



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

CLAUO.1604L

Complesso di via Claudio

Riqualificazione energetica degli edifici 2,3,4,5,6,8,9,11 e 12 del complesso universitario di via Claudio

PROGETTO ESECUTIVO

responsabile
del procedimento

ing. *Fausto Cascone*

capo
progetto

p.i. *Fabio Siesto*

coordinatore
della sicurezza

ing. *Angelo Grieci*

architettura

arch. *Domenico Galluzzo*
dott. *Giovanni Notarnicola*

edile

geom. *Luigi Russo*
geom. *Giuseppe Carandente*
ing. *Lucio Bellucci*

strutture

ing. *Angelo Grieci*
dott. *Paolo Chianese*

impianti
elettrici e speciali

ing. *Raffaele D'Alessio*
ing. *Luciano Silvestro*
p.i. *Salvatore Avallone*

impianti
meccanici

p.i. *Fabio Siesto*
p.i. *Salvatore Iannone*

RELAZIONE GENERALE



specialità del relaborato

EG

codice del relaborato

RG

stesura/revisione

F

redatto

-

scala

-



PREMESSA

La presente relazione, sviluppata secondo i criteri e le modalità di seguito descritte, ha lo scopo di illustrare il progetto esecutivo per la realizzazione degli interventi di rifacimento dell'impianto di climatizzazione a servizio degli edifici 2,3,4,5,6,8,9,11 e 12 del Complesso Universitario di via Claudio in Napoli, al fine di migliorare le condizioni di benessere dell'utenza e l'efficienza globale del sistema "Edificio / Impianto".

La normativa sul contenimento dei consumi energetici di seguito riportata è stata seguita come linea guida di riferimento per lo sviluppo della progettazione:

- *D. LGS. 102/14 Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE (come modificata dal D. LGS. 141/16);*
- *Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;*
- *Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;*
- *Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici;*
- *Legge 90/13 Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;*
- *D.P.R. 74/13 Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del d.lgs. 19 agosto 2005, n. 192;*
- *D. LGS. 28/11 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;*
- *D. LGS. 115/08 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.*



- D. LGS. 311/06 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19/08/2005 n.192 attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”;
- D. LGS. 192/2005 Attuazione direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico.
- D.M. 178 Decreto attuativo Legge 10/91;
- Legge n. 10/91 “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- D.P.R. n. 412/93 “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell’art. 4, comma 4, legge 9 gennaio n.10”;
- D.P.R n° 551 del 21/12/99;
- D.P.R. 380/01 Testo unico per l’edilizia;
- D.M. 37/08 Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici.

DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL’IMPIANTO

□ Condizioni di Progetto

- Località: Napoli
- Latitudine 40.51° Nord
- Temperatura esterna estiva 32°C con 50% di U.R.
- Temperatura interna estiva 26°C +/- 1 (Ambienti climatizzati)
- Temperatura esterna invernale 2 °C con 84 % di U.R.
- Temperatura interna invernale 20°C +/- 1 (Ambienti climatizzati)
20°C +/- 1 (Ambienti Riscaldati)
- Umidità relativa interna estiva 50% +/- 5%
- Umidità rel. interna invernale 50% +/- 5%
- Ricambi aria esterna Uffici: 30 m³/h.pers/ 2 vol/h
Aule: 25 m³/h.pers
Servizi igienici: 10 Vol/h Estrazione
- Vel. dell'aria (zona occupata) non superiore a 0,15 m/s



- Car. elettrico per illuminazione A seconda dei locali
- Carico elettrico apparecchiature A seconda dei locali
- Affollamento previsto A seconda dei locali
- Funzionamento Contino nelle ore di occupazione

Caratteristiche impianti

Tipologia impianto: Aria primaria – ventilconvettori

Produzione fluidi: Refrigeratore di liquido reversibile in pompa di calore condensato ad aria a recupero parziale di calore

Impianto idronico

Fluido termovettore: acqua (calda/refrigerata)

Temperatura mandata in raffreddamento	$T_m = 7^\circ\text{C}$
Temperatura ritorno in raffreddamento	$T_r = 12^\circ\text{C}$
Temperatura mandata in riscaldamento	$T_m = 45^\circ\text{C}$
Temperatura ritorno in riscaldamento	$T_r = 40^\circ\text{C}$

<i>velocità fluido nelle tubazioni</i>	<i>0,5 - 1,5</i>	<i>m/s</i>
<i>velocità fluido nelle batterie di riscaldamento</i>	<i>2,5 - 3</i>	<i>m/s</i>
<i>velocità fluido nelle batteria di raffreddamento</i>	<i>2,5 - 3</i>	<i>m/s</i>

Impianto aeraulico

<i>velocità nei canali principali</i>	<i>5,0 - 6,0</i>	<i>m/s</i>
<i>velocità nei canali secondari (bassa velocità)</i>	<i>2,5 - 3</i>	<i>m/s</i>
<i>velocità alle bocchette di estrazione</i>	<i>1,5 - 2,5</i>	<i>m/s</i>
<i>velocità ai diffusori, bocchette di mandata</i>	<i>2,5 - 3</i>	<i>m/s</i>

STATO DI FATTO

Il complesso universitario di via Claudio in Napoli comprende n.12 edifici ospitanti varie attività di didattica e di ricerca dei dipartimenti della Federico II.

Gli edifici, costruiti negli anni sessanta/settanta, sono serviti da un impianto centralizzato per il riscaldamento invernale alimentato da n.3 caldaie centralizzate e da una rete di distribuzione corrente nei



cunicoli interrati tra gli edifici; tale rete, attraverso varie montanti, alimenta i fan-coils installati ai piani. Il condizionamento, ove presente, è autonomo per ogni edificio con produzione di acqua refrigerata mediante gruppi frigo acqua/acqua raffreddati da torre evaporative poste in copertura, installati in locali tecnici al piano terra; le reti di distribuzione coincidono in parte con le montanti del riscaldamento e in parte realizzate autonome e vanno ad alimentare i fan-coils installati per la maggior parte in genere nei sottofinestra degli ambienti. I gruppi frigo sono sottodimensionati rispetto le esigenze attuali dell'utenza nonché oramai vista l'età vetusta in condizioni di scarsissima efficienza. In alcune zone sono installati degli impianti autonomi che coprono alcune zone o interi piani di taluni edifici.

Da tale situazione si differenzia l'edificio n.1 "aulario del Biennio" che è stato oggetto di recente riqualificazione energetica mediante l'installazione di un nuovo impianto di climatizzazione altamente efficiente e moderne reti di distribuzione aerauliche e dei fluidi.

SCELTE PROGETTUALI

L'intervento prevede la sostituzione del vecchio impianto di climatizzazione di ogni edificio con uno nuovo al fine di perseguire un miglioramento energetico, funzionale e di benessere, ottimizzando l'efficienza globale del sistema Edificio / Impianto. L'edificio sarà dotato di impianto autonomo sia invernale che estivo scollegando l'impianto di riscaldamento dalla rete di distribuzione principale che sarà man mano abbandonata.

Una centrale termo frigorifera autonoma sarà realizzata sulla copertura di ogni edificio costituita da una pompa di calore aria/acqua con recupero di calore per la produzione dei fluidi caldo/freddo (entrambi durante l'estate), una (o più) Unità di Trattamento Aria per l'areazione primaria dei locali con unità di recupero sull'aria espulsa e un gruppo di pompaggio installato nel gruppo idronico della pompa di calore oltre ad uno singolo per il post-riscaldamento estivo, il tutto per una realizzazione semplice e standard dell'impianto. La centrale sarà alimentata elettricamente direttamente dalla cabina elettrica servente l'edificio con cavo elettrico dedicato; il quadro di centrale modulare sarà installato sull'Unità di Trattamento Aria. Dalla centrale in copertura partirà la rete di distribuzione fluidi ai piani. Questa correrà (fluidi e aria) in alcuni cavedi esistenti per attraversare tutti i piani dove verranno realizzate nei corridoi le nuove reti per l'alimentazione dei fan-coils in ambiente tutti installati in una trave cassonetto a soffitto adiacente il corridoio realizzata in ogni locale condizionato o dove presenti controsoffitti all'interno dei controsoffitti stessi; analogamente sempre in corridoio e nelle travi-cassonetto correranno i nuovi canali di aria installati. Tale soluzione per evitare il più possibile le interferenze con le attività svolte nei singoli locali.



EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Per poter perseguire l'efficientamento energetico è stato necessario intervenire su tutti i 4 principali macrocomponenti costituenti il sistema di climatizzazione: **quello di Produzione dell'energia, quello di Distribuzione, quello di Emissione e quello di Regolazione.**

L'applicazione degli interventi impiantistici di seguito descritti permetterà di aumentare significativamente l'efficienza energetica dell'edificio ottenendo un miglioramento della sua Classificazione secondo la definizione del D.L. 192/05 modif. dal D.L. 311/06 e aggiornato dal DPR 59/09.

Macro componente di impianto	Stato attuale	Proposta progettuale
<i>Sistema di produzione dell'energia</i>	<i>Spillamento dalla Centrale termica del Complesso di via Claudio costituita da generatori di calore standard</i>	<i>Installazione di Pompe di Calore condensate ad aria ad alta efficienza sulla copertura dell'edificio</i>
<i>Sistema di distribuzione dell'energia</i>	<i>Elettropompe a bassa efficienza e caratteristica idraulica fissa</i>	<i>Installazione di Elettropompe e circolatori idraulici ad altissima efficienza (motori Classe IE4) a caratteristica idraulica variabile</i>
<i>Sistema di emissione dell'energia</i>	<i>Ventilconvettori standard UTA senza recuperi energetici</i>	<i>Ventilconvettori ad alta efficienza UTA ad alta efficienza con recupero energetico</i>
<i>Sistema di regolazione dell'energia</i>	<i>Nessuno (regolazione semplificata On/Off)</i>	<i>Sistema di termoregolazione ambiente (logica P.I.D.) + centralizzata</i>

SISTEMA DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA

Al fine di incrementare il rendimento del sistema di produzione dell'energia termica si prevede la **realizzazione di una nuova centrale termofrigorifera da ubicare sulla copertura di ogni edificio costituita da Unità Pompa di Calore con più circuiti frigo indipendenti. La centrale produrrà tutta l'energia necessaria alla climatizzazione degli ambienti serviti del singolo edificio.**

Tale sistema sarà utilizzato in completa sostituzione del sistema di produzione dell'energia termica di tipo centralizzato; tale scelta permetterà di ottenere i seguenti principali vantaggi:



massimizzazione del rendimento di produzione: è ormai noto che il rendimento termodinamico di un sistema a pompa di calore (denominato C.O.P.) risulta essere pari a 3 volte quello di una caldaia, anche se del tipo a condensazione;

possibilità di climatizzazione gli ambienti tutto l'anno: il sistema a pompa di calore, oltre a fornire energia termica in inverno, potrà servire energia frigorifera in estate espandendo il servizio di climatizzazione degli ambienti a tutto l'arco temporale annuale;

Le Unità Pompa di Calore previste saranno per installazione esterna, a bassissima rumorosità (configurazione silenziate) alimentate ad energia elettrica; saranno equipaggiate con compressori di tipo Scroll (quindi di facile manutenzione) e circuiti frigoriferi interni separati utilizzando gas refrigerante ecologico (R410A), con condensazione ad aria.

Ogni unità sarà corredata di kit idronico completo (vaso di espansione, flussostato, manometri, valvola di sicurezza, dispositivi di protezione idraulica, serbatoio di accumulo inerziale); ogni Unità si presenta quindi in configurazione "plug-and-play", **non necessita cioè dell'installazione di altri componenti idraulici oltre quelli già in dotazione ma solamente del collegamento con le tubazioni verso i terminali.** Il funzionamento dell'Unità sarà totalmente automatico una volta impostati i parametri sul proprio pannello di comando.

La scelta di adottare una tipologia di Unità compatta risiede nel garantire il minor impatto possibile (sia esso estetico, che di ingombro che in termini di rumorosità indotta) verso l'ambiente esterno; tali Unità, comunque, garantiranno nel contempo elevati valori di rendimento energetico disponibili, in relazione alle potenze erogate.

Il controllore di gestione dell'apparecchiatura sarà del tipo web-server per il controllo in automatico dei set e valori di funzionamento tramite browser (internet explorer, google chrome,...) per il controllo in remoto dell'apparecchiatura.

Il sistema di gestione (controllore) dovrà:

massimizzazione del rendimento: nel normale esercizio di impianto, l'energia termica e/o frigorifera necessaria sarebbe prodotta da tutta la pompa di calore, il sistema di gestione del gruppo troverà la caratteristica di funzionamento della macchina con maggiore efficienza energetica;

maggiore affidabilità di gestione: il funzionamento di un solo gruppo frigo, nel normale esercizio dell'impianto, permetterà di realizzare una logica di supervisione meno elaborata e funzionalmente più snella sia da un punto di vista installativo che gestionale rispetto ad altre soluzioni dove il sistema di supervisione avrebbe dovuto gestire il funzionamento contemporaneo e continuo di più gruppi;

Minor costo di energia elettrica: il funzionamento del gruppo a carichi parziali, nelle normali condizioni di lavoro, comporterà un assorbimento di energia elettrica minore rispetto alla soluzione on/off; inoltre anche l'utilizzo di n.1 sola pompa idraulica contribuirà all'abbattimento dei costi;



impatto acustico: *il funzionamento del gruppo a carico parziale nel normale esercizio dell'impianto, produrrà una minore emissione rumore comportando una drastica riduzione dell'inquinamento acustico generato dall'impianto;*

manutenzione: *i circuiti frigo separati del gruppo frigo permetterà il funzionamento dall'apparecchiatura a potenza parzializzata anche nel caso di manutenzione o malfunzionamento di un circuito. Ciò permetterà di non interrompere il raffreddamento/riscaldamento dell'edificio durante qualsiasi periode dell'anno.*

Le Unità di progetto **opereranno sempre al massimo rendimento possibile.**

Alla base dell'approccio progettuale del sistema di compressori Multi-Scroll vi è la possibilità di gestione in contemporanea tutti i compressori SCROLL, montati su più circuiti frigoriferi: in questo modo il sistema può seguire perfettamente il carico dell'impianto mettendo in funzione progressivamente i diversi compressori a disposizione. Il controllo evoluto provvede ad ottimizzare l'attivazione dei compressori ed il bilanciamento dei cicli di funzionamento degli stessi.

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

Il rendimento del sistema di distribuzione dei fluidi termovettori sarà notevolmente migliorato prevedendo **l'installazione, in sostituzione di quelle esistenti, di Elettropompe ad alta efficienza dotate di inverter.**

L'utilizzo di tali apparecchiature ad altissima efficienza dotate di motore elettronico e sistema di gestione incorporato permetterà di incrementare notevolmente il rendimento medio di impianto.

Le elettropompe previste soddisfano inoltre ampiamente i nuovi standard energetici richiesti della normativa EuP in merito ai livelli di efficienza energetica.

Applicando tale tipologia di elettropompe ai circuiti sarà possibile individuare il punto di lavoro idraulico (portata e prevalenza) richiesto dallo stesso in maniera automatica solamente semplicemente inserendo nel sistema di gestione dell'elettropompa i dati di funzionamento.

Ogni dispositivo sarà dotato di proprio sistema di regolazione delle prestazioni idrauliche basato su diversi algoritmi preconfigurati; tali sistemi sono inoltre dotati di scheda di comunicazione BUS con il controllore web-server dell'edificio.

Il basso indice di efficienza energetica (EEI), **permetterà quindi di ottenere risparmi energetici notevoli** rispetto ad un circolatore normale ed anche rispetto ai circolatori dotati di motore standard con inverter.



SISTEMA DI EROGAZIONE DELL'ENERGIA

Climatizzazione ambiente

Per migliorare la climatizzazione ambientale è previsto l'utilizzo di un sistema di termoregolazione ambientale ottimizzato; **Con tale configurazione sarà ottimizzato, in ogni condizione di utilizzo, il consumo elettrico che assorbirà la sola energia necessaria alle reali richieste di carico termico**

La regolazione della temperatura ambiente sarà quindi molto più efficiente e precisa, con controllo sull'apertura della valvola dei ventilconvettori e sulla velocità dei ventilatori.

Trattamento dell'aria di rinnovo

Il sistema di trattamento dell'aria di rinnovo per gli ambienti interni sarà ottimizzato mediante l'utilizzo di Unità dotate di sezioni ventilanti ad altissima efficienza e sezioni di recupero energetico.

SISTEMA DI REGOLAZIONE DELL'ENERGIA

il sistema di termoregolazione esistente è del tipo semplificato; le zone servite da radiatori non sono dotate di sistema ambiente mentre quelli con ventilconvettori con sistema termostato del tipo On/Off.

Al fine di incrementare il rendimento energetico di tali importanti componenti impiantistici si prevede installazione un sistema di termoregolazione ambiente che operi con logica di tipo "P.I.D." (proporzionale integrale derivativo).

Caratteristiche della soluzione proposta

Una regolazione climatica evoluta è in grado di gestire in modo ottimale il comfort indoor sia per quanto riguarda la climatizzazione invernale, sia quella estiva che il controllo dell'umidità; inoltre è necessario che ogni dispositivo per mantenere costante la grandezza gestita debba necessariamente operare con continui controlli ed aggiustamenti di inevitabili errori di lettura o previsione rispetto al valore prefissato.

Ad esempio, **l'alternanza dell'irraggiamento solare in un ambiente che può velocemente modificare le condizioni di comfort termico percepito dagli occupanti, oppure le variazioni di umidità relativa o ancora il variare delle condizioni termiche esterne.**

Dato che ogni ambiente è trattato come unico e differente per caratteristiche ed esigenze energetiche, il sistema di termoregolazione deve essere in grado di riconoscere il locale con la maggiore richiesta di



energia, impostando automaticamente i parametri dell'impianto per soddisfarla.

Questa gestione ottimizzata del comfort è possibile grazie ad un sistema di regolazione proporzionale integrale derivativo, chiamato più semplicemente PID, che rappresenta il sistema più efficiente per il controllo della temperatura dell'ambiente.

Il PID agisce sulla regolazione in base a 3 azioni:

***Azione proporzionale:** controllo sul valore all'istante della temperatura ambiente*

***Azione integrale:** controllo basato sui valori passati della temperatura ambiente*

***Azione derivativa:** controllo sulla previsione della variazione della temperatura ambiente*

La regolazione climatica regola la temperatura di mandata in funzione del calore necessario.

In tal modo non si avranno sprechi di energia termica non necessari dovuti alla non precisa interpretazione del sistema di termoregolazione semplificato come quello del progetto a base di gara.

Componenti principali del sistema

Ogni ambiente sarà quindi dotato di proprio regolatore di comando. Tale regolatore, per installazione a parete o a bordo del ventilconvettore, potrà essere abilitato a comandare e gestire tutte le funzioni disponibili per un profilo utente (temperatura, umidità, velocità del ventilatore, etc...), completamente disabilitato o abilitato solo per alcune funzioni.

Il regolatore (ambienta) è un interfaccia con schermo di visualizzazione e touch per la modifica dei parametri, integrato ed è dotato di tutte le connessioni di campo e remote per l'eventuale collegamento dei dispositivi d'impianto collegati in rete.

Il sistema di gestione principale permette di supervisionare il funzionamento delle Pompe di Calore, delle elettropompe, dei ventilconvettori ambiente. Può essere collegato ad un'interfaccia Microsoft Internet Explorer (o similare) per poter gestire in remoto tutte le funzioni da PC mediante rete Ethernet LAN e IP internet. Le pagine grafiche sono di facile lettura e comunicazione

Inoltre il sistema di regolazione centralizzato è in grado di poter modificare il set-point di temperatura dell'acqua prodotta dalle Pompe di Calore nel range più adatto sulla base della temperatura esterna e delle caratteristiche dell'edificio. Per completare la capacità di controllo del comfort all'ora voluta dall'utente. Può inoltre gestire l'avvio e lo spegnimento dell'impianto in funzione dell'inerzia rilevata e, naturalmente,



delle programmazioni orarie.

Valutazioni energetiche

il sistema di termoregolazione su logica PID e quello di supervisione dell'edificio permette di grossi risparmi di energia primaria rispetto alle soluzioni on/ff.

ULTERIORI LAVORAZIONI PREVISTE

L'applicazione delle proposte progettuali dovute alla riqualificazione energetica dell'edificio necessiteranno di opere propedeutiche e complementari.

Reti di distribuzione fluidi

Per la realizzazione e la messa in esercizio della nuova centrale termofrigorifera in copertura in sostituzione di quella esistente saranno realizzate nuove reti di distribuzione di fluidi termovettori, ciascuna costituita da coppia di tubazioni in acciaio, coibentate termicamente con barriera al vapore e dotate (laddove richiesto) di ulteriore rivestimento esterno di protezione.

In alcune zone degli edifici recentemente ristrutturati le nuove reti di distribuzione verranno collegate direttamente alle reti esistenti di recente realizzazione.

La distribuzione delle reti di alimentazione per le Unità di Trattamento Aria saranno a 4 tubi (distribuzione contemporanea di acqua calda e refrigerata per il controllo sia della temperatura che dell'umidità ambientale); quelle per l'alimentazione dei terminali di climatizzazione ambiente saranno invece a 2 tubi (distribuzione di acqua calda o refrigerata).

Reti di distribuzione aerauliche

La sostituzione dei componenti di Trattamento dell'aria di ventilazione e rinnovo richiede interventi di rifacimento delle reti di distribuzione aerauliche di immissione; inoltre, per poter garantire il recupero energetico previsto dai componenti di trattamento, sarà necessario realizzare delle nuove reti di ripresa dell'aria.

Queste saranno costituite da condotti in lamiera di acciaio zincato rivestiti esternamente con isolante dotato di barriera al vapore; laddove richiesto sarà installato un ulteriore rivestimento esterno di protezione in lamierino.

Interventi di adeguamento elettrici

Saranno previsti interventi di adeguamento degli impianti elettrici di potenza e di segnale, sia per



l'alimentazione della centrale termo frigorifera in copertura del singolo edificio, sia per l'alimentazione dei nuovi fan-coils installati nella trave cassonetto o nei controsoffitti in ogni locale.

La centrale sarà alimentata elettricamente direttamente dalla cabina elettrica servente l'edificio con cavo dedicato; i fan-coils installati ai piani saranno alimentati con linea elettrica dedicata dal quadro di piano di ogni edificio e canalina corrente nel controsoffitto.

Nel progetto è previsto il rifacimento dell'illuminazione dei corridoi dei piani con l'installazione di nuove lampade e l'installazione di nuovi apparecchi di illuminazione al disotto della trave cassonetto contenente i fan-coil, s'ove presente, per evitare zone d'ombra dovute alla realizzazione delle stesse travi.

Opere edili

Per permettere l'installazione del nuovo impianto termico è prevista la rimozione e il successivo rifacimento di tutti i controsoffitti dei corridoi ai piani di ogni edificio. Dopo la realizzazione delle nuove reti di distribuzione saranno realizzati nuovi controsoffitti in fibre minerali 60x60 facilmente ispezionabili.

All'interno degli ambienti nel caso presente controsoffitto questo sarà in parte smontato per permettere l'installazione dei fan-coils al suo interno e l'esecuzione delle linee di distribuzione e una volta realizzato sarà rimontato in opera. Nel caso di assenza di controsoffitto verrà realizzata la trave cassonetto costituita nella parte inferiore da pannelli in cartongesso 60x60 ispezionabili e nel lato frontale in cartongesso fisso.

Tutte le opere saranno realizzate in ambienti con presenza di arredi di ufficio/scolastici, tali arredi saranno spostati all'interno del locale per non interferire con le lavorazioni e adeguatamente protetti; in taluni casi potranno essere spostati in altri locali al piano.