

Universita' degli Studi del Molise

INTERVENTI DI INNOVAZIONE TECNICA PER
L'ADEGUAMENTO TECNOLOGICO ED EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE DEGLI
EDIFICI I, II E III POLIFUNZIONALE IN CAMPOBASSO



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE

– Area Servizi Tecnici Università' degli Studi del Molise

Ing. Giovanni Lanza

Geom. Antonio Ramacciati

Ing. Ramona Tucci

Ing. Gianmarco Procaccini

Arch. Basile Fabio

data

Giugno 2020

agg.to

Settembre 2022

revisione

03

allegato

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI

tavola

RS

rapp.

file

1. I EDIFICIO POLIFUNZIONALE

Descrizione impianto esistente oggetto di efficientamento

Il I Edificio Polifunzionale è attualmente servito da un impianto termotecnico principale del tipo misto aria-acqua, e soddisfa le esigenze di riscaldamento e qualità dell'aria per oltre l'80% della superficie netta climatizzata. Per la restante porzione di superficie (costituita dalle 4 aule più grandi presenti), è presente un impianto di tipo a tutt'aria, che soddisfa le esigenze di riscaldamento, raffrescamento e qualità dell'aria.

Il fluido termovettore “acqua calda” viene prodotto da una centrale termica posizionata nel locale tecnico dedicato adiacente alla struttura. Il fluido termovettore “acqua fredda” viene prodotto dalla centrale frigorifera posta all'esterno, in una zona annessa all'edificio. Le unità di trattamento dell'aria e il bollitore per la produzione e l'accumulo di acqua calda sanitaria sono collocati in un locale ad esse dedicato adiacente all'edificio in esame.

In *Figura 1* sono evidenziate le posizioni dei predetti sistemi rispetto al fabbricato.

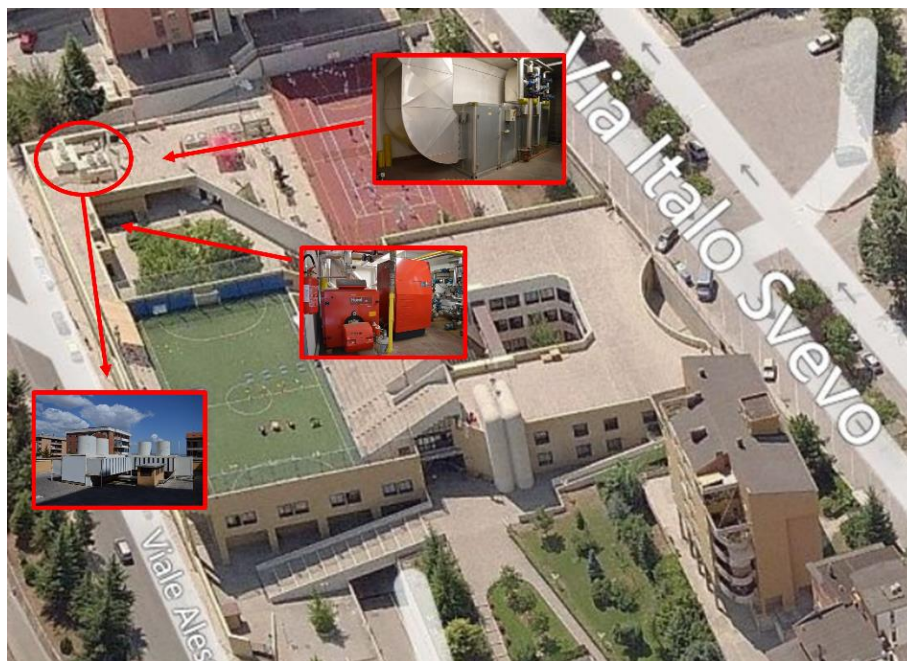


Figura 1 – Collocazione delle macchine asservite al I Edificio Polifunzionale

Nello specifico la centrale termica asservita all'edificio è costituita da due caldaie a condensazione alimentate a gas naturale collegate in serie (*Figura 2*).

Una caldaia, da 400 kW, è sempre in funzione, mentre un'altra, da 420 kW, entra in esercizio laddove sia richiesta una potenza superiore.

Nella *Tabella 2.5* sono riportate alcune delle principali caratteristiche delle caldaie in questione.



Figura 2 - Caldaie Hoval asservite all'edificio

Caldaia Ultragas (400kW)	
Potenza utile nominale (kW)	400
Temperatura di esercizio massima (°C)	90
Rendimento utile full load (%)	98,3
Caldaia Max - 3 Plus (420kW)	
Potenza utile nominale (kW)	420
Temperatura di esercizio massima (°C)	90
Rendimento utile full load e 80/60°C (%)	85,8

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche caldaie

Per quanto riguarda la produzione di acqua refrigerata, l'edificio è dotato di due macchine frigorifere mostrate in *Figura 3*, caratterizzate da una resa frigorifera pari a 167 kW.



Figura 3 - Macchine frigorifere allocate sul tetto della centrale

Le macchine della centrale termo-frigorifera, sono poi interfacciate con le cinque unità di trattamento aria che servono l'edificio; di queste, quella denominata “UTA primario” provvede a soddisfare le esigenze di rinnovo e qualità dell'aria, mentre le altre sono deputate anche a soddisfare le richieste di riscaldamento e raffrescamento, configurandosi, così, come un impianto a tutt'aria. Nella *Figura 4* è riportata una delle UTA presenti nella centrale ad esse dedicata.



Figura 4 - Unità di trattamento dell'aria installata nella centrale dedicata

Ognuna delle unità di trattamento dell'aria provvede alle richieste di condizionamento di una specifica zona di competenza; in particolare:

- “*UTA aula 300 posti*” provvede, con una portata d'aria pari a $13.800 \text{ m}^3/\text{h}$, alla climatizzazione dell'aula magna che si sviluppa tra il piano terra e il primo piano;
- “*UTA aula 8*” e “*UTA aula 7*” sono due unità di trattamento uguali, ognuna delle quali tratta una portata d'aria pari a $4.300 \text{ m}^3/\text{h}$. Esse infatti soddisfano le richieste di climatizzazione di due aule identiche per dimensioni, caratteristiche, impianti terminali: l'aula 8 e l'aula 7, poste nella zona centrale del piano terra;
- “*UTA aula 180 posti*” serve l'aula Kesnel da 180 posti; per essa, però, ma non è stato possibile reperire informazioni circa la portata elaborata;
- “*UTA primario*” con una portata d'aria pari a $17.900 \text{ m}^3/\text{h}$, provvede al trattamento dell'aria (al solo fine di garantire la qualità e i giusti ricambi d'aria) di aule, uffici, aule studio, zone di circolazione e zona ristoro.

Le prime 4 UTA elencate sono dotate di una batteria di riscaldamento e di una di raffrescamento, mentre quella denominata primario, solo di una batteria di pre-riscaldamento e una di post-riscaldamento. Tali batterie sono alimentate dalle centrali termica e frigorifera. Tutte le UTA sono inoltre dotate di umidificatore a pacco evaporante.

Per soddisfare le richieste di acqua calda sanitaria dell'intero immobile, è presente un bollitore, collegato alla centrale termica, che funge anche da accumulo (*Figura 5*), di capacità 1000l.



Figura 5 – Serbatoio di accumulo per ACS

Per quanto riguarda il sottosistema terminale dell'impianto termico sono individuate le seguenti diverse situazioni:

- dove si ha un sistema di tipo misto, per zone quali aule, uffici, aule studio, zone di circolazione e zona ristoro, sono presenti diffusori o bocchette a soffitto, per l'immissione di aria, e radiatori ad acqua;
- in due zone (aula studio ala ovest e aula 10 al II piano), sono presenti terminali di tipo fan-coil;
- nei servizi igienici, i sistemi terminali sono i radiatori in ghisa;
- nelle due aule da 100 posti e in quella da 300 posti, sono presenti bocchette di immissione con canale a vista e bocchette di estrazione.
- nell'aula da 180 posti, oltre alla presenza in ambiente di diffusori a soffitto, sono installati dei terminali ad acqua di tipo fan-coil.

Complessivamente, oltre alle innumerevoli bocchette di immissione dell'aria dislocate in quasi ogni locale dell'edificio, sono stati presenti circa 100 radiatori e 7 termoconvettori.

Si riportano in *Figura 6* delle immagini fotografiche di tutte le diverse tipologie di terminali censiti.



Figura 6 - Varie tipologie di terminali censiti

Dall'audit energetico condotto, cui si rinvia, tenuto altresì conto degli interventi eseguiti negli anni passati e del grado di obsolescenza e dello stato conservativo e di funzionamento degli apparati e delle apparecchiature che compongono il sistema edificio/impianto, e dei successivi approfondimenti tecnici, si è ritenuto opportuno intervenire su:

- a) sostituzione del chiller presente con uno caratterizzato da una maggiore efficienza;
- b) sostituzione delle unità di trattamento aria.

Descrizione interventi di efficientamento

a) Sostituzione dei due generatori di acqua refrigerata

Si è ipotizzato di installare refrigeratore d'acqua acqua refrigerata con condensazione ad aria con ventilatori elicoidali - PF = 176,0 PA = 59,0 con le seguenti caratteristiche:

- struttura portante e pannellatura realizzate in lamiera zincata e verni ciata (RAL 9018); basamento in lamiera di acciaio zincata;
- compressori ermetici rotativi tipo Scroll completi di protezione termica interna e resistenza del carter attivata automaticamente alla sosta dell'unità
- scambiatore lato acqua di tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox adeguatamente isolato.
- scambiatore lato aria costituito da batteria in tubi di rame e alette di alluminio.
- elettroventilatori elicoidali a rotore esterno, muniti di protezione termica interna e completo di rete di protezione disposti in singola fila per versioni EC.
- dispositivo elettronico proporzionale per la regolazione in pressione e in continuo della velocità di rotazione del ventilatore fino a temperatura dell'aria esterna di -10 °C in funzionamento come refrigeratore e fino a temperatura dell'aria esterna di 40 °C in funzionamento come pompa di calore.
- attacchi idraulici di tipo Victaulic.
- pressostato differenziale a protezione dell'unità da eventuali interruzioni del flusso acqua.
- doppio circuito frigorifero realizzato con tubo di rame ricotto (EN 12735-1-2) completo di: filtro deidratatore a cartuccia, attacchi di carica, pressostato di sicurezza sul lato di alta pressione a riarmo manuale, pressostato sul lato di bassa pressione a riarmo automatico, valvola/e di sicurezza, rubinetti intercettazione filtro, valvola di espansione termostatica, indicatore di liquido, isolamento della linea di aspirazione.
- unità con grado di protezione 1P24.
- unità è completa di carica di fluido frigorigeno R41DA.

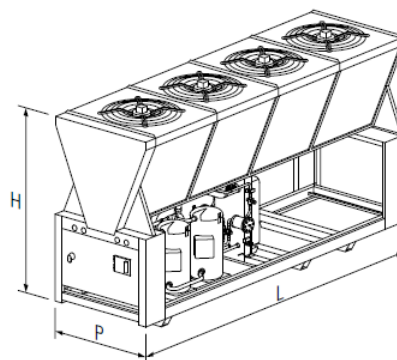
Potenza frigorifera nominale	1	kW	170,0	191,0	219,0	244,0	282,0	315,0
E.E.R. (*)	1		2,51	2,51	2,53	2,51	2,52	2,55
ESEER			3,77	3,81	3,82	3,81	3,80	3,85
Potenza assorbita (*)	1	kW	67,7	76,1	86,6	97,2	111,9	123,9
Corrente nominale (*)	1	A	119,0	129,0	145,0	163,0	183,0	203,0
Portata nominale acqua scambiatore	1	ℓ/h	29240	32852	37668	41968	48504	54180
Perdite di carico nominali scambiatore lato acqua	1	kPa	60	59	60	58	60	62
Potenza sonora	1	dB(A)	90	90	92	92	93	93
Pressione sonora	1	dB(A)	68	68	70	70	72	72
Alimentazione elettrica		V-ph-Hz	400-3+N-50					
Corrente massima		A	139,0	150,0	170,0	186,0	217,0	244,0
Corrente di spunto		A	329	340	399	416	471	498
Potenza assorbita elettropompa		kW	—	—	—	—	—	—
Corrente assorbita elettropompa		A	—	—	—	—	—	—
Ventilatore		n°	3		4		5	
Compressore Scroll / Gradini		n°			4/4			
Contenuto acqua scambiatore		ℓ	11	16	18	21	23	26
Contenuto accumulo inerziale		ℓ						
Peso spedizione		kg	1475	1600	1770	1825	2115	2250
Attacchi acqua		Ø	2"½		3"			
Dimensioni								
Larghezza (L)		mm	3130		4090		5050	
Altezza (H)		mm			2135			
Profondità (P)		mm			1190			

(1) Dati riferiti alle seguenti condizioni: acqua 12/7 °C e temperatura esterna 35 °C.

Note:

- Livello di pressione sonora in dB(A) riferito ad una misura alla distanza di 5 m dall'unità con fattore di direzionalità pari a 2.
- Livello di potenza sonora in dB(A) sulla base di misure effettuate in accordo alla normativa UNI EN-ISO 3744 ed Eurovent 8/1.
- E.S.E.E.R. (European Seasonal EER) Rendimento medio stagionale europeo.

(*) Senza elettropompa.



Limiti di funzionamento	Riscaldamento	Raffreddamento
Temp. aria esterna	—	-10 ÷ 43 °C
Temp. acqua uscita scambiatore	—	5 ÷ 15 °C
Temp. max acqua ingresso scambiatore	—	20 °C

Salto termico sull'evaporatore 3 ÷ 8 °C.

Pressione acqua: minima 0,5 Barg - massima 6 Barg.

Figura 7 - Caratteristiche refrigeratore

b) Sostituzione delle unità di trattamento aria

In ragione del grado di obsolescenza e di funzionalità delle unità di trattamento aria presenti nel complesso edilizio, si è ipotizzata la sostituzione delle stesse con apparecchiature delle medesime caratteristiche tecniche e funzionali, ma con migliore grado prestazionale.

In particolare si è previsto di sostituire:

- “UTA aula 300 posti”, con una portata d’aria pari a 13.800 m³/h, della climatizzazione dell’aula magna che si sviluppa tra il piano terra e il primo piano;
- “UTA aula 8” e “UTA aula 7” con una portata d’aria pari a 4.300m³/h. Esse soddisfano le richieste di climatizzazione di due aule identiche per dimensioni, caratteristiche, impianti terminali: l’aula 8 e l’aula 7, poste nella zona centrale del piano terra;
- “UTA aula 180 posti” serve l’aula K da 180 posti;
- “UTA primario” con una portata d’aria pari a 17.900 m³/h, del trattamento dell’aria di aule, uffici, aule studio, zone di circolazione e zona ristoro.

2. EDIFICIO II POLIFUNZIONALE

Descrizione impianto esistente oggetto di efficientamento

Il II edificio Polifunzionale, per le esigenze di riscaldamento, è servito da un'unica centrale termica, mentre la produzione di ACS è gestita da due impianti separati; per il Dipartimento di Economia la produzione avviene a partire dall'impianto termico centralizzato, destinato anche al riscaldamento degli ambienti, mentre per l'Aula Magna la produzione di ACS avviene mediante boilers elettrici distribuiti.

L'impianto termotecnico principale installato nell'edificio in esame è del tipo misto aria-acqua, e soddisfa le esigenze di riscaldamento e qualità dell'aria di circa il 95% della superficie netta climatizzata. Per la restante porzione di superficie (costituita dalle 6 aule presenti nella parte centrale dell'edificio), è presente un impianto di tipo a tutt'aria, che soddisfa le esigenze di riscaldamento, raffrescamento e qualità dell'aria.

Il fluido termovettore "acqua calda" viene prodotto da una centrale termica posizionata nel locale tecnico dedicato, sito al livello seminterrato della struttura. A tale livello risultano presenti i boilers per la produzione e l'accumulo di acqua calda sanitaria, collocati in un locale ad essi dedicato. Il fluido termovettore "acqua refrigerata" viene prodotto dalla centrale frigorifera posta all'esterno, in una zona annessa all'edificio. Le unità di trattamento dell'aria invece, si trovano nel sottotetto della struttura. In Figura 2.8 vengono evidenziate le posizioni dei predetti sistemi rispetto al fabbricato.

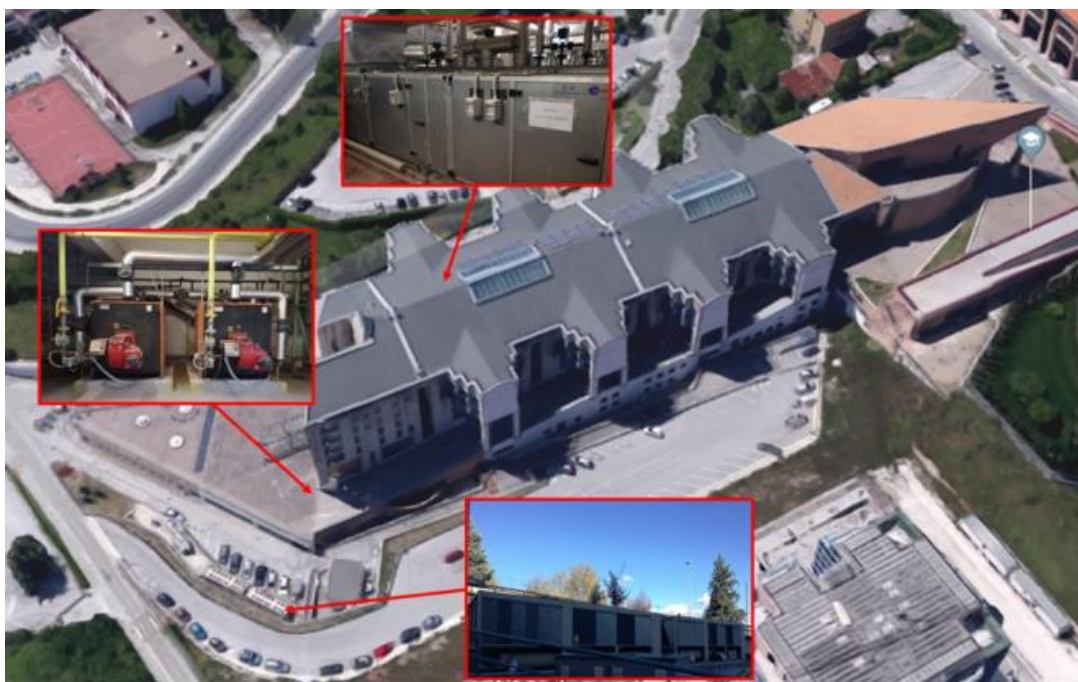


Figura 8 - Collocazione delle macchine asservite al II Edificio Polifunzionale

La centrale termica asservita all'edificio è costituita da due caldaie IVAR da 1.047 kW, in parallelo e alimentate a gas naturale (*Figura 9*).



Figura 9 – Caldaie IVAR asservite all'edificio

Per quanto riguarda la produzione di acqua refrigerata, l'edificio è dotato di due macchine frigorifere, mostrate in *Figura 10*, caratterizzate da una resa frigorifera di 850 kW.



Figura 10 - Macchine frigorifere allocate in una posizione adiacente all'edificio

Le macchine della centrale termo-frigorifera, sono poi interfacciate con le cinque unità di trattamento aria (*Figura 11*) che servono l'edificio; di queste, le due denominate “UTA primario” dovrebbero provvedere a soddisfare solo le esigenze di rinnovo e qualità dell'aria, mentre i terminali idronici presenti in ambiente provvedono a bilanciare il carico termico sensibile (sistema di tipo misto). Le altre unità di trattamento dell'aria sono invece deputate anche a soddisfare le richieste di riscaldamento e raffrescamento, configurando, così, un impianto a tutt'aria.



Figura 11 - Unità di trattamento dell'aria installata nel sottotetto della struttura

Ognuna delle unità di trattamento dell'aria provvede alle richieste di condizionamento di una specifica zona di competenza; in particolare:

- le “UTA primario” provvedono al trattamento dell'aria di uffici, buona parte delle aule, zone di circolazione e zona ristoro;
- l’“UTA aula S-sala riunioni” provvede alla climatizzazione dell'aula S e dell'adiacente sala riunioni poste nella zona centrale del terzo piano;
- le “UTA aule N-P” e “UTA aule Q-R” provvedono alla climatizzazione rispettivamente una delle aule cieche N e P che si sviluppano tra il primo e il secondo piano e l'altra delle aule Q ed R che si sviluppano tra il secondo e il terzo piano.

Le UTA elencate sono dotate di una batteria di riscaldamento, di una di raffrescamento e una di post-riscaldamento alimentate dalle centrali termiche e frigorifere; sono inoltre dotate di un umidificatore a pacco evaporante, che però non risulta essere in funzione.

Per soddisfare le richieste di acqua calda sanitaria dell'intero immobile, sono presenti due bollitori, collegati alla centrale termica, che fungono anche da accumulo (*Figura 2.12*). Hanno una capacità di 1.500 l.



Figura 2. 12: Accumulo per ACS.

Per quanto riguarda i terminali dell'impianto termico si evidenzia che:

- dove si ha un sistema di tipo misto, per zone quali uffici, aule studio, buona parte delle aule, zone di circolazione e zona ristoro, sono presenti diffusori o bocchette a soffitto, per l'immissione dell'aria, e fan coil;
- nei servizi igienici, gli unici terminali sono fan coil;
- negli ambienti collocati nella zona centrale della struttura, ovvero, aula P, aula N, aula Q, aula R, aula S e sala riunioni, sono presenti solo bocchette di immissione e griglie di estrazione;
- le sole aule A e B al primo piano, sono servite da sistemi aerotermini WOLF;

Complessivamente, oltre alle bocchette di immissione dell'aria dislocate in quasi ogni locale dell'edificio, sono installati n° 370 fancoil SEVESO.

A livello di singolo ambiente nei locali serviti da un impianto di tipo a tutt'aria non vi sono sistemi di regolazione, mentre per gli ambienti serviti da un impianto di tipo misto, la termoregolazione a tale livello avviene solo attraverso un'azione manuale ON-OFF sui ventilconvettori presenti.

Dall'audit energetico condotto, cui si rinvia, tenuto altresì conto degli interventi eseguiti negli anni passati e del grado di obsolescenza e dello stato conservativo e di funzionamento degli apparati e delle apparecchiature che compongono l'impianto, si è ritenuto opportuno intervenire su:

- a) sostituzione del chiller presente con uno caratterizzato da una maggiore efficienza;
- b) sostituzione delle unità di trattamento aria;
- c) adeguamento del sistema di regolazione degli impianti di climatizzazione.

Descrizione interventi di efficientamento

a) Sostituzione dei due generatori di acqua refrigerata

Allo stato attuale, le richieste di energia termica frigorifera e quelle per il raffrescamento degli ambienti, sono soddisfatte da due refrigeratori di tipo aria-acqua installati all'esterno della struttura. Pertanto, si è pensato alla sostituzione degli attuali chiller con due di taglia analoga, ma che presentino migliori caratteristiche prestazionali così da ridurre la richiesta e di energia elettrica per il raffrescamento degli ambienti interni.

Si è ipotizzato di installare un refrigeratore d'acqua a doppio compressore monovite inverter, con due circuiti frigoriferi indipendenti, evaporatore a piastre, ventilatori assiali, refrigerante R134a, valvola di espansione elettronica, completo di quadro elettrico di comando e controllo IP54. Versione alta efficienza silenziosa. Campo di modulazione minimo: 10 % - Potenza frigorifera=782,0 kW - EER=3,93 - ESEER=5,59.

Con le seguenti condizioni di progetto:

- raffreddamento temperatura aria [°C]: 35
- umidità aria [%]: 50
- temperatura ingresso acqua evaporatore [°C]: 12
- temperatura uscita acqua evaporatore [°C]: 7;
- riscaldamento Temperatura aria [°C]: 7
- umidità aria [%]: 90
- temperatura ingresso acqua condensatore [°C]: 40
- temperatura uscita acqua condensatore [°C]: 45

Tale intervento consente una riduzione del fabbisogno di energia primaria inferiore all'1% rispetto a quello attuale, come mostrato nella *Tabella 2*.

	Energia primaria (MWh)			$\Delta E\%$
	Elettrico	Termico	Totale	
CB - Stato di fatto	1000	1010	2010	
CHIL - Sostituzione refrigeratore	984,61	1010	1995	0,77%

Tabella 2 - Risultati analisi energetica (sostituzione refrigeratore)

a) Sostituzione delle unità di trattamento aria

In ragione del grado di obsolescenza e di funzionalità delle unità di trattamento aria presenti nel complesso edilizio, si è ipotizzata la sostituzione delle stesse con apparecchiature delle medesime caratteristiche tecniche e funzionali, ma con migliore grado prestazionale.

In particolare si è previsto di sostituire:

- le “UTA primario” del trattamento dell’aria degli uffici, di buona parte delle aule, delle zone di circolazione e zona ristoro;
- l’“UTA aula S-sala riunioni” della climatizzazione dell’aula S e dell’adiacente sala riunioni poste nella zona centrale del terzo piano;
- le “UTA aule N-P” e “UTA aule Q-R” della climatizzazione rispettivamente una delle aule cieche N e P che si sviluppano tra il primo e il secondo piano e l’altra delle aule Q ed R che si sviluppano tra il secondo e il terzo piano.

3. EDIFICIO III POLIFUNZIONALE

Descrizione impianto esistente oggetto di efficientamento

Il III edificio Polifunzionale è servito da un impianto termotecnico principale del tipo misto aria-acqua, che soddisfa le esigenze di riscaldamento e qualità dell'aria per l'84% della superficie netta climatizzata. Per la restante porzione di superficie (costituita dalle aule a gradoni, biblioteca e atrio), è presente un impianto di tipo a tutt'aria, che soddisfa le esigenze di riscaldamento, raffrescamento e qualità dell'aria.

Il fluido termovettore "acqua calda" viene prodotto da una centrale termica posizionata nel locale tecnico ubicato al piano terra in un'appendice del complesso edilizio. Il fluido termovettore "acqua refrigerata" viene prodotto dalla centrale frigorifera posta all'esterno, in una zona annessa all'edificio.

Le unità di trattamento dell'aria sono collocate nelle sotto-centrali situate nei sottotetti dei relativi lotti, ad eccezione dell'*UTA-RADIOISOTOPI* situata in una sotto-stazione interrata. In *Figura 12* vengono evidenziate le posizioni dei predetti sistemi rispetto ai fabbricati.



Figura 12 - Collocazione delle macchine asservite al III Edificio Polifunzionale

La centrale termica asservita all'edificio è costituita da due caldaie Sant'Andrea pressurizzate ad alto rendimento da 766 kW ciascuna, alimentati a gas naturale e collegate in parallelo (*Figura 13*). La centrale è stata interessata nell'anno 2018 da interventi di riqualificazione energetica che hanno appunto previsto la sostituzione le due caldaie esistenti e dei due boiler preesistenti con due bollitori ad accumulo verticale da 1500 litri cadauno.



Figura 13 - Caldaie Sant'Andrea asservite all'edificio

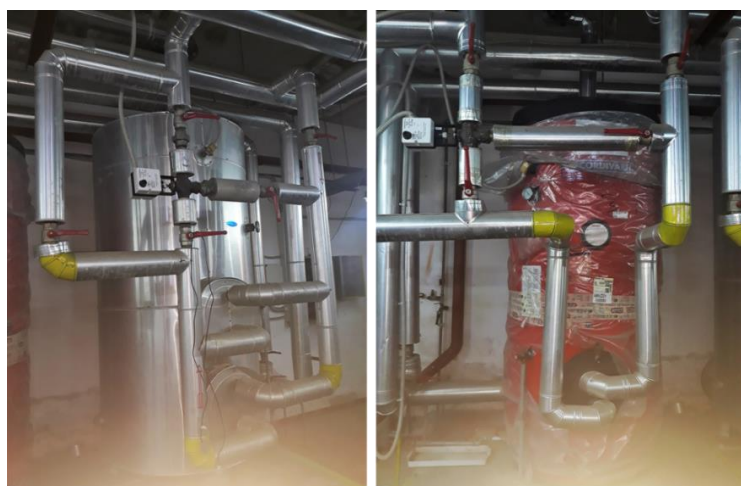


Figura 14 - Accumulo per ACS

Per quanto riguarda la produzione di acqua refrigerata, l'edificio è dotato di due macchine frigorifere raffreddate ad aria della TRANE, mostrate in *Figura 15*.



Figura 15 - Macchine frigorifere allocate in uno spazio esterno della centrale

Tali gruppi frigoriferi sono differenti per taglia e modello; in particolare, quello con resa frigorifera maggiore, pari a 735 kW, è il modello ERTAA 324 con R404A come fluido refrigerante ed è a servizio del II lotto e dell'atrio, mentre il I lotto è servito dal gruppo con potenza frigorifera di 484 kW, relativo al modello RTAC 140 avente R134A come fluido refrigerante.

Le macchine della centrale termo-frigorifera, sono poi interfacciate con le nove unità di trattamento aria (*Figura 16*) che servono il complesso edilizio.



Figura 16 - Unità di trattamento dell'aria installata nella sotto-centrale dedicata

Ognuna delle unità di trattamento dell'aria provvede alle richieste di condizionamento e di rinnovo dell'aria di una specifica zona di competenza; in particolare:

Per il I lotto:

- “*UTA aria primaria 1*” con una portata d'aria pari a 21000 m³/h, provvede al trattamento dell'aria e alla climatizzazione di uffici, laboratori e zone di circolazione;
- “*UTA aule*” provvede, con una portata d'aria pari a 7450 m³/h, alla climatizzazione delle due aule a gradoni che si sviluppano rispettivamente tra il piano terra e il primo piano e tra il secondo e terzo piano;
- “*UTA biblioteca*” serve con una portata di 21900 m³/h la biblioteca situata tra il piano terra e primo piano;
- “*UTA atrio*” con portata di 7000 m³/h è a servizio dell'atrio (fungendo anche da zona studio) a partire dal piano terra fino al terzo piano.

Per il II lotto:

- “*UTA aula gradoni*” provvede alla climatizzazione dell'aula Mendel che si sviluppa tra il secondo e terzo piano;
- “*UTA segreteria*” dedicata alla segreteria studenti al primo piano;
- “*UTA aria primaria 2*” destinata al trattamento dell'aria di uffici, laboratori, aule (relative ai piani superiori al piano terra) e zone di circolazione;
- “*UTA aule piano terra*” soddisfa le richieste di rinnovo e qualità dell'aria, nonché la climatizzazione delle aule ubicate al piano terra.

Nella sotto-centrale interrata è presente un'“*UTA radioisotopi*”, dalla portata di 2700 m³/h, al servizio di laboratori di tipo chimico.

Tutte le UTA elencate sono dotate di una batteria di pre-riscaldamento e una di post-riscaldamento, mentre quella a servizio della biblioteca prevede solo una batteria di riscaldamento e di raffrescamento. Tali batterie sono alimentate dalla centrale termica e frigorifera. Inoltre, le suddette UTA dispongono di un umidificatore a pacco evaporante, che però risulta non essere in funzione. Infine, solo per le UTA presenti nella sotto-centrale del II lotto è prevista anche la presenza di un

recuperatore statico a flussi incrociati per il recupero del contenuto energetico dell'aria espulsa e per esso è stato ipotizzato il solo funzionamento in regime invernale.

Per quanto riguarda i terminali dell'impianto termico, sono presenti:

- per zone quali uffici, laboratori, zone di circolazione (ad eccezione del corridoio al piano terra del II lotto) e aule del II lotto (escluse le aule al piano terra e le aule a gradoni), un sistema di tipo misto con diffusori o bocchette a soffitto, per l'immissione di aria, e terminali ad acqua di tipo fan coil;
- nelle aule e corridoio al piano terra del II lotto, oltre alla presenza in ambiente di bocchette a parete, sono presenti radiatori in ghisa;
- nelle aule a gradoni (due al I lotto e una al II lotto) e in biblioteca (I lotto) è installato un sistema a tutt'aria con diffusori a soffitto;
- nell'atrio l'immissione ed estrazione dell'aria avviene mediante bocchette installate a parete (lato scale di ciascun piano).

Per quanto riguarda, infine, il sottosistema di regolazione, a livello centrale, il gruppo di termoregolazione è pilotato dalla temperatura esterna e opera sulla temperatura dell'acqua in uscita dal generatore dell'impianto termico (caldaie). Mentre a livello locale, non sono presenti sistemi di regolazione per gli ambienti serviti dall'impianto di tipo a tutt'aria, mentre per gli ambienti serviti da un impianto di tipo misto, la termoregolazione a tale livello avviene solo attraverso un'azione manuale ON-OFF sui ventilconvettori presenti.

Dall'audit energetico condotto, cui si rinvia, tenuto altresì conto degli interventi eseguiti negli anni passati e del grado di obsolescenza e dello stato conservativo e di funzionamento degli apparati e delle apparecchiature che compongono l'impianto, si è ritenuto opportuno intervenire su:

- a) sostituzione dei chiller presenti con macchine caratterizzate da una maggiore efficienza;
- b) sostituzione delle UTA a servizio del I lotto.

Descrizione interventi di efficientamento

a) Sostituzione dei due generatori di acqua refrigerata

Allo stato attuale, le richieste di energia termica frigorifera e quelle per il raffrescamento degli ambienti, sono soddisfatte da due refrigeratori di tipo aria-acqua installati all'esterno della struttura. Pertanto, si è pensato alla sostituzione degli attuali chiller con due di taglia analoga, ma che presentino migliori caratteristiche prestazionali così da ridurre la richiesta e di energia elettrica per il raffrescamento degli ambienti interni.

Si è ipotizzato di installare:

- un refrigeratore d'acqua condensato ad aria con ventilatori elicoidali, in esecuzione "package" per esterno, composto da compressori, evaporatore a fascio tubiero, condensatore in rame-alluminio completo di ventilatori, circuito frigorifero completo di accessori, sistema di controllo a microprocessore con display e schema sinottico, interfacciabile con sistemi esterni di supervisione, completo di strumentazione di regolazione e controllo, quadro elettrico, con le caratteristiche seguenti:
 - refrigerante HFC R-407c
 - compressori ALTERNATIVI SEMI-ERMETICI

- versione STANDARD per pressione sonora massima dB(A) 86 a m 1
- potenza frigorifera con acqua °C da 12 a 7 e aria °C 35 : 500 kW.
- un refrigeratore d'acqua condensato ad aria con ventilatori elicoidali, in esecuzione "package" per esterno, composto da compressori, evaporatore a fascio tubiero, condensatore in rame-alluminio completo di ventilatori, circuito frigorifero completo di accessori, sistema di controllo a microprocessore con display e schema sinottico, interfacciabile con sistemi esterni di supervisione, completo di strumentazione di regolazione e controllo, quadro elettrico, con le caratteristiche seguenti:
 - refrigerante HFC R-407c
 - compressori ALTERNATIVI SEMI-ERMETICI
 - versione STANDARD per pressione sonora massima dB(A) 86 a m 1
 - potenza frigorifera con acqua °C da 12 a 7 e aria °C 35 : 700 kW

b) Sostituzione delle UTA a servizio del I lotto

Tenuto conto del grado di obsolescenza delle apparecchiature esistenti, nell'ottica di migliorare l'efficienza e ridurre i consumi energetici si è previsto di sostituire con macchine delle stesse caratteristiche di portata, le seguenti UTA:

- “UTA aria primaria 1” con una portata d'aria pari a 21000 m³/h, a servizio del trattamento dell'aria e alla climatizzazione di uffici, laboratori e zone di circolazione;
- “UTA aule”, con una portata d'aria pari a 7450 m³/h, per la climatizzazione delle due aule a gradoni che si sviluppano rispettivamente tra il piano terra e il primo piano e tra il secondo e terzo piano;
- “UTA biblioteca” con una portata di 21900 m³/h a servizio della biblioteca situata tra il piano terra e primo piano;
- “UTA atrio” con portata di 7000 m³/h è a servizio dell'atrio (fungendo anche da zona studio) a partire dal piano terra fino al terzo piano;
- UTA radioisotopi”, dalla portata di 2700 m³/h, al servizio di laboratori di tipo chimico.