

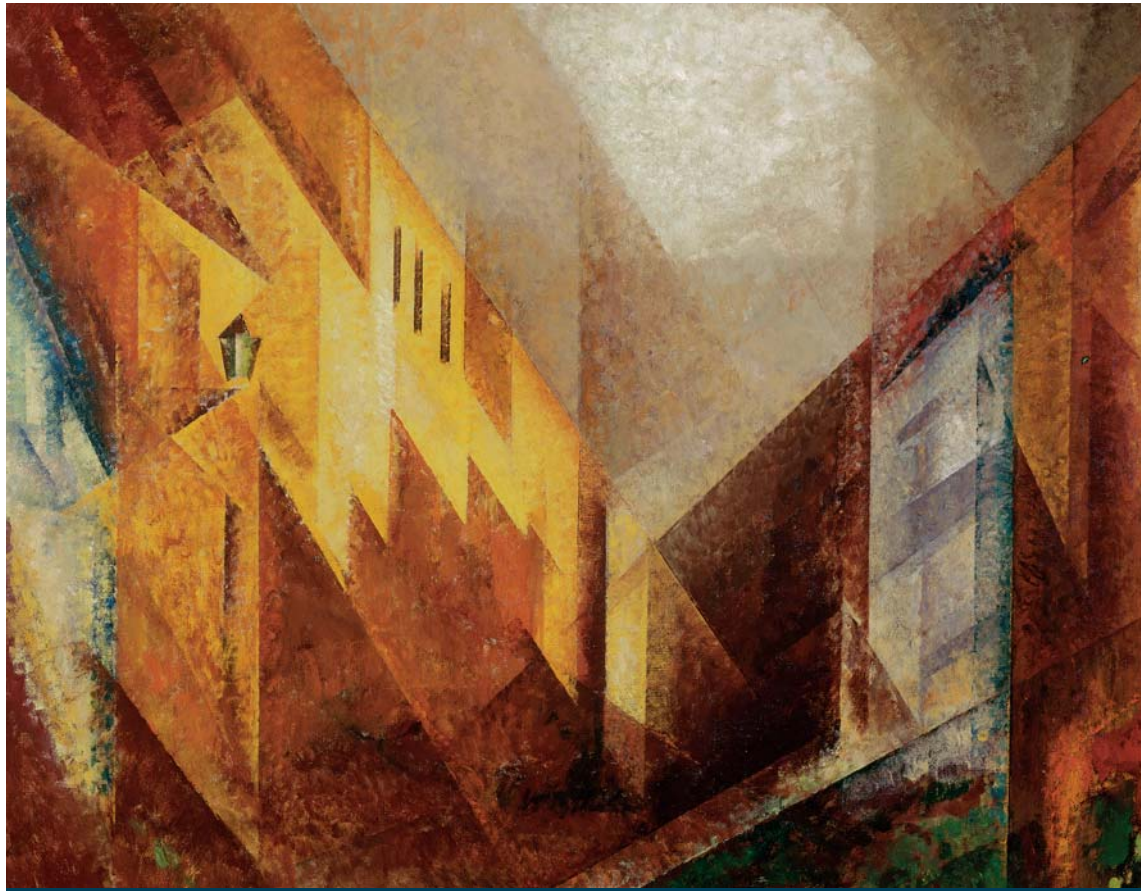


*Uffici*

*Changes for the Better*



milano cagliari vimercate mantova



Feininger Lyonel  
*Luce pomeridiana II, 1932*  
Coll. Thyssen, Lugano

# Complesso **Torri Bianche** di Vimercate (Mi)

Un duplice recupero di calore contraddistingue gli impianti VRF applicati in tre nuovi edifici per uffici: oltre a quello realizzato dal circuito frigorifero tra le zone di segno opposto, l'aria di espulsione dell'impianto alimenta le batterie delle unità esterne offrendo un ulteriore aumento di efficienza energetica.





## TORRI BIANCHE

Il centro Torri Bianche di Vimercate sorge a nord-est di Milano, da cui dista circa 20 km, e a poco più di 6 km da Monza, alle propaggini della Brianza. Esso costituisce un complesso destinato ad attività terziarie e a strutture alberghiere e residenziali che ha saputo raggiungere un armonioso inserimento nel territorio offrendo ai propri utenti una pluralità di servizi, quali un centro commerciale, ristoranti e bar, un cinema multisala, un centro medico ecc. Si tratta di un vero centro polifunzionale collegato direttamente a Milano per mezzo della tangenziale est, e in futuro potrà esserlo anche per mezzo della metropolitana leggera. Una planimetria del Quartiere Torri Bianche è visibile nella figura 1.

Una sorta di *città ideale*, si potrebbe dire, curata e gestita nei dettagli, che infatti ha vinto il premio di Assimpredil, “Costruire la Città”, nel 1994.

In tale complesso sono in via di completamento tre ulteriori edifici direzionali destinati a uffici di alto livello. L'impresa costruttrice, la Giambelli SpA, ha infatti voluto pri-

Complesso Torri Bianche di Vimercate (Mi)



Una planimetria del Quartiere Torri Bianche di Vimercate che accoglie edifici direzionali, un albergo a quattro stelle, un residence, un centro commerciale e altri servizi. Esso ha vinto il premio di Assimpredil, “Costruire la Città”, nel 1994



vilegiare nella scelta dei materiali, nel progetto degli spazi e nella scelta degli impianti di climatizzazione, di sicurezza ecc. esclusivamente soluzioni di elevata qualità e di limitato impatto ambientale.

I tre nuovi edifici sono disposti ad U attorno a una piazza creata espressamente per essi, come dimostra il *rendering* nella figura 2; ciascuno è costituito da otto piani fuori terra e da due piani interrati ad uso magazzini, archivi e locali tecnici. I posti macchina sono situati nei due piani interrati al di sotto della piazza stessa. Sostanzialmente identici, presentano una pianta rettangolare con facciate continue, costituite da vetri selettivi ad alto isolamento termico, prodotti da Glaverbel, caratterizzati da un coefficiente di isolamento termico  $K$  di  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , con profili a taglio termico. La vetrocamera, dalla profondità di 16 mm, è riempita con gas argon, e la coibentazione sulle testate in calcestruzzo è realizzata con poliuretano espanso spruzzato e con controparete in cartongesso. Anche i divisori interni sono realizzati in cartongesso, mentre i pavimenti degli uffici sono di tipo sopraelevato con piano di calpestio rivestito in moquette/PVC.

La superficie utile complessiva di ciascun edificio è di circa 6000 metri quadri. Il piano tipo, dal 2° al 6° livello, è open space e può venire configurato secondo le esigenze degli utenti. L'intero complesso usufruisce di una gestione completa effettuata dalla stessa impresa costruttrice.

## Gli impianti di climatizzazione

Per gli edifici destinati ad attività terziarie nel settore uffici è oggi problematico il progetto e la scelta degli impianti HVAC soprattutto perchè non è possibile nella fase di progettazione iniziale prevedere i carichi termici interni conseguenti all'uso che verrà fatto degli edifici stessi. Si può andare infatti dai normali utilizzi d'ufficio, con affollamento modesto e carichi termici sensibili altrettanto contenuti, fino al dover accogliere dei data center e uffici fortemente informatizzati. A titolo di riferimento, basti esaminare la tabella 1 di fonte ASHRAE che rivela la grande diversità dei carichi termici unitari (definiti *Fattori di carico*) possibili a seconda del grado di informatizzazione delle *workstation* per comprendere le difficoltà alle quali sia l'impresa costruttrice, sia il progettista degli impianti HVAC, devono rispondere. Come si può vedere, l'escursione della potenza frigorifera unitaria installata si estende da 5,4 a 21,5  $\text{W}/\text{m}^2$ ; in altri termini la potenza frigorifera richiesta dovuta ai carichi interni per le *workstation* deve poter tener conto di una

domanda il cui valore può quasi quadruplicare rispetto alla condizione di minima. I valori riportati nella tabella si riferiscono alle sole apparecchiature informatizzate e vanno poi aumentati di tutti gli altri carichi presenti, quali l'illuminazione, le persone stesse e le portate d'aria esterna di ventilazione necessarie.

È evidente come di fronte a incognite di tale ordine di grandezza la scelta del tipo di impianto e il suo dimensionamento rappresentino dei notevoli punti di domanda. L'esperienza acquisita dalla stessa impresa Giambelli - che dispone al proprio interno di una struttura di ingegneria specializzata per il progetto degli impianti HVAC - ha trovato

**Tabella 1 - Fattori di carico raccomandati per vari tipi di uffici**

| Densità di carico dell'ufficio | Fattore di carico W/m <sup>2</sup> | Caratteristiche di riferimento dell'ufficio   |
|--------------------------------|------------------------------------|---|
| Bassa                          | 5,4                                | Workstation da 15,5 m <sup>2</sup> (6 workstation per 100 m <sup>2</sup> ) con computer, monitor, stampante e fax.<br>Fattori di contemporaneità:<br>– Computer, monitor e fax      0,67<br>– Stampante                              0,33   |
| Media                          | 10,8                               | Workstation da 11,6 m <sup>2</sup> (8,5 workstation per 100 m <sup>2</sup> ) con computer, monitor, stampante e fax.<br>Fattori di contemporaneità:<br>– Computer, monitor e fax      0,75<br>– Stampante                              0,50 |
| Medio / Alta                   | 16,1                               | Workstation da 9,3 m <sup>2</sup> (11 workstation per 100 m <sup>2</sup> ) con computer, monitor, stampante e fax.<br>Fattori di contemporaneità:<br>– Computer e monitor              0,75<br>– Stampante e fax                      0,50  |
| Alta                           | 21,5                               | Workstation da 7,8 m <sup>2</sup> (13 workstation per 100 m <sup>2</sup> ) con computer, monitor, stampante e fax.<br>Fattori di contemporaneità:<br>– Computer e monitor              1<br>– Stampante e fax:                      0,50    |

Fonte: ASHRAE

positive riconferme negli impianti a portata di refrigerante variabile (VRF) a recupero di calore con aria primaria prodotti da Mitsubishi Electric, costituiti da unità esterne della serie PUHYP200/250/YGMA e PURYP350/400YGMA, collegate a unità interne canalizzate, anch'esse di varie grandezze, PEFY-P32/40/50/100VMME, tutte funzionanti con il nuovo refrigerante R-410A; le unità di trattamento d'aria sono del tipo GUF-100RDH3.

La potenza frigorifera totale dell'impianto è risultata di 2.012,4 kWf; la potenza di riscaldamento a recupero di calore è stata di 2.259 kWt. In totale sono state installate per ciascun edificio 18 unità esterne e 146 unità interne.



Alcuni interni delle nuovi Torri emblematici della qualità delle opere.



## Due qualità preminenti dei sistemi VRF a recupero di calore

Questi sistemi nell'applicazione in oggetto hanno dimostrato sostanzialmente due importanti qualità:

- una grande elasticità di funzionamento in presenza di carichi anche fortemente differenziati, e quindi la capacità di rispondere a una domanda di raffreddamento e di riscaldamento non prevedibile con precisione in fase di progetto, offrendo in tutti i casi una efficienza energetica molto elevata e quindi dei costi di gestione contenuti. Come conseguenza dell'elevata efficienza energetica, si ottiene un'altrettanto apprezzabile limitazione dell'impatto ambientale dell'edificio;
- una preziosa modularità applicativa che permette l'installazione di ulteriori unità interne rispetto a quelle previste nel progetto iniziale quando la capacità di raffreddamento richiesta dall'utente, o la concentrazione dei carichi stessi, dovesse superare quella di progetto. A questo scopo sono state predisposte un numero di cassette distributrici

Due qualità preminenti  
dei sistemi VRF  
a recupero di calore



Figura 2 - Un rendering dei tre nuovi edifici direzionali che si aggiungono al Quartiere Torri Bianche, ciascuno da otto piani fuori terra e caratterizzato da superfici vetrate continue, che hanno motivato la scelta di sistemi di climatizzazione VRF a recupero di calore con aria primaria.

delle linee di refrigerante maggiore del necessario per poter collegare ulteriori unità interne nel caso di una domanda di raffreddamento anche sensibilmente superiore al normale.

Data la costruzione a superfici vetrate continue dei tre nuovi edifici, la variazione dei carichi termici dovuti alla radiazione solare nel corso della giornata ha giustificato pienamente la scelta degli impianti VRF a recupero di calore, aggiungendo perciò un ulteriore fattore di guadagno energetico alle già elevate prestazioni di base di questi impianti.

In realtà, la ricerca di risparmio energetico per questi tre edifici non si è fermata qui, e ulteriori accorgimenti sono stati presi per poter configurare gli edifici stessi verso un obiettivo di sostenibilità.

Le unità di trattamento per l'aria primaria richiesta per la ventilazione sono state dotate di recuperatori di calore Lossnay (anch'essi prodotti da Mitsubishi Electric). Ma l'aspetto che ha rivelato al di là di ogni dubbio l'attenzione dell'Impresa verso la ricerca di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti – e quindi la sostenibilità degli edifici – è consistita nell'aver voluto prevedere l'alimentazione delle unità esterne con l'aria espulsa dagli edifici, per utilizzarne i contenuti di entalpia che essa altrimenti avrebbe disperso nell'atmosfera. Le principali soluzioni tecniche applicate sono illustrate nelle figure 3 a,b che rivelano i condotti dell'aria espulsa che terminano di fronte alle batterie delle unità esterne con opportune bocchette di espulsione. In realtà, le unità esterne



Una veduta panoramica del nuovo complesso Torri Bianche di Vimercate.

risultano alimentate da una miscela di aria esterna e di ricircolo, il cui contributo all'efficienza energetica complessiva si rivela importante: in inverno l'aria che alimenta le batterie è sempre a una temperatura superiore a quella esterna; in estate, all'opposto, si trova a una temperatura sempre inferiore. Entrambe le situazioni favoriscono aumenti del COP di funzionamento degli impianti.

Questo accorgimento – che ha richiesto il superamento di alcuni problemi costruttivi non da poco, oltre a un investimento economico extra - si può stimare che possa contribuire ad aumentare ulteriormente il COP degli impianti, sia in regime di raffreddamento che di riscaldamento a pompa di calore, almeno di un 15 – 20% nel corso dell'anno. Non solo, ma permetterà agli impianti stessi di rispondere senza insufficienze alle situazioni di punte estreme estive, che ormai sono entrate nelle caratteristiche climatologiche anche delle zone a clima temperato come l'Italia.

È certamente raro vedere applicati accorgimenti di tale valenza nel contesto di edifici per uffici, e ciò denota da parte dell'Impresa e del proprio staff di progettazione una rimarchevole sensibilità e attenzione per i problemi energetici.

## La distribuzione dell'aria

La distribuzione dell'aria

La distribuzione dell'aria è canalizzata e le unità interne sono installate a ridosso del corridoio che percorre il lato lungo degli edifici. I condotti di mandata dell'aria primaria e dell'aria di ripresa corrono per l'intera lunghezza dell'edificio e sono alimentati da un montante verticale in posizione baricentrica nell'edificio stesso, collegato a una unità di trattamento sulla copertura. La disposizione dei canali è visibile nella figura 4; da essa è pure possibile vedere come ciascun piano tipo sia suddiviso in due spazi fondamentali affacciati verso le due pareti opposte. Le unità interne sono sistemate in modo tale da poter alimentare dei tronchi di canali paralleli al lato corto per ciascuno dei due spazi. Su ciascun piano sono installate come standard 18 unità interne, ciascuna dotata di propria regolazione indipendente. Esistono perciò 4 macrozone due delle quali contengono ciascuna 5 sottozone, mentre le altre due, sulla parte dell'edificio contenente il blocco dei servizi, comprendono ciascuna altre 4 sottozone. Le unità interne, sistemate al di sopra del controsoffitto, sono alimentate dall'aria primaria. Dei particolari delle installazioni delle unità interne sono visibili nelle figure 5a,b. Infine, un dettaglio di una cassetta distributrice del refrigerante per i collegamenti frigoriferi alle unità interne è visibile nella figura 6.



## Il sistema di gestione dell'impianto

Per gli impianti dei tre nuovi edifici del centro Torri Bianche è stata utilizzata una piattaforma di gestione denominata TG-2000, che rappresenta il livello più elevato dell'intera architettura *Melans*, acronimo di *Mitsubishi ELectric Air conditioning Network System*,



Figura 5 - Particolare dell'installazione di unità interne canalizzate. I canali alimentati dalle singole unità si sviluppano paralleli al lato corto dell'edificio e ne coprono la superficie del piano a pettine; nella foto a destra un ulteriore particolare delle unità interne installate e dei condotti dell'aria primaria e di ripresa.

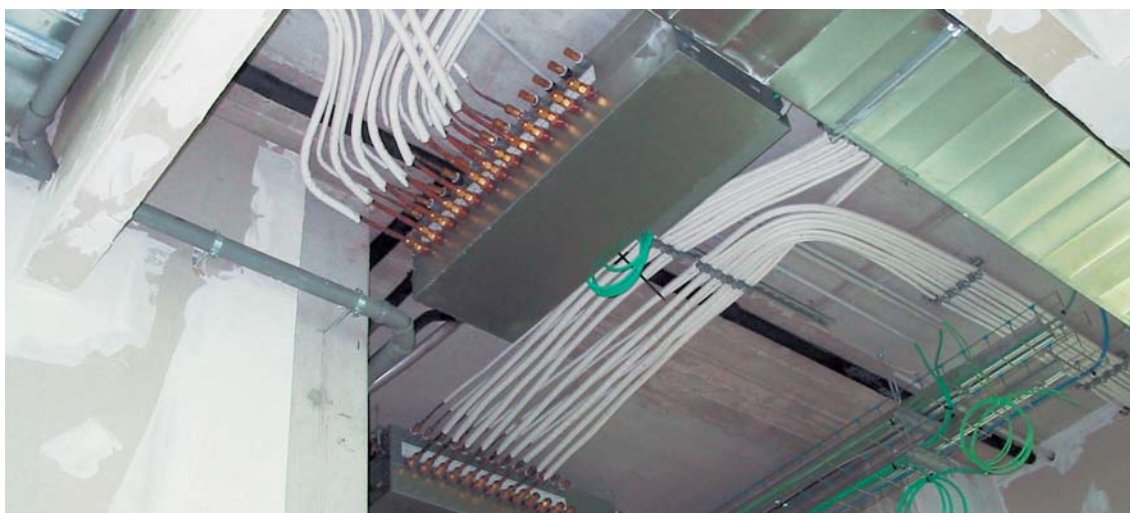


Figura 6 - Particolare dell'installazione di una cassetta di distribuzione del refrigerante per i collegamenti frigoriferi alle unità interne.



caratterizzata da una architettura snella e scalabile, che si adatta alle differenti tipologie e taglie di impianto, in grado di controllare efficacemente fino a 2000 climatizzatori. Uno schema del circuito di supervisione per uno degli edifici è visibile nella figura 7.

La piattaforma TG-2000 consta di un sistema centralizzato multipostazione, dotato di sistema operativo multitasking e grafica avanzata in grado di supervisionare, attraverso una dote di scalabilità, sia impianti estesi che di ridotte dimensioni, anche su area geografica tramite un modulo evoluto “wide area”.

L’interfaccia grafica semplice e intuitiva guida l’utente nella navigazione entro le planimetrie dell’edificio sulle quali, attraverso icone interattive, vengono localizzati i climatizzatori installati e le varie apparecchiature tecnologiche di terzi collegate al PLC o alle morsettiere intelligenti delle unità interne.

La selezione di un’icona attiva la visualizzazione del pannello di controllo virtuale del climatizzatore: per una maggior semplicità di utilizzo le macchine possono essere selezio-

Il sistema di gestione dell’impianto

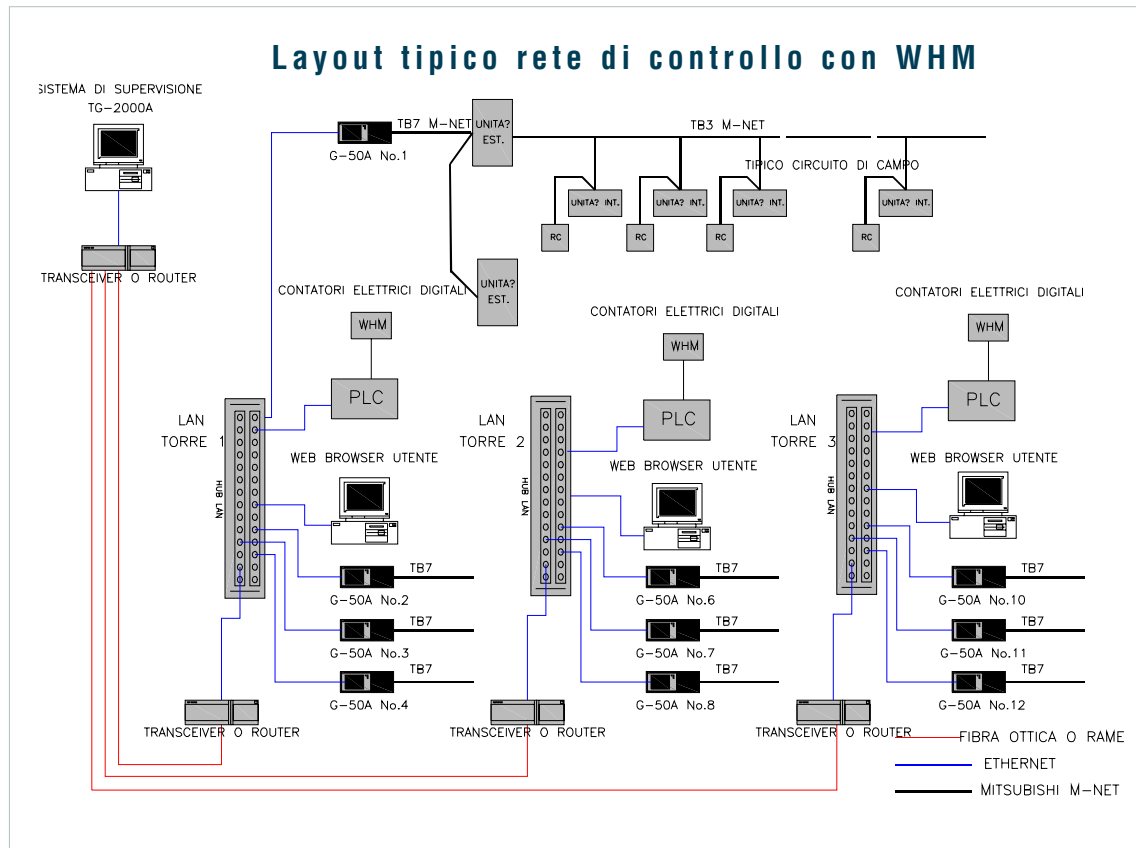


Figura 7 - Schema del circuito di supervisione del sistema TG-2000 al servizio di uno degli edifici.

nate in base a gruppi e zone predefinite e, attraverso questa funzione, un comando viene trasmesso contemporaneamente a più utenze.

La versatilità del software TG-2000 è tale da permettere l'utilizzo di funzioni standard e speciali.

Le funzioni di tipologia standard garantiscono la gestione e il controllo completo dei climatizzatori e sono elencabili in:

- Regolazione dei climatizzatori attraverso il pannello di controllo virtuale
- Programmazione del timer giornaliera, settimanale ed annuale
- Registrazione dei dati di funzionamento quali allarmi, contaore ecc.
- Trend grafici delle variabili e dei consumi, con funzioni di export dei dati
- Gestione collettiva di più climatizzatori.

Se le funzioni standard garantiscono una completa gestione operativa dell'impianto, le funzioni opzionali ne permettono il controllo energetico per mezzo di:

- Monitoraggio e ripartizione dei consumi (Charge), in formato tabellare e grafico
- Controllo dinamico dei consumi (Energy saving/Peak cut).

Ciò permette al gestore di conoscere nel dettaglio il profilo energetico dell'edificio e, attraverso l'analisi dei dati resi disponibili dal sistema, di mettere in atto una strategia di ottimizzazione energetica e di riduzione dei consumi.

L'orientamento di Mitsubishi Electric è di totale apertura verso questi concetti per cui i sistemi di climatizzazione VRF sono predisposti per dialogare con una serie di pro-



Figura 3a - Una vista generale del condotto dell'aria espulsa che alimenta le batterie delle unità esterne.



Figura 3b - Un particolare della terminazione dei canali con le bocchette di diffusione dell'aria verso le batterie stesse.

protocolli di comunicazione tra i più diffusi nel mercato della Building Automation.

Attraverso una serie di interfacce e software specifici, tutti i dati di tipo gestionale direttamente attinti dalle macchine e dai vari controlli vengono resi disponibili nei protocolli standard: LonWorks, Modbus, XML e Bacnet utilizzati dai principali System Integrator all'interno di una piattaforma BMS per la gestione globale dell'edificio.

#### **PARTECIPANTI ALL'OPERA**

Il progetto degli impianti HVAC degli edifici è stato realizzato da:

- Studio Termotecnici Associati, via Che Guevara, 4 - Reggio Emilia
- L'installazione degli impianti è stata eseguita dalla Soc. Termocal Srl, via Grazzini 14, Milano, di Adriano Pedrazzoli
- Responsabile di cantiere Antonio Nicoletti

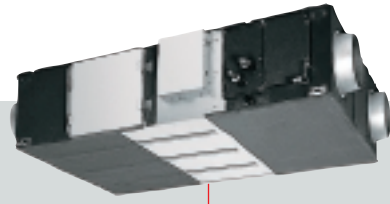
The image shows a detailed architectural floor plan of a building. A large, dark blue rectangular area is highlighted in the upper portion of the plan. At the center of this highlighted area is a red circle containing the white number '7'. The floor plan includes various rooms, corridors, and structural elements like walls and columns. A staircase is visible in the lower right quadrant. The overall style is technical and precise, typical of architectural drawings.

7

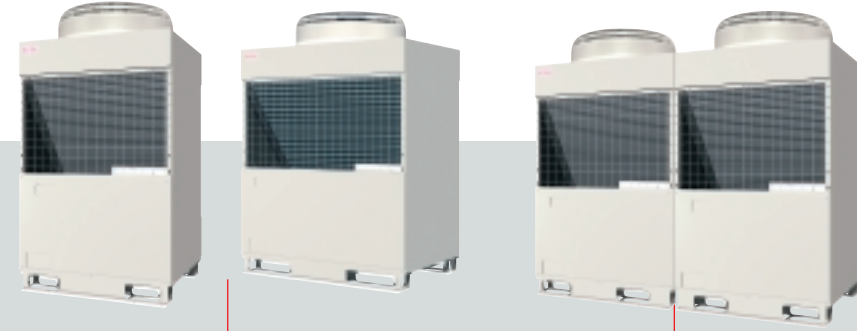
## Planimetrie



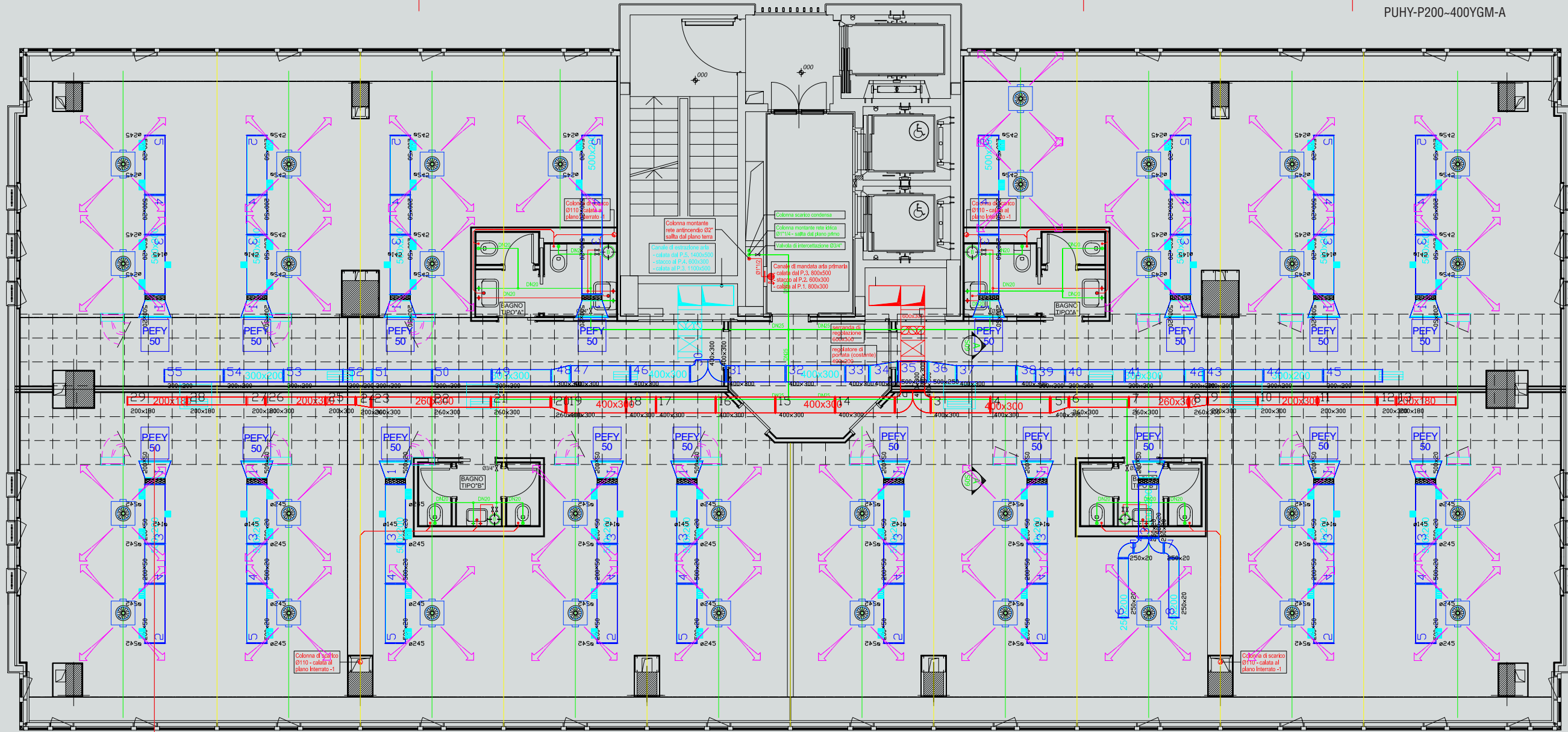
GUF-RDH3



PURY-P450-650YGM-A



PUHY-P200-400YGM-A



PEFY-P VMM-E



Figura 4 - Disposizione dei canali in un piano tipo di una delle nuove torri.