



L'IMPIANTO DEL MESE

Il teatro silenzioso

Il nuovo Teatro di Vicenza si distingue per l'attenzione dedicata al tema del silenziamento degli impianti meccanici e per la possibilità di parzializzare il funzionamento degli impianti a seconda dell'uso effettivo delle diverse aree.

arch. Giuseppe La Franca

Con l'inaugurazione dello scorso 10 dicembre è entrato in attività il nuovo Teatro Comunale di Vicenza, opera attesa da decenni dalla cittadinanza: un omaggio alle quattro forme artistiche – musica, prosa, lirica e ballo - che troveranno accoglienza nella nuova struttura ha rappresentato la migliore 'prima' per l'edificio che ambisce a continuare la tradizione della città berica, che ospita anche lo storico Teatro Olimpico del Palladio, il più antico esistente al mondo fra quelli coperti.

Localizzato a ridosso delle mura scaligere che cingono il centro storico, l'opera è la prima realizzata all'interno di una più ampia area ex-industriale sulla quale, attorno a un sistema di spazi pubblici comprendenti anche il piazzale del teatro, sorgeranno numerosi edifici a vocazione commerciale, direzionale e ricettiva.

Su il sipario

Rispetto ai grandi teatri del passato, che accoglievano in un unico complesso costruito gli spazi dedicati all'intero ciclo di



produzione delle opere da rappresentare, quelli contemporanei presentano una tipologia decisamente meno articolata dal punto di vista funzionale: laboratori scenotecnici, sartoria e le attività non direttamente connesse alla rappresentazione vengono tendenzialmente delocalizzate rispetto alla sede principale, a vantaggio di una più elevata flessibilità d'uso dello spazio teatrale e di una semplificazione, anche gestionale, degli apparati impiantistici. Questi ultimi, in particolare per l'area scenica, vedono oggi prevalere meccanismi di movimentazione del palcoscenico basati sull'impiego dei più semplici – anche se forse meno affidabili – propulsori elettrici in luogo dei meccanismi idraulici.

Il progetto per il Teatro Comunale fa propria questa concezione, proponendo un impianto spazio-funzionale estremamente chiaro ed efficace: il sistema dei foyer e del connettivo; le due sale sovrapposte – quella inferiore da 390 posti, con un palcoscenico ridotto, e quella superiore a cavea da 910 posti, senza palchi e gallerie; la torre scenica con il

palcoscenico principale e i magazzini; gli ambienti per il personale artistico e tecnico. Questi quattro ambiti sono chiaramente denunciati, all'esterno, dalla libera articolazione dei volumi: un alto portale media fra gli spazi pubblici – il viale prospiciente l'intervento e la piazza ribassata d'accesso – e l'edificio, incentrato sul grande cilindro che racchiude la cavea e sul parallelepipedo della torre scenica. Le masse sono rivestite con materiali semplici – fasce alternate di laterizio faccia a vista e pietra bianca di Vicenza – che riprendono l'immagine delle vicine mura, posati a creare una facciata ventilata estremamente efficace per proteggere dal rumore del traffico e dalle escursioni termiche gli ampi spazi interni. Poche, importanti aperture presenti sulla superficie dell'involucro declinano, grazie all'uso attento e misurato della luce naturale, la transizione fra esterno e interno, esaltando in particolare il foyer a più livelli.

Dal punto di vista architettonico, il complesso evidenzia il rispetto dei principi vitruviani di solidità, bellezza e funzio-

Le masse sono rivestite con una facciata ventilata in fasce alternate di laterizio faccia a vista e pietra bianca di Vicenza, estremamente efficace per proteggere dal rumore del traffico e dalle escursioni termiche gli ampi spazi interni.

nalità e risulta scevro da celebrazioni tecnologiche; è invece denso di peculiarità che la sobria immagine d'insieme tende a celare: a uno sguardo attento, non sfuggono l'eleganza delle soluzioni tecnico-costruttive e l'impiego coerente di pochi materiali tradizionali.

Le centrali tecnologiche

L'incarico di progettazione generale, affidato allo Studio Valle di Udine, ha visto la partecipazione di un affiatato gruppo di professionisti che, negli anni, avevano già collaborato in numerose occasioni.

La progettazione degli impianti meccanici è stata seguita dallo studio Tecnoprogetti dell'ing. Glauco Fontanive, secondo un'impostazione basata sul rispetto di quattro priorità:

- economicità gestionale;
- flessibilità di funzionamento;
- silenziosità dei sistemi di distribuzione;
- praticità e semplicità.

La produzione di fluidi caldi e freddi è affidata alle tre centrali di interscambio con la rete di teleriscaldamento, frigorifera e di distribuzione dei fluidi.

La prima centrale è ubicata in un apposito locale aerato, alla quota di campagna, e contiene:

- 2 scambiatori di calore ad acqua calda e ad alto rendimento con piastre in acciaio inox, uno di riserva all'altro;
- gli apparecchi di contabilizzazione del calore e la valvola di termoregolazione principale;
- il sistema di filtraggio e addolcimento dell'acqua potabile;
- un ulteriore scambiatore a piastre per



La centrale frigorifera è situata in un locale tecnico posto in quota, sulla copertura del foyer, opportunamente schermata per non diffondere rumore verso gli spazi interni e all'esterno.



I due gruppi frigoriferi sono a condensazione ad acqua, multicompressore a vite, ognuno con una potenza di circa 400 kW ciascuno; il funzionamento è a gas refrigerante ecologico R 134a.

la produzione di acqua calda a servizio dei bollitori dei camerini, di limitata potenzialità.

Attualmente, questa centrale è in attesa del collegamento alla rete locale di teleriscaldamento; a cura della Azienda Impianti Municipalizzati di Vicenza, è stato provvisoriamente installato un gruppo termico mobile, della potenza di 1.000 kW termici, ospitato in container e alimentato a metano

La centrale frigorifera è situata in un locale tecnico posto in quota, sulla copertura del foyer; accoglie:

- 2 gruppi frigoriferi a condensazione

ad acqua, multicompressore a vite con parzializzazione modulante dal 10% al 100%; ognuno di questi ha una potenza di circa 400 kW ciascuno e assorbe poco meno di 100 kW ciascuno; il funzionamento è a gas refrigerante ecologico R 134a;

- 2 torri evaporative dotate di ventilatori centrifughi, da circa 500 kW ciascuna, silenziate sulla presa dell'aria posta in corrispondenza di un cavedio appositamente realizzato per evitare la diffusione dei rumori all'intorno.

I gruppi frigoriferi sono insonorizzati e posti su un basamento galleggiante, per

contenere al massimo la trasmissione delle vibrazioni alle strutture sottostanti. Nello stesso locale sono situate le elettropompe primarie dell'acqua calda e refrigerata, i serbatoi inerziali e le pompe dell'acqua di condensazione, oltre alle elettropompe secondarie per le centrali di trattamento dell'aria. La regolazione dei sistemi idraulici per l'impianto di termoraffrescamento è affidata a valvole a tre vie, ad eccezione dell'impianto di distribuzione acqua calda/refrigerata ai fan-coil (camerini, uffici, ecc.), del tipo a portata variabile con intercettazione da valvole motorizzate a due vie.

I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Committente: Comune di Vicenza

Responsabile del Procedimento: arch. Gianni Bressan

Progetto architettonico: Studio Valle Architetti Associati, Udine.
Coordinamento arch. Gino Valle (2000 - 2003), arch. Pietro Valle (2003 - oggi)

Progetto strutture: Studio MG Progetti, Padova. Coordinamento ing. Mario Gallinaro

Progetto impianti meccanici: Tecnoprogetti, Arcugnano (VI).
Coordinamento ing. Glauco Fontanive

Progetto impianti elettrici: TIFS Ingegneria, Padova.
Coordinamento ing. Giorgio Finotti

Direzione lavori: arch. Gino Valle (2000 - 2003), ing. Mario Gallinaro (2000 - oggi)

Direttore operativo strutture: ing. Mario Gallinaro

Direttore operativo imp.mecc.: ing. Glauco Fontanive

Direttore operativo imp. elettr.: ing. Alberto Zanier

Direttore operativo acustica: prof. ing. Roberto Zecchin

Direzione artistica: arch. Pietro Valle / geom. Marco Carnelutti / arch. Roland Henning

Opere edili: Intercantieri Vittadello s.p.a.

Impianti meccanici ed elettrici: Gaetano Paolin Impianti s.p.a.
Responsabili p. ind. Ugo Norbiato, p. ind. Igli Salviato

I principali fornitori

Gruppo termico mobile: ICI Caldaie

Scambiatori di calore: Sondex

Gruppi frigoriferie e unità di trattamento aria: Trane

Torri evaporative: Sital Klima

Elettropompe: Dab

Diffusori a piede di poltrona: Trox

Ugelli diffusione aria: MP3



A fianco dei chiller sono situate le elettropompe primarie dell'acqua calda e refrigerata, i serbatoi inerziali e le pompe dell'acqua di condensazione, oltre alle elettropompe secondarie per le centrali di trattamento dell'aria.



Le due torri evaporative sono dotate di ventilatori centrifughi, da circa 500 kW ciascuna, silenziate sulla presa dell'aria posta in corrispondenza di un cavedio appositamente realizzato per evitare la diffusione dei rumori all'intorno.

DATI DI PROGETTO

Condizioni termoigrometriche esterne

Inverno -5°C 80% U.R.
Estate +32°C 55% U.R.

Condizioni termoigrometriche interne

	Inverno		Estate	
	T (°C)	U.R. (%)	T (°C)	U.R. (%)
Teatro/Teatro ridotto	21	50	25	50
Camerini	21	50	26	50
Palco	18	N.C.	25	0
Corridoi/Hall/Foyer	18÷20	50	26	50
WC	20	N.C.	-	-
Magazzini	18	N.C.	-	-
Orchestra	20	50	25	50

Ricambi d'aria forzata

Foyer, Sala principale, Teatro ridotto: 30 m³/h per persona
Uffici: 0,5 vol/h (ventilazione naturale)
Camerini: 2 vol/h
Servizi igienici: 15 vol/h (estrazione)

Temperatura uscita aria

Aria ai diffusori (inverno): 25 °C max
Aria ai diffusori (estate): 15 °C minima

Dati tecnici fluidi

Circuito primario acqua calda: 70 °C Δt 15°C
Circuito primario acqua refrigerata: 7 °C Δt 5°C
Acqua fredda sanitaria: 12 °C
Circuito venticonvettori/radiatori - Inverno: 60/45 °C
Circuito venticonvettori - Estate: 9/14 °C

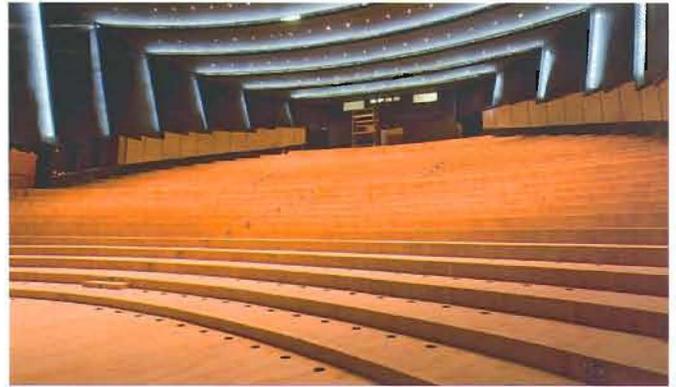
Differenza temperatura immissione aria/ambiente

Sale (inverno/estate) max 7 °C max 5% U.R.
Altri locali (inverno/estate) max 10 °C max 5% U.R.

Tutte le grandezze variabili e i processi logici sono governati da un sistema di controllo e supervisione a intelligenza distribuita che, attraverso collegamenti seriali e diretti, gestisce tutti gli impianti termotecnici ed elettrici divenendo l'unico interfaccia uomo-macchina. Tutto ciò si è reso eseguibile pretendendo l'utilizzo di protocolli di comunicazione di tipo standard ed aperti.

Inerzia silenziosa

La pesante struttura portante - in particolare il tamburo circolare in muratura continua di calcestruzzo armato, che contiene la cavea e il teatro ridotto sottostante - e il sistema di rivestimento dell'involucro, facciata ventilata in mattoni faccia a vista, garantiscono un'elevata inerzia termica all'edificio. Una volta che la struttura sia stata portata a regime termico, è perciò possibile ridurre al minimo la portata d'aria e, addirittura, sospendere per la durata media di uno spettacolo - fra le 2 e 3 ore - il funzionamento dell'impianto di condizionamento e ventilazione senza che si verifichino sostanziali alterazioni dei livelli di comfort termoigrometrico nelle aree riservate al pubblico.



Quando la struttura è a regime termico, si può ridurre la portata d'aria fino a sospenderla per 2 -3 ore senza che si verifichino sostanziali alterazioni dei livelli di comfort termoigrometrico nelle aree riservate al pubblico.

Nella sala principale, il plenum è ricavato fra la soletta in calcestruzzo armato e il pavimento sopraelevato in legno, a gradoni: la diffusione avviene da sottopoltrona.

Il progetto dell'impianto centralizzato di condizionamento, riscaldamento e ventilazione ha individuato 7 zone indipendenti: la possibilità di sezionare il funzionamento dell'impianto di termoraffrescamento e ventilazione in funzione dell'uso effettivo degli ambienti, assieme alle caratteristiche di inerzia delle condizioni ambientali interne, permetterà nel tempo la realizzazione di interessanti margini di economia gestionale.

Area d'ingresso e foyer: l'impianto è a fan-coil di tipo canalizzato a 4 tubi, posti entro i cavedi perimetrali alle sale, e ad aria

primaria, con UTA. a portata variabile, recuperatore e free-cooling (18.000 m³/h). L'aria è distribuita tramite diffusori o bocchette a soffitto e raccolta da griglie a soffitto o a muro alle tre diverse quote del foyer, mediante canalizzazioni dotate di serrande motorizzate per poter escludere a piacimento le zone che non vengono utilizzate.

Sala principale a cavea: a tutt'aria, con UTA. a portata variabile indipendente (38.000 m³/h) - regolabile in base all'effettivo affollamento - dotata di recuperatore di calore e free-cooling. L'aria

scende dalla copertura entro 12 canali di discesa, dotati di serrande di taratura e silenziatori, disposti in posizione perimetrale rispetto al tamburo per poter diffondere al meglio l'aria nel plenum. Quest'ultimo è ricavato fra la soletta in calcestruzzo armato e il pavimento sopraelevato in legno, a gradoni, sorretto da muricci in laterizio con aperture per il collegamento: sulle superfici interne, dopo adeguata pulizia, è stata stesa una vernice antipolvere. I diffusori a effetto elicoidale sono situati ai piedi delle poltrone. La ripresa è completamente rea-

LA VOCE DEL PROGETTISTA

Glauco Fontanive esercita la professione di ingegnere dal 1976. Dopo dieci anni di esperienze nell'industria metallurgica, delle costruzioni e in una società di ingegneria, ha iniziato l'attività libero professionale fondando lo studio Tecnoprogetti di Arcugnano (VI), che tuttora dirige, occupandosi di progettazioni termotecniche ed elettrotecniche prevalentemente per edifici di carattere collettivo quali banche, centri direzionali e commerciali, alberghi, sedi universitarie, cinema multisale, ecc.

«Il progetto degli impianti meccanici del

Teatro Comunale è stato sviluppato in stretta collaborazione con gli altri progettisti, condividendo i medesimi criteri di funzionalità ed efficienza, affinché risultasse economico in fase di gestione e che rispondesse al meglio ai requisiti di silenziosità necessari per l'ottimale svolgimento delle manifestazioni teatrali.

In particolare, l'elevata inerzia termica delle masse costruite permette, anche in caso di funzionamento minimo o nullo degli impianti di condizionamento e ventilazione, il mantenimento di adeguate condizioni termoigrometriche interne per periodi sufficientemente lunghi rispetto

alla durata degli spettacoli. Inoltre, la possibilità di attivare gli apparati per singole aree determinerà, con il tempo, notevoli risparmi di gestione.»

Glauco Fontanive dello studio Tecnoprogetti di Arcugnano (VI).





I varchi per l'esodo rapido del pubblico dalle sale, dal foyer e dagli a elevato affollamento sono superiori rispetto al dettato normativo, comunque sovrabbondanti anche rispetto alla massimo affollamento prevedibile.

lizzata a soffitto, con canali situati fra i controsoffitti acustico e quello di supporto alle passerelle per la manutenzione del sistema di illuminazione.

Palcoscenico principale: a tutt'aria, con UTA indipendente (15.000 m³/h); la mandata avviene in alto, ai lati del bocchascena per mezzo di un doppio ordine di ugelli orientabili di grande dimensione - con diversa inclinazione, a funzionamento alternato invernale ed estivo - mentre la ripresa è situata in basso, sempre ai lati.

Fossa dell'orchestra: a tutt'aria, con UTA indipendente (3.700 m³/h); la mandata è effettuata dal basso con diffusori sotto sedia e a parete, mentre la ripresa è situata sulla parte superiore della fossa.

Tab. 1 - Livello di rumorosità ambiente massimo ammissibile.

Locali	Livelli di pressione sonora rif. 20 µPa
Palcoscenico, sala, regia suono	NR 20
Foyer, sale prova	NR 25
Fossa orchestra	25 dB(A)
Hall, ingresso	30 dB(A)
Camerini, cameroni, spogliatoi, uffici	35 dB(A)
Biglietteria, laboratori, spogliatoi tecnici, depositi, altri locali	40 dB(A)
Locale impianti	70 dB(A)

Sala e palcoscenico ridotti: a tutt'aria, con UTA indipendente dotata di recuperatore di calore e free-cooling (17.000 m³/h); anche in questo caso, la diffusione è sotto poltrona e la ripresa avviene sulla parte alta della sala, con griglie a parete.

Camerini e sale prova: impianto a fan-coil a 4 tubi ed aria primaria (4.000 m³/h), con bollitori elettrici corredati di scambiatori di calore alimentati da uno scambiatore a piastre derivato dalla rete di teleriscaldamento.

Locali di supporto: impianto a fan-coil del tipo a 4 tubi. I magazzini sono serviti da impianto a radiatori o aerotermi; i servizi igienici dispongono di radiatori ed estrazione dell'aria forzata, con un piccolo bollitore elettrico per ogni blocco per l'acqua calda sanitaria.

In sede di progettazione e realizzazione è stata prestata particolare cura nella posa dei sistemi fonoisolanti dei pavimenti e all'insonorizzazione delle macchine e dei componenti delle reti di distribuzione, accorgimenti indispensabili per assicurare il migliore ascolto della musica e della voce degli attori da parte del pubblico. Le macchine sono tutte posate su supporti elastici, in gomma o sughero, e tutte le UTA sono dotate di silenziatore e di ventilatori a basso numero di giri. Le tubazioni dell'acqua e le canalizzazioni dell'aria sono state staffate su supporti morbidi e, nel passaggio all'interno dei

paramenti murari e dei solai, sono rivestite con ulteriore materassino in lana di vetro o polietilene. I canali, in particolare, sono dimensionati con abbondanza, in modo che la velocità dell'aria non superi i 7 m/sec e giungendo al limite dei 4 m/sec nei canali più piccoli, in prossimità dei diffusori.

Le prove effettuate al riguardo hanno evidenziato come, con la sala grande completa e gli impianti spenti, temperatura e il livello di umidità relativa dell'aria rimangano pressoché inalterati fra l'inizio e la fine della rappresentazione. Qualora gli accorgimenti adottati si rivelassero insufficienti per il fine udito dei musicisti, oppure la formazione di correnti d'aria disturbasse la concentrazione di cantanti e tercorei, gli impianti potrebbero essere spenti senza pregiudizio per le condizioni di comfort dei presenti. Secondo norma UNI 8199 (1981), i livelli di rumorosità ambiente indicati in tabella 1 sono stati garantiti considerando nulla la rumorosità di fondo, ma tenendo conto dell'assorbimento acustico probabile dovuto a rivestimenti ed arredi. La pressione sonora è stata rilevata con strumentazione di precisione di Tipo 1.

Il progetto antincendio

Per i teatri e gli spazi per lo spettacolo, la minimizzazione dei rischi connessi allo sviluppo di incendi riveste un'importanza fondamentale per la sicurezza del



Ai lati del boccascena è previsto un doppio ordine di ugelli orientabili di grande dimensione a funzionamento alternato invernale ed estivo.

pubblico. In questo caso, le dimensioni dei varchi per l'esodo rapido del pubblico dalle sale, dal foyer e da tutti gli spazi con elevata compresenza di persone sono superiori rispetto al dettato normativo, comunque sovrabbondanti anche rispetto alla massimo affollamento prevedibile.

I principali comparti antincendio sono individuati nella sala inferiore con palcoscenico relativo, nella grande sala a cavea, nel palcoscenico principale e nei sottostanti magazzini.

Nel primo caso, fra palcoscenico e sala, è stato realizzato un cunicolo di areazione che adduce aria fresca mentre, sopra il palcoscenico, sono presenti condotte per l'evacuazione dei fumi con sistema

L'IMPRESA: IMPIANTI A 360 GRADI

Fondata nel 1904, l'attuale Gaetano Paolin Impianti è una s.p.a. che si occupa a tutto campo, in Italia e all'estero, di progettazione, installazione, manutenzione e gestione di impianti di: climatizzazione, refrigerazione, riscaldamento e ventilazione; trattamento, filtrazione e distribuzione di aria e acqua; cogenerazione, teleriscaldamento, energia solare; antincendio, gas e fluidi medicali; impianti elettrici, elettronici e speciali; sistemi di supervisione e automazione. Azienda certificata ISO 9001 – 2000 e ISO 14000, Gaetano Paolin Impianti ha lavorato alla realizzazione di edifici pubblici e privati di differenti tipologie e complessità, oltre a insediamenti infrastrutturali, industriali e militari: attualmente, impiega oltre 50 dipendenti e presenta un fatturato annuo di circa 20 Mil di Euro .

«Nella realizzazione delle opere è stata prestata la massima attenzione volta ad una integrazione puntuale delle varie soluzioni impiantistiche previste in relazione alle ricercate soluzioni architettoniche, il tutto grazie ad uno spirito di viva collaborazione con i professionisti incaricati alla supervisione architettonica e impiantistica».

Ugo Norbiato (a sinistra) e Igli Salviato (a destra) di Gaetano Paolin Impianti s.p.a



comandato dalla rete di rilevatori; quest'area, come i magazzini sottostanti il palco principale, è dotata di impianto sprinkler per classe D0. A divisione fra la sala a cavea e il palcoscenico principale è previsto un sipario tagliafuoco, con sistema di raffreddamento a lama d'acqua a comando manuale. Il gratiggio del palcoscenico è protetto da un impianto sprinler 'a diluvio' per classe B3, con valvola comandata sia elettricamente dall'impianto di rilevazione fumi, sia manualmente.

Tutte le zone sono collegate a una valvola di controllo a umido; la distribuzione principale degli impianti di spegnimento automatico è del tipo ad anello, alimentata da una centrale di pressurizzazione

indipendente che preleva l'acqua da una vasca di accumulo dimensionata anche per l'erogazione contemporanea degli idranti (tipo DN 45, DN 70 esterni e attacchi motopompa DN 70).

Per quanto riguarda l'alimentazione dei dispositivi fissi antincendio, il progetto è stato redatto in conformità alle norme UNI 9489 e UNI 9490, in vigore fino al settembre 2007 e oggi sostituite dalla norma UNI EN 12845.

Sono state installate due pompe elettriche per l'impianto sprinkler e altrettante per l'impianto idraulico, alimentate dal gruppo elettrogeno generale del teatro – attualmente, sarebbe invece richiesta una motopompa a funzionamento autonomo.