

RCI

progettare rinnovabili riscaldamento climatizzazione idronica

09

ottobre 2012

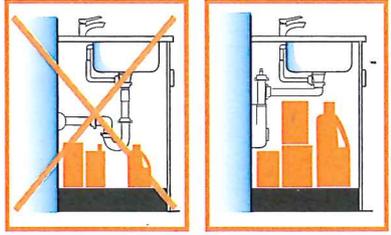


Le problematiche degli impianti di **climatizzazione degli edifici storici**
La **contabilizzazione del calore** per il risparmio energetico
Un intervento di espansione urbana con **rete di teleriscaldamento**
Gli **impianti bivalenti** con pdc ad assorbimento e caldaie a condensazione
tecniche nuove

“LO SPAZIO È ISPEZIONABILE”



SICAM 2012
PORDENONE 17 - 20 OTTOBRE
PAD 2 STAND A31



rapidità e facilità di montaggio!



Via Circonvallazione 31 - 13018 Valduggia (Vercelli) - ITALY - Tel. 0163 43 88 - Fax 0163 43 88 45
info@lira.com - www.lira.com



PROGETTAZIONE

La climatizzazione degli edifici storici

Le principali problematiche da risolvere per gli impianti di climatizzazione degli edifici storici sono la ricerca e l'adeguatezza degli spazi tecnologici nel rispetto delle caratteristiche architettoniche degli ambienti.

Paolo Pietro Bresci

Nella progettazione degli impianti in edifici storici la prerogativa principale è quella di salvaguardare l'aspetto generale dell'edificio ma nello stesso tempo prevedere soluzioni tecniche corrette aderenti alle necessità delle destinazioni d'uso, nel rispetto della normativa tecnica generale e specifica in relazione alla sicurezza ed alla prevenzione degli infortuni, degli incendi, alla accessibilità da parte dei portatori di handicap ed al contenimento dei consumi energetici.

Le problematiche principali da risolvere nella progettazione sono la ricerca e l'adeguatezza degli spazi tecnologici quali centrale termica, centrale frigorifera, centrale idrica, locali per il trattamento dell'aria, l'individuazione dei percorsi per la distribuzione dei fluidi termo vettori, la scelta della tipologia impiantistica più adatta alla destinazione d'uso dell'edificio ed alla conformazione dell'edificio stesso nel rispetto delle caratteristiche architettoniche ed artistiche degli ambienti.

Tipologie impiantistiche

La scelta della tipologia di impianto scaturisce dal tipo di controllo da garantire in ambiente in funzione del comfort e del mantenimento e conservazione di materiali pregiati; in molti casi la tipologia di impianto ottimale per la destinazione d'uso dell'edificio contrasta con le caratteristiche artistiche,



1 Sala Conferenze della Mole Vanvitelliana di Ancona.

architettoniche e strutturali del complesso edilizio e pertanto è necessario raggiungere un adeguato compromesso tra il tipo di impianto necessario e quello che l'edificio è in grado di accogliere senza generare un impatto fisico sulla struttura edilizia.

In alcuni casi, un accordo con il progettista del restauro e con i tecnici della Sovrintendenza ai Beni Artistici, si sono realizzati impianti che sono diventati un elemento qualificante e visibile dell'intervento di restauro come previsto nella Sala Conferenze della Mole Vanvitelliana di Ancona (figura 1).

Un esempio tipico di compromesso tra conservazione dell'edificio ed impianto di climatizzazione è stato il Palazzo del Capitano a Siena in cui tutti i locali dei piani nobili (primo e secondo) sono completamente affrescati (figura 2).

Spesso gli interventi di restauro sono accompagnati da interventi di riuso con cambia-

mento della destinazione d'uso dell'edificio; quest'ultimo si accompagna in generale ad un cambiamento delle condizioni ambientali con inserimento di impianti completamente nuovi. Molto spesso il restauro e/o recupero viene effettuato su edifici in stato di abbandono e l'intervento di inserimento degli impianti può risultare molto invasivo se non ben coordinato con gli interventi di recupero edilizio. Il degrado degli edifici e delle opere d'arte in esso contenute è causato principalmente dalle variazioni delle condizioni ambientali in cui si trovano e pertanto uno dei principali obiettivi da raggiungere con l'inserimento degli impianti di climatizzazione è il mantenimento in condizioni stazionarie della temperatura e dell'umidità relativa. Nella scelta della tipologia di impianto di climatizzazione adeguato alla destinazione d'uso vanno distinti quelli finalizzati alla pura conservazione dell'edificio e delle opere d'ar-

te in esso contenute e quelli per il comfort delle persone che occupano l'edificio; gli impianti destinati alla conservazione delle opere d'arte hanno necessità di un controllo rigoroso delle condizioni ambientali durante tutto l'arco dell'anno 24 ore su 24.

La tabella 1 riporta le tipologie impiantistiche consigliate in base ai parametri da controllare in funzione della destinazione d'uso dei vari locali

In molti edifici storici destinati ad attività differenziate sono presenti affreschi, decorazioni, tele, opere lignee e pertanto la tipologia di impianto deve essere quella per salvaguardare la conservazione delle opere d'arte e non quella delle destinazioni d'uso.

Parametri da controllare

I parametri da controllare in un impianto di climatizzazione sono la temperatura, l'umidità relativa, la qualità dell'aria, la velocità dell'aria in ambiente; per ciascuno dei suddetti parametri devono essere determinati gli andamenti temporali all'interno dei vari ambienti e contemporaneamente devono

essere definiti gli intervalli di accettabilità di ciascun parametro definito sulla base del comfort ambientale e/o sulla conservazione dell'edificio e delle opere d'arte in esso contenute; sovrapponendo l'andamento nel tempo dei suddetti parametri si ottiene il quadro delle funzioni di controllo che occorre esercitare con l'impianto di climatizzazione.

I requisiti principali che un impianto di climatizzazione a servizio di un edificio storico-artistico deve avere sono i seguenti:

- deve garantire il controllo delle condizioni microclimatiche secondo le esigenze richieste;
- deve minimizzare i transitori termometrici soprattutto quando ci sono esigenze di carattere conservativo;
- deve integrarsi con le caratteristiche architettoniche ed artistiche dell'edificio;
- deve minimizzare i consumi energetici;
- deve rendere facile ed agibile le attività di controllo e manutenzione.

Per quanto riguarda il controllo delle condizioni termoigrometriche è necessario in mol-

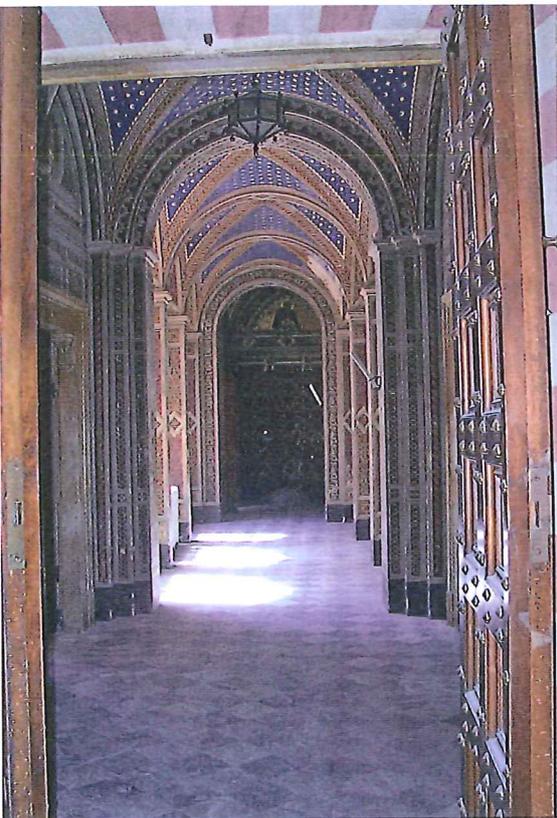
ti casi controllare il microclima locale in funzione della posizione delle opere d'arte per le quali occorre garantire in modo rigoroso la conservazione mediante sistemi di registrazione dei parametri ambientali suddetti; inoltre in tali casi devono essere evitati e/o minimizzati i transitori garantendo il funzionamento in continuo degli impianti stessi.

A tale riguardo assumono un aspetto essenziale i sistemi e gli accorgimenti funzionali per contenere i consumi energetici quali recupero di calore, sistema di free-cooling, produzione e distribuzione dei fluidi termovettori a bassa temperatura, sistemi a portata variabile, ecc.

Un parametro da tenere sotto controllo è la qualità dell'aria, in particolare la concentrazione di CO₂ emessa dalle persone presenti all'interno degli ambienti; in molti casi ove non è possibile aumentare la portata di aria di rinnovo si limita la presenza di persone all'interno sala e tra una visita e l'altra si fa passare un lasso di tempo necessario per ricambiare l'aria in ambiente. Questi accorgimenti sono da tenere presente soprattutto

Tab. 1 - Tipologie impiantistiche consigliate in base ai parametri da controllare in funzione della destinazione d'uso dei locali.

Destinazione d'uso	Parametri da controllare	Tipologia d'impianto
Museo opere d'arte lignee, affreschi, dipinti su tela	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Impianti a tutt'aria
Museo ceramiche, metalli, vetri	Temperatura inverno	Impianti a pannelli radianti
Biblioteca	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Impianti a tutt'aria
Sala conferenze, auditorium	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Impianti a tutt'aria o fan-coil ad aria primaria
Uffici	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Fan-coil ad aria primaria o pannelli radianti ed aria primaria
Ristorante	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Impianti a tutt'aria o fan-coil ad aria primaria o pannelli radianti ed aria primaria
Albergo	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Fan-coil ad aria primaria o pannelli radianti ed aria primaria
Scuola	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Pannelli radianti ed aria primaria o radiatori ed aria primaria
Ospedale, casa di cura, residenze sanitarie assistenziali	Temperatura estate/inverno, umidità relativa	Pannelli radianti ed aria primaria o radiatore ed aria primaria



2 Palazzo del Capitano Siena - corridoio affrescato.

3 Palazzina dei Servi dell'Università degli Studi di Firenze - cunicolo distribuzione canali sotto pavimento.



to in ambienti ove sono presenti affreschi e dipinti. L'altro parametro da considerare con molta attenzione è la velocità d'aria in ambiente per garantire un lavaggio completo senza dare fastidio alle persone presenti e soprattutto senza investire direttamente le opere d'arte. Pertanto la distribuzione dell'aria in ambiente deve essere uniforme ed effettuata a bassissima velocità. Un tipico caso è quello di un ambiente di altezza considerevole con soffitto affrescato: è molto comune che si creino gradienti termici verticali anche notevoli con la conseguenza che, per garantire il comfort invernale nella zona occupata dalle persone (a circa 2 metri dal pavimento), si creano temperature molto elevate in prossimità del soffitto; tenendo conto che l'umidità assoluta è abbastanza uniforme in tutto l'ambiente, l'umidità relativa in prossimità del soffitto sarà molto più bassa con seri rischi di degrado degli affreschi. Pertanto in tali casi è necessario privilegiare il controllo dell'umidità del soffitto o a scapito della temperatura ambiente o prevedendo un riscaldamento a pannelli radianti a pavimento con immissione di aria primaria a bassa temperatura.

Consumi energetici e fonti rinnovabili

Non è facile introdurre in edifici storico-artistici soluzioni che utilizzino fonti alternative

di energia in quanto i pannelli fotovoltaici, i pannelli solari, le sonde geotermiche non sono compatibili con edifici vincolati mentre è possibile l'utilizzo di sistemi a pompa di calore condensati con acqua di lago, di fiume o di mare, in funzione della loro ubicazione, o sistemi di produzione del calore a biomassa.

In ogni caso per contenere i consumi energetici oltre all'adozione di componenti termicamente performanti, ove ne è prevista la sostituzione, è necessario adottare sistemi ed apparecchiature ad alto rendimento ed a basso consumo di energia quali caldaie a condensazione, refrigeratori ad alta efficienza, sistemi a portata variabile sia per la distribuzione dell'aria che dei fluidi termovettori, sistemi di recupero del calore, utilizzo di motori elettrici ad alta efficienza, sistemi di produzione e distribuzione fluidi termici a bassa temperatura.

Distribuzione dei fluidi termovettori

All'interno degli edifici storico-artistici è difficile poter distribuire a soffitto e/o in controsoffitto la canalizzazione e le tubazioni che alimentano i terminali e le unità di trattamento aria in quanto generalmente i soffitti sono voltati, affrescati, decorati, a cassettoni in legno intarsiato; pertanto in genere i fluidi si distribuiscono orizzontalmente interrati



4 Castello Smilea a Montale (Pistoia) - distribuzione canali nel sottotetto.



5 Forte di Bard, torre evaporativa.



6 Forte di Bard, assorbitore a gas.



7 Forte di Bard, distribuzione fluidi termovettori primari.



8 Forte di Bard, distribuzione fluidi primari.

sotto pavimento ai piani inferiori (figura 3), in intercapedini di pavimenti sopraelevati, nei sottotetti (figura 4) e verticalmente in cavedi preesistenti, o di nuova realizzazione, all'interno di vecchie canne fumarie, in intercapedini di pareti a sacco o di nuova realizzazione.

Si tende ad evitare tracce verticali su pareti esistenti in quanto provocano indebolimento delle strutture in murature di pietra e/o mattoni; si cerca di evitare demolizioni parziali delle volte, casomai si cerca di distribuire nel riempimento delle volte a botte le tubazioni e/o canalizzazioni di zona.

Per quanto riguarda la posizione delle unità terminali si cerca di collocarle in nicchie esistenti e/o bancali di nuova realizzazione o sottopavimento rialzato.

La distribuzione dell'aria in ambiente difficilmente prevederla a soffitto e/o a parete in quanto essi sono generalmente decorati; pertanto si privilegia la distribuzione a pavimento, o con diffusori a dislocamento o in bancale a parete.

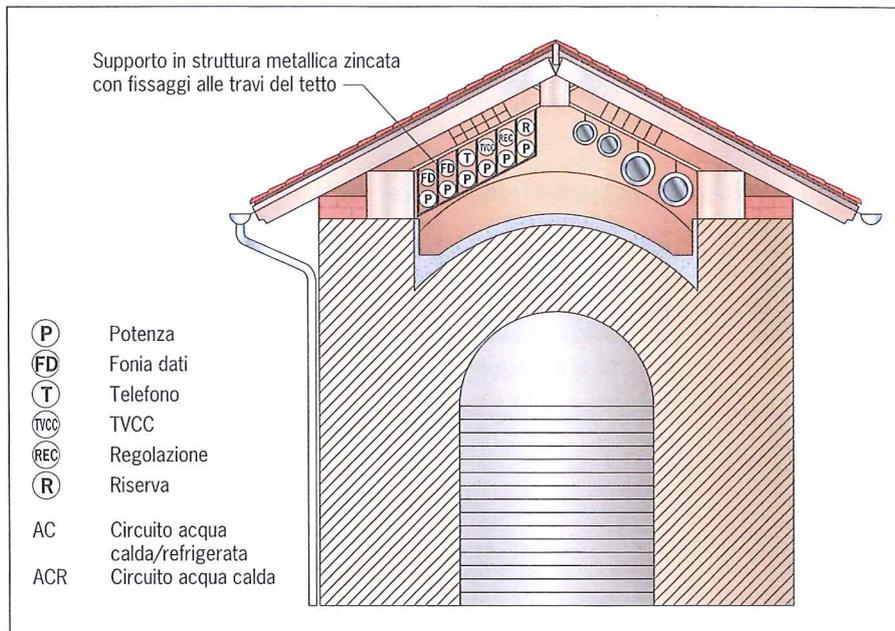
Un esempio tipico: il Forte di Bard

Il Forte di Bard era una fortezza destinata a caserma militare fino agli anni '60 ad oggi restaurata e rifunzionalizzata a museo della Valle d'Aosta, sale espositive per mostre temporanee, albergo, ristorante, caffetteria, negozi, uffici e servizi generali.

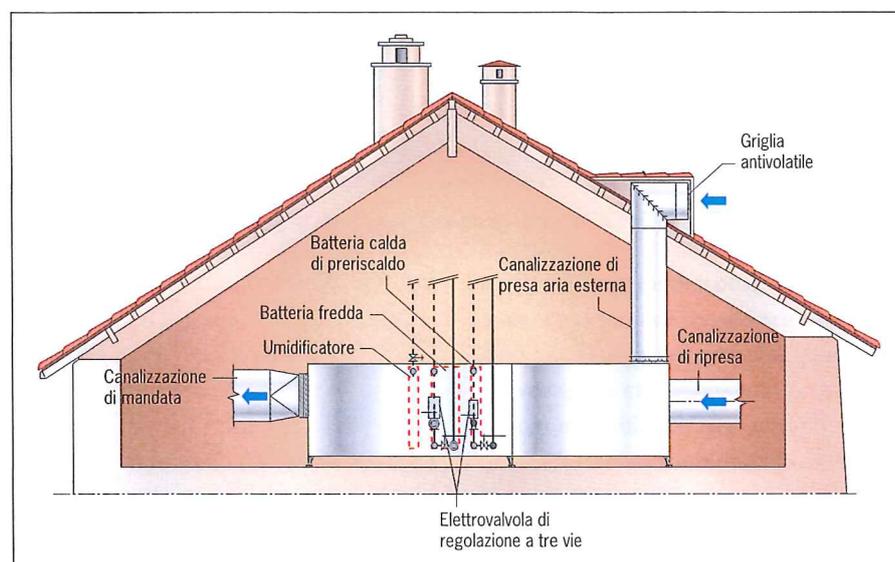
Il progetto risale alla fine degli anni '90 ma, essendo un complesso di grandi dimensioni, isolato rispetto ad altri edifici, con destinazioni d'uso differenti, può essere considerato un esempio da prendere a riferimento per una grande varietà di tipologie impiantistiche e per l'estensione delle distribuzioni dei fluidi termovettori. Il complesso si sviluppa su più edifici denominati Opere e precisamente Opera Gola, Opera Carlo Alberto, Opera Mortai, Opera Ferdinando e La Polveriera. La produzione dei fluidi termovettori è prevista all'interno di un edificio in origine destinato a deposito, adeguatamente ristrutturato, in cui sono stati installate due caldaie alimentate a gas metano da 500 kW ciascuna e 3 assorbitori da 422 kW cadauno

anch'essi alimentati a gas e corredati di torri di raffreddamento (figure 5 e 6).

Le distribuzioni principali sono previste attraverso nuovi cunicoli di raccordo (figura 7) con le scale che collegano tutte le opere; la distribuzione dei fluidi per alimentare tutti gli edifici è prevista sulla copertura delle rampe di scale suddette (figure 8 e 9); all'interno di ogni edificio sono previste sottocentrali termofrigorifere di distribuzione dei fluidi secondari suddivisi fra i vari circuiti; all'interno delle suddette centrali sono previsti anche i preparatori di acqua calda sanitaria. La distribuzione secondaria all'interno degli edifici è prevista generalmente nel sottotetto insieme alle unità di trattamento aria ed alle sottocentrali suddette (figure 10 e 11); le distribuzioni verticali sono previste in cavedi ricavati da vecchie canne fumarie ed all'interno di pareti a sacco (figura 12). Per la hall, la sala riunioni e l'allestimento scenografico sono previsti impianti di climatizzazione a tutt'aria con parziale ricircolo ma con la possibilità di ricambiare tutta l'aria ambiente quando le



9 Forte di Bard, sezione vano scala di collegamento delle opere.



10 Forte di Bard, sezione laterale sottocentrale condizionamento piano sottotetto.

condizioni termoigrometriche dell'aria esterna saranno favorevoli ad un raffrescamento gratuito.

Gli impianti sono costituiti principalmente da un'unità di trattamento aria posta in un locale tecnico al piano sottotetto.

L'aria viene immessa in ambiente mediante canalizzazioni a bassa velocità correnti nel sottotetto, nei cavedi e sotto pavimento.

Per la sala riunioni e la hall è prevista l'immissione dell'aria e la ripresa a pavimento mediante griglie pedonabili complete di cestello di raccolta della eventuale polvere

accumulata. Per l'allestimento scenografico sia la mandata che la ripresa sono previste a parete su lati contrapposti.

Per il ristorante è previsto un impianto di climatizzazione del tipo a tutt'aria esterna costituito da un'unità di trattamento aria posta nel sottotetto della polveriera dell'Opera Gola compresa la distribuzione principale in modo da poter consentire le operazioni di controllo e manutenzione senza interferire con le attività di ristorazione.

Per i locali di servizio cucina posti al piano seminterrato dell'Opera Carlo Alberto è pre-

visto un impianto di climatizzazione a tutt'aria esterna con controllo della temperatura ambiente ma non dell'umidità relativa; l'aria esterna è prelevata al piano sottotetto, ove è installata l'unità di condizionamento.

Nelle zone espositive, nella caffetteria, negli uffici, nell'albergo e nei laboratori sono previsti impianti di climatizzazione di tipo misto acqua-aria tramite mobiletti fan-coils a due tubi ed aria primaria.

I mobiletti fan-coil sono generalmente del tipo verticali a parete. La distribuzione dell'aria è affidata a griglie in alluminio ad alette orientabili, la ripresa dell'aria ambiente è prevista mediante griglie in alluminio ad alette fisse. La rete di distribuzione acqua calda/refrigerata e la rete di scarico della condensa sono previste correnti verticalmente nei cavedi ed orizzontalmente sotto il pavimento di ogni piano, pertanto è possibile intercettare la rete di ogni zona per consentire le operazioni di manutenzione.

Per il trattamento dell'aria primaria sono previste 13 unità, a servizio di spazi espositivi, uffici, laboratori, caffetteria, albergo e spazi didattici.

La distribuzione dell'aria è realizzata mediante canalizzazioni a bassa velocità correnti orizzontalmente nel sottotetto e sotto pavimento e verticalmente in cavedi e nelle canne fumarie dei caminetti; l'immissione è prevista a parete mediante bocchette in alluminio a doppio ordine di alette orientabili.

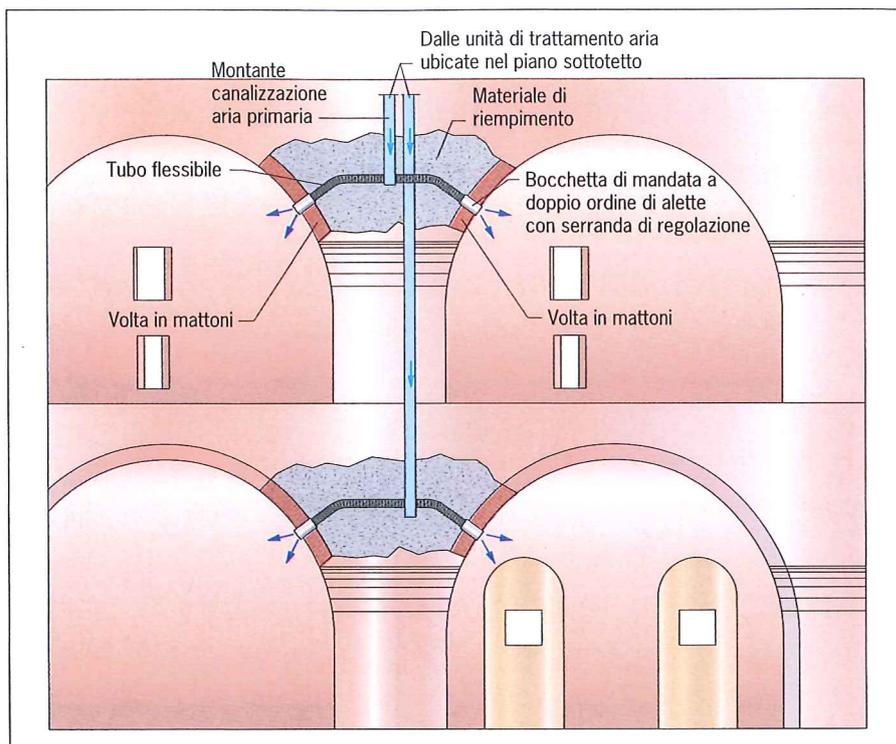
La ripresa dell'aria in ambiente è ubicata a soffitto dei corridoi; l'aria di ripresa prima di essere espulsa in atmosfera viene fatta passare attraverso il recuperatore di calore aria-aria a flussi incrociati.

Sono previsti impianti di estrazione aria per la cucina e per i servizi igienici.

Per la cucina è previsto di riprendere l'aria trattata dall'unità a servizio del ristorante attraverso le cappe di aspirazione poste al di sopra dei piani di cottura e mediante canalizzazioni metalliche e di farla confluire al ventilatore di espulsione posto nel sottotetto della polveriera dell'Opera Gola. Il ventilatore



11 Forte di Bard, sezione trasversale sottocentrale condizionamento piano sottotetto.



12 Forte di Bard, sezione distribuzione aria primaria.

LE NORMATIVE

Un aspetto da non trascurare nella progettazione degli impianti di climatizzazione per gli edifici storici è il rispetto delle normative vigenti in funzione del tipo di attività svolta all'interno del complesso edilizio e della tipologia di impianto prescelto.

Di seguito riportiamo i principali requisiti dei locali tecnologici e sottosistemi impiantistici.

Centrale termica:

- se non già esistente all'interno dell'edificio deve essere ubicata all'esterno dell'edificio storico;
- deve avere accesso a cielo libero o da filtro a prova di fumo o da intercapedine ad uso esclusivo;
- deve essere delimitata da strutture resistenti al fuoco almeno per 120 minuti;
- deve avere l'aerazione naturale;
- deve avere dimensioni ed altezza in funzione della potenzialità termica;
- deve essere corredata di un adeguato percorso di espulsione dei fumi di combustione.

Centrale frigorifera:

- deve essere delimitata da strutture resistenti al fuoco almeno per 60 minuti o in area a cielo libero se si utilizzano refrigeratori condensati ad aria;
- deve avere l'aerazione naturale;
- il solaio deve avere una portata di sovraccarico adeguata;
- deve avere un isolamento acustico adeguato.

Locali trattamento aria:

- devono avere l'aerazione naturale o facilmente collegabili con cavedi/cunicoli che sfociano a cielo libero;
- devono essere delimitati da strutture resistenti al fuoco almeno per 60 minuti;
- devono avere un isolamento acustico adeguato.

Distribuzioni verticali ed orizzontali:

- disponibilità di intercapedini, cavedi, cunicoli, sotto-pavimenti adeguati;
- accessibilità ai vari livelli per ispezioni e manutenzioni.

è di tipo centrifugo a semplice aspirazione corredato di doppio motore elettrico (di cui uno di riserva).

L'aria satura di vapori ed odori viene espulsa sulla copertura della polveriera.

Per i servizi igienici sono previsti 11 impianti di estrazione suddivisi per i gruppi servizi dislocati per le varie Opere.

Per i servizi igienici, gli spogliatoi, i magazzini, gli archivi ed i corridoi sono previsti impianti di riscaldamento a radiatori in ghisa ad elementi a piastre sotto finestra, corredati di valvole termostatiche di regolazione, detentore d'intercettazione e valvolina di sfiato aria.

Le reti di distribuzione corrono orizzontalmente sotto pavimento e verticalmente in cavedi, per cui sono intercettabili per piano e per zone.

Per i negozi, i corridoi principali e gli spazi espositivi al piano interrato (zona ex celle e zona sottostante i bastioni lato ovest) sono previsti impianti di riscaldamento con pannelli radianti a pavimento.

© RIPRODUZIONE RISERVATA