



POLITECNICO DI TORINO

AREA EDILIZIA E LOGISTICA

C.SO DUCA DEGLI ABRUZZI, 24 - 10129 TORINO

ID_Intervento

000126_04RI_TO_CEN04X_IMP_CLIMAT_CENTRAL

Sub_Intervento

001

RISTRUTTURAZIONE IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA FABBRICATI TO_CEN04 4A - 4B - 4C - 4D - 4E

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO E DEI LAVORI AREA EDILIZIA E LOGISTICA				PROGETTO IMPIANTI ANTINCENDIO SERVIZIO ADEGUAMENTO STRUTTURE E IMPIANTI		
Ing. S. Ballarin				-		
PROGETTO ARCHITETTONICO SERVIZIO GESTIONE PATRIMONIO IMMOBILIARE - SERVIZIO MESSA A NORMA E AMBIENTE				PROGETTO IMPIANTI MECCANICI SERVIZIO ADEGUAMENTO STRUTTURE E IMPIANTI		
Ing. F. Laguardia via Gorizia 164 - 10137 Torino Albo ingegneri Torino N.9942X				Ing. F. Laguardia via Gorizia 164 - 10137 Torino Albo ingegneri Torino N.9942X		
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI SERVIZIO ADEGUAMENTO STRUTTURE E IMPIANTI				PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO		
Ing. F. Laguardia via Gorizia 164 - 10137 Torino Albo ingegneri Torino N.9942X				-		
PROGETTO STRUTTURALE				REVISIONI		
-				N°	Descrizione	Data
				1		
				2		
				3		
				4		
				5		
Data Redazione	04.10.2018	Verifica Redazione		Codice Tavola 000126_001_FTE_ELG_REG_001		Scala -
Data Emissione		Verifica Emissione		Titolo Tavola RELAZIONE GENERALE TECNICO ILLUSTRATIVA		N° Tavola -
Nome file	000126_001_FTE_ELG_REG_001_Relazione tecnica					
File stile di stampa (ctb)	000000_000_STG_CAD_CTB_2014-standard_edilizia.ctb					
Modello	M03_CARTIGLIO	N° Revisione	XXXX	Data Revisione	XXXX	

**Ristrutturazione impianto di climatizzazione
estiva ed invernale dei fabbricati TO_CEN04_A,
B, C,D,E
della sede centrale del Politecnico di Torino**

**PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO-
ECONOMICA**

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DEGLI AMBIENTI E DELLE ESIGENZE DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE	2
3	STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA	7
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO	11
4.1	Premessa	11
4.2	Demolizioni e smontaggi	12
4.3	Impianti meccanici in progetto	12
4.4	Impianti elettrici in progetto	15
4.5	Opere edili in progetto	16
5	FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI	17
6	PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA	17
7	MOTIVAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE E VALUTAZIONE SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE	19
8	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	23
9	INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	23
10	ELENCO ELABORATI	24

1 PREMESSA

L'insieme dei fabbricati che costituiscono il gruppo "TO_CEN_04" della sede centrale del Politecnico di Torino in C.so Duca degli Abruzzi n.24, è servito da impianto termico centralizzato a radiatori per la climatizzazione invernale ed è in buona parte raffrescato con sistemi autonomi ad espansione diretta o con ventilconvettori alimentati dalla centrale frigorifera CF3 di recente realizzazione.

I locali climatizzati sono in prevalenza uffici o laboratori dipartimentali. Le esigenze di climatizzazione di questi ambienti sono nel corso degli anni molto variate con una tendenza alla riduzione del carico termico invernale ed un aumento dei carichi di raffreddamento. Per i locali privi di impianto di raffrescamento i dipartimenti sollecitano l'installazione di impianti per la climatizzazione estiva. Il presente progetto preliminare prevede la climatizzazione dei fabbricati B, C, D, E e parte del fabbricato A appartenenti al gruppo TO_CEN04.

Scopo della presente relazione è:

- illustrare le esigenze dei ambienti e lo stato degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva dei locali dei fabbricati suddetti del gruppo 04 della sede centrale del Politecnico di Torino
- descrivere le opere previste nel progetto preliminare e fornire le indicazioni per il proseguo dell'attività di progettazione a livello definitivo ed esecutivo
- motivare le scelte progettuali adottate confrontandole con altre possibili soluzioni tecniche.

2 DESCRIZIONE DEGLI AMBIENTI E DELLE ESIGENZE DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE

I fabbricati oggetto di intervento sono stati realizzati negli anni '50-'60 con struttura in cemento armato e tamponamento con muratura in cassa vuota; i locali sono adibiti prevalentemente ad uso laboratorio o ad uso ufficio del personale docente e di ricerca. Alcuni locali sono adibiti ad aule didattiche e laboratori informatici per gli studenti. I locali fanno capo a due dipartimenti dell'Ateneo, il DIATI (Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e del Infrastrutture) ed il DISAT (Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia)

Le esigenze di climatizzazione invernale sono notevolmente cambiate rispetto all'epoca di installazione dell'impianto a radiatori, in quanto sono nel corso degli anni aumentati i carichi interni dovuti alle apparecchiature presenti e si sono ridotte le dispersioni verso l'involucro per via della sostituzione dei serramenti e del recupero dei sottotetti. Di conseguenza i radiatori sono in molti locali decisamente sovradimensionati.

Per quanto riguarda la climatizzazione estiva, i locali inizialmente erano privi di impianto di raffrescamento; con l'aumento delle temperature esterne medie nei mesi da maggio a settembre e con l'introduzione di molte apparecchiature il carico termico estivo è notevolmente aumentato e questo ha comportato l'installazione di condizionatori autonomi di tipo "monosplit" al fine di garantire un comfort adeguato al personale lavorativo. L'esigenza di

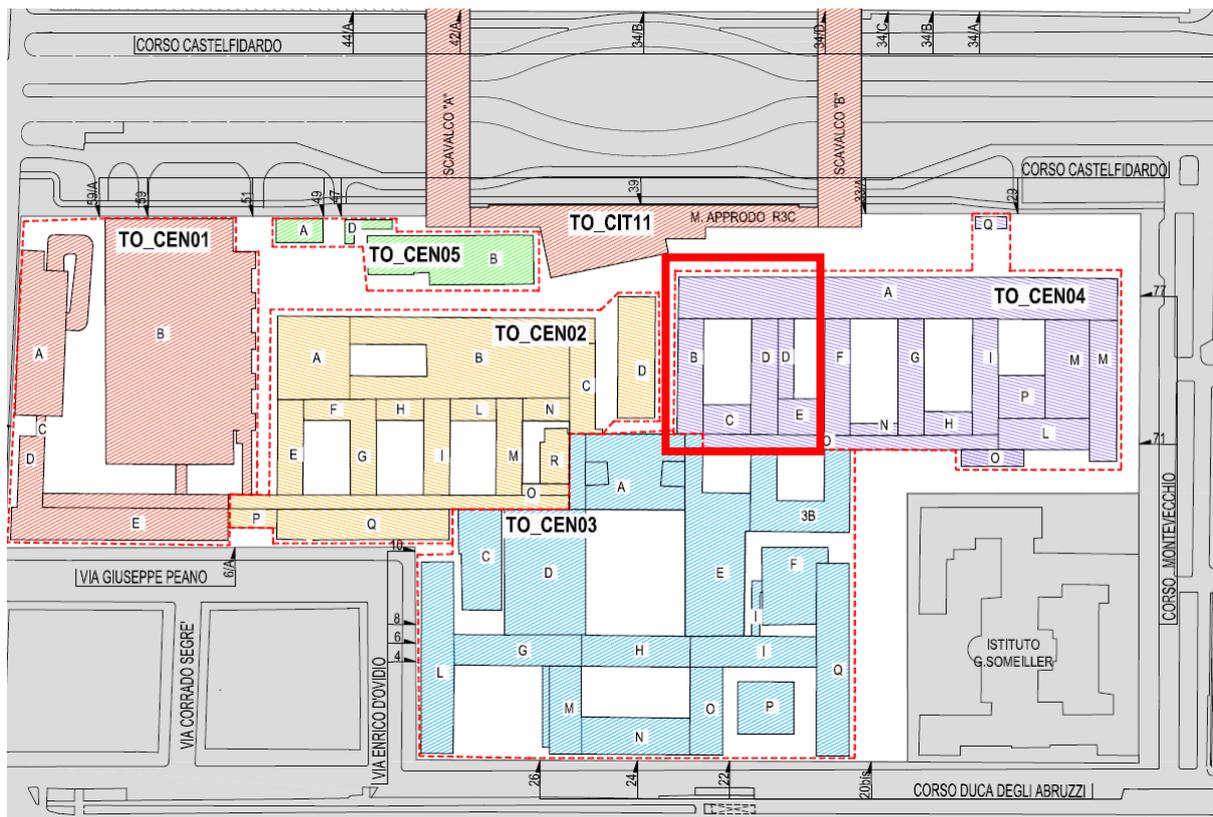
raffrescamento della maggior parte dei locali è tuttavia abbastanza “stagionale” ovvero concentrata nel periodo da giugno a settembre e durante l’orario di lavoro settimanale (dalle 8:00 alle 20:00 dal lunedì al venerdì e dalle 8:00 alle 15:00 il sabato). Non si ravvisano esigenze specifiche di controllo termoigrometrico, per cui la quasi totalità dei locali può essere climatizzata in inverno ed estate mediante un impianto centralizzato in grado di mantenere le temperature ambienti previste dalla normativa (20°C tolleranza $\pm 2^\circ\text{C}$ in inverno; 26°C tolleranza $+0^\circ\text{C}, - 2^\circ\text{C}$ in estate).

I locali, che nel corso degli anni hanno subito molte ristrutturazioni interne per esigenze funzionali sono sempre stati progettati ove possibile con rispetto del rapporto aeroilluminante tra superficie finestrata e superficie calpestabile in modo da favorire il ricambio aria naturale.

La sostituzione dei vecchi serramenti con modelli ad elevata tenuta come richiesto dagli standard normativi in materia di risparmio energetico ha comportato una riduzione del naturale ricambio dell’aria per infiltrazione dai serramenti con conseguente aumento della CO₂ e di altri agenti inquinanti indoor: tale problematica è gestibile con una maggiore frequenza di apertura dei serramenti in quasi tutti i locali ad eccezione delle aule o dei laboratori informatici dove l’elevato affollamento comporta quantità di inquinanti indoor più elevati e maggiore discomfort derivante dall’apertura continua dei serramenti durante l’attività didattica. Per tali tipologie di locali è consigliabile ove possibile un ricambio di aria forzato.

Nei laboratori uso ricerca, in presenza di gas, polveri o altre sostanze che introducono un rischio chimico o cancerogeno seppur minimo il ricambio d’aria in genere è assicurato dalle cappe di aspirazione.

Di seguito si riporta la planimetria generale della sede centrale con evidenziati i fabbricati del gruppo TOCEN_04 per i quali si prevede la ristrutturazione degli impianti di climatizzazione, oltre ad alcune immagini degli ambienti da climatizzare.



(Immagine 1 – planimetria generale Politecnico-sede centrale con codifica fabbricati)



(Immagine 2 – esempio laboratorio chimico da climatizzare)



(Immagine 3 – esempio ufficio da climatizzare)



(Immagine 4 – aula/laboratorio informatico da climatizzare)

3 STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA

Climatizzazione invernale

I fabbricati oggetto di ristrutturazione impiantistica sono dotati di impianto a radiatori per la climatizzazione invernale alimentati da due sottostazioni ubicate nel corridoio tecnico al piano interrato detto “Metropolitana”.

Le sottostazioni sono costituite da un circuito miscelato con regolazione climatica derivato dalla rete principale di acqua calda ad alta temperatura proveniente dalla centrale termica della sede. Il circuito miscelato con regolazione climatica è costituito essenzialmente da una valvola miscelatrice a tre vie con by-pass, due elettropompe a valle ed un sistema di distribuzione acqua calda ai radiatori del tipo a colonne montanti con dorsale orizzontale passante al piano interrato bilanciata con sistema a ritorno inverso (impianto a tre tubi)

La sottostazione definita "centralina 10" alimenta i radiatori del fabbricato B, del fabbricato C, di parte del fabbricato A piani interrato e terreno, oltre ad una unità di trattamento aria ubicata al piano interrato del fabbricato A ed una UTA ubicata nel sottotetto del fabbricato B.

La sottostazione definita "centralina 13" alimenta i radiatori del fabbricato D, parte del fabbricato E ai piani primo e secondo e parte del fabbricato A ai piani interrato e terreno.

I radiatori sono del tipo in ghisa a colonne, ubicati prevalentemente sottofinestra, sovradimensionati rispetto alle attuali esigenze ma in genere provvisti di valvola termostatica a bassa inerzia termica per la regolazione. Le colonne di distribuzione sono incassate nella muratura a cassavuota ed alimentano due radiatori per piano con tubazioni saldate in ferro sottotraccia. Una rete d'aria al piano sottotetto dei fabbricati collega tutte le tubazioni di mandata delle colonne montanti convogliando il fluido verso un idoneo barilotto di sfiato automatico.

La distribuzione orizzontale a ritorno inverso in ferro saldato corre in alto a vista nei locali al piano interrato. L'impianto è in buona parte allo stato originario, realizzato all'epoca di costruzione del fabbricato (anni '50 – 60) e nel corso degli ultimi anni ha iniziato a presentare piccole perdite localizzate in più punti.

L'impianto alimenta anche le batterie di riscaldamento di due unità di trattamento aria, una destinata a laboratori al piano interrato privi di adeguato rapporto aeroilluminante e l'altra destinata alla climatizzazione a tutt'aria di un archivio nel sottotetto. Le due UTA sono di recente installazione.

Si riportano di seguito alcune immagini degli impianti esistenti.



Immagine 5 – esempio sottostazione climatica da riqualificare



Immagine 6 – distribuzione esistente acqua calda riscaldamento al piano interrato

Climatizzazione estiva

I locali raffrescati sono in minima parte serviti da impianto centralizzato ed in gran parte da condizionatori mono-split autonomi. Il sottotetto del fabbricato 4B dotato di UTA e ventilconvettori è già alimentato da una colonna di acqua calda-refrigerata dedicata, la biblioteca al piano secondo sottostante è provvista di ventilconvettori a soffitto provvisori (oltre ai radiatori per la climatizzazione invernale) ed alcuni laboratori ristrutturati recentemente sono dotati di ventilconvettori allacciati all'impianto centralizzato. La maggior parte dei locali condizionati è servita da impianti autonomi monosplit in parte recenti ed in parte più obsoleti. Le unità interne sono in alto a parete, mentre la parte motocondensante dello split è prevalentemente ubicata sulla parete esterna sottofinestra al piano di installazione dell'unità interna: questo se da un lato minimizza il contenuto del gas refrigerante contenuto ed il percorso delle tubazioni di collegamento, dall'altro rende particolarmente complicata la manutenzione soprattutto in caso di guasti per perdite di gas o rottura di componenti interni alla motocondensante. Infatti per accedere ai piani primo e secondo è necessario un cestello e la movimentazione di tali mezzi nei cortili interni è ulteriormente complicata.

Fatta eccezione per pochissimi laboratori che necessitano di raffrescamento anche nelle mezze stagioni o nel periodo notturno, nella maggior parte dei locali l'esigenza di raffrescare è avvertita solo nel periodo estivo nelle ore di accensione dell'impianto centralizzato.

La centrale frigorifera CF3 di recente realizzazione dotata di refrigeratori d'acqua ad altissimo rendimento con turbo compressori a levitazione magnetica e condensatori alimentati ad acqua di falda è stata progettata e dimensionata per coprire il fabbisogno di raffrescamento di tutto il gruppo di fabbricati che costituisce il TO_CEN04. Un terzo dei fabbricati costituenti il TO_CEN04 è già servito da impianto centralizzato; la dorsale principale di distribuzione acqua refrigerata passante nel corridoio tecnico interrato ("metropolitana") è già dotata di alcuni stacchi predisposti per l'allacciamento dei fabbricati climatizzati con sistemi autonomi o privi di impianto di climatizzazione estiva.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO

4.1 Premessa

E' prevista in progetto la ristrutturazione quasi totale dell'impianto di climatizzazione esistente con trasformazione e razionalizzazione dell'impianto di riscaldamento a radiatori e realizzazione di impianto di climatizzazione estiva centralizzato in sostituzione dei sistemi autonomi.

Nello specifico si prevede di mantenere i radiatori nei locali che non necessitano di climatizzazione estiva, di installare ventilconvettori a due tubi per i locali che hanno esigenze di raffrescamento nel periodo estivo, di mantenere i condizionatori monosplit esistenti ad integrazione dei ventilconvettori o in alternativa ad essi nei locali che richiedono temperature controllate non superiori ai 26°C anche nelle mezze stagioni o in orari differenti da quelli consueti di accensione dell'impianto centralizzato.

Il sistema di distribuzione acqua calda e refrigerata ai terminali a partire dal locale tecnico interrato "metropolitana" verrà realizzato completamente ex novo.

Il progetto prevede in sintesi le seguenti opere:

- Demolizione impianto a radiatori esistente interno ai fabbricati ad eccezione dei soli radiatori da mantenere e riallacciare al nuovo sistema di distribuzione.
- Smontaggio e rimozione dei condizionatori autonomi sostituiti con sistema di raffrescamento centralizzato salvo i casi in cui è richiesta una temperatura controllata in orari e periodi dell'anno per cui è previsto lo spegnimento dell'impianto centralizzato.
- Ristrutturazione globale delle sottostazioni al piano interrato per la distribuzione di acqua calda e refrigerata al servizio dei fabbricati
- Realizzazione di nuova rete di distribuzione acqua calda per il circuito radiatori, di acqua calda e refrigerata per ventilconvettori ed unità di trattamento aria.
- Realizzazione di rete scarico condensa per impianto a ventilconvettori ed unità di trattamento aria

- Fornitura e posa di ventilconvettori a due tubi per la climatizzazione estiva ed invernale
- Impianto elettrico di alimentazione e telegestione dei ventilconvettori suddiviso in zone.
- Impianto elettrico di alimentazione e gestione UTA AULE DIATI
- Impianti illuminazione locali controsoffittati per il passaggio di impianti
- Opere edili per il mascheramento degli impianti (contropareti in cartongesso, controsoffitti a quadrotte etc.), assistenze murarie per i passaggi delle tubazioni tra le solette e le pareti divisorie, traccie, ripristini e ritingeggiature di pareti.

4.2 Demolizioni e smontaggi

E' previsto lo smontaggio e la rimozione di quasi tutti i condizionatori monosplit (unità interne ed esterne).

Il gas refrigerante contenuto nei suddetti condizionatori dovrà essere smaltito in conformità alla normativa vigente e dovrà essere rilasciata documentazione che certifichi l'avvenuto smaltimento. In alternativa, nel caso di recupero dei condizionatori in buono stato da lasciare a disposizione dei dipartimenti, il gas dovrà essere correttamente recuperato ed accumulato nell'unità esterna.

E' prevista la demolizione di tutta la rete di distribuzione acqua calda in ferro esistente a vista a partire dalle sottocentrali interrate. Il distacco dei radiatori per i quali è prevista la sostituzione con ventilconvettore, oltre che il taglio e cicchettatura della tubazione in uscita dal muro dovranno essere effettuati con la colonna corrispondente scarica.

I radiatori da sostituire con ventilconvettori dovranno essere rimossi e smaltiti. I radiatori per quali è previsto il riutilizzo nei locali che non necessitano di impianto di raffrescamento dovranno essere distaccati dal vecchio impianto e successivamente ricollegati alla nuova distribuzione. Per tutte le lavorazioni che prevedono interventi di rimozione sull'impianto termico esistente da effettuarsi da cronoprogramma durante il periodo invernale occorrerà per prima cosa intercettare il tratto di circuito corrispondente, scaricare l'acqua contenuta, assicurarsi che non vi siano trafile d'acqua nel tratto di circuito scaricato e che la rimanente parte del circuito continui a funzionare correttamente per il riscaldamento dei locali adiacenti.

Le demolizioni e rimozioni delle tubazioni esistenti dovranno essere effettuate a fine stagione riscaldamento (dal 16 aprile al 14 ottobre).

4.3 Impianti meccanici in progetto

I nuovi ventilconvettori saranno installati sottofinestra al posto dei vecchi radiatori da rimuovere e dimensionati tenendo conto delle migliorie sull'isolamento dell'involucro e degli effettivi carichi interni ovvero:

- nuovi serramenti con bassa trasmittanza termica, elevata tenuta all'aria, basso fattore solare.
- Controparete con pannello isolante in polistirene sotto e sopra finestra
- Sistema frangisole esterno

La distribuzione dell'acqua ai ventilconvettori sarà del tipo a colonne montanti dal piano interrato al piano secondo bilanciate mediante valvole di taratura a fondo colonna e dorsale di distribuzione orizzontale al piano interrato. Si realizzeranno due circuiti in partenza dalle sottostazioni climatiche interrate: un circuito acqua calda/refrigerata per ventilconvettori ed UTA ed un circuito acqua calda per i radiatori da mantenere. I ventilconvettori saranno dotati di valvola motorizzata a due vie on-off per funzionamento dell'impianto a portata variabile, in modo da ridurre i consumi energetici legati alla circolazione di portata d'acqua costante ai ventilconvettori non in funzione.

I ventilo saranno dotati di termostato elettronico con sonda aria e sonda acqua per il controllo delle velocità del ventilatore e per l'accensione/spegnimento con apertura-chiusura della valvola a due vie in funzione della temperatura ambiente e della temperatura dell'acqua calda e refrigerata in ingresso.

L'acqua refrigerata per i ventilconvettori nel periodo estivo verrà derivata dalla dorsale esistente nei corridoi interrati attraverso la realizzazione di stacchi con commutazione manuale acqua calda/acqua refrigerata al piano interrato in prossimità delle sottostazioni climatiche esistenti da ristrutturare. Nel periodo invernale l'acqua del circuito miscelato alimenterà i terminali a temperatura variabile dai 40°C ai 55°C: nel periodo estivo la temperatura di mandata dell'acqua refrigerata proveniente dalla centrale frigo CF3 esistente sarà compresa tra i 7-10°C . Il dimensionamento dei terminali è stato effettuato tenendo conto di tali temperature dei fluidi dell'impianto centralizzato.

In particolare si elencano le seguenti lavorazioni meccaniche ipotizzate nel progetto preliminare:

- Ristrutturazione delle sottostazioni climatiche n.10 e n.13 al piano interrato al servizio dei fabbricati B, D, C e parte dei fabbricati A ed E.

Si prevede la demolizione completa della sottostazione esistente, la fornitura e posa di nuovi circolatori elettronici gemellari con alimentazione elettrica monofase a basso consumo in sostituzione delle elettropompe esistenti con alimentazione trifase, la fornitura e posa di nuove valvole di intercettazione a sfera in ghisa flangiate con riduttore in sostituzione delle vecchie saracinesche a volantino, la realizzazione di un circuito idraulico commutazione estate-inverno per acqua calda e refrigerata con tubazioni in ferro UNI10255 saldate , il recupero della valvola miscelatrice del servocomando e delle sonde climatiche di recente installazione, la coibentazione dei circuito con adeguati spessori di isolamento termico conforme al DPR 412/93 ed anticondensa.

- Realizzazione della nuova rete di distribuzione acqua calda ed acqua calda/refrigerata dalle sottostazioni ai terminali

I tratti di tubazione nel corridoio tecnico interrato “metropolitana” sono previsti in ferro UNI10255 saldati.

I tratti al piano interrato interni ai dipartimenti passanti in alto a vista nei corridoi, negli uffici e laboratori dovranno essere realizzati in acciaio inox 1.4401 (AISI 316L) con sistema di giunzione a pressare. Dalle dorsali orizzontali al piano interrato si staccheranno tutte le colonne montanti sempre di acciaio inox in press-fitting passanti all'interno dei locali e mascherate mediante struttura in cartongesso. Ad ogni piano sono previsti collettori di distribuzione completi di valvole di intercettazione. Dai collettori ispezionabili dentro carter in cartongesso partiranno le tubazioni di distribuzione acqua calda/refrigerata per ciascun ventilconvettore in multistrato preisolato passanti in traccia nelle pareti perimetrali, poiché ove possibile i nuovi ventilconvettori verranno installati sottofinestra al posto dei radiatori rimossi. Le tubazioni passanti nei laboratori con impianti a vista potranno essere effettuate anche fuori traccia.

Le colonne di distribuzione acqua calda ai radiatori saranno in maniera analoga alle colonne di alimentazione dei ventilconvettori.

Nei locali ad elevato carico termico estivo e basso carico termico invernale o dove si manifestano problematiche nell'installazione dei ventilconvettori sottofinestra, sono previsti ventilconvettori a cassetta a soffitto con tubazioni di distribuzione passanti nel controsoffitto. I Tutti i tratti di tubazione a vista dovranno essere rivestiti con idoneo materiale isolante ed anticondensa e con finitura in PVC. Nei tratti non a vista il rivestimento isolante delle tubazioni sarà senza finitura.

Nei punti alti delle colonne sono previsti sfiati automatici e manuali. Per assicurare circolazione d'acqua i ventilconvettori a fine circuito saranno dotati di valvola a tre vie invece che valvola a due vie)

- Realizzazione di rete scarico condensa per impianto a ventilconvettori ed unità di trattamento aria

Sono previste colonne di scarico condensa adiacenti le colonne di acqua calda/refrigerata e collegamenti ai terminali (ventilo ed uta) La rete dovrà essere realizzata in pvc-U ad incollaggio o in PEAD e correrà in traccia nelle pareti con idonea pendenza o dietro cartongesso parallelamente alle tubazioni di distribuzione acqua calda ed alimentazione elettrica. Gli scarichi saranno convogliati previa interposizione di sifone alla rete esistente al piano interrato o agli scarichi dei lavandini dei laboratori. Le tubazioni passanti nei laboratori con impianti a vista potranno essere effettuate anche fuori traccia.

- Realizzazione di impianto trattamento aria per aule didattiche/laboratori informatici

Le due aule del DIATI al piano terreno del fabbricato D saranno dotate di impianto di ventilazione meccanica controllata costituito da recuperatore di calore ad alta efficienza (maggiore dell'80%) , adeguata sezione filtrante, ventilatori di immissione ed espulsione aria EC a portata variabile, serranda di by-pass del recuperatore, canali di distribuzione aria diffusori di mandata e griglie di ripresa passanti nel controsoffitto. La regolazione della portata d'aria da immettere avverrà mediante una sonda di CO2 in ambiente fino a completo spegnimento dell'Unità di Trattamento Aria nel caso di raggiungimento di adeguati livelli di qualità dell'aria. Il by-pass parziale o totale del recuperatore azionato in base alla sonda di temperatura ambiente consentirà il free-cooling soprattutto nelle mezze stagioni.

4.4 Impianti elettrici in progetto

- Impianto elettrico di alimentazione e telegestione dei ventilconvettori suddiviso in zone.

E' prevista la fornitura e posa delle tubazioni elettriche per alimentazione dei ventilconvettori con cavi passanti dentro corrugati in PVC o in canalina dal piano interrato seguendo il percorso delle tubazioni di distribuzione dai quadri elettrici interrati. Sono previste più zone di alimentazione dei ventilconvettori alimentate da due quadri elettrici in carpenteria metallica a pavimento .

Il quadro "ventilo B-D" alimenterà i ventilo ed UTA dei fabbricati B, C, D, E e parte del fabbricato A e l'impianto sarà suddiviso nei seguenti circuiti elettrici:

- 1) TOCEN04_A piano terreno
- 2) TOCEN04_A piano interrato (UTA DIATI)
- 3) TOCEN04_B piano interrato
- 4) TOCEN04_B piano terreno uffici e laboratori
- 5) TOCEN04_B piano primo uffici e laboratori
- 6) TOCEN04_B piano secondo biblioteca
- 7) TOCEN04_B corridoi tutti i piani
- 8) TOCEN04_C piano terreno
- 9) TOCEN04_D piano interrato
- 10) TOCEN04_D piano terreno uffici e laboratori
- 11) TOCEN04_D piano terreno aule
- 12) TOCEN04_D piano primo corridoi
- 13) TOCEN04_D piano primo uffici e laboratori
- 14) TOCEN04_D piano secondo
- 15) TOCEN04_E piano primo
- 16) TOCEN04_E piano secondo

Il quadro generale dei ventilo serviti dalle sottostazioni n.10 e n.13 da ubicarsi al piano interrato "metropolitana" in prossimità delle due sottostazioni climatiche dovrà contenere gli interruttori di protezione di tutti i circuiti ed il sistema di telegestione dell'impianto da collegarsi all'esistente SIEMENS DESIGO.

La nuova centralina modulare liberamente programmabile dovrà essere in grado di gestire l'accensione/spegnimento manuale o automatica dei singoli circuiti. Da remoto attraverso il software esistente da implementare dovrà essere possibile controllare lo stato dei selettori e degli interruttori oltre che dovrà essere possibile programmare in modo differente l'orario di l'accensione/spegnimento dei singoli circuiti.

E' previsto l'adeguamento dei quadri elettrici esistenti per l'alimentazione e telegestione dei nuovi circolatori in sostituzione delle elettropompe.

Per la realizzazione della dorsale di distribuzione acqua calda/refrigerata orizzontale e dei montanti verticali dovranno essere rimosse e poi ripristinate a fine lavori le apparecchiature elettriche che possono costituire intralcio durante le lavorazioni (ad esempio canaline elettriche, prese, tubazioni elettriche in traccia o a ridosso delle pareti perimetrali) E' previsto lo smontaggio e la rimozione degli impianti elettrici di alimentazione dei vecchi condizionatori monosplit da dismettere.

Le due UTA (Recuperatori ad alta efficienza) destinati alle Aule DIATI del fabbricato D dovranno essere dotati di quadro di alimentazione e controllo al piano, inclusa centralina SIEMENS modulare liberamente programmabile o altro sistema di regolazione che consenta di acquisire da remoto sul sistema generale di supervisione esistente i punti da controllare.

Nello specifico si prevede di acquisire gli stati, gli allarmi e i comandi dei selettori, dei ventilatori e delle serrande, i valori delle sonde di qualità dell'aria e temperatura ambiente. Da remoto via software o manualmente sul quadro dovrà essere possibile modificare gli orari di accensione/spegnimento, le velocità dei ventilatori, i set-point della qualità dell'aria e della temperatura ambiente che comandano il free-cooling o la quantità di aria immessa/estratta.

E' previsto il rifacimento dell'impianto illuminazione nelle due aule al piano terreno DIATI a seguito installazione controsoffitto a quadrotte per il mascheramento della distribuzione idronica ed aeraulica. I nuovi corpi illuminanti da controsoffitto saranno a led a basso consumo.

4.5 Opere edili in progetto

Le opere edili in progetto sono tutte finalizzate alla realizzazione dei nuovi impianti di climatizzazione. Nello specifico sono previste:

- Tracce e ripristini nelle pareti per attraversamento delle tubazioni.
- Foratura solai per passaggio nuove colonne montanti

- Sigillatura fori anche con collari REI nel caso di compartimentazione tra i piani o le zone attraversate
- Fornitura e posa di pannelli isolanti sottofinestra dietro al ventilconvettore per ridurre le dispersioni invernali.
- Opere da cartongessista per il mascheramento delle colonne montanti e sottofinestra
- Rasature con intonaco
- Tinteggiature
- Realizzazione di controsoffitto a quadrotte 60x60 in cartongesso con relativa struttura nelle due aule DIATI piano terreno fabbricato D.

5 FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

In base ai sopralluoghi preliminari effettuati in loco, non sussistono vincoli specifici che possano compromettere la fattibilità degli interventi. Sussistono solo alcune limitazioni relative alle tempistiche e modalità di esecuzione delle lavorazioni legate alle esigenze dipartimentali, all'attività didattica, agli spazi utilizzabili per il trasferimento delle persone ed agli spostamenti di arredi ed apparecchiature. Tali limitazioni possono essere gestite in fase di progettazione esecutiva.

6 PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA

Indicazioni sulle modalità di svolgimento delle lavorazioni

Non sarà possibile avere i locali completamente sgombri di apparecchiature ed arredi ed l'intero gruppo di fabbricati privo di personale; i Dipartimenti hanno la possibilità di spostare un quantitativo limitato di persone in altri spazi e di interrompere le attività dei laboratori di ricerca o degli spazi didattici in intervalli temporali limitati. In base a tali limitazioni le lavorazioni dovranno essere organizzate in modo da confinare specifiche aree di attività all'interno delle quali eseguire man mano tutte le opere relative alla specifica area. Tendenzialmente si potranno confinare per periodi da due a quattro settimane porzioni di piano dei fabbricati all'interno delle quali si dovranno eseguire tutte le lavorazioni.

Per l'esecuzione della nuova dorsale al piano seminterrato dove corre la vecchia tubazione del riscaldamento da demolire sono previste le seguenti operazioni:

- Compartimentazione dell'area di lavoro con cartongessi o teli.
- Spostamento preliminare di arredi o apparecchiature che possono ostacolare le lavorazioni o possono essere danneggiate da essi.
- Protezione di arredi e apparecchiature con teli e quant'altro occorrente per lavorazioni che possono causare formazione di polvere.
- Esecuzione di forature di solai, tracce a parete ed altre opere edili di assistenza muraria alla posa degli impianti
- Scarico degli impianti esistenti

- Taglio con flessibile e demolizione delle tubazioni a vista a soffitto
- Smontaggio apparecchiature ed impianti elettrici che interferiscono con la posa delle nuove tubazioni a vista
- Fornitura e posa delle nuove tubazioni idrauliche ed elettriche con relativi staffaggi, collari, rivestimento isolante
- Ripristini murari
- Rimontaggio apparecchiature elettriche
- Pulizia dei locali e ripristino degli arredi nelle posizioni originarie

Per la posa delle colonne di distribuzione si prevedono le seguenti operazioni:

- Compartimentazione dell'area di lavoro con cartongessi o teli.
- Spostamento preliminare di arredi o apparecchiature che possono ostacolare le lavorazioni o possono essere danneggiate da essi.
- Protezione di arredi e apparecchiature con teli e quant'altro occorrente per lavorazioni che possono causare formazione di polvere.
- Esecuzione di forature di solai per il passaggio colonne ed altre opere edili di assistenza muraria alla posa degli impianti
- Smontaggio apparecchiature ed impianti elettrici che interferiscono con la posa delle nuove tubazioni a vista
- Fornitura e posa delle nuove tubazioni idrauliche ed elettriche con relativi staffaggi, collari, rivestimento isolante coibentazione tubazioni e collettori con guaina tipo armaflex senza finitura.
- Mascheramento colonne dentro carter in cartongesso con sportello di ispezione
- Rimontaggio apparecchiature elettriche
- Tinteggiature
- Pulizia dei locali e ripristino degli arredi nelle posizioni originarie

Per la posa dei ventilconvettori nei singoli uffici-laboratori sono previste le seguenti operazioni:

- Spostamento arredi e copertura con teli di protezione
- smontaggio delle apparecchiature elettriche che interferiscono con la posa delle tubazioni dalla colonna al ventilconvettore
- distacco dei radiatori da demolire
- tracce a parete per passaggio tubazioni
- posa tubazioni multistrato acqua calda/refrigerata e scarico condensa dal collettore della colonna al ventilo
- posa cavi elettrici di alimentazione ventilconvettore dalla colonna verticale
- posa pannello isolante sottofinestra struttura e pannello di cartongesso sottofinestra
- posa ventilconvettore staffato alla struttura della controparete in cartongesso.
- realizzazione di impianto elettrico per alimentazione ventilconvettore

- ripristini murari.
- rimontaggio apparecchiature elettriche esistenti da ripristinare
- prova idrauliche di tenuta tubazioni
- tinteggiature delle zone interessate dai lavori
- Pulizia dei locali e ripristino degli arredi nelle posizioni originarie.

Le tubazioni principali di distribuzione acqua calda e refrigerata saranno in acciaio inox a pressare in modo da velocizzare i tempi di esecuzione ed evitare saldature all'interno dei locali. Tubi in ferro nero a saldare saranno impiegati solo nel locale tecnico metropolitana dove non sussistono particolari vincoli all'impiego di attrezzature per saldatura.

Nei laboratori dove sono presenti impianti meccanici ed elettrici a vista sarà possibile in alternativa alle tracce a parete realizzare i collegamenti idraulici ed elettrici a vista o dentro canalina elettrica di mascheramento. Questo al fine di minimizzare la formazione di polvere, gli spostamenti di arredi e apparecchiature e ridurre i tempi di esecuzione.

Per lo smontaggio delle unità esterne dei condizionatori monosplit da rimuovere ad altezze superiori a 2m dal piano cortile è previsto l'impiego di cestelli o altre piattaforme elevatrici.

Poiché il nuovo impianto di climatizzazione comporta la demolizione dell'impianto a radiatori esistente, gli interventi dovranno essere eseguiti prevalentemente durante i mesi da aprile ad ottobre in modo da non compromettere il comfort termico durante la stagione invernale. La durata stimata per le lavorazioni è di circa 7 mesi dal 15 aprile al 15 novembre.

7 MOTIVAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE E VALUTAZIONE SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

La scelta di dotare i suddetti fabbricati di un impianto di raffrescamento centralizzato a ventilconvettori alimentato dalla centrale frigorifera ad altissimo rendimento è in linea con l'indirizzo dell'ufficio tecnico del Politecnico che negli ultimi anni ha adottato la politica di centralizzare il sistema di climatizzazione estiva e ridurre il numero di apparecchiature contenenti gas refrigeranti da mantenere.

L'impianto a radiatori esistente ha almeno 60 anni di vita, è sovradimensionato rispetto alle attuali esigenze ed inizia ad avere piccole problematiche di perdita sui raccordi della distribuzione.

Gli split esistenti sono non sempre perfettamente funzionanti a causa dell'età o a causa dell'attività di smontaggio e ripristino durante la sostituzione di molti serramenti esterni avvenuta nel corso degli ultimi anni. Le unità esterne sono posizionate sulla parete sottofinestra al piano di ubicazione delle unità interne ed in caso di guasto o perdite di gas refrigerante l'attività manutentiva di ripristino del funzionamento è alquanto difficoltosa in

quanto è necessario sovente utilizzare un cestello passando dai cortili in aree dove la movimentazione di mezzi meccanici è alquanto difficoltosa.

A fronte di continue richieste da parte di dipartimenti di dotare di nuovi condizionatori i locali attualmente privi di sistema di raffrescamento e considerata l'età dell'impianto a radiatori si è valutato opportuno pensare non solo alla climatizzazione estiva ma anche alla ristrutturazione dell'impianto di climatizzazione invernale. L'impianto a ventilo a due tubi rappresenta la soluzione economicamente più vantaggiosa perché consente di realizzare due nuovi impianti al costo di uno solo.

L'impiego di tubazione in acciaio inox a pressione rappresenta la soluzione che garantisce la massima durata temporale della tubazione. I tubi in ferro saldato pur avendo un costo inferiore comportano tempi più lunghi nelle lavorazioni, difficoltà logistiche e opere edili accessorie per l'impiego di attrezzature di saldatura in locali dove saldare è complicato; inoltre la durata stimata delle tubazioni in ferro che trasportano acqua refrigerata è decisamente inferiore.

Le possibili alternative progettuali alla soluzione a) adottata potevano essere le seguenti:

- b) impianto VRV solo freddo e mantenimento impianto a radiatori esistente
- c) impianto a tutt'aria per la climatizzazione estiva e mantenimento impianto a radiatori esistente
- d) impianto a soffitti radianti per la climatizzazione estiva ed invernale
- e) impianto a ventilconvettori a soffitto o in alto a parete per la sola climatizzazione estiva
- f) impianto a ventilo centralizzato negli uffici ed impianto split nei laboratori

Per quanto riguarda la soluzione b), la soluzione tecnicamente praticabile prevede l'installazione di più impianti ad espansione diretta con volume di refrigerante variabile (VRV) , tendenzialmente uno per piano di fabbricato, in modalità solo freddo con unità interne in alto sulle pareti interne degli uffici e laboratori verso i corridoi, linee distribuzione gas refrigerante, elettriche e scarico condensa passanti nei corridoi.

Le unità esterne (circa 10) del tipo a basamento degli impianti VRV potrebbero essere collocate nei cortili interni.

I vantaggi di questa tecnologia sono le rese (EER) elevate, tuttavia inferiori agli impianti alimentati con chiller dotati di turbocompressori a levitazione magnetica e condensati ad acqua di falda.

I punti critici sono legati alla manutenzione e ai rischi nel caso di perdita di gas nelle tubazioni. Tali sistemi hanno un elevato quantitativo di F-gas passante negli ambienti interni e le giunzioni delle tubazioni sono realizzate mediante speciali saldature. Nel caso di perdita di gas si avrebbe oltre al costo elevato della ricarica, la difficoltà notevole di individuazione della perdita rispetto ad una perdita d'acqua da una tubazione. Le opere di individuazione della perdita, ricarica gas, riparazione della perdita nel corso degli anni potrebbero essere molto frequenti ed onerose. Inoltre nota la normativa vigente sugli F-Gas e le problematiche

ambientali e di sicurezza connesse con questo tipo di gas (i vecchi fluidi hanno un impatto ambientale elevato, i nuovi fluidi hanno impatti più contenuti ma problematiche di infiammabilità) è difficile ipotizzare una durata di vita superiore ai 10 anni.

Al contrario la nuova rete di distribuzione acqua calda refrigerata in acciaio inox a pressione è pensata per una durata di 30-40 anni.

Altro svantaggio è il maggior numero di macchine da mantenere (10 VRV) e telegestire in opposizione alla politica dell'ufficio tecnico che nel corso degli anni sta cercando di ridurre il numero di tali apparecchiature per semplificare l'attività di controllo, manutenzione e telegestione.

Inoltre l'ubicazione delle unità esterne nei cortili non è agevole e comporta una riduzione degli spazi per i cortili oltre che problematiche di rumorosità.

La soluzione progettuale prevista consente invece di liberare spazi nei cortili e ridurre la rumorosità degli impianti.

La soluzione b) infine non prevede la ristrutturazione dell'impianto a radiatori. Si può ipotizzare una durata di tale impianto di ancora altri 20-30 anni ma con crescenti problematiche manutentive legato allo stato delle tubazioni.

La soluzione c) con impianto a tutt'aria:

- è tecnicamente difficilmente praticabile per la mancanza di locali e spazi tecnici dove ubicare le UTA.
- comporta maggiori opere di assistenza muraria per il passaggio ed il mascheramento delle canalizzazioni
- maggiori costi energetici legati alla distribuzione del fluido aria ed al trattamento di aria esterna.
- Maggiori costi energetici e difficoltà nella regolazione legati al divieto di ricircolare aria in molti laboratori, al controllo delle quantità di aria da immettere per esigenze non solo di climatizzazione ma anche di funzionamento delle cappe di aspirazione a portata variabile o altri macchinari presenti.
- Non rappresenta la soluzione ottimale per la climatizzazione di un numero elevato di locali. Soluzioni con impianti a tutt'aria sono da preferirsi in locali ampi, con altezze elevate e ad elevato affollamento come aule, teatri, centri commerciali etc.

La soluzione d) con sistema a soffitti radianti è praticabile solo per locali con bassi carichi estivi e comporta problematiche di controllo igrometrico difficili da gestire; mal si adatta ai laboratori dove ci sono spesso carichi di raffreddamento elevati ed umidità relativa variabile in funzione delle attività che si effettuano.

Inoltre si tratta di una soluzione molto più costosa rispetto all'impianto a ventilconvettori a pavimento.

La soluzione e) con ventilo a soffitto per la sola climatizzazione estiva economicamente ha un costo paragonabile alla soluzione a) ma non prevede la ristrutturazione dell'impianto di climatizzazione invernale. Inoltre il posizionamento di terminali a soffitto o a parete che

comporta maggiori problematiche manutentive maggiori rispetto al posizionamento a pavimento (tempi più lunghi e maggiori costi per sanificazione, pulizia filtri, sostituzione componenti guasti, perdite e gocciolamenti di condensa etc.)

La soluzione f) con ventilo negli uffici e split nei laboratori rappresenta una soluzione teoricamente ideale: gli uffici hanno esigenze di climatizzazione assolutamente gestibili con il sistema centralizzato e nei laboratori può essere una valida soluzione l'impiego di split di nuova generazione in sostituzione di quelli più vecchi con unità esterne ubicate in posizioni più facilmente manutenibili. Tuttavia poiché le esigenze dipartimentali e dell'Ateneo cambiano continuamente con frequenti modifiche di destinazione d'uso dei locali ufficio e laboratorio e poiché non esistono delle aree ben delimitate destinate solo ad uso ufficio o ad uso laboratorio sarebbe comunque necessario realizzare l'impianto a ventilconvettori per tutti i locali del fabbricato. In questi anni la richiesta di nuovi uffici è sempre più frequente con recupero di sottotetti, trasformazione di ex laboratori in locali uso ufficio.

In quest'ottica la soluzione migliore resta la soluzione a) con il mantenimento di split solo in quei laboratori che hanno esigenze di climatizzazione particolari.

Dal punto di vista strettamente energetico, l'allacciamento dei ventilo alla centrale esistente di recente realizzazione è la soluzione ottimale.

La centrale frigorifera esistente "NORD" è costituita da refrigeratori condensati con acqua di falda con compressori centrifughi a levitazione magnetica ad altissimo rendimento. Le elettropompe di pescaggio e restituzione di acqua di pozzo così come le pompe del circuito secondario di distribuzione acqua refrigerata ai fabbricati sono complete di inverter e gli impianti sono a portata variabile. Le macchine sono in grado di raggiungere valori di EER superiori ad 8 al 100% del carico e a superiori a 10 ai carichi parziali.

Gli EER medi degli attuali condizionatori monosplit sono inferiori a 3. Con sistemi VRV e sistemi monosplit di ultima generazione si raggiungono rese superiori ma non confrontabili con le rese della centrale esistente.

Il maggior costo energetico del sistema di raffrescamento centralizzato è rappresentato dall'energia necessaria per il pompaggio ed il trasporto dell'acqua refrigerata lungo una rete molto estesa. Tuttavia tale costo esiste a prescindere dall'allacciamento dei fabbricati B,D,C e parte di A in quanto le pompe di circolazione devono distribuire acqua refrigerata alle UTA delle Aule e ai ventilconvettori di altri fabbricati. L'aumento del costo di pompaggio non è proporzionale all'aumento della volumetria raffrescata e per minimizzarlo l'impianto è stato pensato a portata variabile con valvole a due vie sui ventilo e la possibilità di escludere delle zone da remoto.

La centrale frigorifera esistente inoltre è attualmente sovradimensionata rispetto alle apparecchiature attualmente allacciate all'impianto centralizzato ed è stata progettata per coprire l'intero fabbisogno estivo del gruppo di fabbricati TOCEN04.

Per tutte le ragioni sopra esposte la soluzione progettuale a) rappresenta la migliore possibile.

8 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

- Decreto Legislativo 19 agosto 2005 N. 192 - “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 N. 311 - “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”
- Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte n. 43-11965 del 4 agosto 2009 e s.m.i. “disposizioni attuative in materia di certificazione energetica degli edifici”.
- Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 “Requisiti minimi”
- Norma UNI/TS 11300 parte 1 Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- Norma UNI/TS 11300 parte 2 Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- Legge n. 447 del 26.10.95 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.P.C.M. 14.11.97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- Norma UNI- CTI 5104 edizione Gennaio 1963 “Impianti di condizionamento dell’aria. Norme per l’ordinazione l’offerta ed il collaudo” e successivo aggiornamento Aprile 1991
- Norma UNI CTI 10339 “Impianti aeraulici a fini di benessere”
- Norma UNI- 8199 edizione 1998 “Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione”
- Norma UNI 10255 (Tubazioni in acciaio)
- Norma UNI 6507 (Tubazioni in rame)
- Norme UNI ISO 4437
- Norma UNI EN 10312: 2007 “Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell’acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n°81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 03/08/07 n°123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- Norma CEI 64-8:2017 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”.

9 INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA

In fase preliminare il sottoscritto ha già provveduto al dimensionamento delle tubazioni idrauliche e dei venticonvettori. La potenza termica e frigorifera dei venticonvettori è stata

individuata sulla base dei carichi termici standard di uffici e laboratori già realizzati. In fase di definitiva ed esecutiva il progettista dovrà procedere al ricalcolo dei carichi termici locale per locale, al dimensionamento esecutivo dei componenti e a fornire indicazioni per il bilanciamento idraulico delle colonne al fine di ripartire correttamente ed equamente le perdite di carico.

Il progettista dovrà inoltre locale per locale verificare i passaggi esecutivi delle tubazioni prevedendo eventuali soluzioni alternative a quelle illustrate negli elaborati grafici dello studio di fattibilità, qualora la presenza di arredi ed apparecchiature rendesse troppo difficoltoso il passaggio. Dovrà inoltre individuare i punti ottimali dove convogliare e scaricare la condensa dell'impianto.

Il professionista incaricato della progettazione esecutiva delle opere elettriche dovrà inoltre provvedere al dimensionamento dei cavi elettrici di alimentazione e dei quadri di comando e telegestione ed a verificare in dettaglio locale per locale tutte le modifiche e spostamenti degli impianti elettrici esistenti necessarie al passaggio dei nuovi impianti.

Il progettista delle opere edili dovrà verificare locale per locale tutte le opere per il mascheramento degli impianti e le finiture necessarie per i ripristini delle traccie.

10 ELENCO ELABORATI

- 000126_001_FTE_ELG_REG_001_Relazione tecnica
- 000126_001_FTE_ELG_CRP_001_Cronoprogramma preliminare
- 000126_001_FTE_ELG_CME_001_Computo metrico preliminare
- 000126_001_FTE_IME_TAV_001_Inquadramento generale
- 000126_001_FTE_IME_TAV_002_schemi idraulici funzionali e particolari costruttivi impianti meccanici
- 000126_001_FTE_IME_TAV_003_Pianta Piano seminterrato impianti meccanici in progetto
- 000126_001_FTE_IME_TAV_004_Pianta Piano Terreno impianti meccanici in progetto
- 000126_001_FTE_IME_TAV_005_Pianta Piano Primo impianti meccanici in progetto
- 000126_001_FTE_IME_TAV_006_Pianta Piano Secondo impianti meccanici in progetto