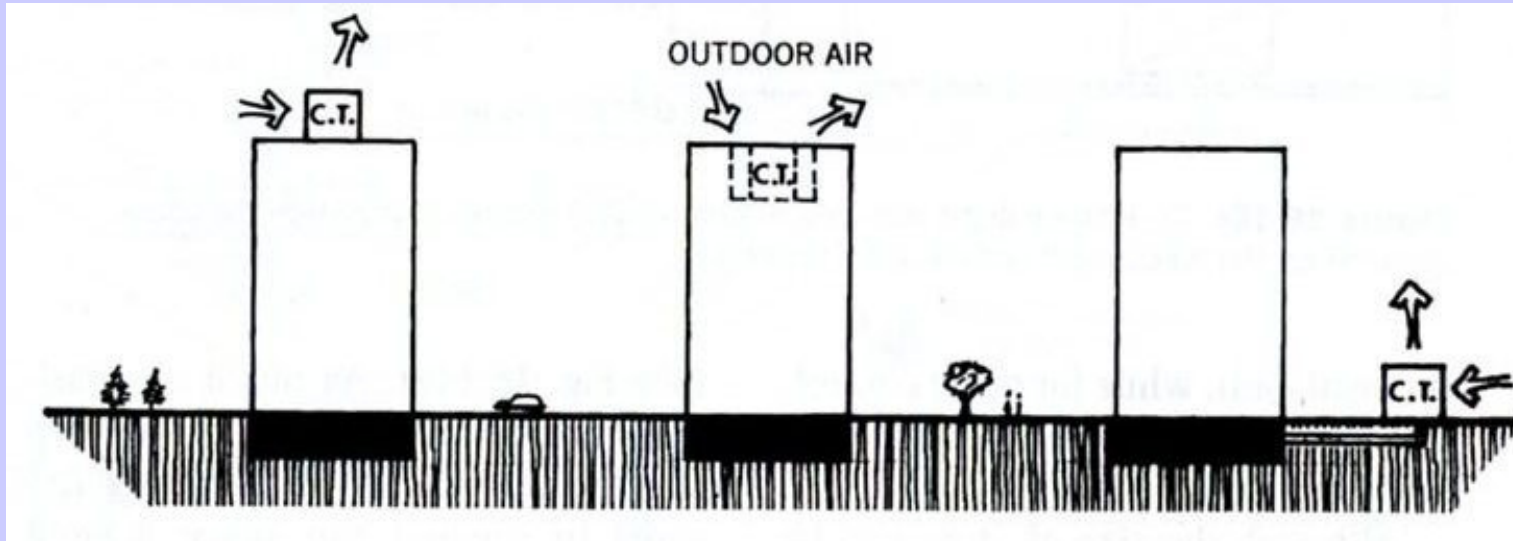
## CENTRALE FRIGORIFERA O TERMO-FRIGORIFERA

In alternativa si possono usare **frigoriferi accoppiati a torri evaporative**: a queste ultime viene “delegato” il compito di smaltire il calore all'esterno, e quindi il frigorifero può essere posizionato all'interno, e collegato mediante tubi alla torre evaporativa posta all'esterno o in copertura. Comunque in questo caso i frigoriferi devono essere posizionati non troppo distanti dalle torri.

In questo caso **non possono funzionare come pompe di calore**, le macchine per la produzione di calore saranno caldaie in centrale termica.

Altre macchine con funzionamento a pompa di calore, che non hanno il vincolo del posizionamento all'esterno, ma che possono essere usate solo in presenza di particolari condizioni e disponibilità di risorse ambientali, sono quelle geotermiche o raffreddate ad acqua.

## CENTRALE FRIGORIFERA E TERMO-FRIGORIFERA



**I frigoriferi raffreddati ad aria o le torri evaporative (c.t.=cooling tower) vanno posizionati all'aperto, non devono essere coperti .**

## CENTRALE FRIGORIFERA E TERMO-FRIGORIFERA

### Gruppo frigorifero – pompa di calore



Gruppo frigorifero – pompa di calore  
Raffreddato ad aria



Raffreddato ad acqua  
macchina frigorifera + torre evaporativa



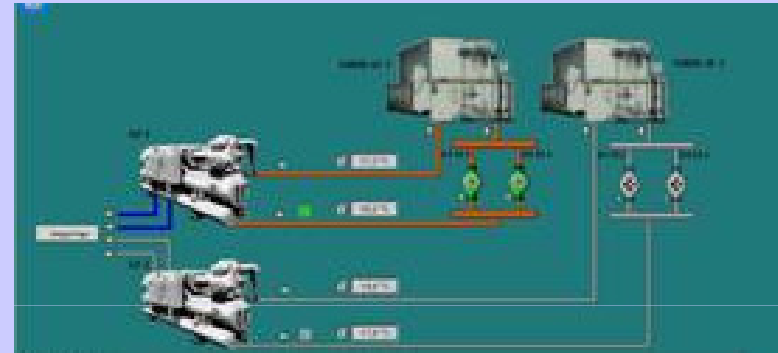
# CENTRALE TERMO-FRIGORIFERA

## Gruppo frigorifero – pompa di calore



# CENTRALE TERMO-FRIGORIFERA

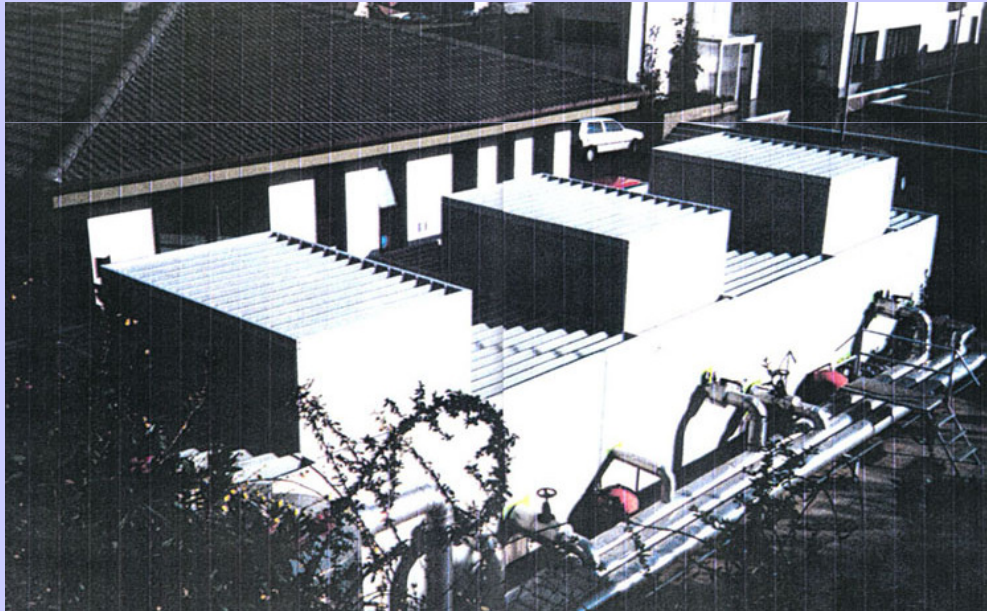
## Torri evaporative



## CENTRALE TERMO-FRIGORIFERA

I frigoriferi sono macchine rumorose.

E' possibile ridurre la propagazione laterale con barriere; più difficile e costoso ostacolare la propagazione verso l'alto. E' quindi opportuno porli in copertura e non sopra o vicino ad ambienti con particolari esigenze di quiete.





## CENTRALE FRIGORIFERA O TERMO-FRIGORIFERA

Per l'edificio oggetto del progetto (circa 8.000 mc):

Ipotesi di adottare una sola macchina (ingombro di circa 8 mx2mx2m), + spazio di rispetto laterale per areazione - le macchine devono essere posizionate all'esterno, libere superiormente e lateralmente per almeno 3 m su ciascun lato, - non possono stare a ridosso di muri;

Nel caso di frigorifero interno con torre evaporativa all'esterno, la dimensione del frigorifero è pari a circa 5mx2mx2m, e può essere posizionato all'interno; la torre evaporativa, all'esterno, circa 2mx2mx2m

## CENTRALE TERMICA

- Occorre prevedere una centrale termica, dove si trovano le caldaie, per il per la produzione di acqua calda sanitaria, per eventuali funzioni di back-up, e per riscaldamento se le esigenze di riscaldamento non vengono soddisfatte con le pompe di calore.
- Da posizionare in **copertura** oppure in locale (**almeno parzialmente**) **fuori terra** con **porta ed almeno una parete sull'esterno** (a cielo libero, o su corte larga).
- Deve avere **aperture di ventilazione**.
- Se l'alimentazione è a gas e la centrale non è in copertura, non può essere adiacente (né lateralmente né sopra-sotto) a locali normalmente frequentati.

## CENTRALE TERMICA

Ogni caldaia (almeno 2 se la potenza supera i 330 kW) è dotata di canna fumaria per lo smaltimento dei fumi, che deve superare di almeno 1m la copertura (se praticabile, di almeno 3m).

Superficie di ca 60 mq, rettangolare con lato minore > 6.5 m , altezza minima 3 m

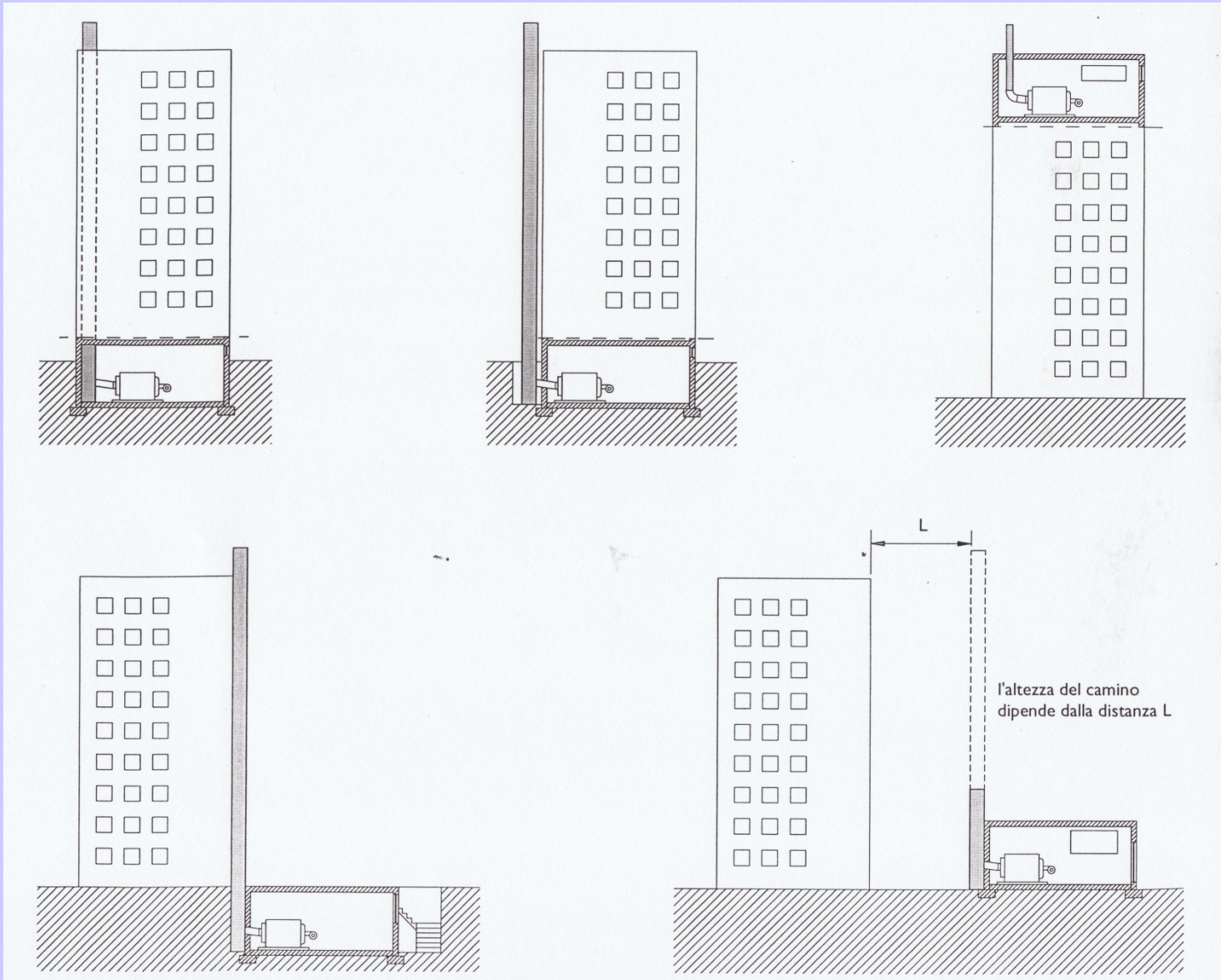


Caldaie

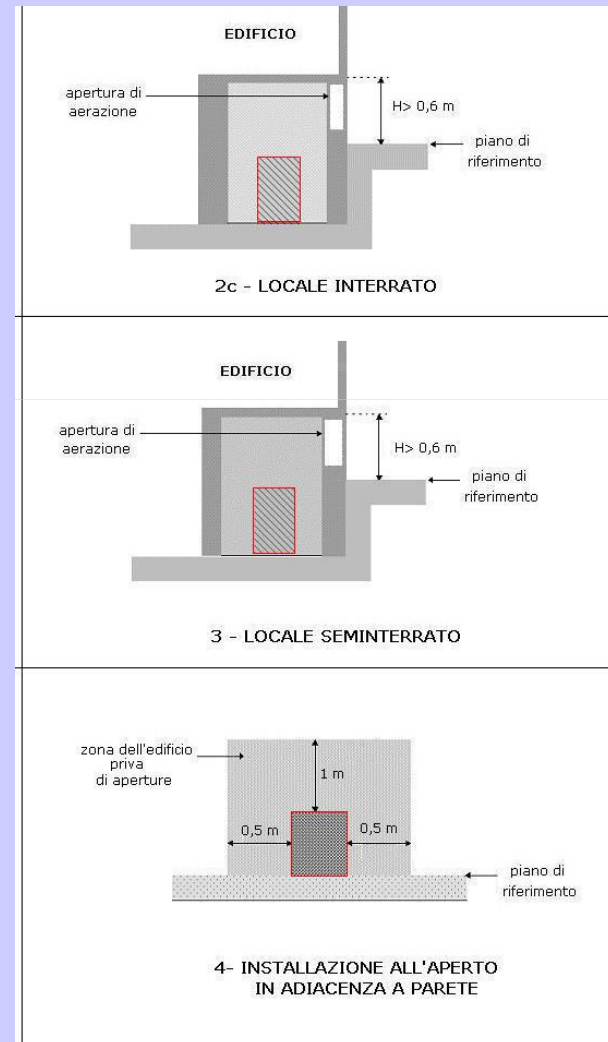
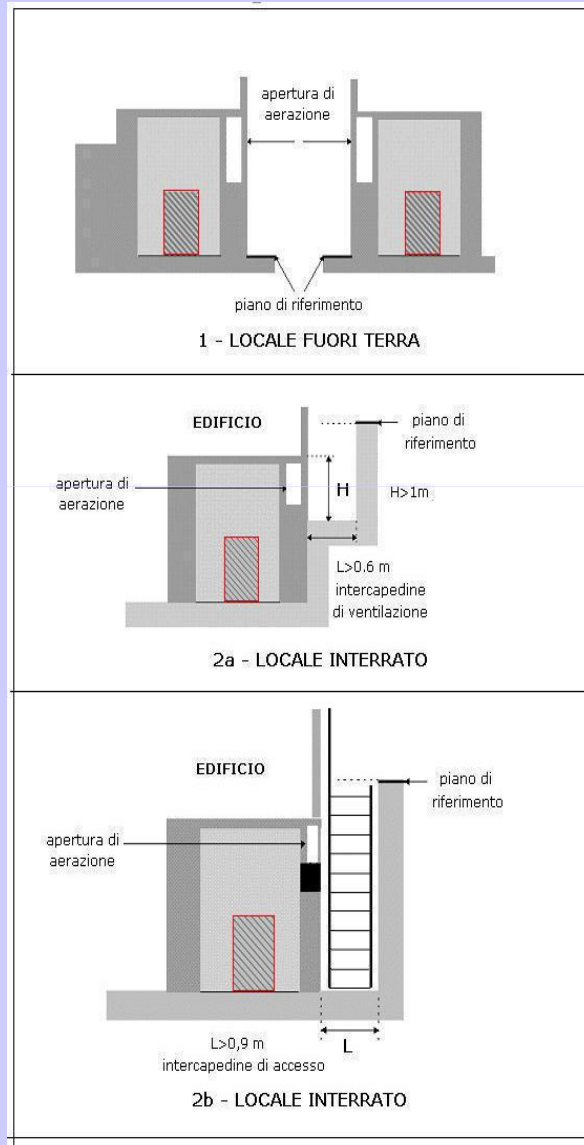


Pompe e distribuzione

# CENTRALE TERMICA



# CENTRALE TERMICA



## CENTRALE TERMICA



Canne fumarie..



## **LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria**

Le UTA Unità di trattamento per l'aria sono macchine deputate a trattare l'aria, esterna o parzialmente ricircolata, che va immessa negli ambienti per le esigenze di ricambio d'aria e/o di comfort termoigrometrico.

L'aria all'interno della UTA viene riscaldata/raffreddata mediante delle batterie (pacchetti di tubi alettati tipo il radiatore della automobile) di scambio termico, nelle quali circola l'acqua riscaldata o raffreddata proveniente dalla centrale termofrigorifera.

Tra le UTA e i frigoriferi/pompe di calore esiste pertanto un collegamento mediante tubi in cui fluisce acqua.

# LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria

## UTA





## LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria

**UTA**



## LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria

**UTA**

UTA in copertura



Una delle Centrali  
(all'interno) per il  
trattamento  
dell'aria della  
Tate Modern

## LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria

### UTA

UTA in copertura



Centrale di un edificio  
commerciale a Milano

## **LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria**

Le UTA preferibilmente dovrebbero trovarsi in copertura, ma possono essere posizionate anche all'interno, in prossimità delle zone da servire.

Devono comunque avere collegamento con l'esterno diretto o mediante canali, per prelevare l'aria esterna da trattare (tali aperture/canali possono avere sezione anche di qualche metro quadro, dipende dalla portata di aria da trattare) ed espellere quella estratta dagli ambienti condizionati.

Dalla UTA l'aria viene distribuita nell'edificio, per raggiungere i vari ambienti, mediante canali di distribuzione.

Ci saranno più UTA, in base alle diverse zone da servire, che possono differenziarsi per orari di funzionamento, affollamento, funzione degli spazi serviti, tipologia di impianto (es. biblioteca, uffici, atrio,..).

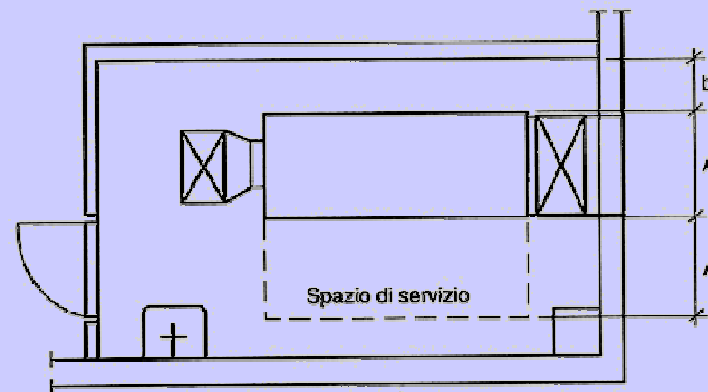
## LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria

Ogni UTA ha un ingombro che dipende dalla portata di aria da trattare; si possono considerare circa 5-8m in lunghezza, la sezione dipende dalla portata (sezione quadrata, attraversata da aria a 2 m/s circa), con sezioni dei canali in uscita ed ingresso  $0.5 - 1 \text{ m}^2$  (nel canale l'aria può andare più veloce);

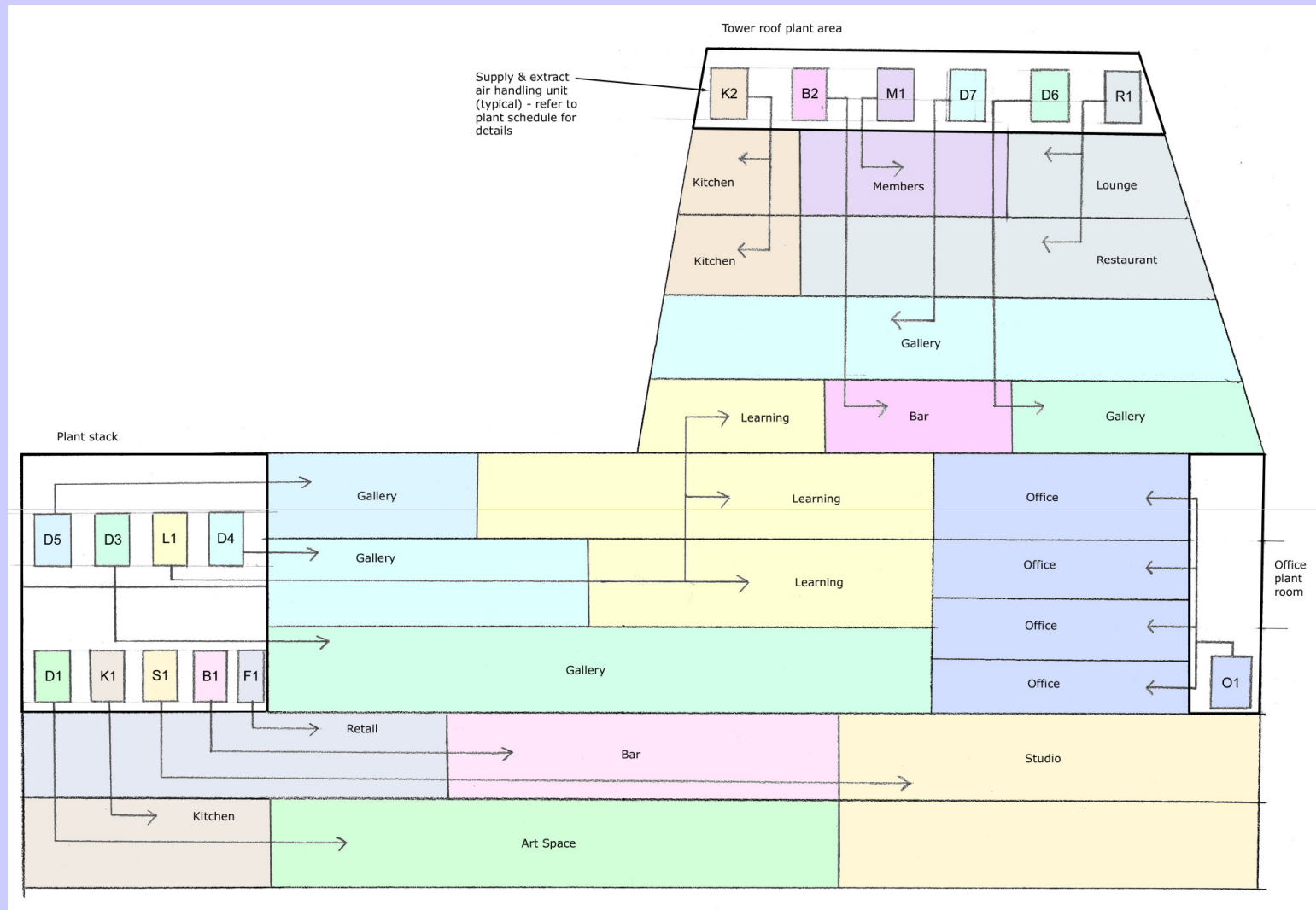
Il dimensionamento dei locali che le ospitano deve tener conto di zone di rispetto intorno e sopra per manutenzione, movimentazione, passaggio, curve ed incrocio canali, ecc.

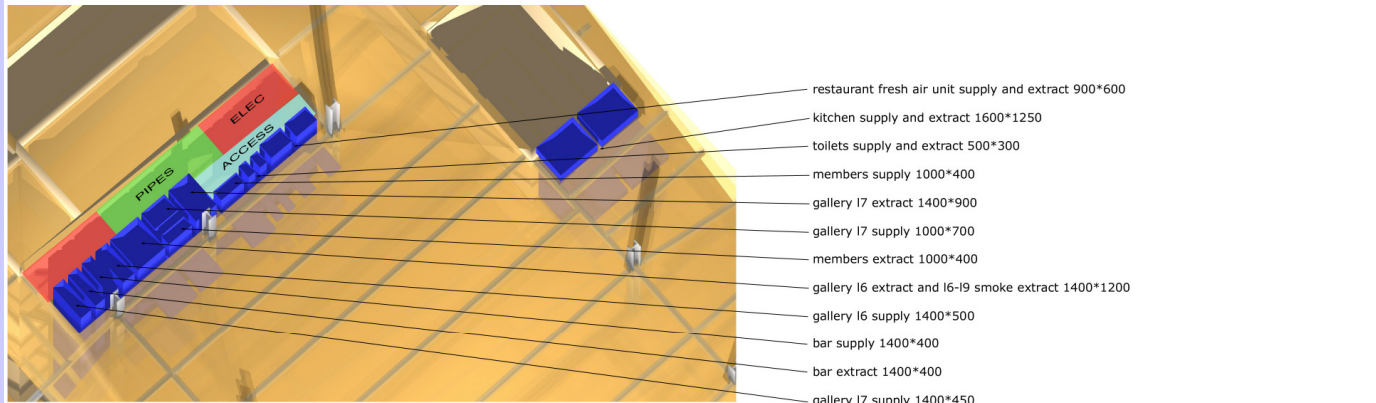
$$b = 0,4 \times h \geq 0,4 \text{ m}$$

$h$  = altezza dell'unità  
di trattamento dell'aria

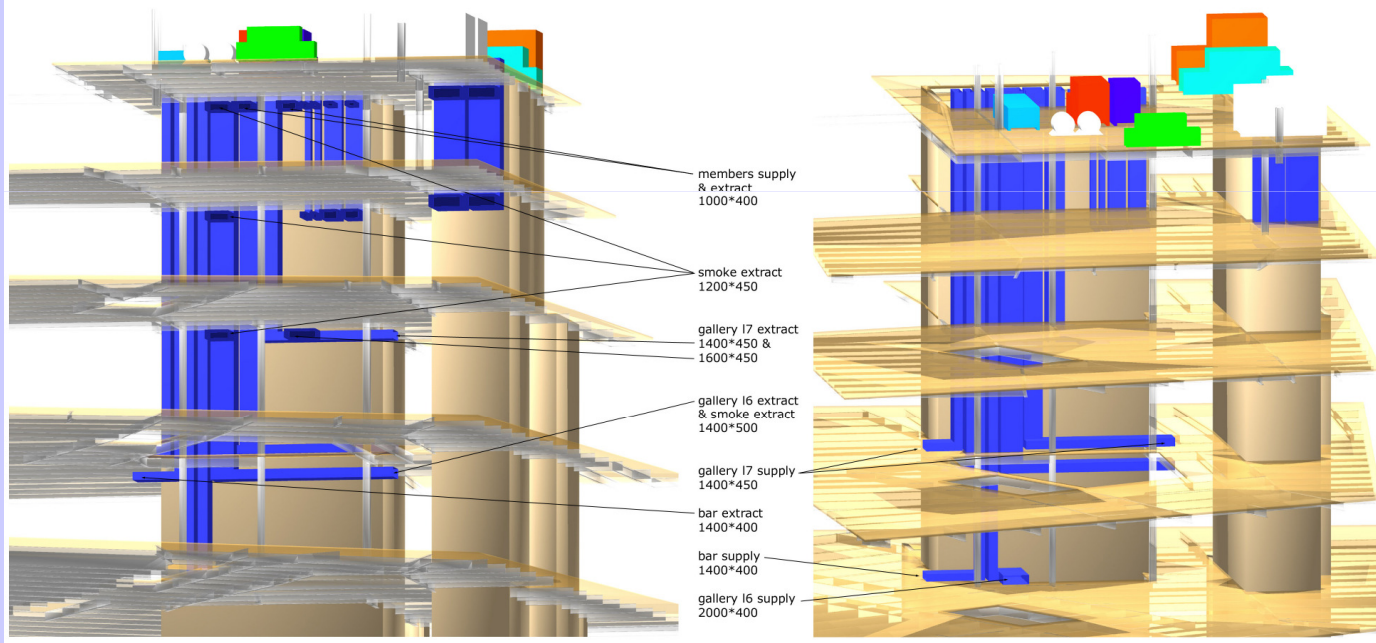


# LOCALI per UTA – Unità di trattamento dell'aria





- restaurant fresh air unit supply and extract 900\*600
- kitchen supply and extract 1600\*1250
- toilets supply and extract 500\*300
- members supply 1000\*400
- gallery I7 extract 1400\*900
- gallery I7 supply 1000\*700
- members extract 1000\*400
- gallery I6 extract and I6-I9 smoke extract 1400\*1200
- gallery I6 supply 1400\*500
- bar supply 1400\*400
- bar extract 1400\*400
- gallery I7 supply 1400\*450

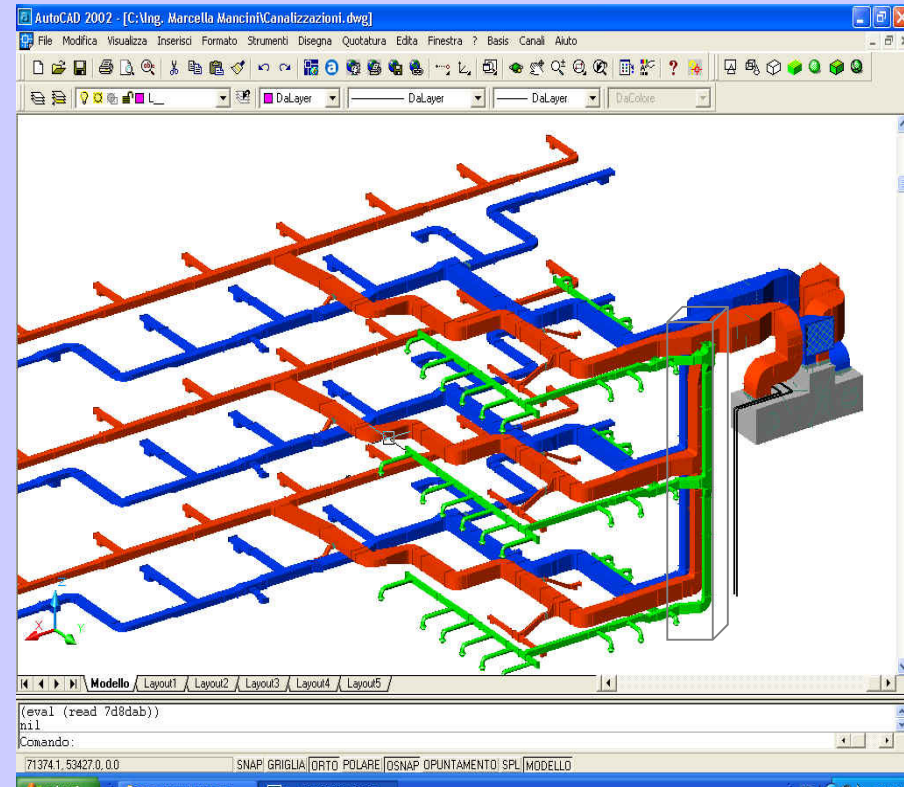


- members supply & extract 1000\*400
- smoke extract 1200\*450
- gallery I7 extract 1400\*450 & 1600\*450
- gallery I6 extract & smoke extract 1400\*500
- gallery I7 supply 1400\*450
- bar extract 1400\*400
- bar supply 1400\*400
- gallery I6 supply 2000\*400

Progetto delle reti di distribuzione dell'aria - Progetto di Ampliamento della Tate Modern (Arup)

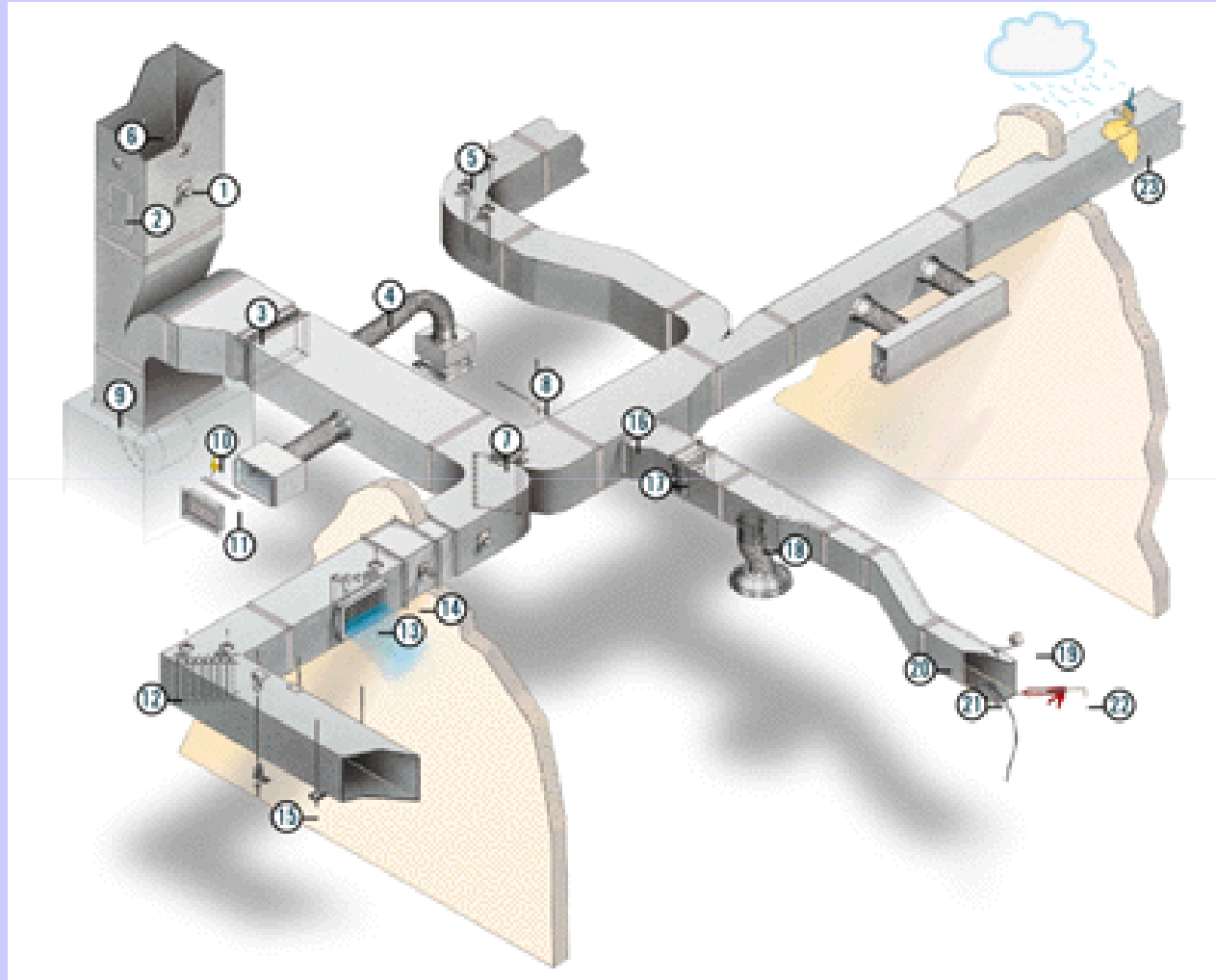
## DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

La tipologia di distribuzione tipica, per una UTA che serve più locali, è quella di una UTA che alimenta un collettore verticale, di solito in cavedio, dal quale si diramano ad ogni piano canali orizzontali, di solito nel controsoffitto dei connettivi, e da questi tronchetti finali dal connettivo agli ambienti; in ambienti più grandi la distribuzione orizzontale è articolata nel relativo controsoffitto. Ogni diramazione orizzontale è bene che non sia più lunga di 25 m circa (più esattamente la distanza fra la prima e l'ultima bocchetta alimentata dalla diramazione). Questo è un altro vincolo che può determinare il numero delle UTA.

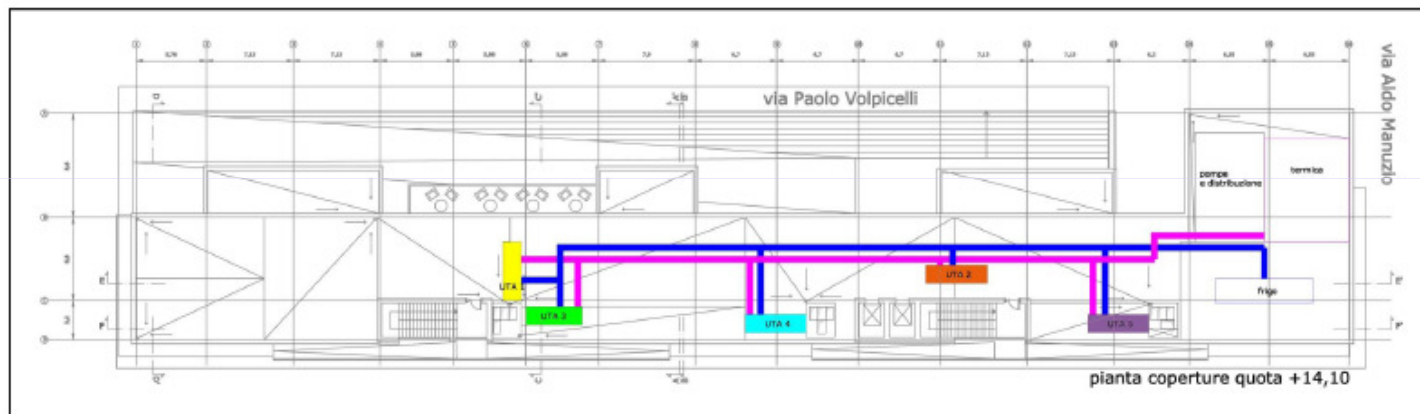
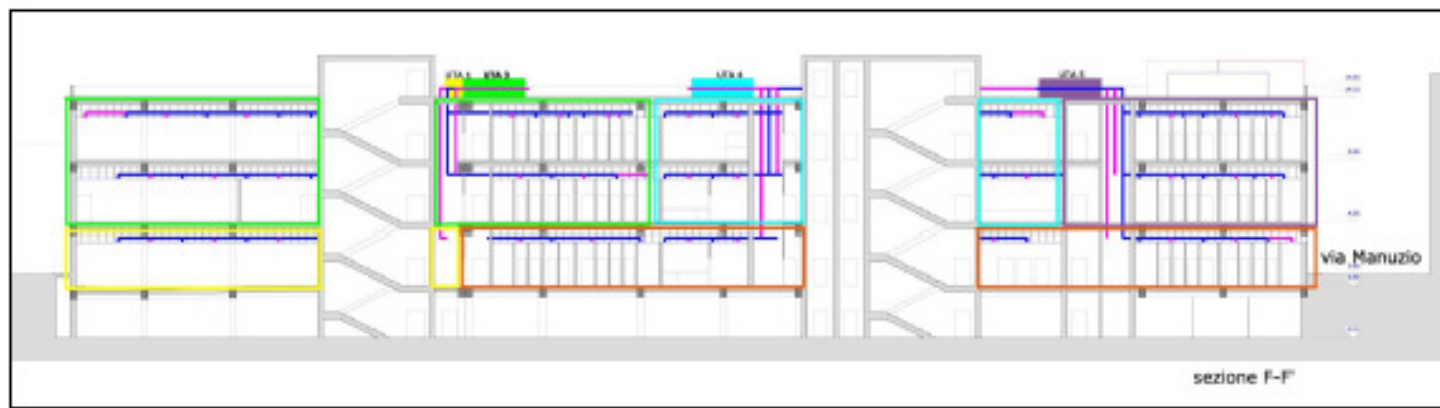




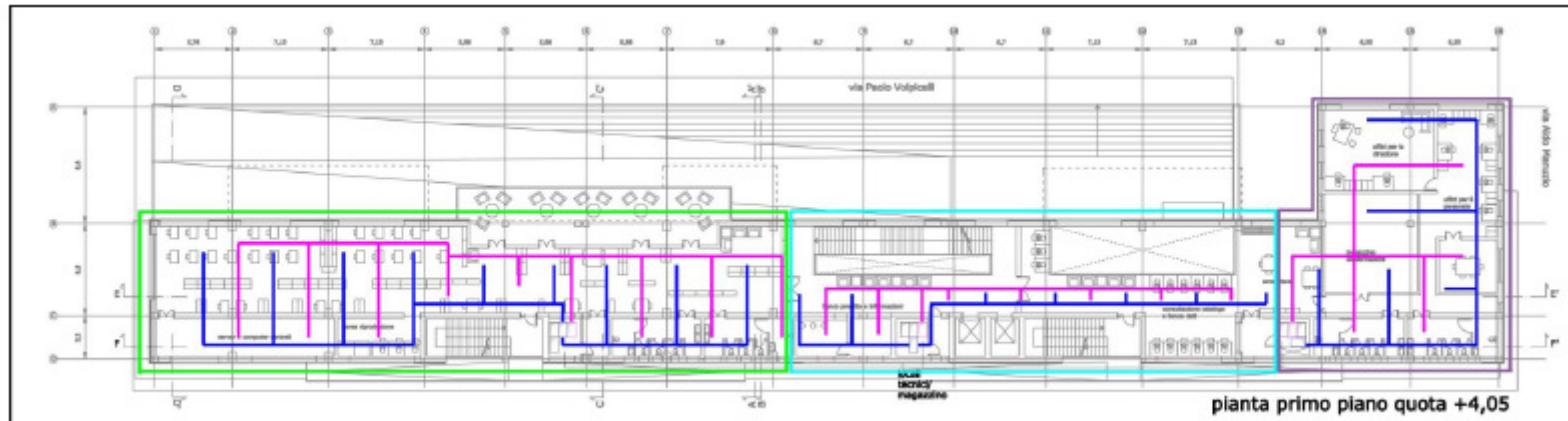
## Distribuzione dell'aria



# Distribuzione dell'aria



# Distribuzione dell'aria



## DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

La sezione del cavedio verticale in metri quadri (ingombro in pianta) deve essere all'incirca pari al volume ( $m^3$ ) dello spazio totale servito moltiplicato per  $1-2 \times 10^{-3}$ .

E' opportuno prevedere **più cavedi**, per ottimizzare la distribuzione dell'aria e ridurre l'ingombro di ciascuna canalizzazione.

Usualmente i cavedi vengono posizionati *in prossimità degli altri blocchi di servizi* (scale, ascensori, servizi igienici) che attraversano in altezza l'intero edificio, ma possono anche esserne svincolati.

E' importante considerare, nel posizionamento del cavedio, che ad ogni piano, dai cavedi, si devono diramare i canali ai vari piani, e raggiungere le varie zone.

Tra le conseguenze di ciò c'è che le pareti del cavedio sarebbe preferibile non avessero funzione strutturale, poiché vanno forate per il passaggio dei canali.

## DISTRIBUZIONE



In ogni cavedio ci sono almeno due canali, uno di mandata (aria da immettere in ambiente) e uno di ripresa (aria estratta dall'ambiente da riportare alla UTA e/o espellere).

Sarebbe bene considerare una **altezza di controffitto** per la diramazione principale pari a 50-60 cm **liberi** (senza travi riscalate o altri ingombri), ma potrebbe non bastare per le diramazioni più lunghe.

Per i grandi ambienti gli ingombri dei canali sono maggiori, e richiedono spazi importanti nella loro parte superiore ed in qualche caso (aule magne, auditorium ecc) sia sopra che sotto.

## Distribuzione dell'aria



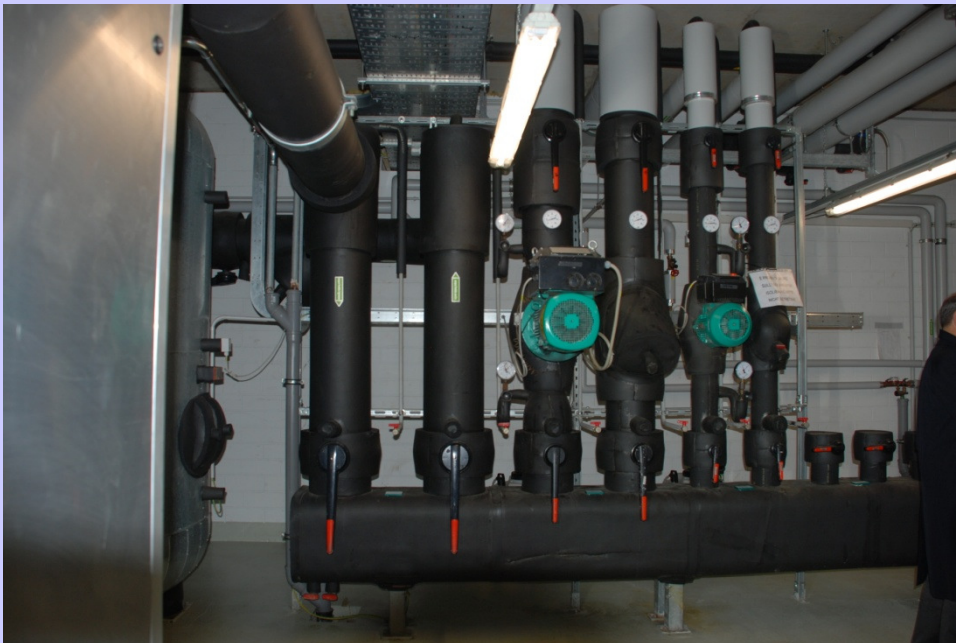
## Distribuzione dell'aria



## ALTRI LOCALI TECNICI

### CENTRALE di DISTRIBUZIONE

Adiacente alle centrali termica e frigorifera o termo-frigorifera, in prossimità delle macchine, ci sono dei locali deputati alla distribuzione dei fluidi (pompe, collettori, ..)





## ALTRI LOCALI TECNICI

### CENTRALE di DISTRIBUZIONE

Adiacente alle centrali termica e frigorifera o termo-frigorifera, in prossimità delle macchine, ci sono dei locali deputati alla distribuzione dei fluidi (pompe, collettori, ..)

### CENTRALE IDRICA

Centrale di distribuzione dell'acqua all'edificio, attacco all'acquedotto e pompe, ecc.

40 mq dovrebbero essere sufficienti (esclusi volumi di accumulo-vasche o serbatoio).

### CENTRALE ANTINCENDIO

Circa 40 mq (senza vasche di accumulo)

### CENTRALE ELETTRICA

Cabina di trasformazione (impianti elettrici) circa 40 mq (con aperture di ventilazione di superficie pari ad almeno 2 mq) più un locale di circa 15 mq liberamente accessibile da addetti ENEL.

## Componenti dei sistemi impiantistici

- Sistemi per la produzione del caldo e del freddo

  - Caldaie, generatori di calore

  - Gruppi frigoriferi

  - Unità motocondensante

- Unità di trattamento dell'aria

(presenti negli impianti  
a tutt'aria o misti aria-

- Canali per la circolazione dell'aria

acqua)

- Tubazioni per la distribuzione dell'acqua o del fluido refrigerante

- Terminali locali (fan coils, radiatori, ventilconvettori, unità interne di sistemi split) ed elementi per l'immissione dell'aria

## Verifiche da effettuare sugli impianti

- Localizzazione e dimensionamento centrali e relative prescrizioni - evidenziarle in pianta e sezione, controllo locali adiacenti – integrazione architettonica
- Localizzazione cavedi - evidenziarli nelle piante
- Localizzazione UTA e zone servite - in sezione campire con colori diversi le zone servite dalle varie UTA
- Dimensionamento (per piano) degli ambienti serviti da ciascuna UTA (superficie e volume)
- Spazi per la distribuzione (uscita dai cavedi ai piani, distribuzione nel controsoffitto, interferenza con struttura, ecc.) – inserire i componenti impiantistici in pianta e sezione
- Inserimento fotovoltaico

## **Verifiche da effettuare sull'involucro**

- Inserimento ambientale, analisi del soleggiamento e conseguenti scelte di orientamento e involucro.
- Contenimento delle superfici vetrate (35% del totale, nel caso di grandi pareti vetrate 35% della parete stessa)
- Posizione ed estensione delle aperture per il comfort luminoso (evidenziare in pianta e sezione)

## Bibliografia

C.Pizzetti, CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA E REFRIGERAZIONE, vol. I e II, Ed. Masson.

G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli , Progettazione di impianti tecnici. Problemi ed applicazioni, Ed. CEA

L. Stefanutti, Impianti di climatizzazione. Tipologie applicative, Ed. Tecniche Nuove

A. Briganti, Il condizionamento dell'aria, Ed. Tecniche Nuove

D. Hawkes and W. Forster, Architecture, Engineering, and Environment, Ed. Laurence King Publishing Ltd. With Arup.

N. Lechner, Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects, Ed. Wiley, New York (1991).

Dall'O G., Architettura e impianti, CittaStudiEdizioni

Rivista Energy and Buildings, Ed. Elsevier

Siti Internet