Efficienza e comfort per la didattica universitaria

Giuseppe La Franca

Il nuovo Polo Umanistico dell'Università degli Studi di Padova occupa il rinnovato complesso dell'ex Ospedale geriatrico: nella foto la piazzetta pedonale che precede la hall d'ingresso agli edifici di nuova realizzazione (Paolo Monello)

UN CAMPO GEOTERMICO UTILE ANCHE PER LA RICERCA SCIENTIFICA, SOLUZIONI PER LA VENTILAZIONE NATURALE DEGLI SPAZI COLLETTIVI E IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE SEMPLICI E PERFORMANTI DISTINGUONO IL PIÙ RECENTE POLO UNIVERSITARIO ITALIANO

Situato nel centro storico della Città del Santo, da pochi mesi il complesso dell'ex Ospedale Geriatrico ospita il nuovo Polo Umanistico "Beato Pellegrino" dell'Università degli Studi di Padova - uno degli atenei più antichi al mondo, che vanta fra l'altro un prestigioso corso di laurea in ingegneria meccanica. L'intervento ha profondamente rinnovato dal punto di vista funzionale un'area ampia quasi 15.000 m^2, acquistata nel 2005, comprendente un antico convento (risalente al XVI secolo e profondamente rimaneggiato nella seconda meta dell'800) e altri edifici realizzati e modificati in diverse epoche (fino gli anni Sessanta), articolati attorno a corti piantumate.

Un nuovo polo accademico

Affidato in seguito a un concorso internazionale, il progetto ha preso spunto dai rilievi, dall'analisi strutturale e dai vincoli degli edifici esistenti, puntando a mantenere e ripristinare l'immagine architettonica e a integrare l'originario assetto morfologico, basato sull'alternanza fra corti e bassi volumi edificati, mediante:
- la conservazione, il consolidamento strutturale e la ristrutturazione degli edifici realizzati fino a tutto l'800, secondo criteri e modalità concordate con la Soprintendenza competente;
- la ristrutturazione o la demolizione dei fabbricati più recenti e la costruzione di nuovi corpi di fabbrica.

Insignito con la Menzione d'Onore Regionale all'edizione 2019 del Premio Internazionale di Architettura "Barbara Cappochin", il progetto ha interessato 13 edifici storici restaurati e riqualificati dal punto di vista energetico e 5 fabbricati di nuova costruzione

(complessivamente: superficie 17.600 m^2; volume 104.672 m^3), che accolgono:
- 13 aule didattiche (capienza da 130 a 24 posti) e 2 aule informatiche (24 posti ciascuna);
- l'auditorium / aula magna (250 posti);
- la sala polivalente (224 posti);
- la biblioteca a consultazione diretta (oltre 400 postazioni di consultazione, con 10 km lineari di scaffalature);
- gli uffici dipartimentali;
- gli spazi connettivi e di supporto;
- autorimesse e parcheggi (32 posti auto coperti e 9 scoperti).

Edifici, spazi, funzioni

I rinnovati edifici storici sono situati nella zona meridionale e centrale del lotto. Accessibile da via Beato Pellegrino attraverso l'ampio porticato d'ingresso dell'edificio I (portineria e uffici), la corte principale ospita il volume completamente trasparente dell'aula studio (ed. W) e si conclude con i corpi ottocenteschi della biblioteca (ed. B2, B4 e C1), posta in posizione centrale rispetto all'intero insediamento.
Gli altri edifici ottocenteschi della biblioteca (B1 e B3) si sviluppano attorno alla corte situata a ponente, mentre ulteriori edifici storici adibiti ad uffici e studi (ed. C2 e C3) circondano la terza corte, posta a levante.
Il consolidamento e il rafforzamento strutturale dei corpi di fabbrica della biblioteca, indispensabile per assicurare un'adeguata risposta statica ai carichi gravosi richiesti dalle nuove funzioni, sono stati realizzati inserendo nuovi telai portanti in acciaio, verticali e orizzontali, con solette collaboranti in calcestruzzo, perfettamente integrati con le scaffalature metalliche che ospitano migliaia di libri, prezioso patrimonio dell'Università.
Nella biblioteca si realizza così un'effettiva e apprezzabile integrazione fra spazi e strutture, fra architettura e ingegneria, fra passato e contemporaneità.
In gran parte concentrate nell'area settentrionale del lotto, al piano terreno le nuove costruzioni sono invece destinate alla didattica e agli altri spazi collettivi, mentre gli uffici si trovano ai piani superiori. Le aree ipogee ospitano i locali tecnici e l'autorimessa.
L'insieme è introdotto da una piazzetta pedonale sulla quale si affacciano la hall di ingresso da Via Vendramini (ed. P1) e l'auditorium (ed. P2), che svolgono il ruolo di testate per i due corpi in linea (ed. A1 ristrutturato, ed. P3 di nuova realizzazione), rispettivamente affacciati lungo via Vendramini e verso la biblioteca e comunicanti attraverso la galleria P4 - un suggestivo spazio lineare a tutta altezza, con copertura trasparente sorretta da travi in legno lamellare.
Nonostante le percepibili differenze formali e costruttive fra i diversi edifici e spazi aperti, il Beato Pellegrino si configura come un progetto unitario, coerente ed equilibrato, che introduce nel tessuto urbano una pluralità di spazi per le attività di apprendimento e studio alternati a luoghi di incontro e aggregazione, collegati da percorsi che attraversano trasversalmente lo spazio e il tempo sempre inondati dalla luce naturale – principale trait d'union della composizione.

I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Committente: Università degli Studi di Padova
Responsabile ufficio tecnico: arch. Giuseppe Olivi
Responsabile del procedimento: arch. Enrico D'Este
RTP progettazione preliminare e definitiva: Proger SpA (mandataria), Manens-Tifs SpA, Pool Engineering Srl, arch. Paolo Portoghesi
Coordinamento prestazioni specialistiche:
ing. Paolo Gabriele (Proger)
Progetto architettonico: arch. Paolo Portoghesi, arch. Ruben Verdi (Pool Engineering)
Progetto strutture, CSE: ing. Pier Fioravante Brugnera (Pool Engineering)
Progetto impianti termomeccanici ed elettrici:
ing. Giorgio Finotti (Manens-Tifs)
Direttore dei lavori: ing. Giorgio Finotti (Manens-Tifs)
Coordinamento DL: p.i. Paolo Sette (Manens-Tifs), ing. Filippo Boeche (Manens-Tifs)
Direttori operativi: p.i. Guglielmo Girardello (Manens-Tifs), arch. Ruben Verdi (Pool Engineering), ing. Mauro Gallinaro (Pool Engineering)
Ispettore di cantiere: p.i. Enrico Maniero (Manens-Tifs)
ATI appalto integrato progettazione esecutiva e costruzione: Carron Cav. Angelo SpA (mandataria), Impresa Costruzioni Gallo-Road, M.A.G. Costruzioni, S.I.C.E. Impianti Elettrici e Meccanici Srl
Responsabili di commessa: ing. Stefano Zilio (Carron Cav. Angelo SpA), ing. Alberto Villari (SICE
Direttore tecnico: p.i. Andrea Noventa (SICE)
Responsabile impianti termomeccanici: ing. Roberto Maggiolo (SICE)
Responsabile impianti elettrici: Massimo Vizzino (SICE)
RTP progettazione esecutiva: Studio Architetti Mar (mandataria), arch. Giorgio Galeazzo, ICONIA Ingegneria Civile; TFE Ingegneria; Progetto Decibel, dott. Geol. Eugenio Colleselli
Progetto architettonico: arch. Giovanna Mar (Studio Architetti Mar), arch. Giorgio Galeazzo
Progetto strutture: ing. Renato Vitaliani (ICONIA Ingegneria Civile)
Progetto impianti termomeccanici ed elettrici: ing. Giovanni Curculacos (TFE Ingegneria)
Certificazione energetica: arch. Valentina Raisa
I fornitori
Condotta aeraulica interrata: Rehau
Pompe di calore, UTA, ventilconvettori, condizionatori: Rhoss
Elettropompe: Wilo
Scambiatori di calore: Pacetti
Pavimenti radianti: BlueTech Energy
Radiatori: Irsap
Diffusori: MP3
Building management system: Siemens

Il nuovo Polo Umanistico è ora parte integrante del vasto e prezioso patrimonio immobiliare dell'ateneo padovano, che comprende importanti architetture del passato (fra cui Palazzo del Bo, l'Orto botanico, ecc.) e contemporanee (Palazzo del Liviano, Polo di Biologia e Biomedicina, ecc.) ai quali si aggiungerà il progetto per la riconversione della Caserma Piave, ancora in itinere.

Aspetti generali del progetto impiantistico

A seconda dei casi il contenimento del fabbisogno energetico è stato affidato a cappotti esterni, anche per eliminare i ponti ter-

La maggior parte degli ambienti del Polo Umanistico è climatizzata da ventilconvettori o da impianti radianti a pavimento, sempre con aria primaria di rinnovo (Paolo Monello)

Nei locali della biblioteca, l'aria primaria controlla in continuo l'umidità nella stagione estiva; nell'area dei testi antichi è attiva la filtrazione spinta dell'aria con controllo dell'umidità costante in ogni periodo dell'anno (Paolo Monello)

mici e utilizzare le masse costruite come volano, oppure a fodere termoisolanti interne celate da contropareti montate a secco, oltre all'impiego di serramenti e vetrate ad alte prestazioni.
L'elevato livello delle performance e del comfort, al pari dell'integrazione tra reti e terminali degli impianti ed elementi architettonici - laddove possibile - hanno costituito i principali obiettivi del progetto impiantistico. Fra gli altri principi adottati in sede di progettazione si distinguono: efficienza energetica; innovazione tecnologica; sicurezza; affidabilità delle apparecchiature e dei materiali impiegati; funzionalità e manutenibilità; eliminazione delle emissioni inquinanti in atmosfera; impiego di sistemi di regolazione, controllo e gestione degli impianti.
Il progetto degli impianti di climatizzazione (zona climatica E; gradi giorno 2.383) è stato sviluppato considerando condizioni termoigrometriche esterne pari a:
• T -5 °C con U.r. 76%, nel periodo invernale;
• T 34,5 °C (più gravosa rispetto a T 32,5°C prevista dalla norma UNI 10339) con U.r. 45% nel periodo estivo.
Le condizioni termoigrometriche negli ambienti interni sono pari a:
• T 20±1 °C, senza controllo dell'umidità, nel periodo invernale;
• T 26±1 °C con U.r. 50÷60%, nel periodo estivo.
I parametri di rinnovo dell'aria sono pari a:
• 20÷25 m^3/h per persona (minimo 1 vol./h) nelle aule;
• 40 m^3/h per pers. (minimo 1 vol./h) negli uffici e nella zona di consultazione della biblioteca;
• 40 m^3/h per pers. nel bar;
• 0,5 vol/h nel deposito dei libri della biblioteca e nella galleria.
La potenza termica massima assorbita del complesso nella stagione invernale è stata calcolata pari a circa 800 kWt, mentre la potenza frigorifera massima assorbita nella stagione estiva è stata calcolata pari a circa 1.200 kWf.
Tutti gli impianti preesistenti sono stati smantellati.

La progettazione è stata integrata da simulazioni software condotte su modelli tridimensionali, finalizzate all'analisi del funzionamento del sistema edificio-impianto oltre che alla ricerca delle condizioni di ottimizzazione gestionale del campo geotermico. Il progetto eseguito ha restituito una prestazione energetica globale in classe A2 (99,30 kWh/m^2a).

Centrale termofrigorifera e distribuzione

La nuova centrale termofrigorifera è situata al piano interrato dell'edificio P3. Al suo interno sono installate 2 pompe di calore acqua/acqua (ciascuna 210 kWt e 161 kWf), abbinate ad un campo sonde geotermiche distribuito nelle corti esterne.
Ulteriori 2 pompe di calore aria/acqua (ciascuna circa 318 kWt e 441 kWf) sono situate sulla copertura.
Il funzionamento delle pompe di calore acqua/acqua, caratterizzate da un'efficienza maggiore rispetto a quelle aria/acqua, è prioritario e garantisce la climatizzazione di base dell'intero complesso. Quando la potenza necessaria risulta maggiore di quella erogabile dalle pompe di calore acqua/acqua, vengono abilitate al funzionamento anche quelle aria/acqua.
Per aumentare ulteriormente l'efficienza impiantistica del complesso, è stato installato anche un sistema per il recupero del calore dissipato dalle apparecchiature elettriche, situate nei locali tecnici al piano interrato dell'edificio P3. L'energia termica così recuperata viene immessa nella rete generale di distribuzione che collega tutti gli edifici del complesso.
I fluidi termovettori primari sono prodotti a 45 °C e a 7 °C e, mediante una dorsale principale, sono distribuiti alle nuove sottocentrali.
La dorsale è composta da un unico circuito a due tubi caldo/freddo a portata variabile realizzato con tubazioni interrate in acciaio preisolato. Il sistema di pompaggio è composto da 3 elettropom-

pe di circolazione tutte con regolazione ad inverter, comandate dal sistema di supervisione per funzionare in base ai carichi reali del complesso edilizio.
Il dimensionamento dell'unico scambiatore di calore a piastre presente in ciascuna sottocentrale è stato effettuato sulla base della massima richiesta termica/frigorifera. Tutte le reti idroniche sono realizzate con tubazioni in acciaio nero, con circuiti di distribuzione locali destinati a:
- ventilconvettori, batterie delle UTA e radiatori (45÷40 °C), pannelli radianti (33÷28 °C), per il riscaldamento;
- batterie UTA (9,5÷15 °C), ventilconvettori (11÷15° C) e pannelli radianti (18÷21 °C), per il raffrescamento.

La climatizzazione degli ambienti

Il progetto impiantistico è stato sviluppato raggruppando gli ambienti secondo moduli omogenei e sostanzialmente autosufficienti, ciascuno equipaggiato con soluzioni, dotazioni e predisposizioni differenziate a seconda delle destinazioni d'uso.
Nelle aule didattiche sono stati realizzati impianti a ventilconvettori e aria primaria di rinnovo modulante in base all'effettivo affollamento. Anche negli uffici sono stati realizzati impianti a ventilconvettori e aria primaria, ma a portata costante. La climatizzazione della biblioteca, inclusi gli archivi, avviene invece mediante impianto radiante a pavimento e aria primaria di rinnovo, modulante in base all'effettivo affollamento.
Alcune caratteristiche dei ventilconvettori sono state oggetto di migliorie rispetto al progetto posto a base della gara. I terminali sono equipaggiati con dispositivi per la regolazione locale e remota della temperatura, della velocità e, in presenza di reti aerauliche a portata variabile, della portata dell'aria. Tutti i motori dei ventilconvettori sono del tipo brushless a bassissimo consumo. Gli scarichi della condensa sono realizzati con tubazioni in polietilene reticolato ad alta densità che confluiscono nella rete di scarico delle acque meteoriche. Nella biblioteca i pavimenti radianti sono affiancati da un impianto ad aria primaria, con controllo continuo dell'umidità e filtrazione spinta dell'aria per l'area dedicata alla conservazione dei testi antichi. I pavimenti radianti sono realizzati con pannelli isolanti presagomati e tubazioni passo variabile in pe-x, collegate a collettori complanari a parete dotati di valvola a 2 vie pilotata dal termoigrometro locale.
Caratterizzata da una copertura trasparente, anche la galleria connettiva (ed. P4) è dotata di pavimenti radianti e presenta soluzioni specifiche per incrementare ulteriormente l'efficienza energetica, basate su:
- pre-trattamento geotermico di parte dell'aria di rinnovo (scambiatore terra/aria);
- ventilazione naturale.
Nel primo caso, prima di raggiungere l'UTA dedicata, una parte dell'aria di rinnovo in ingresso all'edificio transita in una tubazione realizzata in materiale plastico antimicrobico, di circa 80 m e interrata a circa 1,3 m di profondità sotto la galleria stessa. Sfruttando la temperatura (~12÷15 °C) pressoché costante del terreno), l'aria è pre-riscaldata in inverno e pre-raffrescata d'estate in modo naturale. Nel secondo caso, in presenza di determinate

Impianti: dalla progettazione all'installazione

La progettazione e la realizzazione sono state affidate ad alcuni fra gli studi professionali e le imprese più importanti e conosciuti a livello nazionale. In ambito impiantistico, ad esempio, il progetto preliminare e definitivo è stato curato da Manens-Tifs, mentre l'esecutivo è stato sviluppato da TFE Ingegneria nel contesto di un appalto integrato aggiudicato a un'ATI che comprendeva S.I.C.E. Società Impianti Costruzioni Elettrotermoidrauliche Srl.
L'ing. Giorgio Finotti (Manens-Tifs), responsabile della progettazione degli impianti termomeccanici ed elettrici e direttore dei lavori, ha dichiarato: «Siamo orgogliosi di aver contribuito alla ristrutturazione e riqualificazione di un complesso di grande valore storico e culturale, che arricchisce l'Università e la città di Padova, coniugando l'attenzione continua e meticolosa alla salvaguardia e al recupero delle parti storiche con l'implementazione delle nuove tecnologie. Abbiamo dedicato al progetto tutta la nostra professionalità e competenza, ma soprattutto l'entusiasmo e la passione, considerando l'Università di Padova - nella quale abbiamo studiato e insegnato e da cui 50 anni fa ha preso origine Manens-Tifs - come la nostra casa». Concluse le demolizioni, le opere sono iniziate nell'estate 2016 e - nonostante i rallentamenti imposti dai ritrovamenti archeologici - sono terminate nell'autunno del 2019, consentendo l'inizio dell'anno accademico corrente nella nuova struttura. Le fasi di progettazione e realizzazione dei lavori - che hanno interessato anche il restauro delle costruzioni di valore storico-architettonico e degli apparati decorativi - sono state accuratamente pianificate e coordinate, per ottenere la migliore integrazione possibile fra le discipline architettoniche, strutturali e impiantistiche, specie nella fase di progettazione costruttiva.
L'ing. Alberto Villari (S.I.C.E.) afferma al riguardo: «La sfida che SICE ha raccolto era ardua: riuscire a realizzare i più innovativi ed efficienti impianti tecnologici possibili in un complesso di circa 20.000 m^2 coperti tra edifici storici da restaurare, corpi di fabbrica più recenti oggetto di importanti ristrutturazioni e fabbricati di nuova costruzione. Sfida però vinta, siamo infatti riusciti a sposare elegantemente scalinate, archi e colonne in marmo con la geotermia, il fotovoltaico e la supervisione di ultima generazione».

Ing. Giorgio Finotti, Manens-Tifs

Ing. Alberto Villari, S.I.C.E.

Parte della produzione dei fluidi termovettori è affidata a pompe di calore acqua/acqua collegate a un campo geotermico che comprende anche tre pozzi per controllo e monitoraggio del sottosuolo ai fini di ricerca (Paolo Monello)

Ulteriori 2 pompe di calore aria/acqua, situate sulle coperture, vengono abilitate al funzionamento quando la potenza necessaria risulta maggiore di quella erogabile dalle pompe di calore acqua/acqua (Paolo Monello)

condizioni ambientali tipiche delle stagioni intermedie, il sistema di supervisione comanda l'apertura delle finestre poste sulle facciate, esposte a est ed ovest, e degli abbaini, in copertura, consentendo la cross ventilation diretta della galleria e contenendo il consumo energetico per la ventilazione meccanica, senza pregiudizio per il comfort di questo spazio connettivo. I vani scale, i depositi, gli altri locali di supporto e i servizi igienici, dotati di ripresa dell'aria, sono riscaldati mediante radiatori tubolari in acciaio completi di valvole termostatiche, collegati a un circuito di distribuzione autonomo con pompe a portata variabile.
I locali per gli UPS, il locale centro stella e la cabina elettrica di trasformazione sono raffrescati da impianti a espansione diretta del tipo VRF, composti da più unità interne attestate su 2 motocondensanti esterne secondo una configurazione "doppia", in modo da assicurare sempre una riserva totale attiva rispetto alla potenza necessaria. I locali elettrici di piano o di comparto dispongono invece di condizionatori autonomi in configurazione multisplit, con unità interne a parete o a soffitto e unità esterne prevalentemente situate sulla copertura dell'ed. P3.
Tutti i consumi energetici dell'intero complesso sono costantemente monitorati da appositi contabilizzatori, che inviano i dati rilevati al sistema BMS, ove vengono registrati ed elaborati al fine di poter individuare le azioni necessarie per migliorare ulteriormente l'efficienza energetica del complesso.

Ventilazione meccanica

Distribuite nei diversi edifici, le reti aerauliche sono attestate su 10 UTA (in totale circa 86.000 m^3/h) e 9 unità terminali di recupero di calore (in totale circa 17.000 m3/h), per un totale di circa 103.000 m^3/h d'aria trattata, tutta prelevata dall'esterno.

Ciascun edificio o gruppo di edifici è servito da una sottocentrale dedicata agli impianti di climatizzazione, che comprende scambiatore di calore, elettropompe, collettori, contabilizzatori, ecc. (Paolo Monello)

Tutte le UTA sono equipaggiate con recuperatori di calore rotativi entalpici ad alta efficienza, filtri piani e a tasche rigide, ventilatori plug-fan con inverter, batterie di riscaldamento e di raffreddamento/deumidificazione, silenziatori su mandata e ripresa. Le canalizzazioni sono lamiera d'acciaio zincato, con isolamento termico per le reti di mandata e per le condotte di presa dell'aria esterna. Negli ambienti ad affollamento variabile (aule, ecc.) gli impianti sono del tipo a portata variabile in funzione della qualità dell'aria (sonde CO2 nei canali di ripresa). Nei condotti di mandata e ripresa di ogni locale sono installati regolatori di portata a comando elettronico e i ventilatori operano secondo una logica a pressione costante, fornendo la minima pressione necessaria con le serrande alla massima apertura possibile. Nelle aule l'immissione avviene mediante diffusori ad alta induzione e bassa rumorosità, mentre la ripresa è demandata a bocchette. Per la mandata dell'aria, l'auditorium al piano terra dispone di diffusori del tipo a ugello a lunga gittata, integrativi a pavimento e a dislocazione frontali. La sala polivalente al primo piano è invece equipaggiata con canali microforati di mandata. In entrambi gli ambienti la ripresa viene eseguita mediante griglie a parete ed a pavimento.

Nella galleria l'immissione dell'aria avviene mediante ugelli a lunga gittata. Negli altri locali (uffici, studi, ecc.) la portata dell'aria è costante e l'immissione è diretta, tramite ventilconvettori a cassetta o canalizzati. La ripresa è normalmente in transito attraverso le fessure sotto-porta.

Geotermia: sostenibilità e ricerca

Il fabbisogno termofrigorifero estivo e invernale è completamente soddisfatto mediante lo scambio di calore con il terreno e con l'atmosfera. L'intero complesso, infatti, non è collegato alla rete pubblica di distribuzione del metano, perciò non sono presenti consumi di combustibile da fonte fossile. In particolare, il ricorso alla geotermia a bassa entalpia è uno degli aspetti qualificanti del progetto per gli impianti di climatizzazione del nuovo Polo Umanistico, inserito nel progetto europeo Horizon 2020 Geo4Civhic per lo sviluppo di soluzioni innovative nell'ambito della geotermica nel campo del retrofit degli edifici storici. I rilievi e gli studi sullo stato del sottosuolo e delle falde ipogee sono stati effettuati dal team di progettazione in stretta collaborazione con il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova. Mediante utilizzo del software EnergyPlus è stato creato un dettagliato modello del campo geotermico e dell'insieme edificio-impianto, finalizzato:
- in prima istanza, allo studio del funzionamento del sistema;
- all'ottimizzazione della gestione energetica degli edifici;
- alla determinazione delle modalità di funzionamento del campo geotermico idonee a evitare la deriva termica del terreno, causata dallo squilibrio tra il predominante fabbisogno estivo rispetto a quello invernale. Il campo geotermico è composto da 60 sonde da 4 tubi ciascuna (Ø 32 mm), che raggiungono una profondità di 120 m. Oltre alle sonde sono stati realizzati 3 pozzi aggiuntivi destinati al controllo e al monitoraggio del sottosuolo ai fini della ricerca scientifica. Di questi, 2 sono stati realizzati con il metodo di carotaggio "a distruzione del nucleo", mentre l'altro con il metodo "continuo con recupero del nucleo, conservato presso l'Ateneo.

In questo modo il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova può disporre di un campo studio degli effetti termici indotti nel sottosuolo dal funzionamento di un impianto di climatizzazione geotermico unico nel suo genere in Europa, utile sia per scopi di ricerca avanzata sia per individuare le migliori modalità di regolazione degli impianti del nuovo complesso universitario.

Altri impianti idraulici

L'acqua potabile è distribuita mediante tubazioni in polietilene (nei tratti ipogei), in acciaio zincato e in pe-x (negli edifici), che si dipartono dalla centrale unica attestata sull'acquedotto municipale e composta da:
- sistema di filtrazione e clorizzazione e di addolcimento (solo per l'acqua tecnica);
- serbatoi d'accumulo (2 da 2.000 l ciascuno);
- dispositivo di pressurizzazione monoblocco modulante (3 pompe in parallelo).

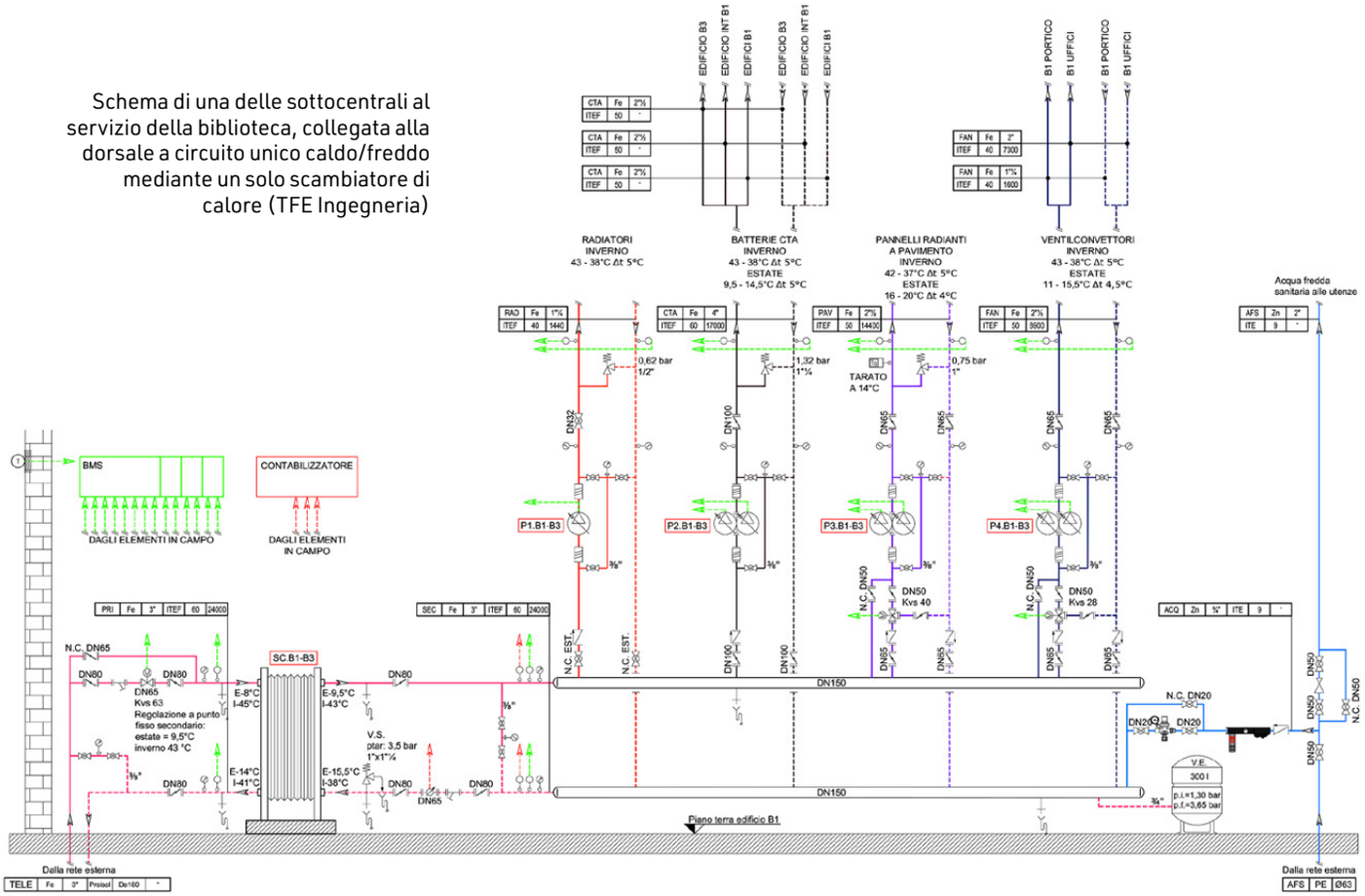
In considerazione dello scarso fabbisogno, la produzione di ACS è invece decentralizzata, demandata a boiler elettrici distribuiti in corrispondenza dei servizi igienici. Le reti di scarico sono realizzate in polietilene, in esecuzione silenziata per le colonne e per gli scarichi esterni alle strutture edilizie. Nelle corti esterne è stato realizzato anche l'impianto di irrigazione.

La protezione dagli incendi è affidata a 3 diverse tipologie d'im-

Sotto la galleria è stata posata una condotta che sfrutta la temperatura costante del sottosuolo, per il pre-trattamento termico dell'aria di rinnovo in estate e inverno (Manens Tifs)

Gli impianti aeraulici sono attestati su 10 UTA (86.000 m³/h complessivi) e 9 recuperatori di calore (in totale 17.000 m³/h): possono perciò trattare fino a 103.000 m³/h d'aria tutta prelevata dall'esterno (Paolo Monello)

Schema di una delle sottocentrali al servizio della biblioteca, collegata alla dorsale a circuito unico caldo/freddo mediante un solo scambiatore di calore (TFE Ingegneria)



pianti:
- automatico ad acqua pressurizzata a bassa pressione, dedicato alla biblioteca ed agli archivi (superficie coperta circa 4.900 m²);
- idranti UNI 45 e UNI 70, rispettivamente per gli edifici (90 idranti interni) e le aree all'aperto (11 idranti esterni), più due attacchi per motopompa situati in corrispondenza degli accessi principali al complesso;
- sprinkler, per il locale di pompaggio antincendio.

La riserva antincendio è costituita da un serbatoio (circa 100 m³) alimentato dall'acquedotto. I gruppi di pressurizzazione da elettropompa e pompa jockey per l'impianto water mist; elettropompa, motopompa e pompa jockey per l'impianto a idranti.

L'autore ringrazia l'ing. Filippo Boeche, la dott.ssa Silvia Discoto e il per. ind. Guglielmo Girardello (Manens-Tifs) della collaborazione prestata per la realizzazione dell'articolo.