



Società di
Committenza
Regionale



MINISTERO
DELLA
CULTURA



MINISTERO
DELL'INTERNO



CITTÀ DI TORINO

Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Programma D'investimenti strategici sui siti del patrimonio culturale, edifici e aree naturali

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

COMMITTENTE SCR Piemonte		COMUNE Città di TORINO		
LIVELLO PROGETTUALE PROGETTO ESECUTIVO				
CUP C14E21001220001	TITOLO INTERVENTO TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO” REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO			
CODICE OPERA 22044D02				
ELABORATO N. IM011	TITOLO ELABORATO Relazione Specialistica Impianti Meccanici			
DATA EMISSIONE 22/05/2025	SCALA -	AREA PROGETTUALE IMPIANTI MECCANICI		
FORMATO DI STAMPA A4	CODICE GENERALE ELABORATO 22044D02_3_0_E_IM_00_CB_011_0		NOME FILE 22044D02_3_0_E_IM_00_CB_011_0	
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO
0	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	MAN	MAN
IMPRESA AGGIUDICATARIA				
		COBAR S.p.A. Sede Legale: Via Selva 101; Sede Amm.: Via Monte Pollino 3 70022 Altamura (Ba) Italy		
RTP PROGETTAZIONE				
Capogruppo Mandataria:		Integrazione Prestazioni Specialistiche:		
		Arch. Michele Beccu - ABDR Architetti Associati S.r.l.		
Mandanti:		Progettazione Categoria Edilizia - Beni Tutelati:		
		Arch. Filippo Raimondo - ABDR Architetti Associati S.r.l.		
		Progettazione Categoria Strutture		
Manens S.p.A.		Ing. Massimo Majowiecki - MJW STRUCTURES		
		Progettazione Impianti Elettrici e Speciali		
		Ing. Massimo Cadorin - Manens S.p.A.		
		Progettazione Impianti Meccanici		
		Ing. Viliam Stefanutti - Manens S.p.A.		
Dott. Geol. Roberto Salucci		Geologo		
Biobyte s.r.l. Ing. Maria Cairoli Dott. Enrico Moretti		Consulenti Acustica sala Consulenti Comfort acustico ambientale		
Ing. Roberto De Lieto Vollaro Ing. Alessandro Leonardi		Consulenti Progettazione Antincendio		
Arch. Laura Calcagnini		Consulente Ambiente/DNSH		
Timbri e Firme				
Documento firmato digitalmente				
COMMITTENTE		Responsabile del Procedimento:		
		Arch. Bruno Smania		
ORGANISMO DI CONTROLLO		Responsabile di Commessa:		
CONTECO S.p.A.		Ing. Tiziana Costanzo		

INDICE

1.	PREMESSA.....	6
1.1.	Note sulla presente revisione	6
2.	OGGETTO DELL'INTERVENTO E LIMITI DI FORNITURA	6
2.1.	Descrizione generale dell'immobile	6
2.2.	Locali e vani tecnici e relative modalità di manutenzione	8
2.3.	Stato di fatto e smantellamenti	8
2.4.	Opere da realizzare	9
2.5.	Limiti di fornitura	10
2.5.1.	Impianti di climatizzazione	10
2.5.2.	Impianti idricosanitari e di scarico	10
2.5.3.	Impianti antincendio ad idranti	10
2.5.4.	Impianti antincendio a sprinkler e lama d'acqua	10
2.5.5.	Impianti elettrici a servizio degli impianti termomeccanici	11
2.5.1.	Regolazione impianti meccanici	11
2.6.	Esclusioni	11
2.7.	Principali modifiche e integrazioni introdotte rispetto al PFTE	11
3.	OPERE DI ASSISTENZA MURARIA E INTERVENTI EDILI DI SUPPORTO AGLI IMPIANTI	12
3.1.	Generalità	12
3.2.	Opere per sostegni e staffaggi vari	13
3.3.	Opere murarie di assistenza	13
3.4.	Opere edili di supporto agli impianti	14
4.	CRITERI E PARAMETRI TECNICI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	16
4.1.	Criteri generali di progetto	16
4.2.	Normativa tecnica di riferimento	16
5.	IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	17
5.1.	Dati generali di progetto	17
5.2.	Condizioni termoigrometriche esterne.....	17
5.3.	Caratteristiche dell'involucro edilizio	17
5.4.	Condizioni termoigrometriche interne.....	17
5.5.	Portate d'aria di rinnovo	18
5.6.	Infiltrazioni	20

5.7.	Carichi elettrici.....	20
5.8.	Carichi interni per persone	21
5.9.	Carichi interni e temperature ambiente locali elettrici.....	21
5.10.	Livelli sonori	21
5.11.	Velocità dell'aria in ambiente	22
5.12.	Tolleranze sulle condizioni interne di progetto	23
5.13.	Filtrazione dell'aria immessa	23
5.14.	Fluidi di alimentazione	23
5.15.	Centrale termofrigorifera.....	24
5.15.1.	Verifica potenza termica e frigorifera totali.....	25
5.15.2.	Verifica della portata complessiva di acqua di falda.....	25
5.16.	Unità' di trattamento aria (UTA).....	26
5.17.	Tipologie impiantistiche	26
5.17.1.	Camerini interrati (UTA-1)	26
5.17.2.	Palcoscenico (UTA-2)	27
5.17.3.	Ridotto lato BCC (UTA-3).....	28
5.17.4.	Ridotto lato via Petrarca (UTA-4).....	29
5.17.5.	Sala prove (UTA-5)	29
5.17.6.	Camerini piano primo (UTA-6).....	29
5.17.7.	Uffici piano primo (UTA-7).....	30
5.17.8.	Sala principale (UTA 8-9-10-11).....	30
5.17.9.	Foyer (UTA 12-13)	32
5.18.	Raffrescamento locali tecnici	33
5.19.	Impianto centrale antincendio.....	34
5.20.	Locale rifiuti	34
5.21.	Estrazione fumi	34
5.22.	Pressurizzazione filtri a prova di fumo	35
5.23.	Livelli di CO2	35
5.24.	Contabilizzatori dell'energia termica	35
5.25.	Sistemi di sfioro della portata minima	35
5.26.	Reti fluidi	35
5.26.1.	Tubazioni	35
5.26.2.	Percorsi tubazioni.....	36
5.27.	Canali.....	36
5.27.1.	Percorsi canali.....	36

5.28.	Isolamento termico di tubazioni.....	36
5.29.	Isolamento di canali per aria	39
5.30.	Protezione antigelo tubazioni impianti di climatizzazione, idricosanitari e antincendio.....	41
5.31.	Logiche di regolazione	41
5.31.1.	Centrale termofrigorifera	41
5.31.2.	Sottocentrale.....	41
5.31.3.	Regolazione UTA.....	41
5.32.	Sonde e pannelli di regolazione in ambiente	43
5.33.	Monitoraggio della qualità dell'aria	43
5.33.1.	Portata di aria esterna.....	43
5.33.2.	Livello di CO2	43
6.	IMPIANTI IDRICO SANITARI	43
6.1.	Dati tecnici di riferimento.....	43
6.2.	Impianti di adduzione	43
6.3.	Impianti di scarico	44
6.4.	Impianti di smaltimento acque meteoriche	44
6.5.	Alimentazione idrica.....	45
6.6.	Tipi di impianto e suddivisione delle utenze	45
6.7.	Centrale idrica.....	45
6.8.	Apparecchi sanitari e rubinetterie.....	46
6.9.	Distribuzione dell'acqua sanitaria e duale	47
6.10.	Distribuzione dell'acqua di riempimento impianti tecnologici	47
6.11.	Impianti di scarico acque reflue.....	47
6.12.	Scarichi dei servizi igienici	47
6.13.	Scarico buvette	47
6.14.	Scarichi condensa UTA e ventilconvettori	47
6.15.	Scarichi delle acque tecniche del locale sottocentrale al piano secondo interrato e centrale antincendio.....	47
6.16.	Smaltimento acque meteoriche.....	48
6.17.	Tubazioni.....	48
6.17.1.	Tubazioni di adduzione idrica.....	48
6.17.2.	Tubazioni di scarico	48
6.17.3.	Isolamento termico di tubazioni.....	48
6.18.	Contabilizzazione dei consumi idrici.....	49
7.	IMPIANTI ANTINCENDIO.....	49

"TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO" REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

7.1.	Generalità.....	49
7.2.	Impianti sprinkler	49
7.3.	Impianto a diluvio	50
7.4.	Impianti idranti.....	51
7.4.1.	Protezione interna	51
7.4.2.	Protezione esterna	51
7.5.	Alimentazione idrica	51
7.6.	Riserva idrica	52
7.7.	Tipi di impianto e suddivisione delle utenze.....	52
7.8.	Centrale antincendio	52
7.9.	Impianto sprinkler	52
7.9.1.	Descrizione dell'impianto	52
7.9.2.	Depositi e sottocentrale piano secondo interrato	53
7.9.3.	Camerini piani interrati.....	53
7.9.4.	Depositi piano terra zona torre scenica	53
7.9.5.	Torre scenica	53
7.10.	Impianto a diluvio	53
7.11.	Impianto idranti UNI 70 e UNI 45.....	53
7.11.1.	Descrizione dell'impianto	53
7.12.	Attacchi per autopompa VV.F.....	54
7.13.	Estintori e cartelli indicatori.....	54
7.14.	Tipologie tubazioni impianti antincendio	54
8.	CRITERI DI RESISTENZA AL SISMA.....	54
8.1.	Premessa.....	54
8.2.	Accorgimenti antisismici generali.....	55
8.3.	Accorgimenti antisismici specifici per le apparecchiature.....	56

1. PREMESSA

Lo scopo del presente documento consiste nell'illustrare le scelte progettuali principali che sono state adottate per lo sviluppo del progetto esecutivo degli impianti termomeccanici a servizio della Teatro nuovo di Torino, oggetto di riqualificazione nell'ambito dell'intervento "Torino, il suo parco, il suo fiume: memoria e futuro". Il Teatro è ubicato tra corso Massimo D'Azeglio e via Petrarca a Torino, in adiacenza alla Biblioteca Civica Centrale (nel seguito indicato anche con l'acronimo BCC).

Lo sviluppo del progetto esecutivo è basato sul PFTE; in generale sono state confermate le soluzioni tecniche e i dimensionamenti effettuati, a valle di un controllo rispetto ai dati di progetto disponibili, introducendo alcune modifiche e ottimizzazioni.

Nel paragrafo che segue vengono definite le opere oggetto di progettazione.

Nei successivi paragrafi vengono descritti rispettivamente i seguenti elementi:

- criteri e parametri di riferimento per il progetto;
- descrizione delle opere, con riferimento ai nuovi impianti oggetto di progettazione.

1.1. Note sulla presente revisione

La presente revisione del progetto recepisce alcune varianti di "value engineering" concordate con la Stazione Appaltante e alcune lievi modifiche al progetto degli impianti conseguenti a prescrizioni del consulente di prevenzione incendi e a modifiche architettoniche / strutturali.

Le modifiche introdotte sono:

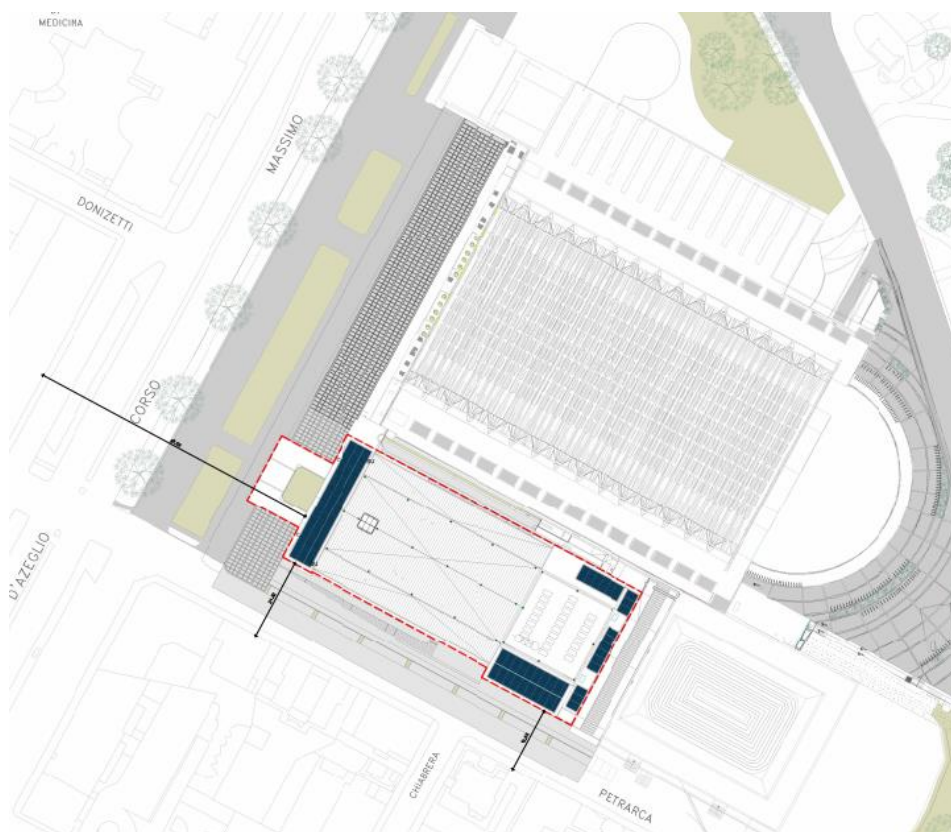
- Modifica del tipo di isolante delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda per riscaldamento e dell'acqua calda sanitaria e relativo ricircolo, da guaine / lastre in elastomero espanso a coppelle in lana minerale con rivestimento esterno in foglio in alluminio retinato;
- Modifica del tipo di isolante delle canalizzazioni dell'aria, da lastre in elastomero espanso a materassino in lana minerale con rivestimento esterno in carta Kraft alluminio-retinata;
- Eliminazione del rivestimento in lamierino di alluminio dalle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda per riscaldamento e dell'acqua calda sanitaria e relativo ricircolo;
- Eliminazione del rivestimento in lamierino di alluminio dalle canalizzazioni di distribuzione dell'aria;
- Eliminazione di n.90 diffusori a pavimento nella sala principale, senza variazioni delle condizioni termoigrometriche interne, in continuità con il PFTE;
- Aggiornamento numero e posizione di idranti UNI 45 ed estintori, come da pratica di prevenzione incendi;
- Modifica del tipo di cunicolo tecnico di collegamento tra BCC e TNT da cunicolo tecnico pedonabile a cunicolo tecnico di profondità ridotta per solo alloggiamento tubazioni.

2. OGGETTO DELL'INTERVENTO E LIMITI DI FORNITURA

2.1. Descrizione generale dell'immobile

L'intervento ha per oggetto la realizzazione degli impianti termomeccanici previsti nell'ambito delle opere di riqualificazione del Teatro Nuovo di Torino (nel seguito indicato anche con l'acronimo TNT).

Nella pianta chiave che segue (estratta dalla tavola grafica del PFTE "Planimetria generale") sono identificati i corpi di fabbrica e l'area oggetto di intervento.



Le destinazioni d'uso principali sono:

- Piano secondo interrato: locali tecnico, depositi, camerini / cameroni;
- Piano primo interrato: camerini, fossa orchestra;
- Piano terra: atrio, foyer, sala principale, palcoscenico, biglietteria, guardaroba, control room, infermeria, locale direttore di scena, accoglienza artisti, sala regia, locali tecnici e depositi, locale rifiuti;
- Piano primo: atrio, sala prove / danza, cameroni, ridotti, sale regia ridotti, uffici, locali tecnici e depositi;
- Piano secondo: spogliatoio, deposito, locali tecnici;

Nota: i locali regia e locali tecnici della sala principale e una serie di locali nella zona retro palcoscenico sono a quota diversa rispetto al piano di riferimento.

In adiacenza all'edificio, oltre alla BCC, è presente il corpo di fabbrica esistente (identificato come "Padiglione 3",) non oggetto di interventi impiantistici.

2.2. Locali e vani tecnici e relative modalità di manutenzione

I principali locali tecnici sono:

- Cunicolo di collegamento con la BCC; il cunicolo è ispezionabile in alcuni punti mediante opportuni pozzetti apribili;
- Sottocentrale al piano secondo interrato; le apparecchiature sono disposte rispettando gli spazi di rispetto per la manutenzione; la movimentazione delle apparecchiature di maggiori dimensioni può avvenire mediante il montacarichi utilizzato per la movimentazione dei materiali scenografici e costumi;
- Locali tecnici nella zona dietro il palcoscenico; pur essendo gli spazi relativamente angusti, le operazioni di manutenzione, compresa la movimentazione delle apparecchiature di maggiori dimensioni, sono possibili anche grazie a una nuova apertura realizzata sulla parete lato est, sfociante nel camminamento protetto con accesso lato BCC;
- Locali tecnici in copertura; si tratta di locali di nuova realizzazione completi delle necessarie aperture per la movimentazione delle apparecchiature di maggiori dimensioni; le apparecchiature sono installate garantendo i necessari spazi di rispetto per la manutenzione.
- Centrale antincendio: le apparecchiature sono disposte garantendo i necessari spazi di rispetto per la manutenzione; la movimentazione delle apparecchiature di maggiori dimensioni può avvenire mediante la scala di accesso o la botola a soffitto del percorso di accesso.
- Per quanto riguarda la centrale della BCC, si rimanda al relativo progetto.

2.3. Stato di fatto e smantellamenti

Si rimanda a quanto descritto negli elaborati di PFTE.

In particolare, gli impianti esistenti vanno completamente rimossi.

Sono oggetto di rimozione le seguenti tipologie impiantistiche:

- I generatori di calore esistenti;
- Le canne fumarie;
- I collettori di distribuzione primaria e i sistemi di pompaggio ai generatori di calore;
- Le tubazioni di distribuzione primaria dai generatori di calore ai collettori;
- Le tubazioni di distribuzione secondaria in centrale termica dai collettori verso le utenze all'interno dell'edificio;

- Le tubazioni di distribuzione secondaria che realizzano la distribuzione dell'acqua calda all'interno e all'esterno dell'edificio;
- Le tubazioni di adduzione acqua fredda sanitaria, acqua calda sanitaria e acqua di ricircolo, ove presente;
- Le tubazioni di scarico acque nere dagli apparecchi utilizzatori fino al punto di innesto verso la pubblica fognatura;
- Gli impianti antincendio esistenti a valle del collegamento all'acquedotto esistente;
- Le UTA, relative canalizzazioni e terminali di diffusione e aspirazione aria installati in copertura e all'interno dell'edificio;
- L'impianto a ventilconvettori con le relative tubazioni e accessori;
- L'impianto a radiatori con le relative tubazioni e accessori.

2.4. Opere da realizzare

Gli impianti oggetto della progettazione, descritti dettagliatamente nei paragrafi che seguono, si possono riassumere come di seguito indicato:

Impianti di climatizzazione e idrico sanitari.

- Potenziamento della centrale termofrigorifera della BCC mediante l'aggiunta delle seguenti apparecchiature principali:
 - Pompa di calore con sorgente acqua di falda
 - Scambiatore a piastre
 - Sistemi di pompaggio
- Collegamenti dalle centrali termo frigorifera, idrica e antincendio della BCC alla sottocentrale al piano secondo interrato del TNT mediante tubazioni correnti entro apposito cunicolo tecnico;
- Sottocentrale di produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS) comprendente le seguenti apparecchiature principali:
 - Pompa di calore ad alta temperatura con sorgente acqua;
 - Sistema di produzione ACS con bollitore;
 - Sistema di accumulo e rilancio dell'acqua duale per risciacquo cassette WC;
 - Sistemi di trattamento dell'acqua
- Sottocentrale di pompaggio dei fluidi termovettori comprendente le seguenti apparecchiature principali:
 - Elettropompe circuiti acqua calda, refrigerata e circuito promiscuo collegate alla centrale termofrigorifera della BCC;
 - Elettropompe circuiti pannelli radianti e circuiti utenza e sorgente pompa di calore per ACS.
- Centrali di trattamento aria e sistemi di estrazione dedicati;
- Impianti di climatizzazione ambiente;
- Sistemi specifici di raffreddamento locali elettrici;
- Impianti idricosanitari e di scarico;
- Impianto di irrigazione dell'aiuola lato BCC;

Impianti antincendio.

- Collegamento della rete idranti all'impianto della BCC;
- Sistema di pressurizzazione e riserva idrica antincendio per impianti sprinkler e lama d'acqua;

- Reti di distribuzione idranti con idranti UNI45 e UNI70;
- Reti di distribuzione impianto sprinkler e lama d'acqua con relative stazioni di controllo;
- Sistemi di estrazione forzata fumo e calore SEFFC
- Sistemi di pressurizzazione filtri.

È inoltre compreso il totale smantellamento degli impianti meccanici esistenti, in quanto obsoleti ed in stato di sostanziale abbandono, oltre ad essere in ogni caso inadeguati alle nuove esigenze prestazionali.

2.5. Limiti di fornitura

2.5.1. Impianti di climatizzazione

Nuova pompa di calore e relativi circuiti primari: collegamento ai rispettivi circuiti primari nella centrale termo frigorifera della BCC.

Nuovo scambiatore e relativi accessori: collegamento ai circuiti primari della nuova pompa di calore e ai circuiti di presa e resa acqua di falda nella centrale termo frigorifera della BCC.

Circuito acqua calda, acqua refrigerata e promiscuo: dai collettori di distribuzione nella centrale termo frigorifera della BCC, alla sottocentrale del TNT, attraverso il cunicolo tecnico.

Dalla sottocentrale idrica del TNT impianti completi fino ai terminali, compresi sistemi di automazione.

Impianti aeraulici completi dalle bocche di presa aria esterna ed espulsione delle unità di trattamento aria (UTA) ai terminali.

Impianti aeraulici di estrazione aria completi, compreso impianto di ventilazione del locale rifiuti.

Impianti di estrazione forzata fumi SEFFC completi.

Impianti di pressurizzazione filtri completi.

2.5.2. Impianti idricosanitari e di scarico

Acqua potabile: dal punto di consegna dell'acqua potabile, ubicato su via Petrarca, da parte dell'ente erogatore, alla sottocentrale; distribuzione di acqua fredda e calda sanitaria, ricircolo, fino alle utenze, ad esclusione di apparecchi sanitari e rubinetterie.

Acqua duale: dalla centrale termo frigorifera della BCC alla sottocentrale del TNT attraverso il cunicolo tecnico; distribuzione alle utenze, inclusi i dispositivi di risciacquo dei vasi.

Impianti di scarico acque nere: dai singoli apparecchi al punto di collegamento esistente alla rete fognaria esistente passante sotto il TNT.

Impianti di scarico acque meteoriche: dal piede dei pluviali ai punti di collegamento esistenti alla rete esistente di raccolta acque meteoriche.

Dalla sottocentrale idrica del TNT impianti completi fino ai terminali.

Impianto di irrigazione dell'aiuola lato BCC: derivazione dall'impianto di irrigazione della BCC fino a pozzetto interrato con valvola di intercettazione nell'aiuola da irrigare.

2.5.3. Impianti antincendio ad idranti

Dal punto di collegamento alla tubazione principale di mandata all'interno della centrale antincendio promiscua a servizio di BCC e TNT, impianto completo fino ai singoli idranti interni ed esterni del TNT. Estintori nelle posizioni previste dalla pratica di prevenzione incendi.

2.5.4. Impianti antincendio a sprinkler e lama d'acqua

Dal punto di allaccio all'acquedotto della tubazione di carico della vasca di riserva idrica, impianto completo fino ai terminali, compreso gruppo di pressurizzazione.

2.5.5. Impianti elettrici a servizio degli impianti termomeccanici

Compresi negli impianti elettrici e speciali.

2.5.1. Regolazione impianti meccanici

Impianto completo.

2.6. Esclusioni

Sono esclusi dal presente progetto i seguenti elementi/sistemi:

- Apparecchi sanitari e relative rubinetterie
- accessori dei servizi igienici: portarotoli, scopini e porta scopini, dispenser di sapone, dispenser di salviette, asciugamani, specchi, ecc.
- arredi ed attrezzature;
- Sistemi di raccolta acque meteoriche dalle superfici scolanti, pilette, caditoie, gronde, pluviali verticali;
- sistemi di evacuazione naturale di fumi e calore e relative centraline di comandi ed alimentazione (compresi nella sezione di progetto relativa alle opere edili/architettoniche);
- scavi e ripristini (compresi nella sezione di progetto relativa alle opere edili/architettoniche);
- botole per ispezioni di apparecchiature poste in controsoffitto;
- vasca di riserva idrica antincendio (compresa nelle opere edili / strutturali);
- Sistemi di ventilazione naturale ai fini antincendio;
- elettrovalvole, sistema di controllo e distribuzione terminale dell'impianto di irrigazione.

2.7. Principali modifiche e integrazioni introdotte rispetto al PFTE

Nel presente progetto esecutivo sono state introdotte alcune modifiche e integrazioni rispetto al PFTE finalizzate, da un lato, all'ottenimento della certificazione Leed 19/05/2025, dall'altro a ottimizzare alcuni aspetti impiantistici senza alterare le prestazioni minime richieste dalle norme vigenti e le impostazioni generali.

Relativamente alla certificazione Leed, le principali modifiche e integrazioni riguardano:

- Ventilazione degli ambienti tipo corridoi e vani scale che non siano esclusivamente vie d'esodo o di accesso esclusivo ai locali tecnici;
- Adeguamento degli spessori dei materiali isolanti delle tubazioni e canalizzazioni, ove superiori a quanto previsto nel PFTE;
- Introduzione di sonde di CO₂ e sistemi di regolazione automatica finalizzate alla implementazione di sistemi a portata d'aria di rinnovo variabile (demand control ventilation DCV);
- Introduzione di sistemi di misura della portata d'aria esterna sulle unità di trattamento aria (UTA);
- Modifica tipologia filtri nelle UTA (vedasi in seguito).

Altre modifiche, integrazioni, ottimizzazioni, riguardano principalmente:

- Adeguamento della portata d'aria esterna immessa nei camerini / cameroni, uffici, depositi, locali tecnici ai piani interrati, secondo i parametri di progetto; tali portate nel PFTE risultavano sovrastimate;

- Aumento della portata d'aria nel Foyer, trattando anche le zone laterali non trattate nel PFTE;
- Modifica del sistema di raffreddamento dei locali tecnici al piano secondo interrato, con eliminazione dell'impianto a tutt'aria previsto nel PFTE e adottando terminali idronici ad acqua refrigerata;
- Introduzione di estrattori indipendenti per i servizi igienici del foyer e altri servizi igienici singoli;
- Introduzione di estrattore indipendente per i locali batterie al piano secondo interrato;
- Introduzione di estrattore indipendente per il locale rifiuti;
- Introduzione di ventilconvettori per mitigare la temperatura nei vani scale non di solo esodo;
- Modifiche nelle UTA:
 - Ottimizzazione delle batterie nelle UTA con eliminazione della batteria di preriscaldamento, adeguamento della batteria di post riscaldamento;
 - Collegamento di emergenza del circuito acqua calda alla batteria fredda e attivazione della circolazione nella stessa, da utilizzare in caso di avaria del recuperatore di calore, nelle UTA 3-4-7-12-13 in cui la temperatura minima teorica di miscela, in caso di avaria del recuperatore, sarebbe inferiore a 0°C e costituirebbe quindi un pericolo di gelo nella batteria di raffreddamento / deumidificazione;
 - Adeguamento classe filtrazione a quanto previsto dalla UNI EN 16798-3 e PrEN 16798
 - Introduzione di filtri a doppia funzione, particellare e molecolare, in grado di filtrare anche le molecole di ozono (per certificazione Leed);
 - Adozione di recuperatore a flussi incrociati nelle UTA dei camerini, nelle quali l'aria di ripresa è in gran parte proveniente dai servizi igienici;
 - Adozione di silenziatori lato presa aria esterna ed espulsione, come richiesto dal documento "Valutazione previsionale di clima e impatto acustico" facente parte degli elaborati di PFTE.
- Nuove elettropompe di circolazione secondarie, da installare nella sottocentrale del TNT, in quanto le elettropompe previste nella centrale termofrigorifera della BCC sono state dimensionate in riferimento ai soli fabbisogni della BCC.
- Ottimizzazione impianto sprinkler della torre scenica, con l'aggiunta di sprinkler addizionali sotto tutti i livelli di passerelle, in conformità alla pratica di prevenzione incendi.

3. OPERE DI ASSISTENZA MURARIA E INTERVENTI EDILI DI SUPPORTO AGLI IMPIANTI

3.1. Generalità

Come "opere murarie ed interventi edili di supporto agli impianti" si intende tutta una serie di interventi, prestazioni e realizzazioni di lavori che sono collegati alla esecuzione degli impianti per la loro esecuzione.

Esse sono così suddivise:

- opere per sostegni e staffaggi vari (sempre ed in ogni caso a carico dell'Appaltatore degli impianti);
- opere murarie di assistenza;
- opere edili di supporto agli impianti.

Il fabbricato in progetto è stato studiato con la ragionevole predisposizione di fori e cavedi per il passaggio delle reti, conformemente ai disegni di progetto allegati.

3.2. Opere per sostegni e staffaggi vari

Queste opere sono sempre a carico dell'Appaltatore degli impianti e compresi nei singoli prezzi contrattuali in opera; consistono sostanzialmente in:

- fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in CLS, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti e/o solai in CLS
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso e/o in laterizio
- staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali e nei cavedi e nei cunicoli tecnici, comprendendo l'esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- staffaggi per le sospensioni degli organi terminali, di macchinari e dei vari componenti
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se sarà possibile, nella posizione di installazione finale;
- sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate;
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio.

Si precisa che le sospensioni devono risultare indipendenti dalla struttura portante del controsoffitto e non devono andare in appoggio su di esso.

Le quotazioni di queste opere sono quindi sempre ed in ogni caso comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

3.3. Opere murarie di assistenza

Sono comprese in questa categoria le ulteriori opere inerenti alla posa di reti e di apparecchiature ovunque nel fabbricato, necessarie per consentire l'installazione degli impianti ed a carico dell'Appaltatore degli impianti.

In particolare si comprendono:

- fori di qualunque forma e dimensione ($\leq \varnothing 150$ mm oltre a quelli già previsti nel progetto architettonico e strutturale) nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con trapano, carotatrice o altro mezzo, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento (per i fori su nucleo in calcestruzzo strutturali deve comunque essere effettuato un coordinamento con la D.L. strutturale);
- in sostituzione dei fori, apposite cravatte, morsetti, mensole e simili per il transito delle reti attraverso strutture in acciaio;
- segnatura con spray di tracce su pareti;
- tracce su pareti e simili in laterizio, blocchi, cartongesso, ecc. e relativa chiusura da realizzare con personale e mezzi idonei;
- opere di protezione di reti posate a pavimento, mediante l'utilizzo di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;

- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.;
- saldature per fissaggi vari;
- fori nelle pareti di qualunque tipo per scatole/cassette da incasso di qualunque forma e dimensione;
- fori nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti e pannellature in genere per alloggiare organi terminali degli impianti;
- opere di protezione provvisoria e/o temporanea di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori (nel caso di diametri superiori a 50 mm con riempimento mediante colaggio di malta neoplastica tixotropica a ritiro compensato);
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori nel pavimento o solaio, per la posa di tubazioni, con ripristino del piano calpestabile in CLS magro e lisciatura superficiale;
- stuccature e rasature;
- riprese di tinteggiature anche a rappezzi con più mani;
- segnatura di scavi, pozzetti, ecc.;
- fissaggio di tubazioni interrate ai pozzetti con sigillatura degli imbocchi;
- predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
- quadrotti in calcestruzzo (dimensioni indicative cm 40/80 cm), da appoggiare sulla copertura, su cui vanno fissati i supporti per tubazioni di qualsiasi tipo e canalizzazioni;
- ripristino di pavimentazioni nei vari tipi;

Per tutte le opere e prestazioni precedenti l'Appaltatore deve fornire i disegni dimensionali costruttivi prima della loro realizzazione.

Una volta realizzate tali opere l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero dei materiali, al loro allontanamento ed alla pulizia completa della zona interessata, alla pulizia accurata, al ripristino di eventuali piccoli danni, alla rimessa in ordine delle reti a pavimento (canalizzazioni, tubazioni, cassette, ecc.), prima dell'esecuzione dei pavimenti sopraelevati, e altre opere di finitura in genere.

Tali opere sono comprese nel progetto degli impianti e quindi a carico dell'Appaltatore degli impianti e quotate a parte in apposita voce dell'Elenco Prezzi Unitari.

3.4. Opere edili di supporto agli impianti

Sono opere civili, escluse dal progetto degli impianti e dai relativi prezzi contrattuali.

Ci si riferisce in particolare a:

- fori di grandi dimensioni nei solai, nelle pareti in CLS ed in genere nelle pareti di qualunque tipo per il passaggio degli impianti: questi fori sono previsti nel progetto strutturale ed architettonico; qualora ne servissero degli altri questi devono essere realizzati prima dell'esecuzione delle opere previo coordinamento con la D.L.; in ogni caso tutti i fori devono essere di dimensioni sufficientemente ampie da consentire un agevole montaggio dei componenti interessati comunque senza eccedere tali dimensioni strettamente necessarie in modo da limitare al massimo l'onere per il ripristino della chiusura;
- grigliati tecnici e cunicoli nelle centrali e all'esterno del fabbricato;
- cunicoli e cavedi tecnici;
- basamenti per le apparecchiature impiantistiche;
- scavi, reinterri, pozzetti, scavo, basamenti, rinfianchi, camere di ispezioni;

"TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO" REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

- insonorizzazioni delle centrali e delle zone tecniche esterne (gruppi elettrogeni, gruppi frigoriferi, UTA, pompe, ventilatori, UPS, ecc.) salvo quanto incluso in specifiche voci incluse negli importi degli impianti;
 - ripristino di impermeabilizzazioni per il passaggio degli impianti;
 - quanto altro non indicato al paragrafo precedente, ma comunque necessario per la realizzazione delle opere impiantistiche, per renderle rispondenti alle finalità progettuali;
- Per queste opere edili, l'Appaltatore delle opere impiantistiche dovrà eseguire una verifica puntuale di quanto necessario per il soddisfacimento delle esigenze impiantistiche, e dovrà presentare alla DL nei tempi previsti i disegni e le descrizioni di dettaglio atti a garantire il corretto coordinamento delle opere da realizzare.

4. CRITERI E PARAMETRI TECNICI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

4.1. Criteri generali di progetto

L'approccio metodologico adottato per la redazione del presente progetto esecutivo prevede il recepimento, nel modo più completo ed esaustivo possibile, delle scelte tecniche e progettuali definite nel "Progetto di fattibilità tecnica ed economica" (PFTE) posto a base di gara, integrate con tutti gli affinamenti che inevitabilmente emergono in una fase di progettazione esecutiva.

Sono inoltre state introdotte le modifiche necessarie al conseguimento della certificazione LEED v4 BD+C: NC (New Construction and Major Renovation), livello SILVER (da 50 a 59 punti).

In particolare, sono stati considerati i criteri generali di progettazione riassunti nei punti che seguono, allineati con quanto già delineato nella precedente fase di PFTE:

- **minimizzazione dell'impatto degli impianti sull'architettura**, attraverso la ricerca di soluzioni finalizzate al mascheramento dei percorsi distributivi e dei terminali idronici e aeraulici nelle aree di maggior pregio (ad esempio, diffusori a pavimento nella sala principale, diffusori a ugello e lineari nella parte alta dell'atrio / foyer integrati nelle strutture architettoniche);
- **elevato livello di affidabilità**, sia nei riguardi di guasti alle apparecchiature, che nei riguardi di eventi esterni, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature di riserva, ecc;
- **manutenibilità**, intesa come la possibilità di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, garantendo allo stesso tempo la piena operatività dell'edificio;
- **elevato grado di funzionalità e di comfort per gli utenti**, ottenuto principalmente con una scelta opportuna dei sistemi di condizionamento estivo ed invernale nelle varie aree oggetto di intervento;
- **efficienza energetica**, in maniera tale da garantire i requisiti di comfort richiesti in ogni locale/area, minimizzando i consumi energetici;

Accanto ai suddetti obiettivi, risulta inoltre importante la concentrazione delle principali apparecchiature impiantistiche in specifiche aree tecniche ben definite, facilmente controllabili ed accessibili esclusivamente da parte del personale autorizzato, agevolando le operazioni di manutenzione in condizioni di sicurezza, senza causare disagi agli utenti.

4.2. Normativa tecnica di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione:

- Normative ISPESL, ASL e ARPA;
- Leggi e decreti;
- Disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- Norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI
- In mancanza di normativa nazionale si fa riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.)
- Regolamento e prescrizioni Regionali, Provinciali e Comunali.

- Norme Factory Mutual Global per impianto sprinkler.
- Esame Progetto sottoposto al Comando Provinciale VV.F. di Torino dal consulente per la Prevenzione Incendi.

5. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

5.1. Dati generali di progetto

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in modo da garantire tutte le prestazioni richieste alle condizioni di seguito indicate e nel rispetto di tutte le caratteristiche funzionali precisate nel progetto. I valori termo-igrometrici interni ed esterni, nonché le condizioni di carico termico cui gli impianti dovranno far fronte, riportate nel presente paragrafo, costituiranno i termini di riferimento in sede di collaudo per le verifiche delle prestazioni degli impianti nell'ambito delle tolleranze precisate

5.2. Condizioni termoigrometriche esterne

Si riportano in seguito i valori di temperatura e umidità esterna di progetto, utilizzati alla base dei calcoli termoigrometrici per la località in oggetto:

Località di riferimento: Torino
 Altitudine: 239 m s.l.m.
 Zona climatica: E
 Gradi giorno: 2617
 Latitudine nord: 45° 7'
 Longitudine: 7° 43'

	Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
INVERNO	-8	80
ESTATE	32	60

5.3. Caratteristiche dell'involucro edilizio

Per le caratteristiche delle strutture opache si rimanda alla documentazione relativa alla Legge 10/91 facente parte del PFTE.

Rispetto al PFTE è variato il fattore solare delle superfici vetrate, ora pari a 0,34.

La trasmittanza termica delle chiusure tecniche trasparenti complessiva rimane 1,3 W/m²K.

5.4. Condizioni termoigrometriche interne

NB: n.c. = non controllata

	FASE DI RISCALDAMENTO		FASE DI RAFFREDDAMENTO	
	Temp. °C	U.R. %	Temp. °C	U.R. %
Atrio / Foyer	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Sala principale	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Palcoscenico	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Ridotti	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Sala prove / danza	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10

Camerini / cameroni	20 +/-1	n.c.	26 +/-1	n.c
Uffici	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Locali regia	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Infermeria	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Control room	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Biglietteria	20 +/-1	n.c.	26 +/-1	< 50% +/-10
Guardaroba lato BCC	20 +/-1	n.c.	26 +/-1	< 50% +/-10
Guardaroba lato via Petrarca	20 +/-1	n.c. (*)	26 +/-1	< 50% +/-10
Locale VV.F.	20 +/-1	n.c.	26 +/-1	< 50% +/-10
Servizi Igienici	20 +/-1	n.c.	26 +/-1	< 50% +/-10
Depositi	≤ 26 +/-1	n.c.	n.c.	n.c.
Locale trasformatori	≤ 26 +/-1	n.c.	≤ 26 +/-1	n.c.
Locali UPS	≤ 26 +/-1	n.c.	≤ 26 +/-1	n.c.
Locale rack – centro stella	≤ 26 +/-1	n.c.	≤ 26 +/-1	n.c.
Locale Dimmer	≤ 26 +/-1	n.c.	≤ 26 +/-1	n.c.
Locali rack di piano	≤ 26 +/-1	n.c.	≤ 26 +/-1	n.c.
Vani scale A,B,C,D,L	(**)	n.c.	(**)	n.c.

(*) Le UTA che servono tali ambienti sono dotate di recuperatore rotativo in grado di recuperare calore sensibile e latente, pertanto, pur in assenza di sistemi di umidificazione all'interno delle UTA, l'aria immessa in ambiente viene leggermente umidificata, quando l'umidità assoluta in ambiente è superiore a quella dell'aria esterna.

(**) I vani scale indicati sono dotati di ventilconvettori; si prevede che la temperatura ambiente venga mitigata e si attesti su valori intermedi tra la temperatura ambiente degli altri locali e la temperatura esterna.

Le condizioni climatiche interne previste nei locali elettrici sono compatibili con il funzionamento delle attrezzature installate in tali locali.

L'umidità indicata, nel caso di unità di trattamento aria che servono più ambienti, è il valore medio di umidità di tali ambienti letto dalle sonde di umidità sulla ripresa della macchina.

Fase di riscaldamento: a regime, gli impianti sono in grado di garantire una temperatura interna fino a 22°C per garantire le condizioni di comfort degli occupanti in condizioni di attività metabolica limitata; il pannello di ritaratura locale (dove previsto) consente una ritaratura minima di +/- 3°C rispetto al set-point preimpostato da BMS; negli ambienti ove non è previsto il pannello di ritaratura, la ritaratura è possibile dal PC del BMS.

5.5. Portate d'aria di rinnovo

N.B.: Vol/h = volumi netti ora

Si definisce neutro un ambiente per il quale la quantità di aria espulsa è pari a quella immessa.

Si definisce in sovrappressione un ambiente per il quale la quantità di aria espulsa è inferiore a quella immessa; viceversa vale per gli ambienti in depressione.

È indicato l'affollamento solamente per quei locali per cui il numero di persone presenti interviene nel calcolo del carico frigorifero o del tasso di rinnovo dell'aria (portata di aria esterna).

La portata specifica di aria esterna viene determinata, in funzione della destinazione d'uso, come valore specifico per persona o per unità di superficie in base all'utenza, o come combinazione tra i due criteri.

Sono state considerate le seguenti normative, adottando per ogni destinazione d'uso, il valore massimo o comunque un valore maggiore di tale valore massimo:

- UNI EN 16798-1:2019 (category II, Method 1: method based on perceived air quality, Annex B);
- Ashrae 62.1-2010 Tab. 6-1 aumentati del 30% ed applicato il fattore di efficienza di distribuzione Ez (generalmente assunto pari a 0,8); per quanto riguarda le estrazioni il riferimento è la Tab. 6-4; la tabella seguente in alcuni casi riporta già il valore derivante dalle norme Ashrae essendo l'unico criterio di dimensionamento esistente.

	Portata d'aria per persona (mandata)	Affollamento	Portata d'aria specific (mandata)	Portata d'aria estratta
	l/s per persona	Persone / m ²	l/s / m ²	---
Atrio / Foyer	7	n.600 persone complessive	0,7	Sovrapressione
Sala principale	7	n.1070(*) persone complessive	0,7	Neutro
Palcoscenico	7	n.100 persone complessive	0,7	Neutro
Ridotti	7	n.140(*) persone in ciascuna sala	0,7	Neutro
Sala prove / danza	7	0,2	0,7	Neutro
Camerini / cameroni	---	---	6 vol/h	Sovrapressione (*)
Uffici	7	0,12	0,7	Neutro
Locali regia ridotti	7	n.2 persone complessive	0,7	Sovrapressione
Locale regia sala principale	7	n.3 persone complessive	0,7	Neutro
Infermeria	7	n.3 persone complessive	0,7	Neutro
Control room	7	0,12	0,7	Neutro
Biglietteria	7	0,12	0,7	Neutro
Guardaroba		n.3 persone complessive	0,7	Neutro
Locale VV.F.	7	0,12	0,7	Neutro

Servizi igienici	---	---	---	Estrazione 8 Vol/h con un minimo di 50 m ³ /h per locale WC (escluso antibagno)
Locali doccia	---	---	---	Estrazione 8 Vol/h con un minimo di 50 m ³ /h per locale (escluso antibagno)
Depositi	---	---	---	Estrazione 0,7 l/s/m ²
Sottocentrale	---	---	---	Estrazione 0,5 vol/h
Locali batterie	---	---	---	Estrazione 30 m ³ /h
Locale Dimmer	---	---	---	---
Locale rifiuti	---	---	---	Estrazione. Portata maggiore tra 6 vol/h e 5 l/s/mq

(*) il numero di persone è il dato a base di calcolo dell'impianto di climatizzazione; il numero effettivo di persone presenti può essere minore in conformità alla pratica di prevenzione incendi e al progetto architettonico. Il leggero sovradimensionamento degli impianti di climatizzazione è da considerarsi come coefficiente di sicurezza.

5.6. Infiltrazioni

E' stata considerata una portata d'aria per infiltrazione pari a 0,15 Vol/h attraverso l'involucro per il calcolo del carico ambiente invernale dei locali con elementi disperdenti verso l'esterno.

5.7. Carichi elettrici

	Illuminazione	Forza motrice	Altro / note
	W/m ²	W/m ²	
Atrio / Foyer	7	5	
Sala principale	7	5	
Palcoscenico	60 kW		Valore massimo contemporaneo di carico termico dissipato in ambiente
Ridotti	8	5	
Sala prove / danza	7	5	

Camerini / cameroni	7	5	
Uffici singoli	14	25	
Uffici multipli	10	25	
Infermeria	7	25	
Biglietteria	7	25	
Guardaroba	7	---	
Locale VV.F.	7	---	

5.8. Carichi interni per persone

Di seguito è indicato il carico sensibile (S.) e latente (L.) per persona, per i diversi ambienti significativi.

- Sala principale e ridotti: S. 65 W; L. 45 W
- Palcoscenico, sala prove / danza S. 110 W; L. 150 W
- Altri locali S. 65 W; L. 70 W

5.9. Carichi interni e temperature ambiente locali elettrici

	Piano	Potenza termica da dissipare	Temperatura ambiente massima
		kW	°C
Cabina MT/BT	P-2	13	26
Locale centro stella	P-2	7,7	26
Locale rack camerini	P-2	1,6	26
Locali CPSS	P-2	2	26
Locale impianti elettrici	P-2	5	26
Locale dimmer	P0	1,6 (rack torre scenica) + 7 (dimmer) = 8,6	26
Control room	P0	1,6	26
Locali tecnici regia sala principale	P0	2,5	26
Locale quadro elettrico e inverter fotovoltaico	P1	2	26
Locali regia ridotti	P1	1,6	26
Locale rack camerini P1	P1	1,6	26
Locale rack uffici P1	P1	1,6	26

5.10. Livelli sonori

Per la terminologia e le modalità di collaudo si fa riferimento alla UNI 8199:2016.

All'interno degli ambienti oggetto del presente progetto dovranno essere rispettati i sottoelencati livelli sonori di riferimento, ricavati dall'elaborato "Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi e del comfort" facente parte dei documenti di PFTE:

• Sala principale	NR 20-25
• Ridotti	NR 25-30
• Sala prove / danza	NR 30-35
• Uffici e simili	NR 30-35
• Atrio / Foyer	NR 35-40
• Altri ambienti	NR 35-40
• Tolleranze ± 2	

Verso l'esterno è da rispettare il limite di potenza sonora di 65 dB(A) in corrispondenza bocche di ingresso e uscita attestate sulle pareti esterne, come indicato nel documento "Valutazione previsionale di clima e impatto acustico" facente parte del PFTE.

Di seguito sono esposti tutti gli accorgimenti migliorativi adottati nel PE per ridurre l'impatto acustico delle apparecchiature e rispettare i valori NR sopra esposti.

Per rispettare i parametri sopra esposti, sono stati adottati i seguenti accorgimenti progettuali:

- Le canalizzazioni all'interno degli ambienti con i requisiti più stringenti sono dimensionate con basse velocità dell'aria: le canalizzazioni montanti a servizio della sala principale e i collettori posti sotto i passaggi pedonali sono dimensionate per velocità di 3 m/s circa, mentre le canalizzazioni correnti sottopavimento in corrispondenza dei plenum laterali sono dimensionate per velocità di 2 m/s e nei tratti di distribuzione ai diffusori con velocità massime di 1,6 m/s;
- I diffusori a pavimento della sala principale sono scelti con potenza sonora di 15 dB(A);
- I ventilconvettori sono del tipo con motore brushless e sono dimensionati a bassa velocità;
- Gli estrattori sono del tipo con motore EC per tarare con precisione il punto di lavoro e limitare la rumorosità;
- I condotti di scarico acque sono del tipo insonorizzato;

Le UTA sono previste con silenziatori a bordo lato presa aria ed espulsione (oltre che in mandata e ripresa, salvo alcune eccezioni per cui i silenziatori sono installati a canale per motivi di spazio); le caratteristiche specifiche dei ventilatori e dei silenziatori delle UTA per garantire il rispetto dei limiti di rumorosità sono riportati nella tavola IV432 schema UTA e fanno riferimento a unità commerciali: in fase di acquisto l'installatore provvederà alle verifiche e alla corretta selezione dei ventilatori e degli attenuatori acustici, incluso l'eventuale loro adeguamento in relazione all'effettiva componentistica scelta e all'effettivo sviluppo della rete aeraulica.

Il posizionamento delle UTA è riportato nelle tavole IV420-IV421-IV422-IV423 e i codici UTA corrispondono a quelli riportati nello schema UTA IV432.

I ventilatori e l'unità di recupero dei locali secondari sono previsti privi di silenziatori; la ditta installatrice potrà optare per ventilatori che rispettino i suddetti limiti di potenza sonora alle griglie di presa aria ed espulsione senza l'ausilio di silenziatori o adottare apparecchiature più rumorose e compensare la maggior rumorosità con l'aggiunta di silenziatori in modo da rispettare i suddetti limiti, lato ambiente interno e ambiente esterno.

5.11. Velocità dell'aria in ambiente

Si fa riferimento alla definizione di "occupied zone" riportata nella UNI EN 16798-3:2018 come porzione del locale all'interno della quale vanno verificati i parametri relativi al comfort; tale porzione è tipicamente così delimitata:

- piano orizzontale inferiore distante 0,05 m dal pavimento;
- piano orizzontale superiore distante 1,8 m dal pavimento;
- piani verticali distanti 0,5 m dalle pareti interne ed esterne;

- piani verticali distanti 1 m da porte e finestre esterne;
- distanza di 1 m da apparecchiature degli impianti HVAC.

I valori limite di velocità dell'aria nelle zone occupate devono essere conformi alla norma UNI EN 16798-1:2019.

I valori massimi di velocità dipendono da molteplici parametri, tra cui condizioni termoigrometriche ambiente, livello di abbigliamento (clo), livello di attività metabolica (met); valori tipici sono:

- In fase di riscaldamento 0,15 m/s
- In fase di raffrescamento 0,20 m/s

I valori limite per la velocità nella zona occupata sono applicabili agli spazi con stazionamento permanente di persone come le sale e gli uffici. Per altri ambienti quali atrio, foyer, camerini / cameroni, ecc, i limiti sopra possono essere superati in alcune condizioni di funzionamento, affollamento e modalità d'uso degli spazi.

Si fa altresì riferimento alla normativa di collaudo specifica UNI EN 12599:2012.

5.12. Tolleranze sulle condizioni interne di progetto

- sulle temperature $\pm 1^\circ\text{C}$
- sulle umidità relative $\pm 10\%$ U.R.
- sulle portate aria $\pm 10\%$
- sulle velocità dell'aria in ambiente $\pm 10\%$
- Per gli ingressi/uscite da/verso l'esterno e ambienti di transito i limiti di tolleranza sopra indicati possono essere superato in particolari momenti o situazioni transitorie (per frequente / prolungata aperture di porte, affollamenti elevati temporanei, ecc.).

5.13. Filtrazione dell'aria immessa

Prima di essere immessa in ambiente l'aria viene filtrata attraverso più stadi di filtrazione al fine di raggiungere le efficienze di rimozioni di particolato e ozono secondo quanto indicato dalla UNI-EN 16798-3:2018, PrEN 16798-3:2021 e per la certificazione Leed.

Tenuto conto della località, dei dati sull'inquinamento atmosferico e della destinazione d'uso dell'edificio, si considerano le seguenti classi per l'aria esterna e l'aria di mandata:

- ODA 3
- SUP 2

La soluzione adottata consiste in un doppio stadio di filtrazione, conforme a PrEN 16798:2021:

- Primo stadio: filtro a piano classe ePM10 50% secondo ISO 16890
- Secondo stadio: filtro a tasche flosce classe ePM1 85% secondo ISO 16890 e HD 85 secondo ISO 10121.

Oltre all'aria di rinnovo, si prevede la filtrazione anche dell'aria di ripresa mediante filtro classe ePM10 50% secondo ISO 16890 analogo al primo stadio sopra descritto, sia per protezione dei recuperatori rotativi, sia per garantire lo stesso grado di filtrazione previsto sull'aria esterna, nelle UTA con ricircolo.

5.14. Fluidi di alimentazione

- Acqua di falda
 - Regime di raffrescamento (presa / resa) 15 / 22 °C
 - Regime di riscaldamento (presa / resa) 15 / 8 °C
- Circuito sorgente pompa di calore per climatizzazione funzionante in riscaldamento (lato evaporatore) 13 / 7 °C

- Circuito sorgente pompa di calore per climatizzazione funzionante in raffreddamento (lato condensatore) 20 / 27 °C
- Circuito primario pompa di calore per climatizzazione funzionante in riscaldamento (lato condensatore) 45 / 38 °C
- Circuito primario pompa di calore per climatizzazione funzionante in raffreddamento (lato evaporatore) 7 / 14 °C
- circuito secondario acqua calda radiatori, ventilconvettori e UTA 44 / 38 °C
- circuito secondario acqua refrigerata ventilconvettori e UTA 8 / 14 °C
- circuito secondario acqua calda pannelli radianti a pavimento 35 / 30 °C
- circuito secondario acqua refrigerata pannelli radianti a pavimento 18 / 20 °C
- circuito sorgente pompa di calore per acqua calda sanitaria (ACS) in inverno 35 / 30 °C
- circuito sorgente pompa di calore per ACS in estate 18 / 13 °C

5.15. Centrale termofrigorifera

Il TNT non è dotato di propria centrale termofrigorifera. I fluidi termovettori sono derivati dalla centrale termo frigorifera della BCC, ubicata all'interno della BCC stessa.

La proprietà, la gestione e la manutenzione della centrale, in continuità con il PFTE, sono in capo a BCC. Si faccia riferimento alla relazione sulle interazioni con il Politecnico.

Il presente progetto comprende il potenziamento della suddetta centrale termo frigorifera, in base alle predisposizioni già stabilite dal PFTE e mantenute invariate nel presente progetto esecutivo; nei paragrafi successivi si effettua una verifica dei bilanci termofrigoriferi e delle portate di acqua di falda. Il potenziamento della centrale comprende la nuova installazione di:

- una pompa di calore reversibile che lavorerà in parallelo alle altre due pompe di calore dello stesso tipo e di pari prestazioni già previste nella centrale della BCC;
- doppie elettropompe (una in riserva per ogni coppia) per ciascun circuito primario della pompa di calore, contabilizzatori di calore e vasi di espansione, valvolame e accessori di completamento.
- un nuovo scambiatore a piastre per scambio termico con l'acqua di falda, collegato, lato primario, ai collettori principali di presa e resa acqua di falda e, lato secondario, ai circuiti primari lato condensatore ed evaporatore della nuova pompa di calore;
- valvolame, dispositivi di controllo, sistemi di regolazione automatica e accessori di completamento.

I circuiti secondari collegati alla centrale della BCC sono:

- circuito acqua calda a media temperatura (UTA, ventilconvettori, radiatori);
- circuito acqua refrigerata (UTA, ventilconvettori);
- circuito promiscuo acqua calda a bassa temperatura e acqua raffreddata dalla falda, per alimentazione pannelli radianti a pavimento e pompa di calore ACS lato sorgente.

Le temperature dei fluidi termovettori e le temperature di scambio termico con la falda sono le medesime delle altre due pompe di calore.

I circuiti secondari a servizio del teatro si derivano dai circuiti primari sopra descritti all'interno della centrale della BCC e, attraverso il cunicolo tecnico interrato, entrano nel TNT in corrispondenza della sottocentrale al piano secondo interrato.

Dato che le elettropompe di circolazione dei circuiti secondari della BCC sono dimensionati per la sola BCC, è necessario aggiungere nuove elettropompe per i circuiti secondari del TNT; dato che gli spazi disponibili nella centrale della BCC sono estremamente ridotti, tali nuove elettropompe vengono installate nella sottocentrale del TNT.

Le potenze termica e frigorifera richieste per la climatizzazione sono:

- potenza termica 700 kW
- potenza frigorifera 1400 kW.

5.15.1. Verifica potenza termica e frigorifera totali

La nuova pompa di calore, come previsto dal PFTE, è caratterizzata dalle seguenti prestazioni alle condizioni di progetto:

- potenza termica 812 kW
- potenza frigorifera 775 kW.

Il bilancio termico e frigorifero complessivo dei due edifici BCC e TNT risulta il seguente:

Potenza termica richiesta BCC: 1700 kW

Potenza termica richiesta TNT: 700 kW

Potenza termica richiesta totale: 2400 kW

Potenza termica disponibile totale: $812 \times 3 + 799 = 3215$ kW.

Potenza frigorifera richiesta BCC: 1850 kW

Potenza frigorifera richiesta TNT: 1400 kW

Potenza frigorifera richiesta totale: 3250 kW

Potenza frigorifera disponibile totale: $775 \times 3 + 753 = 3078$ kW.

Di conseguenza gli impianti complessivamente, nelle condizioni di massimo carico possono funzionare con una contemporaneità massima del $3078 / 3250 \times 100 = 94$ %.

5.15.2. Verifica della portata complessiva di acqua di falda

La somma delle portate di acqua di falda risulta:

- In funzionamento estivo: $30,3 \times 3$ (pompe di calore) + $0^{(1)}$ (polivalente) + 18,3 (pannelli radianti BCC) + 3,6 (pannelli radianti TNT) + 2,2 (pompa di calore ACS TNT) = 115 l/s
- In funzionamento invernale: $25,4 \times 3$ (pompe di calore) + 24,5 (polivalente) = 100,7 l/s.

⁽¹⁾ per l'unità in oggetto si prevede un funzionamento continuativo in modalità "polivalente" che non necessita quindi smaltimento dell'energia termica o frigorifera in eccesso sul circuito acqua di falda.

La portata emungibile complessivamente dai 4 pozzi è pari a 160 l/s.

Una parte di tale portata, pari a 54 l/s, è richiesta dagli impianti a servizio dei padiglioni 1,3,3b del Politecnico di Torino.

Ne consegue che la portata di acqua di falda disponibile per BCC e TNT è pari a $160 - 54 = 106$ l/s.

Di conseguenza gli impianti complessivamente, nelle condizioni di massimo carico possono funzionare con una contemporaneità massima del $106 / 115 \times 100 = 92$ %, che risulta il valore di contemporaneità dimensionante.

Le tubazioni dei circuiti idronici e dell'acqua di falda provenienti dalla BCC transitano nel cunicolo tecnico interrato e arrivano all'interno della sottocentrale ubicata al piano secondo interrato. Da qui si distribuiscono alle varie zone dell'edificio attraverso percorsi verticali entro appositi cavedi e percorsi orizzontali a controsoffitto dei vari piani o a vista nei locali tecnici.

5.16. Unità di trattamento aria (UTA)

Le UTA a servizio dell'edificio sono:

UTA N.	Zona servita	Ubicazione UTA	Portata aria di mandata [m3/h]
1	Camerini interrati	Sottocentrale P-2	7200
2	Palcoscenico	Retro palcoscenico piano mezzanino	20000
3	Ridotto lato BCC	Locale tecnico P2 lato BCC	4900
4	Ridotto lato via Petrarca	Locale tecnico P2 lato via Petrarca	4900
5	Sala prove	Locale tecnico P1	4400
6	Camerini piano primo	Locale tecnico P2 lato BCC	2400
7	Uffici	Locale tecnico P2 lato via Petrarca	1900
8	Sala teatro lato BCC	Locale tecnico P2 lato BCC	12750
9	Sala teatro lato BCC	Locale tecnico P2 lato BCC	12750
10	Sala teatro lato via Petrarca	Locale tecnico P2 lato via Petrarca	12750
11	Sala teatro lato via Petrarca	Locale tecnico P2 lato via Petrarca	12750
12	Foyer lato via Petrarca	Locale tecnico P2 lato via Petrarca	16400
13	Foyer lato BCC	Locale tecnico P2 lato BCC	16400

E' inoltre presente un'unità compatta di ventilazione con recupero di calore da controsoffitto, installata negli spogliatoi al P3 della zona Palcoscenico, caratterizzata da portata d'aria di mandata di 320 m3/h.

Le bocche di presa aria esterna (PAE) ed espulsione (EXP) delle UTA installate nei locali tecnici fuori terra sono realizzate a parete del locale tecnico di installazione. Quelle dell'UTA-1 installata al piano secondo interrato sono a parete del locale tecnico retro palcoscenico.

Le bocche di PAE sono distanziate dalle bocche di EXP, dai punti di espulsione fumi e dai terminali di ventilazione degli scarichi, secondo quanto previsto dallo standard Ashrae 62.1:2010, tab.5-1.

5.17. Tipologie impiantistiche

Si riportano nei paragrafi seguenti le descrizioni degli impianti di climatizzazione presenti nelle varie zone, evidenziando sinteticamente le variazioni rispetto al PFTE.

5.17.1. Camerini interrati (UTA-1)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE; le principali modifiche introdotte riguardano la riduzione della portata d'aria e la composizione dell'UTA, come sopra descritto.

L'impianto di climatizzazione è del tipo ad aria primaria e ventilconvettori a quattro tubi. Nei servizi igienici sono presenti radiatori.

È previsto il recupero di calore sull'aria espulsa con scambiatore aria/aria del tipo a flussi incrociati all'interno dell'UTA.

L'aria viene preriscaldata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata sono a vista o sopra il controsoffitto, in funzione dell'altezza disponibile. La diffusione dell'aria in ambiente avviene mediante bocchette a doppio filare di alette orientabili installate a canale o a controsoffitto; la ripresa avviene mediante griglie all'interno dei camerini / cameroni e valvole di ventilazione all'interno dei servizi igienici e locali docce.

Altri ambienti serviti dalla stessa UTA sono: depositi piano secondo interrato, locali macchinisti e attrezzisti al piano terra. Anche in tali locali sono presenti ventilconvettori per il controllo della temperatura ambiente.

Le porte dei servizi igienici sono corredate di griglie di transito.

I ventilconvettori sono del tipo a mobiletto a vista, con motori EC, installati a parete.

La temperatura ambiente nei camerini e cameroni è regolata mediante i ventilconvettori dotati di sonda di temperatura sulla ripresa, con azione, attraverso il regolatore, sulle valvole motorizzate e il ventilatore dei ventilconvettori stessi.

I servizi igienici e i locali docce sono riscaldati mediante radiatori dotati di valvola termostatica per la regolazione della temperatura ambiente.

Lo scarico della condensa viene collegato alla rete di raccolta a pavimento della sottocentrale, a sua volta collegata alla rete di scarico delle acque nere.

5.17.2. Palcoscenico (UTA-2)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE; la differenza principale riguarda la composizione dell'UTA, come sopra descritto.

L'impianto di climatizzazione è del tipo a tutt'aria mono zona.

È previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno dell'UTA.

L'UTA è a parziale ricircolo.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata sono del tipo microforato (denominate pulsori) e sono poste a quota sotto il livello della passerella perimetrale della torre scenica, lungo le pareti. Sono presenti due pulsori per un miglior effetto induttivo. È presente un plenum di distribuzione completo di serrande motorizzate per variare la distribuire l'aria nei due pulsori in funzione dello scenario di funzionamento (messa a regime, funzionamento a regime). Il pulsore principale funziona a portata costante, mentre il pulsore secondario è caratterizzato da portata variabile; nel plenum di cui sopra sono presenti serrande di regolazione della portata motorizzate; completano il sistema

una sonda di pressione differenziale posta all'interno del plenum, quadro elettrico di alimentazione, comando e regolazione automatica.

A parete della parte superiore della torre scenica, lato via Petrarca, è installato un sistema di evacuazione naturale del calore endogeno, costituito da una serranda motorizzata, una griglia di espulsione e un plenum di alloggiamento dei due componenti.

L'apertura e chiusura della serranda motorizzata può avvenire mediante comando manuale o in funzione della temperatura ambiente, secondo quanto impostato nel BMS.

La regolazione della temperatura ambiente avviene mediante la sonda di temperatura presente sulla sezione di ripresa dell'UTA, con azione, mediante la periferica dell'UTA stessa, sulle valvole motorizzate delle batterie di raffreddamento / deumidificazione e postriscaldamento.

Le due zone laterali, di minore altezza, non sono dotate di terminali di immissione aria, coerentemente con il PFTE; si considera che, grazie all'ampia superficie di comunicazione con la zona palcoscenico, siano caratterizzate da condizioni termoigrometriche ambiente e di qualità dell'aria analoghe a quelle del palcoscenico.

Nella zona laterale lato BCC, ad integrazione dell'impianto a tutt'aria, sono presenti ventilconvettori a pavimento a quattro tubi; è presente un servizio igienico, riscaldato mediante radiatore e dotato di proprio impianto di estrazione aria indipendente, con estrattore posto sopra il controsoffitto e espulsione in copertura.

Nella fossa dell'orchestra, come da PFTE, sono presenti una serie di ventilconvettori all'interno dell'intercapedine della parete curva.

5.17.3. Ridotto lato BCC (UTA-3)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE; le principali differenze riguardano la composizione dell'UTA e l'inserimento di un ventilconvettore nel locale regia, con conseguente riduzione della portata d'aria immessa e l'introduzione di sonde di CO₂ in ambiente richieste per la certificazione Leed.

L'impianto di climatizzazione è del tipo a tutt'aria monozona.

E' previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno dell'UTA.

L'UTA è a parziale ricircolo.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata e ripresa sono correnti in parte nel locale tecnico UTA e in parte a controsoffitto.

La distribuzione dell'aria di mandata avviene mediante diffusori lineari ad alta induzione; la ripresa mediante griglie.

È presente un sistema di regolazione della portata d'aria esterna in funzione della concentrazione di CO₂. È presente una sonda di CO₂ in ambiente e una sulla sezione di ripresa dell'UTA.

La portata di aria esterna viene regolata mediante modulazione delle serrande coniugate di presa aria esterna, espulsione e miscela.

La regolazione della temperatura ambiente avviene mediante la sonda di temperatura presente sulla sezione di ripresa dell'UTA, con azione, mediante la periferica dell'UTA stessa, sulle valvole motorizzate delle batterie di raffreddamento / deumidificazione e postriscaldamento.

Il locale regia è servito da una diramazione dalla canalizzazione di mandata, così come i due disimpegni di accesso. La regolazione della temperatura nel locale regia avviene mediante un ventilconvettore.

5.17.4. Ridotto lato via Petrarca (UTA-4)

L'impianto è del tutto analogo a quello sopra descritto per il ridotto lato BCC.

5.17.5. Sala prove (UTA-5)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE, ad eccezione della composizione dell'UTA, come sopra descritto.

L'impianto di climatizzazione è del tipo a tutt'aria mono zona.

E' previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno dell'UTA.

L'UTA è a parziale ricircolo.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata e ripresa sono correnti in parte nel locale tecnico UTA e in parte a controsoffitto.

La distribuzione dell'aria di mandata avviene mediante diffusori lineari ad alta induzione; analoghi diffusori sono impiegati per la ripresa.

È presente un sistema di regolazione della portata d'aria esterna in funzione della concentrazione di CO₂. E' presente una sonda di CO₂ sulla sezione di ripresa dell'UTA.

La portata di aria esterna viene regolata mediante modulazione delle serrande coniugate di presa aria esterna, espulsione e miscela.

La regolazione della temperatura ambiente avviene mediante la sonda di temperatura presente sulla sezione di ripresa dell'UTA, con azione, mediante la periferica dell'UTA stessa, sulle valvole motorizzate delle batterie di raffreddamento / deumidificazione e postriscaldamento.

5.17.6. Camerini piano primo (UTA-6)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE; le principali modifiche introdotte riguardano la riduzione della portata d'aria e la composizione dell'UTA, come sopra descritto.

L'impianto di climatizzazione è del tipo ad aria primaria e ventilconvettori a quattro tubi. Nei servizi igienici sono presenti radiatori.

È previsto il recupero di calore sull'aria espulsa con scambiatore aria/aria del tipo a flussi incrociati all'interno dell'UTA.

L'aria viene preriscaldata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata sono correnti sopra il controsoffitto. La diffusione dell'aria in ambiente avviene mediante bocchette a doppio filare di alette orientabili installate a parete; la ripresa avviene mediante griglie all'interno dei camerini e valvole di ventilazione all'interno dei servizi igienici e locali docce.

Le porte dei servizi igienici sono corredate di griglie di transito.

I ventilconvettori sono del tipo a mobiletto a vista, con motori EC, installati a parete.

La temperatura ambiente nei camerini e cameroni è regolata mediante i ventilconvettori dotati di sonda di temperatura sulla ripresa, con azione, attraverso il regolatore, sulle valvole motorizzate e il ventilatore dei ventilconvettori stessi.

I servizi igienici e i locali docce sono riscaldati mediante radiatori dotati di valvola termostatica per la regolazione della temperatura ambiente.

La stessa UTA serve anche alcuni locali al piano terra caratterizzati da impianto ad aria primaria e terminali; in tali locali la temperatura ambiente è regolata mediante pannelli radianti a pavimento o ventilconvettori.

Lo scarico della condensa viene collegato alla rete di raccolta delle acque nere; ove possibile il collegamento avviene in corrispondenza dei sifoni dei lavabi dei servizi igienici.

5.17.7. Uffici piano primo (UTA-7)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE; le principali modifiche introdotte riguardano la riduzione della portata d'aria e la composizione dell'UTA, come sopra descritto.

L'impianto di climatizzazione è del tipo ad aria primaria e ventilconvettori a quattro tubi.

E' previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno dell'UTA.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata sono correnti sopra il controsoffitto. La diffusione dell'aria in ambiente avviene mediante diffusori lineari ad alta induzione installati a parete; analoghi diffusori sono utilizzati per la ripresa.

I ventilconvettori sono del tipo a mobiletto a vista, con motori EC, installati a parete.

La temperatura ambiente è regolata mediante i ventilconvettori dotati di sonda di temperatura sulla ripresa, con azione, attraverso il regolatore, sulle valvole motorizzate e il ventilatore dei ventilconvettori stessi. La stessa UTA serve anche alcuni locali al piano terra caratterizzati da impianto ad aria primaria e terminali; in tali locali la temperatura ambiente è regolata mediante pannelli radianti a pavimento o ventilconvettori.

Lo scarico della condensa viene collegato alla rete di raccolta delle acque nere; ove possibile il collegamento avviene in corrispondenza dei sifoni dei lavai dei servizi igienici.

I servizi igienici degli uffici sono riscaldati mediante radiatori e dotati di proprio sistema di estrazione aria indipendente con espulsione sopra la copertura.

5.17.8. Sala principale (UTA 8-9-10-11)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE, ad eccezione della composizione dell'UTA, come sopra descritto, e l'introduzione di sonde di CO2 in ambiente richieste per la certificazione Leed. Viene inoltre ottimizzata la rete aeraulica di distribuzione sotto pavimento.

L'impianto di climatizzazione è del tipo a tutt'aria mono zona, suddiviso su n.4 UTA.

È previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno dell'UTA.

Le UTA sono a parziale ricircolo.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata sono correnti in parte all'interno delle contropareti (canali verticali) e principalmente sotto il pavimento della sala.

La soluzione distributiva adottata per le canalizzazioni sotto il pavimento è stata coordinata con i progettisti strutturali e architettonici al fine di ottimizzare gli aspetti realizzativi e manutentivi.

Lungo i percorsi lato BCC e via Petrarca sono presenti le canalizzazioni principali di mandata sotto pavimento; da queste si staccano una serie di canalizzazioni secondarie con funzione di plenum, posate sotto le gradonate in senso trasversale, fino alla mezzera della sala: sotto ad ogni gradone è presente una canalizzazione sulla quale sono installati i diffusori a pavimento in quantità di uno per ogni seduta circa. I muretti che sostengono la pavimentazione sono gettati in opera prevedendo un apposito spazio libero per la posa e l'appoggio delle canalizzazioni trasversali.

Sono previste alcune aperture di ispezione per permettere la pulizia periodica delle canalizzazioni.

Le canalizzazioni trasversali sono dimensionate a bassa velocità (2 m/s circa nel tratto iniziale); i diffusori a pavimento sono caratterizzate da perdita di carico di circa 20 Pa e potenza sonora di circa 15 dB(A); con tale configurazione le portate dei vari diffusori collegati allo stesso plenum possono variare del +/- 5% circa rispetto al valore di progetto; non si rende quindi necessaria la serranda di taratura nel cestello; sono previste serrande di taratura nel tratto iniziale di ogni condotto trasversale. Dato che si tratta di una installazione particolare, come di seguito descritto, la ditta fornitrice dei diffusori deve effettuare dei test di laboratorio per confermare quanto sopra in condizioni analoghe a quelle di progetto.

La distribuzione dell'aria di mandata avviene mediante diffusori circolari a pavimento ad alta induzione, installati in prossimità delle poltrone. I diffusori sono installati su un cilindro di diametro 300 mm, collegato al condotto sottostante, e opportunamente sagomato in sommità in modo da alloggiare l'anello porta diffusore con relativa guarnizione.

La modalità di installazione deve essere strettamente coordinata con le opere civili e strutturali, in funzione della tipologia di struttura che verrà adottata per la platea.

La ripresa dell'aria avviene mediante griglie a soffitto installate direttamente sulle canalizzazioni. Il sistema di ripresa dell'aria è a doppia funzione: climatizzazione ed estrazione fumi.

Il controsoffitto presenta dei risvolti dotati di aperture dalle caratteristiche dimensionali e costruttive idonee al transito delle portate d'aria e fumi previste in progetto.

Le finiture delle superfici a contatto con l'aria di ripresa devono essere opportunamente trattate per evitare il rilascio di polveri, fibre o altre impurità.

I canali di ripresa sono del tipo certificato per estrazione fumi; essi sono del tipo a comparto singolo all'interno della sala, e del tipo per comparti multipli nel vano tecnico di installazione delle UTA. I canali per comparto singolo sono in lamiera di acciaio zincato; quelli per comparti

multipli sono in lastre in silicato di calcio trattate internamente mediante idoneo rivestimento protettivo per evitare il rilascio di polveri, fibre o altre impurità.

Completano il sistema di ripresa gli estrattori dei fumi e le serrande di controllo fumi preposte a commutare il funzionamento dell'impianto tra le due funzioni di climatizzazione ed estrazione fumi in caso di incendio. Le griglie di ripresa sono idonee per aspirazione fumi.

Sono presenti n.2 coppie di estrattori per fumi (un estrattore in riserva per ogni coppia), una per ogni locale tecnico in copertura (lato BCC e lato Via Petrarca).

L'afflusso dell'aria di riscontro avviene in modo naturale, mediante apertura delle porte della sala verso il foyer e delle porte di quest'ultimo verso l'esterno.

È presente un sistema di regolazione della portata d'aria esterna in funzione della concentrazione di CO₂. Sono presenti n.4 sonde di CO₂ in ambiente e una sulla sezione di ripresa di ogni UTA. La portata di aria esterna viene regolata mediante modulazione delle serrande coniugate di presa aria esterna, espulsione e miscela.

La regolazione della temperatura ambiente avviene mediante n.4 sonde di temperatura ambiente con azione, mediante la periferica delle UTA, sulle valvole motorizzate delle batterie di raffreddamento / deumidificazione e postriscaldamento.

La sala regia della sala principale è climatizzata mediante impianto ad aria primaria, collegato all'UTA degli uffici al piano primo, e un ventilconvettore.

5.17.9. Foyer (UTA 12-13)

L'impianto è analogo a quello previsto nel PFTE, ad eccezione della composizione dell'UTA, come sopra descritto, e l'introduzione di sonde di CO₂ in ambiente richieste per la certificazione Leed. Altra ottimizzazione rispetto al PFTE riguarda l'introduzione di estrattori indipendenti per i servizi igienici.

L'impianto di climatizzazione è di tipo misto: tutt'aria, suddiviso su n.2 UTA e impianto di riscaldamento e raffrescamento sensibile mediante pannelli radianti a pavimento installati al piano.

È previsto il recupero di calore sia sensibile che latente sull'aria espulsa mediante recuperatore rotativo ad adsorbimento all'interno delle UTA.

Le UTA sono a parziale ricircolo.

L'aria viene preriscaldata e leggermente umidificata mediante il recuperatore e post-riscaldata fino alla temperatura di immissione in inverno; l'aria viene preraffreddata e deumidificata mediante il recuperatore, raffreddata / deumidificata mediante la batteria ad acqua refrigerata e postriscaldata mediante la batteria di postriscaldamento, in estate.

La temperatura di saturazione a valle della batteria di raffreddamento è regolata in relazione alle condizioni medie di umidità ambiente rilevate sulla ripresa dell'aria.

Le canalizzazioni di mandata e ripresa sono correnti in parte nel locale tecnico UTA e in parte all'interno di contropareti.

La distribuzione dell'aria di mandata avviene mediante diverse tipologie di diffusori nelle varie zone:

- Diffusori lineari ad alta induzione per lunghe gittate, orientabili verticalmente, installati sulla veletta di separazione tra la zona atrio d'ingresso e la zona foyer; tali diffusori sono installati in due file, una rivolta verso l'ingresso e l'altra verso la sala principale;
- Diffusori a lineari installati a controsoffitto in corrispondenza dell'elemento architettonico previsto per mascherare le travi ribassate esistenti.

La ripresa avviene al piano terra mediante n.2 griglie a parete, in prossimità del pavimento, poste ai lati dell'ingresso e altre griglie a controsoffitto in prossimità sulla parete di separazione tra il foyer e la sala principale.

Sono presenti, inoltre, altri punti di mandata dell'aria nelle zone laterale del foyer, sia al piano primo che al piano terra.

È presente un sistema di regolazione della portata d'aria esterna in funzione della concentrazione di CO₂. Sono presenti n.4 sonde di CO₂ in ambiente e una sulla sezione di ripresa di ogni UTA.

La portata di aria esterna viene regolata mediante modulazione delle serrande coniugate di presa aria esterna, espulsione e miscela.

L'impianto a pannelli radianti a pavimento è presente nell'atrio e foyer al piano terra, oltre che in altri locali al piano terra funzionalmente connessi al foyer.

Sono presenti varie sottocentraline, ossia gruppi di collettori di distribuzione completi elettrocircolatore e di sistema di regolazione della temperatura di mandata.

La regolazione della temperatura ambiente avviene in modo diverso per i vari locali:

- Nell'atrio e foyer, regolazione della temperatura in cascata mediante i pannelli radianti a pavimento e l'aria immessa dalle UTA. I pannelli radianti forniscono la climatizzazione di base, mentre l'aria immessa dalle UTA funge da integrazione; i collettori che servono unicamente zone dell'atrio e del foyer sono privi di servocomandi elettrotermici; la regolazione della temperatura di mandata delle singole sottocentraline avviene in funzione della temperatura rilevate dalle sonde in ambiente; i valori di temperatura di tali zone vengono acquisiti dal sistema BMS che li elabora e stabilisce la temperatura di mandata delle UTA, agendo sulle valvole motorizzate delle batterie di raffreddamento / deumidificazione e postriscaldamento.
- Nei locali chiusi, regolazione della temperatura ambiente mediante i pannelli radianti a pavimento e, solo nel caso della biglietteria, di un ventilconvettore di integrazione; i collettori sono corredati di servocomandi elettrotermici; la sonda di temperatura ambiente presente in ogni locale, attraverso il regolatore, agisce in modo modulante sui comandi elettrotermici, facendo modulare la portata d'acqua.

Il rischio di condensa sul pavimento radiante in fase di raffrescamento è controllato mediante sonde di umidità relativa ambiente poste in prossimità delle sonde di temperatura. Il sistema di regolazione automatica elabora i valori di temperatura e umidità relativa ambiente e della temperatura di mandata, e, in caso di rischio di condensa, arresta la circolazione dell'acqua nella zona interessata, o, nel caso l'anomalia venga riscontrata in un locale chiuso, facendo chiudere i servocomandi elettrotermici relativi a quel locale, generando in entrambi i casi un segnale di allarme al BMS.

I servizi igienici del foyer sono riscaldati mediante radiatori e dotati di proprio sistema di estrazione aria indipendente con espulsione sopra la copertura.

5.18. Raffrescamento locali tecnici

I locali tecnici sono raffrescati mediante ventilconvettori a due tubi per solo raffrescamento e, nei casi di potenza termica richiesta dai 5 kW circa, mediante condizionatori ad armadio alimentati ad acqua refrigerata.

Le tubazioni di alimentazione di ciascun terminale, al di fuori del locale servito, sono corredate di elettrovalvole preposte all'intercettazione del flusso d'acqua in caso di allarme allagamento rilevato da apposita sonda posta a pavimento di ciascuno locale.

La temperatura ambiente, nel caso di ventilconvettori, è regolata mediante la sonda in ripresa, con azione, mediante il regolatore, sulla valvola a due vie motorizzata e sul ventilatore; nel caso

di condizionatori ad armadio, mediante il sistema di regolazione a bordo del condizionatore stesso, completo di sonda di temperatura e valvola a due vie motorizzata.

I locali contenenti batterie sono caratterizzati da impianto di estrazione aria indipendente, previsto per funzionamento continuo.

Lo scarico della condensa dei ventilconvettori e dei condizionatori ad armadio viene collegato alla rete di raccolta delle acque nere; ove possibile il collegamento avviene in corrispondenza dei sifoni dei lavai dei servizi igienici.

5.19. Impianto centrale antincendio

La centrale antincendio è provvista di aerotermo elettrico per evitare che la temperatura scenda sotto i 10 °C circa.

5.20. Locale rifiuti

Il locale rifiuti presente al piano terra, con accesso diretto da via Petrarca, è dotato di estrattore dedicato con espulsione sopra la copertura del corpo di fabbrica lato est.

5.21. Estrazione fumi

Come descritto nei precedenti paragrafi, sono presenti i seguenti impianti di estrazione fumi:

- locali tecnici e depositi ai piani interrati;
- sala principale;
- torre scenica.

L'impianto a servizio dei locali tecnici e depositi ai piani interrati, diversamente da quanto previsto nel PFTE, è separato dagli impianti di climatizzazione; sia per evitare complicazioni impiantistiche atte a bilanciare le portate d'aria dell'impianto di climatizzazione, con conseguente introduzione di ulteriori serrande motorizzate di controllo fumo e dispositivi di bilanciamento, sia per ottimizzare e rendere omogenei i sistemi di raffreddamento dei locali tecnici, tutti caratterizzati da apparecchiature idroniche.

L'impianto è dimensionato secondo la norma UNI 9494-2 Appendice H; dato che tutti i locali hanno superficie inferiore a 300 m², si considera la portata di estrazione corrispondente alla superficie di 300 m² cioè 11000 m³/h; la portata volumetrica di immissione è inferiore a quella di estrazione in quanto l'aria di compenso è caratterizzata da temperatura inferiore ai fumi estratti; tali criteri di dimensionamento sono conformi al PFTE.

I ventilatori di immissione ed estrazione sono ubicati nei locali tecnici nella zona dietro il palcoscenico; i punti di espulsione fumi e presa aria sono realizzati a parete lato est, opportunamente distanziate reciprocamente e dagli altri punti di presa aria ed espulsione aria e fumi.

La torre scenica è dotata di un sistema misto, come previsto dal progetto di prevenzione incendi; l'estrazione fumi è di tipo naturale, realizzata mediante una serie di evacuatori di fumo e calore ubicati sopra la copertura della torre scenica stessa; il sistema è incluso in altra sezione di progetto.

Il sistema di immissione dell'aria di riscontro è di tipo forzato, mediante canalizzazione con griglie di mandata in prossimità del pavimento; i ventilatori di immissione (uno in riserva all'altro) sono ubicati sulla copertura piana sopra del corpo di fabbrica lato est.

La sala principale è dotata di impianto di estrazione fumi a doppia funzione e immissione aria di riscontro naturale; per maggiori dettagli si rimanda a quanto descritto relativamente agli impianti di climatizzazione.

5.22. Pressurizzazione filtri a prova di fumo

Sono presenti n.14 sistemi di pressurizzazione filtri a prova di fumo, in conformità al progetto di prevenzione incendi. Essi sono dimensionati a porte chiuse.

I filtri antincendio da pressurizzare sono dotati di specifici sistemi di ventilazione composti da un canale aria esterna e un'unità ventilante da posizionare nel filtro. L'unità ventilante è completa di pannello di controllo e sensore di pressione differenziale. La canalizzazione è del tipo EI120

Trattandosi di filtri a prova di fumo previsti con riferimento al DM 19.08.1996, il riferimento sono le previsioni di cui al DM 30.11.83 e non la norma UNI EN 12101-13, come da indicazioni della pratica di prevenzione incendi a nome di professionista abilitato.

Le prese aria esterna degli impianti di pressurizzazione non sono quindi posizionate in conformità alla UNI EN 12101-13 (non a livello del terreno, non rispettando le distanze consigliate dalle aperture dell'edificio, né a livello copertura o in facciata con sdoppiamento dei punti di presa su esposizioni contrapposte), ma attestata su pareti esterne come da PFTE, con un singolo punto di aspirazione per ogni filtro.

5.23. Livelli di CO2

Negli ambienti con affollamento maggiore di 0,4 pp / m2 è prevista la demand control ventilation come richiesto dal protocollo Leed, ovvero modulazione della quantità d'aria esterna in base al rilevamento dei sensori CO2 posizionati all'interno degli spazi controllati.

Negli spazi con affollamento tra 0,25 e 0,4 persone / m2, il BMS genera un allarme quando la concentrazione di CO2 supera per più del 10% il valore di set point, come richiesto dal protocollo Leed.

5.24. Contabilizzatori dell'energia termica

Sono previsti contabilizzatori di energia termica per i seguenti sistemi:

- sulle tubazioni dei circuiti secondari provenienti dalla centrale della BCC: circuito acqua calda, circuito acqua refrigerata, circuito promiscuo pannelli radianti;
- sul circuito sorgente della pompa di calore per acqua calda sanitaria;
- sul circuito utenza della pompa di calore per acqua calda sanitaria;

I dati sui consumi e i valori istantanei di portate e temperature sono resi disponibili al sistema BMS.

5.25. Sistemi di sfioro della portata minima

Nei circuiti acqua calda e refrigerata, una delle UTA è dotata di valvole di regolazione a tre vie anziché a due vie.

Nel circuito pannelli radianti a pavimento, due sottocentraline sono corredate di valvola di by-pass tarabile tra mandata e ritorno, a monte dei collettori.

5.26. Reti fluidi

5.26.1. Tubazioni

Le reti sono in genere in acciaio nero con giunzioni saldate o filettate in base al diametro e per tutte le tubazioni è prevista la verniciatura antiruggine.

Fanno eccezione le tubazioni dell'acqua di falda, realizzate in acciaio inox AISI 316.

Gli staffaggi sono di tipo prefabbricato zincati bullonati in generale e di tipo da realizzarsi in opera saldati e verniciati per quelli maggiori.

5.26.2. Percorsi tubazioni

Le distribuzioni generali di distribuzione dei fluidi termovettori a partire dalla sottocentrale di pompaggio sino alle utenze, sono previste a vista all'interno della sottocentrale, all'interno di appositi cavedi tecnici per i percorsi verticali e generalmente sopra i controsoffitti per le distribuzioni orizzontali ai piani.

Tutte le reti dei fluidi termovettori sono posate in modo tale da consentire le corrette dilatazioni delle tubazioni in particolare nei cavedi principali, considerando eventualmente dove necessario l'installazione di giunti di dilatazione in acciaio inox (tale onere deve essere compreso nel prezzo del tubo).

5.27. Canali

I canali dell'aria sono in genere in lamiera di acciaio zincata con isolamento dove previsto.

Per tutti gli staffaggi è in genere previsto l'utilizzo di profili zincati.

I canali da impiegare negli impianti di estrazione fumi sono in lamiera di acciaio zincata, per i condotti per comparto singolo, e in silicato di calcio, per i condotti per comparti multipli.

I condotti per comparti multipli a doppia funzione, come sopra descritto per la sala principale, devono essere idonei all'impiego in impianti aeraulici anche a parziale ricircolo; devono quindi essere realizzati e installati in modo da evitare il rilascio di polveri, fibre o altre impurità e devono essere corredati di certificazioni che ne attestino l'igienicità, come la certificazione VDI 6022, foglio 1 o equivalente, eventualmente; le suddette caratteristiche di igiene certificate possono essere ottenute mediante l'impiego di trattamento superficiale interno con appositi impregnanti o simili, applicati in fabbrica ed eventualmente ripristinabili in fase di installazione, ove necessario.

5.27.1. Percorsi canali

Le distribuzioni dei canali per la climatizzazione sono a vista all'interno dei locali di installazione delle UTA e, per i percorsi verticali, principalmente all'interno di cavedi tecnici o contropareti.

Ai piani, la distribuzione è generalmente sopra il controsoffitto (in alcuni locali ai piani interrati la distribuzione è a vista).

5.28. Isolamento termico di tubazioni

TUBAZIONI ACQUA CALDA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm

Nelle centrali, in cunicolo e in locali non riscaldati.	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	30 40 50 60
Nei cavedi interni all'edificio	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	sino a DN 32 da DN 40 in poi	30 40
Nei locali riscaldati in vista	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	sino a DN 32 da DN 40 a DN 250	30 40
Nei locali riscaldati in controsoffitto, contropareti, in traccia a parete e sottopavimento	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	sino a DN 32 da DN 40 a DN 250	30 40

TUBAZIONI ACQUA REFRIGERATA E ACQUA CON INVERSIONE STAGIONALE			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
Nelle centrali, in cunicolo e in locali non riscaldati.	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; (finitura in lamierino di alluminio)	sino a DN 40 da DN 50 in poi	32 50
Nei cavedi interni all'edificio	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse;	sino a DN 20 da DN 25 a DN150 da DN 200 a DN 250	19 32 40
Nei locali riscaldati in vista	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; (finitura in lamierino di alluminio)	sino a DN 20 da DN 25 a DN150 da DN 200 a DN 250	19 25 40
Nei locali riscaldati in controsoffitto, contropareti, in traccia a parete e sottopavimento	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse	sino a DN 20 da DN 25 a DN150 da DN 200 a DN 250	19 25 40

TUBAZIONI ACQUA DI FALDA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
Nelle centrali, in cunicolo e in locali non riscaldati	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; (finitura in lamierino di alluminio)	sino a DN 40 da DN 50 in poi	13 25
Nei cavedi interni all'edificio	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse;	sino a DN 40 da DN 50 a DN 250	13 25
Nei locali riscaldati in vista	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; (finitura in lamierino di alluminio)	per tutti i diametri fino a DN 250	13
Nei locali riscaldati in controsoffitto, contropareti, in traccia a parete e sottopavimento	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse	per tutti i diametri fino a DN 250	13

5.29. Isolamento di canali per aria

CANALI DI MANDATA		
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Spessore in mm
Nelle centrali, in locali non riscaldati.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata;	30 50 nei locali sottotetto
Nei cavedi interni all'edificio.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	30
Nei locali riscaldati in vista, in controsoffitto, contropareti.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	30
Sotto il pavimento della sala principale	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	30

CANALI DI RIPRESA (A MONTE DEI RECUPERATORI DI CALORE)

Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Spessore in mm
Nelle centrali, in locali non riscaldati.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	30 50 nei locali sottotetto
Nei cavedi interni all'edificio.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	30
Nei locali riscaldati in vista, in controsoffitto, contropareti.	Nessun isolamento	---

CANALI DI ESTRAZIONE IN GENERE SENZA RECUPERO DI CALORE (WC, LOCALI BATTERIE, LOCALI RSU)

Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Spessore in mm
All'esterno, nelle centrali e in locali non riscaldati, nei cavedi, nei locali riscaldati.	Nessun isolamento	---

CANALI DI PRESA ARIA ESTERNA E DI ESPULSIONE (A VALLE DEI RECUPERATORI DELLE UTA)

Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Spessore in mm
All'esterno	Impermeabilizzazione	---
Nelle centrali, in locali non riscaldati.	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata per prese aria esterna; nessun isolamento per espulsione aria	30
Nei cavedi interni, a controsoffitto o a vista dei locali riscaldati	Lana minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata per prese aria esterna	60 presa aria esterna 30 espulsione aria

5.30. Protezione antigelo tubazioni impianti di climatizzazione, idricosanitari e antincendio

In generale per le tubazioni acqua calda e refrigerata posate nei locali tecnici in copertura è prevista l'azionamento in automatico delle pompe di circolazione e l'apertura al 10/20% delle valvole di regolazione per garantire la movimentazione dell'acqua al raggiungimento di prefissate condizioni minime esterne.

5.31. Logiche di regolazione

5.31.1. Centrale termofrigorifera

Si rimanda al progetto esecutivo della BCC.

5.31.2. Sottocentrale

I circuiti acqua calda e refrigerata sono del tipo a portata variabile grazie all'impiego di elettropompe con inverter e valvole a due vie sui terminali; non sono presenti sistemi di regolazione della temperatura di mandata, che pertanto dipende da quella dei circuiti primari e dai rapporti delle portate dei circuiti primari e secondari.

Le elettropompe di circolazione sono previste in gruppi di due per ogni circuito; una elettropompa per ogni circuito è sempre in riserva. Il sistema BMS alterna il funzionamento delle elettropompe, in modo da uniformarne l'usura e limitare i rischi di bloccaggio per prolungata inattività.

Il circuito promiscuo pannelli radianti a pavimento proveniente dalla BCC si chiude sui collettori in sottocentrale, dai quali si originano i due circuiti terziari: circuito sorgente della pompa di calore per ACS circuito pannelli radianti a pavimento del TNT.

La temperatura di mandata del circuito proveniente dalla BCC è regolata nella centrale della BCC stessa, a 35°C d'inverno e mezze stagioni e 18°C d'estate (vedasi relazione progetto esecutivo BCC). Nella sottocentrale non è previsto alcun sistema di regolazione della temperatura di mandata dei due nuovi circuiti, che pertanto si attesta sui valori sopra indicati.

I circuiti secondari e il circuito terziario pannelli radianti a pavimento sono a portata variabile. La regolazione della portata avviene attraverso sonde di pressione differenziale in abbinamento a valvole motorizzate a due vie sui terminali.

Centrale idrica – produzione di acqua calda sanitaria

La produzione di acqua calda sanitaria è affidata a una pompa di calore acqua-acqua corredata di coppia di elettropompe lato sorgente e lato utenza.

Il circuito utenza alimenta lo scambiatore interno del bollitore ad accumulo dell'ACS.

L'attivazione delle pompe di calore, delle relative elettropompe primarie e delle elettropompe lato ACS avviene mediante il proprio sistema a bordo, in funzione della temperatura nel bollitore.

La pompa di calore comunica con il sistema di supervisione.

Tutte le apparecchiature sopra descritte sono collegate al sistema di automazione, fornendo parametri di funzionamento, stati e allarmi, e ricevendo comandi e parametri di setpoint.

Tutte le coppie/ gruppi di elettropompe relative allo stesso circuito, oltre a quanto sopra descritto, sono gestite secondo i criteri dell'alternanza e del soccorso, in caso di avaria di una di esse.

5.31.3. Regolazione UTA

Note generali

La regolazione automatica è del tipo elettronico a microprocessore. Tutte le apparecchiature in campo a servizio dell'unità di trattamento aria fanno capo ad una unità DDC, installata all'interno del quadro elettrico di centrale, per la regolazione e l'interfacciamento con il sistema di

supervisione centralizzato.

L'avviamento dell'unità di trattamento aria è consentito, in genere, previa verifica dei seguenti segnali (elenco esemplificativo e non esaustivo):

selettore locale/remoto del ventilatore di mandata e del ventilatore di ripresa in posizione remoto;

consenso orario all'avviamento;

assenza dell'allarme antigelo segnalata dal termostato (contatto aperto su periferica);

assenza di segnale scattato termico dei ventilatori;

assenza del segnale di avaria eventuale inverter.

All'avvio, a macchina ferma, il BMS fornisce il comando di apertura delle serrande sui canali di presa aria esterna ed espulsione, le quali sono dotate di ritorno a molla, e di quelle sui canali di mandata e ripresa delle UTA collegate in parallelo (UTA 9-10 e UTA 11-12 a servizio della sala principale)

I microinterruttori di fine corsa delle serrande abilitano il comando di marcia degli inverter dei ventilatori con interblocco fisico diretto.

Il termostato antigelo agisce elettricamente direttamente sul consenso all'avvio del ventilatore creando un ulteriore interblocco fisico diretto.

Viene normalmente avviato il ventilatore di mandata e successivamente quello di estrazione.

Al verificarsi di una condizione di anomalia i ventilatori vengono arrestati e si chiudono, a macchina ferma, le serrande sulla presa di aria esterna e sull'espulsione.

All'avviamento della macchina lo stato di funzionamento del ventilatore di mandata abilita la regolazione. Normalmente a macchina ferma gli attuatori restano in posizione di chiusura.

La gestione tipica degli allarmi è la seguente:

Tipo di allarme	Azioni
Scattato termostato antigelo	Arresto dei ventilatori. Chiusura della serranda aria esterna. Il successivo riavvio avviene manualmente. Per ulteriori dettagli vedasi quanto riportato nell'elaborato relativo agli schemi delle UTA.
Mancanza stato ventilatori dopo un tempo di ritardo (circa 30") dal comando di avvio del ventilatore.	Segnalazione allarme + commutazione su eventuale ventilatore di riserva.
Mancanza di stato dei ventilatori da pressostato differenziale sulla testata ventilante.	Segnalazione allarme + commutazione su eventuale ventilatore di riserva.
Avaria inverter	Arresto UTA o commutazione su eventuale ventilatore di riserva.
Filtri intasati.	Solo segnalazione.
Scattato rivelatore ottico di fumo	Segnalazione al sistema di rivelazione incendi che provvede all'arresto delle testate ventilanti.

Logiche di regolazione automatica singole UTA e ventilatori.

Le logiche di regolazione automatica delle singole UTA sono descritte sugli elaborati grafici.

Logiche di regolazione automatica elementi in campo.

Le logiche di regolazione automatica degli elementi in campo sono descritte sugli elaborati grafici.

5.32. Sonde e pannelli di regolazione in ambiente

Sono previste sonde di temperatura, umidità relativa, CO₂ distribuite nell'edificio come di seguito riassunto.

- Sonde di temperatura ambiente: Sala principale, ridotti, atrio, foyer, sala prove, palcoscenico, centrale antincendio;
- Sonde di umidità relativa ambiente: atrio, foyer, altri locali con pannelli radianti a pavimento;
- Sonde di CO₂: Sala principale, ridotti, atrio, foyer.

5.33. Monitoraggio della qualità dell'aria

5.33.1. Portata di aria esterna

Nelle UTA a parziale ricircolo (palcoscenico, ridotti, sala prove, sala principale, foyer), è previsto un sistema di misura della portata d'aria esterna mediante griglia di Wilson o altro sistema equivalente, posto sulla relativa canalizzazione. Il sistema di misura, comprensivo della griglia e del trasmettitore di pressione, per prescrizione LEED V.4, deve avere una precisione del +/- 10% rispetto alla minima portata d'aria esterna di progetto. Le misure devono essere acquisite dal sistema di supervisione che deve generare un allarme se la portata d'aria esterna si scosta di +/- 15% dal valore di progetto.

Le altre UTA, a tutt'aria esterna, sono corredate di sistema di misura della portata di mandata integrato nei ventilatori, con uscita per il sistema BMS.

5.33.2. Livello di CO₂

Sono previste sonde di CO₂ nei locali con elevata densità di persone (>0,25 pp/mq) installate a parete in ambiente negli spazi climatizzati, ad un'altezza da pavimento compresa tra 900 e 1800 mm; esse sono incluse nei pannelli PA oppure singole. Le misure devono essere acquisite dal sistema di supervisione che deve generare un allarme se il valore della concentrazione di CO₂ supera del 10% o più il valore di setpoint.

Negli ambienti con densità maggiore di 0,4 pp/mq è prevista in aggiunta anche la demand control ventilation ovvero modulazione della quantità d'aria esterna in base al rilevamento della sonda di CO₂.

6. IMPIANTI IDRICO SANITARI

6.1. Dati tecnici di riferimento

Dati tecnici ricavati principalmente dalla normativa UNI 9182-2014.

6.2. Impianti di adduzione

Prescrizioni per gli allacciamenti degli utilizzatori idricosanitari

	Portate minime 2 unitarie (l/s)	Pressioni minime (kPa)	Pressioni massima (kPa)	Diametri minimi (F+C)
Lavabi	0,10 ¹	100	500	(F+C = DN15)
Vasi a cassetta	0,10 ²	100	500	(F = DN15)
Docce	0,15 ²	100	500	(F+C = DN15)
Idrantino di lavaggio (DN 15)	0,40	100	500	(F= DN15)

Legenda: F = acqua fredda; C = acqua calda

- 1: Per i lavabi, la portata massima deve essere limitata mediante aeratori ed elementi rompigitto, al fine del perseguimento della Certificazione LEED, a 1,9 l/min;
- 2: per i vasi, ai fini del perseguimento della certificazione LEED, le cassette di risciacquo ed i relativi vasi devono avere le seguenti caratteristiche: 3/6 litri/cacciata (doppia cacciata);
- 3: Per le docce la portata massima deve essere limitata, al fine del perseguimento della Certificazione LEED, ai seguenti valori: 5,7 l/min.

Criteri di dimensionamento delle reti idriche di adduzione

Unità di carico - UNI 9182			
	Acqua fredda	Acqua calda	Totale (F+C)
Lavabi	1,5	1,5	2,0
Vasi a cassetta	5,0	---	5,0
Docce	3,0	3,0	4,0
Idrantino di lavaggio (DN 15)	4,0	---	4,0
Calcolo delle portate e dimensionamento eseguito in conformità alla UNI 9182.			
Velocità massime conformi alla UNI 9182.			

6.3. Impianti di scarico

Prescrizioni per gli allacciamenti degli utilizzatori idricosanitari

	Diametro minimo (mm)
Lavabi	40
Docce	50
Vaso a cassetta	110
Piletta di scarico sifonata a pavimento servizi sanitari	63
Piletta di scarico sifonata a pavimento della sottocentrale	100

Criteri di dimensionamento delle reti di scarico

	Unità di scarico
Lavabi	0,5
Docce	0,6
Vaso a cassetta	2,5
Piletta di scarico a pavimento servizi sanitari	0,8
Piletta di scarico a pavimento delle centrali tecnologiche / autorimesse	2,0
Calcolo delle portate e dimensionamento eseguito in conformità alla UNI EN 12056-2:2001.	

6.4. Impianti di smaltimento acque meteoriche

Si considera il valore di intensità di precipitazione indicato nella relazione di calcolo di PFTE, pari a 0,084 l/s/m², dato dall'intensità di pioggia di 0,056 l/s/m² a cui è applicato un coefficiente di rischio di 1,5; si è verificato che tale valore di intensità di pioggia è coincidente, a meno di un modesto arrotondamento in eccesso, con il valore ricavabile dal sito Web Arpa Piemonte – Atlante piogge intense, per la zona in cui è ubicato il TNT, in funzione dei seguenti parametri dell'equazione di probabilità pluviometrica:

a=30,71

$n=0,24$

$KT=2,259$, corrispondente a tempo di ritorno = 100 anni

Durata 0,25 ore (15 minuti)

Risulta quindi $h=KT \cdot a \cdot t^n = 2,259 \cdot 30,71 \cdot 0,25^{0,24} = 49,7 \text{ mm}$

A cui corrisponde un'intensità di precipitazione media nel tempo considerato pari a $h/t = 49,7 / (0,25 \cdot 3600) = 0,0553$ arrotondato a $0,056 \text{ mm/s} = \text{l/s/m}^2$.

In funzione di tale intensità di pioggia e al coefficiente di rischio sopra indicato si sono dimensionati i collettori di raccolta dei pluviali verticale. Il dimensionamento è effettuato considerando grado di riempimento del 70% e pendenza del 0,5%.

6.5. Alimentazione idrica

L'acqua fredda sanitaria proviene dal contatore ubicato in apposito pozzetto interrato su via Petrarca. Sono attualmente presenti n.2 contatori non attivi, uno DN50 dedicato all'impianto idrico sanitario, e uno DN100 dedicato all'impianto antincendio (informazioni ricevute da SMAT); Il progetto richiede la posa di un nuovo contatore, di diametro adeguato alla portata massima di progetto (5,8 l/s) e un ulteriore contatore dedicato all'impianto antincendio, per il riempimento della vasca di riserva idrica.

L'acqua duale proviene dalla centrale della BCC.

6.6. Tipi di impianto e suddivisione delle utenze

L'edificio è dotato dei seguenti impianti:

Adduzioni idriche:

- adduzione dell'acqua potabile;
- adduzione dell'acqua di falda, opportunamente trattata, alla rete duale WC;
- adduzione di acqua potabile, opportunamente trattata, per il riempimento degli impianti tecnologici.

Scarichi delle acque reflue interne:

- acque nere dei servizi igienici;
- acque tecniche di prova e svuotamento reti sprinkler ed idranti, scarichi locali tecnici degli impianti di climatizzazione;
- condensa dei ventilconvettori e UTA.

Smaltimento acque meteoriche:

- da piede colonna dei pluviali verticali ai punti di connessione alla rete di scarico acque meteoriche esistente.

Irrigazione:

- derivazione dall'impianto della BCC fino a pozzetto con valvola di intercettazione nell'aiuola da irrigare.

6.7. Centrale idrica

La centrale idrica è ricavata all'interno della sottocentrale presente al piano secondo interrato.

All'interno della sottocentrale idrica è presente il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria a servizio del teatro e il sistema di accumulo e rilancio dell'acqua duale, oltre ai relativi sistemi di trattamento dell'acqua.

Il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria utilizza una pompa di calore acqua-acqua ad alta temperatura, collegata lato sorgente a un circuito caratterizzato da diverse temperature di lavoro, in funzione della stagione: 35-30°C d'inverno e 18-13°C d'estate.

Il refrigerante utilizzato è l'R513A, come quello usato dalle pompe di calore dedicate alla climatizzazione.

La potenza termica massima della pompa di calore è pari a 100 kW con produzione di acqua calda a 78°C alle condizioni previste nella stagione invernale. In condizioni estive, a causa della inferiore temperatura di evaporazione, la potenza termica e la temperatura massima dell'acqua calda prodotta sono inferiori, rispettivamente 72 kW e 70°C.

Il sistema di produzione di ACS comprende un bollitore in acciaio inox AISI 316L da 3000 litri con scambiatore interno estraibile, anch'esso in acciaio inox AISI 316L, un circuito idronico tra la pompa di calore e il bollitore.

I circuiti idronici sono dotati di doppie elettropompe (una in riserva per ogni coppia).

Sulla tubazione di uscita dell'ACS dal serbatoio è presente un sistema di miscelazione elettronico per il controllo della temperatura di mandata alle utenze.

Il dimensionamento delle tubazioni di distribuzione dell'acqua sanitaria fredda e calda e dell'acqua duale è stato effettuato in base alla norma UNI 9182. Per il calcolo della pressione richiesta è stato applicato un opportuno coefficiente riduttivo alle portate massime calcolate, sia in considerazione del fatto che la citata norma, come noto, tende a sovrastimarne il valore, anche in riferimento ad altre norme (EN 806-3, DIN 1988-300), sia per la presenza di zone che presumibilmente verranno utilizzate in modo non contemporaneo (camerini e cameroni ai piani interrati, camerini al piano primo, bagni foyer, spogliatoi piano secondo torre scenica). Per quanto sopra, quindi, la pressione massima richiesta è stata calcolata in funzione di portate ridotte al 60% circa rispetto a quelle calcolate mediante la norma UNI 9182.

Tale pressione risulta compatibile con la pressione dell'acquedotto nel tratto lungo via Petrarca, compresa tra 4 e 4,6 bar circa, come da comunicazione della Società Metropolitana Acque Torino S.p.A. (SMAT).

Non sono pertanto previsti sistemi di pressurizzazione dell'acqua sanitaria.

Sono presenti i seguenti trattamenti dell'acqua:

- filtrazione dell'acqua in ingresso mediante filtro autopulente automatico;
- addolcimento dell'acqua in ingresso al sistema di produzione di ACS e dell'acqua di carico dei circuiti idronici;
- dosaggio di prodotto antincrostante e anticorrosivo e prodotto anti legionella in ingresso al sistema di produzione di ACS; sistema di controllo della concentrazione del prodotto antilegionella sul circuito di ricircolo;
- dosaggio di prodotto disinfettante a monte del serbatoio di accumulo dell'acqua duale;

Non si prevedono trattamenti di filtrazione aggiuntivi sull'acqua duale, considerato che sono presenti, nella centrale della BCC, due stadi di filtrazione, mediante filtri dissabbiatori centrifughi e filtri micrometrici autopulenti.

Non si prevedono ulteriori dosaggi di prodotti condizionanti nei circuiti chiusi collegati alla centrale della BCC.

Tutti i componenti e prodotti chimici a contatto con l'acqua sanitaria sono idonei a tale utilizzo.

6.8. Apparecchi sanitari e rubinetterie

Gli apparecchi sanitari e relative rubinetterie sono compresi in altra sezione di progetto, sono comunque previste rubinetterie con azionamento a fotocellula per evitare ogni spreco di acqua dovuto ad apertura accidentale o mancata chiusura dei rubinetti.

6.9. Distribuzione dell'acqua sanitaria e duale

La distribuzione dell'ACS è corredata di rete di ricircolo.

Le tubazioni di distribuzione principale di acqua sanitaria fredda, calda, relativo ricircolo, e acqua duale, sono realizzate in acciaio inox AISI 316 con giunzioni di tipo pressfitting (giunzioni saldate all'interno della centrale idrica). Dalla centrale idrica le tubazioni si distribuiscono ai vari piani attraverso cavedi tecnici; le distribuzioni ai piani avvengono principalmente sopra controsoffitto.

All'interno dei servizi igienici la distribuzione è principalmente a collettori; le tubazioni di collegamento dai collettori alle rubinetterie e alle cassette di risciacquo sono realizzate in multistrato; non sono presenti giunzioni sottopavimento.

6.10. Distribuzione dell'acqua di riempimento impianti tecnologici

I circuiti idronici vengono caricati con acqua addolcita derivata dalla centrale idrica. È presente inoltre un sistema di dosaggio di prodotto antincrostante e anticorrosivo all'interno dei circuiti stessi, mediante pompa dosatrice, come sopra descritto.

6.11. Impianti di scarico acque reflue

6.12. Scarichi dei servizi igienici

Il sistema di scarico delle acque nere raccoglie le acque nere e grigie dei servizi igienici; esso è del tipo con tubazione di ventilazione primaria sfociante sopra la copertura dell'edificio.

Le colonne di scarico sono collegate a due collettori di scarico sub-orizzontali, uno lato BCC e uno lato via Petrarca, correnti interrati all'esterno dell'edificio.

La tubazione di scarico delle acque nere esistente è passante sotto la torre scenica, ad una profondità maggiore di quella delle fondazioni del piano secondo interrato.

Non sono quindi previsti sistema di sollevamento in quanto anche gli scarichi dei servizi igienici al piano secondo interrato possono essere collegati a gravità, con adeguata pendenza, alla tubazione esistente, utilizzando il punto di collegamento esistente.

Ogni colonna di scarico e di ventilazione è prolungata sino allo sbocco in atmosfera oltre la copertura ed è completa di torino esalatore.

6.13. Scarico buvette

È predisposto un punto di scarico nella zona buvette, collegato alla rete di scarico delle acque nere.

6.14. Scarichi condensa UTA e ventilconvettori

Gli scarichi della condensa delle UTA e dei ventilconvettori vengono raccolti da reti di scarico indipendenti e sono convogliati alla rete di scarico delle acque nere, come previsto nel PFTE. Ove possibile mediante scarichi a gravità, le tubazioni di scarico condensa sono convogliate nei sifoni dei lavabi dei servizi igienici.

6.15. Scarichi delle acque tecniche del locale sottocentrale al piano secondo interrato e centrale antincendio

Nel locale sottocentrale al piano secondo interrato è prevista una rete di raccolta a pavimento, mediante pilette sifonate e scarichi convogliati, anch'essi sifonati. Tale rete di scarico confluisce nella rete di scarico delle acque nere.

Analogamente, anche nel locale centrale antincendio è prevista un'analogia rete di raccolta a pavimento, confluyente nel pozzetto di raccolta previsto nel progetto esecutivo della BCC.

6.16. Smaltimento acque meteoriche

Come descritto sopra, la rete di raccolta delle acque meteoriche è in parte inclusa in altra sezione di progetto. Il presente progetto prevede la raccolta delle acque scaricate al piede dei pluviali verticali, e il convogliamento, mediante due collettori interrati all'esterno dell'edificio, ai due punti di conferimento alla fognatura bianca attualmente presenti.

Nella centrale antincendio è previsto un pozzetto con pompe di rilancio per la raccolta acque nella bocca di lupo di accesso.

È stata valutata la possibilità di riuso delle acque meteoriche, ma in ragione

- della ridotta superficie da irrigare
- dell'uso discontinuo dell'edificio
- della disponibilità di acqua di falda termicamente utilizzata
- della assenza di adeguati spazi per l'installazione vasche di raccolta proporzionate all'estensione dell'area scolante (copertura)

si è ritenuto di non prevedere alcun riuso

6.17. Tubazioni

6.17.1. Tubazioni di adduzione idrica

Le tubazioni di distribuzione dell'acqua sanitaria (fredda, calda e relativo ricircolo), dell'acqua non potabile, sono realizzate in acciaio inox AISI 316, coibentate come descritto al relativo paragrafo. Fanno eccezione le tubazioni dell'acqua sanitaria a valle dei collettori di distribuzione all'interno dei servizi igienici, realizzate in multistrato.

Le tubazioni dell'impianto di irrigazione sono in polietilene ad alta densità.

6.17.2. Tubazioni di scarico

Le diverse tipologie di tubazioni di scarico sono, come da PFTE:

- Tubazioni di scarico e ventilazione acque nere all'interno dell'edificio, in polietilene ad alta densità a giunzioni saldate con isolamento acustico; in alternativa possono essere impiegate tubazioni in polipropilene insonorizzato;
- Tubazioni di scarico acque nere interrate e all'esterno dell'edificio, in PVC-U;
- Tubazioni di scarico acque meteoriche non interrate, in polietilene ad alta densità a giunzioni saldate;
- Tubazioni di scarico acque meteoriche interrate, in PVC-U.

6.17.3. Isolamento termico di tubazioni

TUBAZIONI ACQUA FREDDA SANITARIA E NON POTABILE			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; finitura in lamierino di alluminio	per tutti i diametri	32
Nei cavedi interni all'edificio	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse;	per tutti i diametri	25

Nei locali riscaldati in controsoffitto, contropareti, in traccia a parete e sottopavimento	Schiuma elastomerica espansa a celle chiuse; finitura in lamierino di alluminio per eventuali tratti a vista	fino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
---	--	------------------------------	----------

TUBAZIONI ACQUA CALDA SANITARIA E RICIRCOLO			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	fino a DN25 da DN32 a DN40 da DN50 A DN65 Da DN80 in poi	30 40 50 60
Nei cavedi interni all'edificio	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	fino a DN32 da DN40 in poi	30 40
Nei locali riscaldati in controsoffitto, contropareti, in traccia a parete e sottopavimento	Coppelle in fibra minerale con finitura installata all'origine in carta alluminata	fino a DN32 da DN40 in poi	30 40

6.18. Contabilizzazione dei consumi idrici

La contabilizzazione dei consumi di acqua sanitaria (fredda e calda) e di acqua non potabile, è prevista per le seguenti utenze:

- Acqua fredda sanitaria in ingresso all'edificio;
- Acqua fredda sanitaria in ingresso alla rete di distribuzione;
- acqua fredda addolcita in ingresso al sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria;
- acqua fredda addolcita in ingresso ai singoli sistemi di carico impianti;
- Acqua duale in ingresso alla rete di distribuzione.

7. IMPIANTI ANTINCENDIO

7.1. Generalità

Gli impianti idrici antincendio previsti sono:

- impianto ad idranti UNI 70 e UNI 45;
- impianto sprinkler;
- impianto a diluvio (lama d'acqua) a protezione del sipario tagliafuoco.

Gli impianti sono progettati secondo quanto previsto nel progetto di prevenzione incendi.

7.2. Impianti sprinkler

Per quanto previsto nel progetto di prevenzione incendi, l'impianto sprinkler è progettato secondo lo standard FM Global Data Sheet 3-26. Per gli aspetti generali si fa riferimento al DS 2-0 e, per

quanto riguarda i sistemi di pompaggio, al DS 3-7. Relativamente al locale di installazione del gruppo di pressurizzazione si fa riferimento alla norma UNI 11292.

Il progetto di prevenzione incendi riporta unicamente la classe di pericolo HC-3, la più gravosa; il PFTE impianti, relativamente all'impianto sprinkler, riporta anche classi di pericolo inferiori per alcune tipologie di ambienti a minore rischio; in continuità con il PFTE impianti approvato, il dimensionamento dell'impianto sprinkler per gli ambienti a minore rischio è redatto secondo la tabella seguente.

La tipologia degli impianti sprinkler è del tipo a preazione con singolo interblocco, come previsto dalla relazione di prevenzione incendi che chiede l'asservimento all'impianto di rivelazione fumi. Le diverse aree sono definite secondo il suddetto standard, come di seguito specificato:

Zona	Classe di pericolo	Densità di progetto mm/min	Durata della fornitura	Area operativa m2	Tipologia di impianto
Torre scenica – altezza massima soffitto fino a 9m (spazio sopra graticcio)	HC-3	12	60 min	230	Preazione a singolo interblocco
Torre scenica – altezza massima soffitto fino da 18 m a 30 m (spazio sotto graticcio e zone laterali ad altezza ridotta)	HC-3	24	60 min	110	Preazione a singolo interblocco
Deposito generico, deposito macchinisti – altezza soffitto fino a 9 m.	HC-2	8	60 min	230	Preazione a singolo interblocco
Depositi attrezzatura scena – altezza soffitto fino a 9 m	HC-3	12	60 min	230	Preazione a singolo interblocco
Camerini – altezza soffitto fino a 9 m	HC-1	4	60 min	140	Preazione a singolo interblocco
Locali UTA – altezza soffitto fino a 9 m.	HC-2	8	60 min	230	Preazione a singolo interblocco
Spazi nascosti sopra i controsoffitti (1)	HC-1	4	60 min	140	Preazione a singolo interblocco
Note:					
1: Non presente nel PFTE					

7.3. Impianto a diluvio

Il dimensionamento di tale impianto, previsto a protezione del sipario tagliafuoco, è basato sui

seguenti dati di progetto:

- portata 4 l/min/m² in riferimento alla superficie del sipario;
- superficie sipario: 150 m².
- durata: 60 min.

7.4. Impianti idranti

Le diverse aree sono definite secondo la UNI 10779:2021 come di seguito specificato:

7.4.1. Protezione interna

IDRANTI UNI 45

Zona	Livello di pericolosità	Portata singolo idrante l/min	Durata	Numero di idranti in uso contemporanea mente
Idranti UNI 45				
Piani interrati e fuori terra	Livello 2	120	60 min	3

Pressione residua non inferiore a 0,2 MPa.

7.4.2. Protezione esterna

IDRANTI UNI 70

Zona	Livello di pericolosità	Portata singolo idrante l/min	Durata	Numero di idranti in uso contemporanea mente
Aree esterne	Livello 2	300	60 min.	4

Pressione residua non inferiore a 0,3 MPa.

7.5. Alimentazione idrica

Sono previste due vasche di riserva idrica antincendio a servizio rispettivamente degli impianti antincendio ad idranti e sprinkler; quella a servizio dell'impianto ad idranti è compresa nel progetto esecutivo della BCC e risulta soddisfare anche le prestazioni dell'impianto ad idranti del TNT in quanto, come specificato nella relazione di prevenzione incendi, si assume come dato di progetto la non contemporaneità di incendio in entrambi gli edifici. Per altre informazioni si rimanda al progetto esecutivo della BCC.

L'impianto sprinkler è dotato di centrale di pompaggio e riserva idrica indipendenti.

Il gruppo di pressurizzazione è composto da una motopompa e una elettropompa jockey, come indicato nella relazione di prevenzione incendi, richiamando il data sheet 3-7 FIRE PROTECTION PUMPS; tutti i componenti devono essere omologati FM.

Il locale di installazione del gruppo di pressurizzazione soddisfa la norma UNI 11292.

La proprietà, la gestione e la manutenzione di entrambe le centrali di pompaggio (idranti e sprinkler), in continuità con la pratica di prevenzione incendi e con il PFTE, sono in capo a BCC. Si faccia riferimento alla pratica di prevenzione incendi di PE e alla relazione sulle interazioni con il Politecnico.

7.6. Riserva idrica

L'impianto ad idranti del TNT è in comune con quello della BCC, il dimensionamento della riserva idrica è illustrato nel progetto esecutivo della BCC.

Il progetto di prevenzione incendi prevede una riserva idrica indipendente per l'impianto sprinkler e a lama d'acqua del TNT, di capacità utile pari 400 mc.

Tale volume è sufficiente a garantire il funzionamento contemporaneo del sistema sprinkler e diluvio (lama d'acqua a servizio del sipario).

7.7. Tipi di impianto e suddivisione delle utenze

Gli impianti antincendio sono suddivisi in funzione delle zone da proteggere come di seguito indicato:

Impianto sprinkler:

- camerini piani interrati
- sottocentrale impianti meccanici piano secondo interrato
- depositi piano secondo interrato
- torre scenica
- depositi zona torre scenica piano terra

Impianto a idranti UNI 45:

- piani interrati, piano terra, piano primo

Impianto a idranti UNI70:

- aree esterne.

Impianto a diluvio:

- sipario tagliafuoco.

7.8. Centrale antincendio

Il locale centrale di pompaggio ospita il gruppo di pressurizzazione dell'impianto sprinkler.

Il locale di installazione del gruppo di pressurizzazione è interrato, in continuità con il PFTE, ed è conforme alla norma UNI 11292. Il locale è corredato di sistema di ventilazione naturale per lo smaltimento del calore prodotto durante il funzionamento degli impianti, e di sistema di riscaldamento.

Il condotto di espulsione fumi dei motori endotermici delle motopompe è caratterizzato da punto di sbocco dei prodotti della combustione conforme alle prescrizioni della norma UNI 11292.

Il gruppo di pressurizzazione antincendio è del tipo preassemblato, conforme a quanto prescritto dal data sheet 3-7 FIRE PROTECTION PUMPS e NFPA 20, composto da motopompa ed elettropompa jockey. Tutti i componenti dell'impianto devono essere approvati FM.

7.9. Impianto sprinkler

7.9.1. Descrizione dell'impianto

Tutti gli sprinkler devono essere di tipo a risposta rapida (Quick Response).

La tubazione di distribuzione principale, attraverso il cunicolo tecnico, arriva alla sottocentrale al piano secondo interrato in cui sono installate n.5 stazioni di controllo a preazione a singolo interblocco e una stazione di controllo a diluvio.

Dalle singole stazioni di controllo a preazione si dipartono le tubazioni a servizio delle varie zone sopra elencate.

A valle delle stazioni di controllo che servono più zone, sono previsti riduttori di pressione approvati FM per il bilanciamento idraulico dell'impianto.

7.9.2. Depositi e sottocentrale piano secondo interrato

Nei due locali di maggiori dimensioni si prevede una distribuzione a griglia, con sprinkler di tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 80 l/min/bar^{1/2}.

7.9.3. Camerini piani interrati

La distribuzione è del tipo a griglia, con sprinkler di tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 80 l/min/bar^{1/2}.

Nella zona a doppia altezza, si prevede anche la protezione dello spazio nascosto sopra il controsoffitto, con sprinkler dello stesso tipo.

7.9.4. Depositi piano terra zona torre scenica

La distribuzione è del tipo a griglia, con sprinkler di tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 80 l/min/bar^{1/2}.

7.9.5. Torre scenica

Le zone protette da impianto sprinkler sono:

- Palcoscenico, mediante sprinkler del tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 200 l/min/bar^{1/2}, alimentati mediante distribuzione a griglia, installati sotto il graticcio; altri sprinkler sono installati sotto le passerelle, ove queste costituiscono un ostacolo per rispetto all'erogazione degli sprinkler sotto il graticcio.
- In conformità alla relazione di prevenzione incendi, si prevedono sprinkler aggiuntivi sotto tutte le passerelle (n.3 livelli);
- Zona sopra graticcio, mediante sprinkler del tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 115 l/min/bar^{1/2}, alimentati mediante distribuzione a griglia, installati sotto la copertura; la distribuzione delle testine sprinkler è realizzata senza tenere conto della presenza degli evacuatori di fumo e calore, come da norma FM DS 2-0, Fig. 2.5.2.1.3.2(b) e in continuità con il PFTE approvato.
- Zone laterali lato BCC e via Petrarca, mediante sprinkler del tipo pendent, a risposta rapida, con coefficiente di efflusso K pari a 200 l/min/bar^{1/2}, alimentati mediante distribuzione a griglia, installati sotto il soffitto;

7.10. Impianto a diluvio

Come indicato nel progetto di prevenzione incendi, si prevede un impianto a diluvio a lama d'acqua per il raffreddamento del sipario tagliafuoco in caso di incendio.

Gli ugelli a lama d'acqua sono ubicati nella parte alta del sipario, lato torre scenica; il sistema è ad azionamento manuale, come descritto nella relazione di prevenzione incendi; i comandi sono ubicati negli stessi punti dei quadri di manovra del sipario.

La stazione di controllo a diluvio è ubicata nella sottocentrale al piano secondo interrato, in prossimità delle stazioni di controllo dell'impianto sprinkler.

7.11. Impianto idranti UNI 70 e UNI 45

7.11.1. Descrizione dell'impianto

Per la protezione esterna sono presenti n.4 idranti UNI 70, di cui n.2 collegati alla rete di distribuzione interrata a servizio della BCC e n.2 collegato alla rete di distribuzione degli idranti UNI 45 del TNT, a sua volta collegata alla rete di distribuzione principale della BCC.

Le reti di distribuzione interne sono realizzate in acciaio nero s.s. a norma UNI EN 10255 serie media, mentre quelle interrate esterne sono in P.E.A.D. UNI 12201.

Per la protezione interna sono presenti una serie di idranti UNI 45 distribuiti nei vari ambienti interrati e fuori terra.

La rete di distribuzione principale degli idranti UNI 45 comprende un anello principale al piano secondo interrato dal quale si staccano le colonne montanti per servire i vari piani e l'idrante UNI 70 lato via Petrarca.

Gli idranti in posizione idraulicamente più sfavorevole sono corredati di manometro di controllo.

7.12. Attacchi per autopompa VV.F.

Sono presenti n.2 attacchi per autopompe VV.F. lungo via Petrarca. Uno è collegato all'anello principale di distribuzione dell'impianto ad idranti al piano secondo interrato, l'altro al collettore principale dell'impianto sprinkler a monte delle stazioni di controllo.

7.13. Estintori e cartelli indicatori

A completamento sono previsti estintori a polvere di tipo portatile con capacità estinguente non inferiore a 55A 233BC, ad eccezione dei locali quadri elettrici dove saranno installati estintori ad anidride carbonica di 5 kg con capacità estinguente non inferiore a 113B. Gli estintori, nei casi di installazione in zone esposte alle intemperie, sono corredati di cassetta porta-estintore.

I mezzi di estinzione dell'impianto antincendio dovranno essere segnalati mediante l'installazione di segnaletica di sicurezza in ottemperanza al Decreto 81/08 e ss.mm.ii.

Anche la posizione degli estintori deve essere verificata in funzione del progetto di prevenzione incendi.

7.14. Tipologie tubazioni impianti antincendio

Per la distribuzione dei fluidi si prevede l'impiego delle seguenti tubazioni:

Fluido	Materiale	Norma
Tubazioni in centrale antincendio.	acciaio nero	UNI EN 10255 serie media fino a DN 150, UNI EN 10216 per DN 200 e superiori, FM DS 2-0
Tubazioni impianto idranti, impianti sprinkler a umido, tubazioni principali impianto sprinkler a monte delle stazioni di controllo.	acciaio nero	UNI EN 10255 serie media, FM DS 2-0
Tubazioni impianti sprinkler e a diluvio a valle delle stazioni di controllo	Acciaio zincato	UNI EN 10255 serie media, FM DS 2-0
Tubazioni interrate.	P.E.A.D.	UNI EN 12201 PN 16

Gli isolamenti previsti sono i seguenti:

Tubazioni contenenti acqua installate in zone non riscaldate (locali permanentemente aerati, etc.).	Coppelle in lana minerale di spessore 30 mm; rivestimento esterno in alluminio.
---	---

8. CRITERI DI RESISTENZA AL SISMA

8.1. Premessa

Le NTC del D.M. del 17 gennaio 2018 e successivi aggiornamenti contengono una serie di prescrizioni per la progettazione e la realizzazione dei sistemi di ancoraggio sismico degli impianti

tecnologici a servizio di un edificio; la scelta dei sistemi di ancoraggio degli impianti alla struttura è funzione dei seguenti parametri:

- importanza e funzione dell'edificio anche dopo un sisma;
- zona in cui l'edificio è realizzato;
- vulnerabilità sismica del componente dell'impianto.

Fermo restando che, come riportato nel D.M. 17/01/2018 (par. 7.2.4) **la progettazione antisismica degli impianti e delle apparecchiature di alimentazione e degli elementi di collegamento non è di competenza del progettista degli impianti tecnologici** (essendo la responsabilità attribuita al Produttore per i componenti e per le apparecchiature ovvero, all'installatore per gli elementi di collegamento quali ad esempio: canalizzazioni, blindosbarre, ecc.), nel seguito si riportano i principali criteri di riferimento per la definizione del sistema di ancoraggio degli impianti alla struttura.

Tali criteri sono stati considerati nello sviluppo della progettazione degli impianti tecnologici, in particolare ai fini della valutazione di eventuali ingombri aggiuntivi, demandando invece alla fase costruttiva le relative attività di progettazione.

Per l'edificio in oggetto si definisce quanto segue (rif. D.M. 17/01/2018 – nuove NTC):

- par. 2.4.1: Vita nominale $V_n=50$ anni;
- par. 2.4.2: Classe d'uso=III (trattandosi di edifici in cui possono esservi affollamenti significativi);
- par. 2.4.3: Coefficiente d'uso $C_u=1,5$ (Classe d'uso III implica $C_u=1,5$);
- Vita di riferimento $V_r=C_u \cdot V_n=1,5 \cdot 50=75$ anni. Si tratta del periodo di tempo di riferimento per il quale vengono definite le azioni sismiche che statisticamente possono presentarsi.

Per la località in cui è situato l'edificio (Torino) sono inoltre definiti i seguenti parametri:

- categoria del sottosuolo: B;
- stratigrafia (ovvero, categoria topografica): T1;
- accelerazione sismica A_g/g (SLV)=0,0610035;
- F_0 (SLV): 2,78968.

Gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro e alla struttura principale devono essere realizzati seguendo le stesse regole adottate per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale

Nella successiva fase di progettazione costruttiva dovranno essere effettuate le verifiche sopra indicate, sulla scorta delle effettive caratteristiche proprie delle apparecchiature e/o attrezzature selezionate; dovranno inoltre essere riportati i dettagli relativi agli ancoraggi con dimensioni e tipo dei bulloni e dei tasselli eventualmente utilizzati, in ossequio alla Normativa Vigente.

8.2. Accorgimenti antisismici generali

L'installazione degli elementi impiantistici dovrà adottare almeno i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- ancorare gli impianti alle strutture portanti dell'edificio preservandoli da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;
- assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni;
- evitare di attraversare, nei limiti del possibile, i giunti strutturali predisposti nell'edificio (ove presenti);

- evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti strutturali.

8.3. Accorgimenti antisismici specifici per le apparecchiature

Per le prescrizioni di montaggio di apparecchiature dotate di dispositivi per l'isolamento delle vibrazioni si renderanno necessari angolari e piastre tali da limitare il movimento e trasferire le forze sismiche direttamente al solaio.

Per apparecchiature senza dispositivi di isolamento delle vibrazioni sarà necessario prevedere:

- appoggi e sostegni di contenitori ed attrezzature devono essere tali da resistere alle forze sismiche di progetto;
- tutte le apparecchiature ed i contenitori da installare sul pavimento dovranno essere bullonati alla soletta o comunque fissate alla struttura dell'edificio;
- attrezzature caratterizzate da altezze superiori a 2 m dovranno essere adeguatamente controventate ed ancorate a solette e muri strutturali.