

Casi studio per la diagnosi
energetica degli edifici e la
esecuzione degli interventi di
efficientamento energetico degli
edifici

Ing. Nunzio Renzetti

L'educazione ambientale

L'educazione ambientale è materia obbligatoria per le classi elementari e medie.

L'auspicio è quello di educare gli studenti a tutto il ciclo ambientale:

- tutela dell'ambiente
- riciclo dei rifiuti
- contenimento dei consumi energetici.

Le **priorità strategiche** definite dal Ministero dell'Ambiente con il Ministero della Pubblica Istruzione sono:

- tutela delle biodiversità e delle risorse naturali
- contrasto ai cambiamenti climatici e all'inquinamento atmosferico
- promozione delle fonti energetiche rinnovabili e del risparmio energetico
- gestione corretta del ciclo dei rifiuti
- contrasto ai crimini ambientali e alle ecomafie
- tutela del mare
- prevenzione delle diverse forme di inquinamento con particolare riferimento all'ambito urbano.

Dati generali dell'intervento

Efficientamento energetico dell'involucro edilizio, realizzazione di un nuovo impianto di climatizzazione integrato da fonti rinnovabili e realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata per la qualità dell'aria negli ambienti.

Comune Pianella (PE)
Scuola media capoluogo in via Villa Dei Felici n. 1
Codice MIUR PE 300174

- Ing. Nunzio Renzetti

STATO

PRE

INTERVENTO

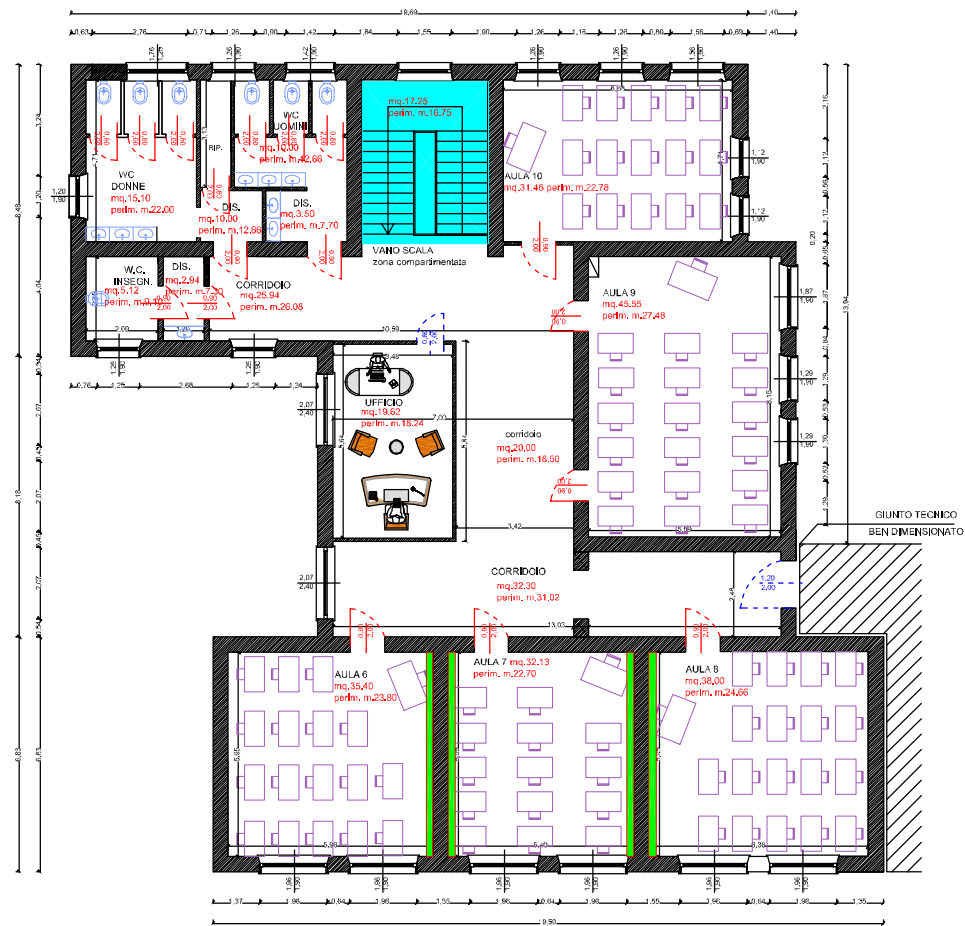
Struttura muraria continua in mattoni,
U = 1,449 W/mq K

Infissi in legno con vetro singolo,
U = 4,00 W/mq K

Impianto termico alimentato da una centrale termica di potenza pari a Kw 140, con radiatori in ghisa a colonne

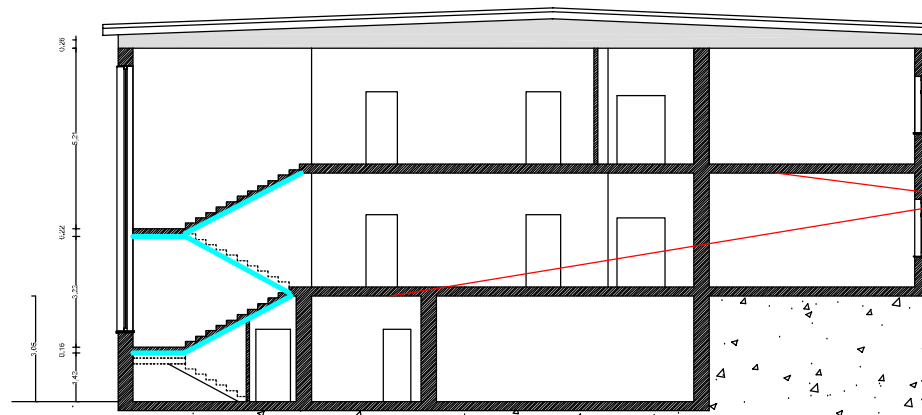
Superficie oggetto dell'intervento mq 723
Classe energetica **G = 180,93 Kwh/ mq anno**

- Ing. Nunzio Renzetti



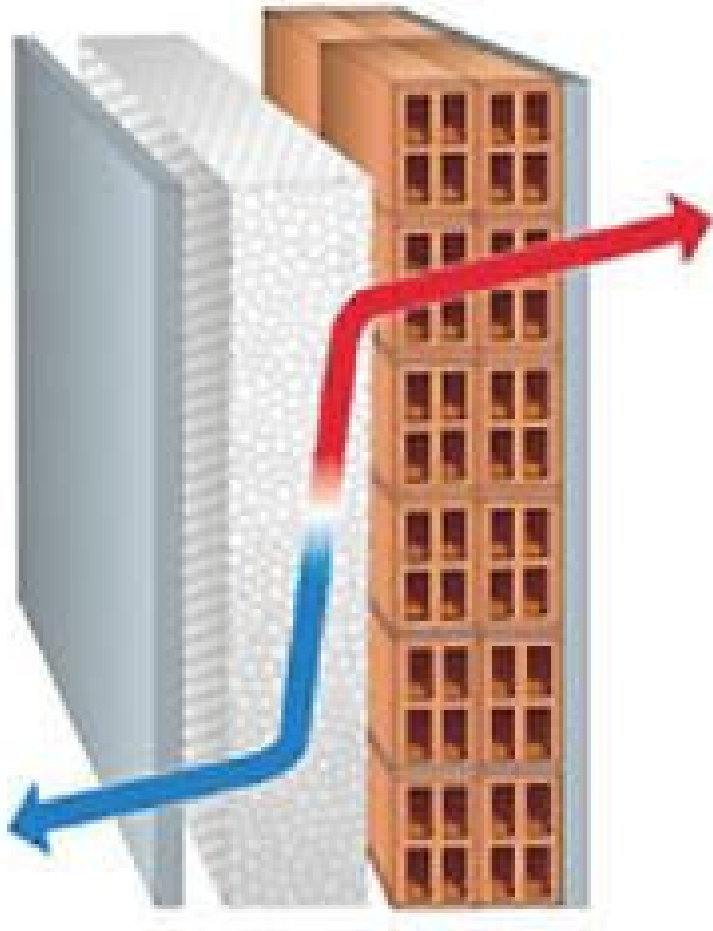
PIANTA PIANO PRIMO DI PROGETTO

- Ing. Nunzio Renzetti



- Ing. Nunzio Renzetti

Cappotto



Cappotto con pannelli di polistirene espanso con grafite

Spessore $s = 80$ mm:

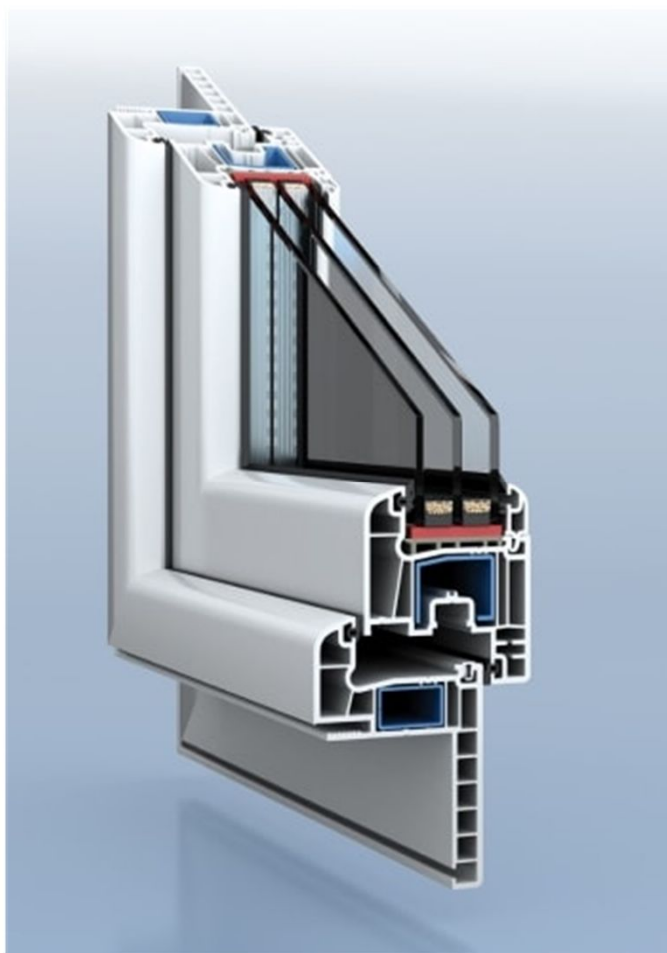
Conducibilità termica
 $\lambda_D = 0,031$ W/mK

Resistenza termica
 $R_D = 2,55$ mq K/ W

Capacità termica specifica
 $c = 1260$ J/Kg K

$U = 0,314$ W/mq K

Sostituzione degli infissi esistenti



Infissi in PVC con vetro camera
aventi trasmittanza media:

$$U = 1,60 \quad \text{W/mq} \quad \text{K}$$

Sostituzione impianto di climatizzazione



L'impianto è alimentato da una pompa di calore aria/acqua:
Riscaldamento

Potenzialità termica: Kw 20,6

Potenzialità elettrica assorbita: Kw 6,41

COP: 2,93

Direttiva ERP

ERP classe energetica – Clima medio W 55: A+

La distribuzione dell'impianto realizzato con tubi in materia sintetica, polipropilene multistrato.

Terminali previsti sono ventilconvettori a parete o a cassette.

Impianto di ventilazione meccanica



Installazione di due recuperatori a flussi incrociati, uno per ogni piano aventi le seguenti caratteristiche:

Portata nominale: 2100 mc/h

Efficienza di recupero di calore sensibile: 78 %

Distribuzione dell'impianto con canali in lamiera zincata rettangolari al piano rialzato e circolari a vista al secondo

Impianto fotovoltaico

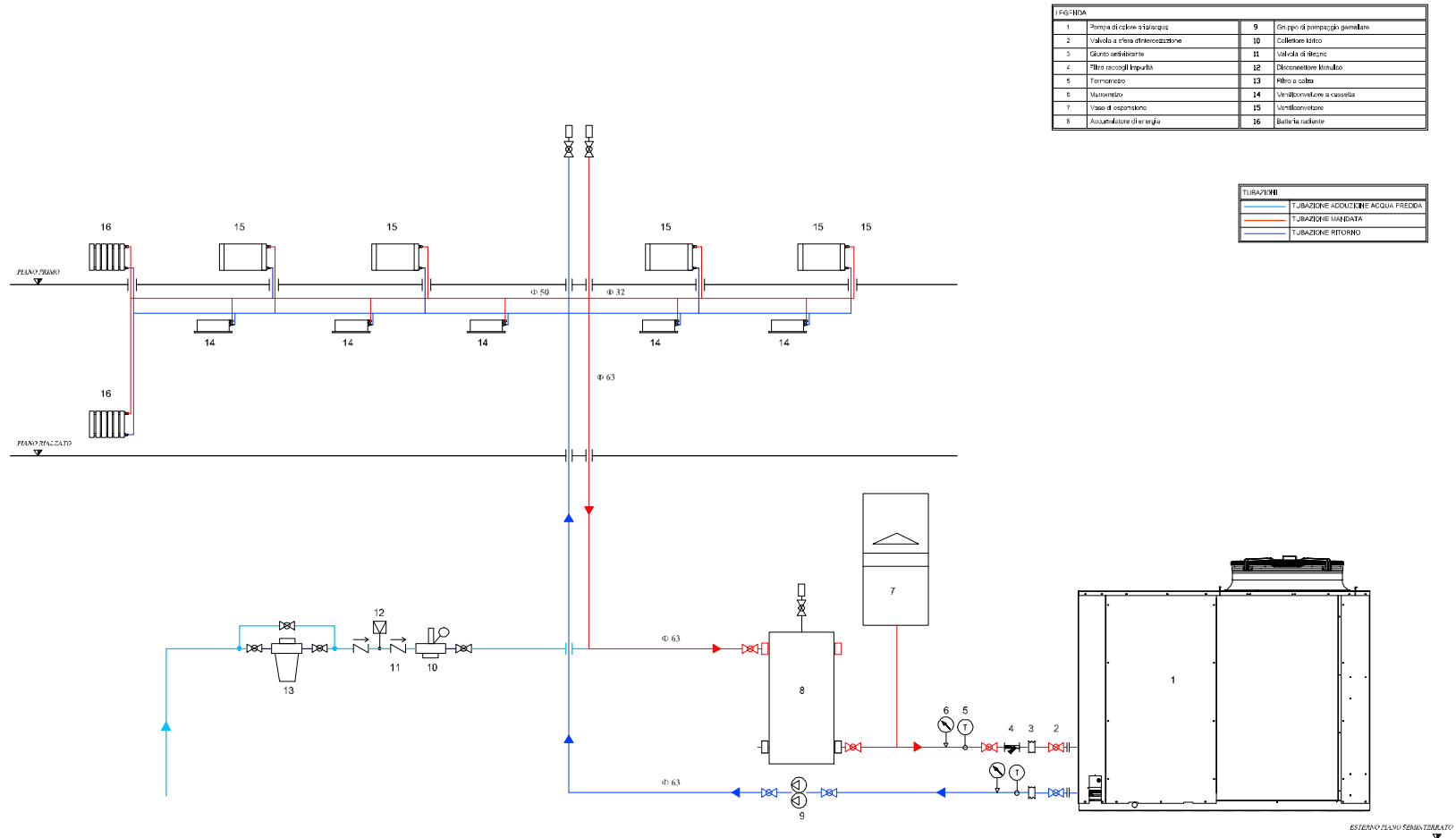


Realizzazione di un impianto fotovoltaico da 10 Kw per l'autoproduzione di energia elettrica

Confronto pre – post intervento

		<i>Pre Intervento</i>	<i>Post Intervento</i>	<i>%</i>
<i>Involucro edilizio</i>				
Parete perimetrale esterna	W/m ² K	1.449	0.314	-78,32
Infissi (valore medio)	W/m ² K	4.000	1.600	-60,00
Dispersioni complessiva	W	63.442	30.067	-52,61
Consumi da calcolo	kWh	141.656,60	20.398,40	-85,60
Produzione annua CO ₂	Kg	25.328,30	1.913,42	-92,20
Energie rinnovabili	kWh/anno	/	11.183,00	
Classe energetica	kWh/m ² anno	G/180,93	A/16,30	

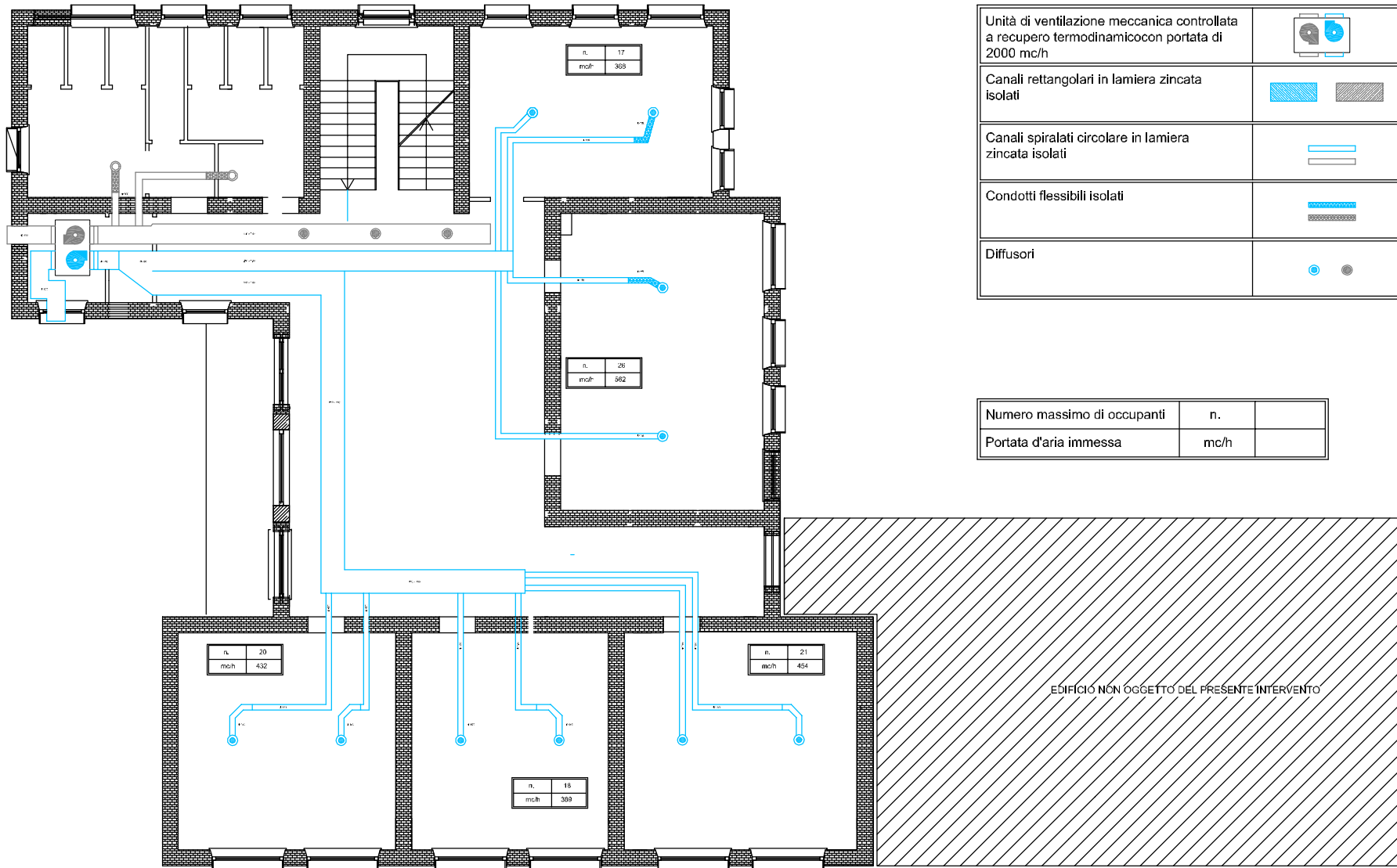
SCHEMA FUNZIONALE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE



- Ing. Nunzio Renzetti



- Ing. Nunzio Renzetti

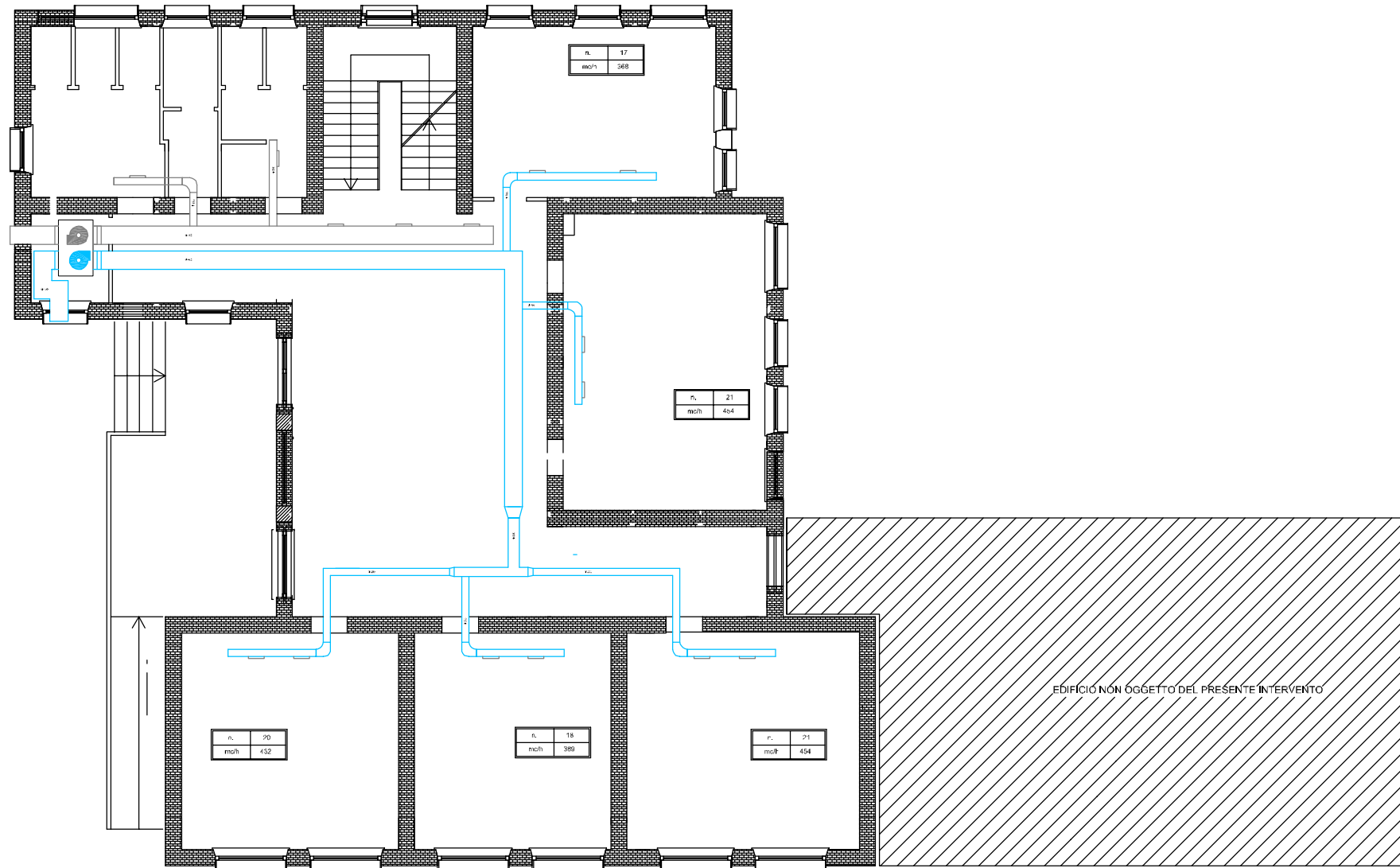


Unità di ventilazione meccanica controllata a recupero termodinamico con portata di 2000 mc/h	
Canali rettangolari in lamiera zincata isolati	
Canali spirali circolari in lamiera zincata isolati	
Condotti flessibili isolati	
Diffusori	

Numero massimo di occupanti	n.	
Portata d'aria immessa	mc/h	

- Ing. Nunzio Renzetti

PIANO PRIMO



- Ing. Nunzio Renzetti

Proposta migliorativa al progetto definitivo per lavori di ricostruzione ex novo della scuola primaria e secondaria di primo grado " U. Postiglione" in viale Medaglia d'Oro " G. Di Bartolo" Raiano (AQ)

- Ing. Nunzio Renzetti

Il progetto dell'impianto meccanico prevedeva:

- centrale termica con caldaia a condensazione modulari di potenza pari a 270 Kw
- pompa di calore a servizio dell'UTA per il ricambio aria e per la raffrescamento estivo degli uffici, avente potenza nominale:

frigorifera da 152 Kw – pot assorbita 50 Kw

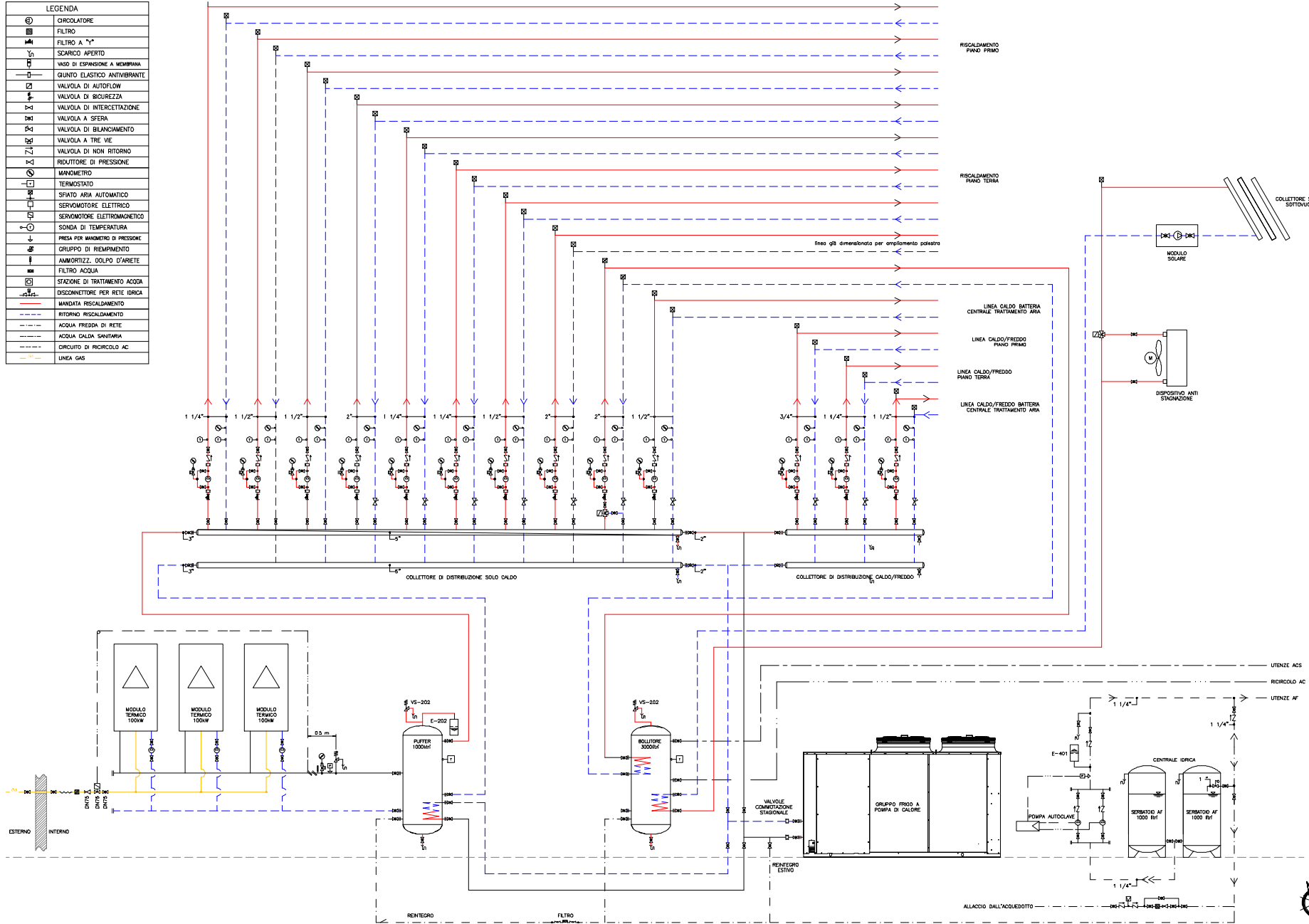
termica da 149 Kw – pot assorbita 48 KW

- U.T.A. con portata nominale da 14000 mc/h, dotata di batteria a flussi incrociati con efficienza termica del 75%

- acqua calda prodotta con bollitore a doppio serpentino di capacità pari a 3000 l. integrato da un campo solare con 10 pannelli sottovuoto

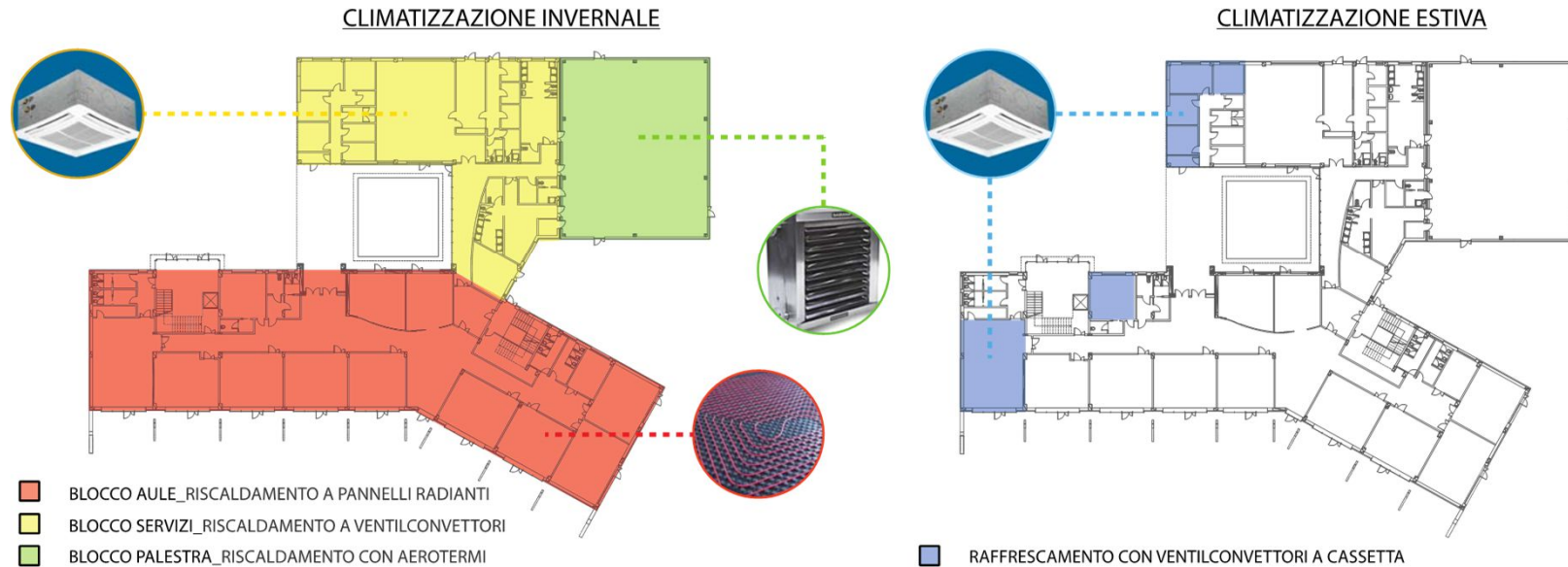
- Ing. Nunzio Renzetti

LEGGENDA	
	CIRCOLATORE
	FILTRO
	FILTRO A "Y"
	SCARICO APERTO
	VASO DI ESPANSIONE A MEMBRANA
	GIUNTO ELASTICO ANTIVIBRANTE
	VALVOLA DI AUTOFLOW
	VALVOLA DI SICUREZZA
	VALVOLA DI INTERCETTAZIONE
	VALVOLA A SFERA
	VALVOLA DI BILANCIAMENTO
	VALVOLA A TRE VIE
	VALVOLA DI NON RITORNO
	REDUTTORE DI PRESSIONE
	MANOMETRO
	TERMOSTATO
	SFIATO ARIA AUTOMATICO
	SERVOMOTORE ELETTRICO
	SERVOMOTORE ELETTROMAGNETICO
	SONDA DI TEMPERATURA
	PRESA PER MANOMETRO DI PRESSIONE
	GRUPPO DI RIEMPIMENTO
	AMMORTIZZ. COLPO D'ARRETE
	FILTRO ACQUA
	STAZIONE DI TRATTAMENTO ACQUA
	DISCONNETTORE PER RETE IDRICA
	MANDATA RISCALDAMENTO
	RITORNO RISCALDAMENTO
	ACQUA FREDDA DI RETE
	ACQUA CALDA SANITARIA
	CIRCUITO DI RICIRCOLO AC
	LINEA GAS



Sistema di utilizzazione e zonizzazione impianto

Da progetto per la climatizzazione degli ambienti, sia estiva che invernale, è previsto l'uso di ventilconvettori a cassetta da installarsi in controsoffitto per tutti gli ambienti. La nostra proposta è quella di **migliorare la gestione ed il funzionamento** degli impianti in rapporto alla destinazione d'uso degli ambienti, installando quindi il terminale più idoneo e di conseguenza **ridurre i consumi e gli sprechi energetici**.



La miglioria, come detto sopra, consiste nell'ottimizzare l'uso dei terminali di climatizzazione in funzione della destinazione d'uso. Questo per due principali motivi: il primo è garantire il massimo comfort agli occupanti tenendo presente anche l'attività da essi svolta; il secondo è per un uso razionale delle risorse energetiche che miri all'eliminazione degli sprechi. In particolare per i tre blocchi scolastici si prevede:

- BLOCCO AULE _ Uso di **pannelli radianti a pavimento**. Tale scelta è dovuta ad una serie di vantaggi che essi comportano, in particolare:
 - maggior comfort, con **uniformità di temperatura e distribuzione** del calore
 - notevole **riduzione della manutenzione** necessaria
 - non comportano **pericolosità o possibilità di manomissione**;
 - garantiscono il **risparmio energetico** perché funzionanti a bassa temperatura
- BLOCCO SERVIZI_ Per questo blocco si è preferito lasciare i ventilconvettori a cassetta, poiché si tratta di ambienti non sempre occupati e che quindi necessitano di un terminale di **riscaldamento dinamico**, ovvero in grado di climatizzare in modo **istantaneo e discontinuo**.
- BLOCCO PALESTRA_ Nella palestra si prevede di utilizzare gli aerotermi.

- RAFFRESCAMENTO CON VENTILCONVETTORI A CASSETTA
- Trattandosi di una scuola, la climatizzazione estiva rappresenta un problema secondario a quello invernale, a causa della chiusura scolastica durante l'estate. Però non tutte le funzioni scolastiche vengono interrotte, in particolar modo i locali dei docenti e del personale scolastico continuano ad essere utilizzati anche in questo periodo, perciò si prevede l'uso di ventilconvettori a cassetta nelle aree sopra indicate in blu. Ventilconvettori che hanno la duplice funzione di riscaldamento e raffreddamento, in funzione della stagione in cui saranno utilizzati e che permettono, un **uso discontinuo** degli stessi e una **climatizzazione istantanea**.
- I locali da climatizzare in estate sono pochi, in particolare:
- BLOCCO AULE _ Al piano terra si prevede di **raffrescare l'aula per attività collettive** e **l'aula docenti**, mentre al piano primo la sola aula docenti.
 - BLOCCO SERVIZI_ Nel blocco servizi, gli **unici ambienti da raffrescare** sono quelli dedicati al personale scolastico, poiché sono anche gli unici ad essere utilizzati in estate. Tali ambienti sono **l'ufficio della presidenza, l'ufficio del segretario** e i due **uffici degli assistenti**.

Impianti a pannelli radianti a pavimento nelle aule

SOLUZIONE PREVISTA IN PROGETTO

Il progetto prevede l'uso di ventilconvettori a cassetta come unico terminale di climatizzazione per tutto l'edificio, a prescindere dalla destinazione d'uso dei locali. L'uso dei ventilconvettori è caratterizzato da:

- **Elevati gradienti termici in ambiente**
- **Correnti convettive d'aria**
- **Maggiore temperatura del fluido termodinamico**
- **Manutenzione richiesta**



PROPOSTA MIGLIORATIVA

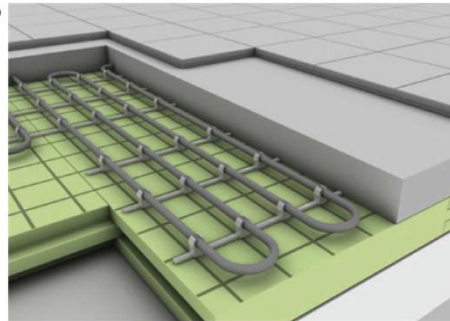
Con l'obiettivo di ottimizzare le condizioni di benessere termoigrometrico degli ambienti e di ridurre i consumi energetici necessari per il riscaldamento, si propone l'utilizzo di **pannelli radianti a pavimento per tutto il blocco aule**. I vantaggi derivanti dai pannelli radianti sono:

- **Corretta stratigrafia della temperatura**
- **Manutenzione ridotta**
- **Nessuna pericolosità e possibilità di manomissioni**
- **Regolazione della temperatura ambiente**

VANTAGGI

Il sistema di riscaldamento con pannelli radianti a pavimento comporta i seguenti vantaggi:

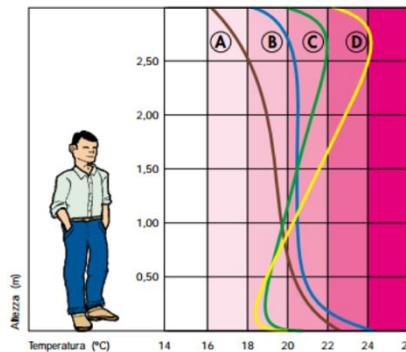
- **Benessere termico** dovuto alla diffusione del calore dal basso e alla mancanza di correnti convettive d'aria
- **Qualità dell'aria** perchè non genera circolazione di polvere
- **Condizione igieniche** senza formazione di zone umide
- **Impatto ambientale** poiché non limitano la disponibilità di spazio, **non creano pericoli per gli alunni**, non contribuiscono al degrado degli ambienti
- Uso di **calore a bassa temperatura**, ideale per sorgenti di calore come pompe di calore e pannelli solari
- **Risparmio energetico** dovuto al minor dispendio di risorse per garantire le condizioni di benessere



PRIVILEGIO DEL COMFORT

Gli impianti a pannelli radianti **scambiano energia con l'ambiente** principalmente **per irraggiamento** e in misura minore per convezione. Grazie a una temperatura costante e all'assenza di correnti d'aria un impianto radiante garantisce una **sensazione di benessere termico percepibile con temperature di esercizio estremamente contenute rispetto a impianti tradizionali**. Il benessere dipende dall'altezza del locale e dalla qualità dell'aria. In particolare la distribuzione di temperatura è riportata nel grafico accanto in cui:

- A. **CONDIZIONI IDEALI**
- B. **IMPIANTI A PANNELLI** (condizione migliore)
- C. **IMPIANTI A RADIATORI**
- D. **IMPIANTI A VENTILCONVETTORI** (condizione peggiore)



GESTIONE DA REMOTO DELLE TESTINE TERMOSTATICHE

Nei moderni impianti radianti oltre a regolare la temperatura del fluido in funzione della temperatura esterna, si può anche **differenziare le temperature dell'aria dei singoli ambienti** così come prescritto dal Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311.

La regolazione della temperatura per singoli ambienti **contribuisce ad incrementare il risparmio energetico degli impianti radianti**. In questo modo ogni zona può essere regolata separatamente in base alla temperatura ambiente richiesta e ai fattori esterni, come ad esempio l'irraggiamento solare oppure i carichi interni che verranno rilevati dai termostati. Ciò avviene con **sistemi di controllo ambiente da remoto per comandare l'apertura o la chiusura delle valvole del circuito**, in funzione della temperatura ambiente.

MANUTENZIONE E SICUREZZA

Gli impianti a pannelli radianti non causano impatto ambientale perchè non pongono vincoli di natura estetica. Il fatto di essere celati sotto al massetto risulta molto importante in una scuola, poiché **consentono di usufruire di tutto lo spazio** in un aula in modo razionale ed **eliminare possibili manomissioni** ai terminali da parte degli studenti, o peggio ancora **possibili infortuni** dovuti ad urti o guasti delle apparecchiature. In più **non necessitano di nessuna manutenzione** ordinaria, se non eventuali controlli sul collettore (**posti nei corridoi eliminando problemi acustici**). Inoltre non sporcano le pareti, non consentono la formazione di umidità a pavimento, limitano sensibilmente la condensa.



Unità monoblocco per il rinnovo dell'aria

SOLUZIONE PREVISTA IN PROGETTO

Il progetto prevede l'uso di un'unità di trattamento aria da installarsi in copertura, collegata alle caldaie in centrale termica ed alla centrale frigo. Questa scelta impiantistica richiede la realizzazione di un circuito di distribuzione con una stazione di pompaggio, che comporta:

1. **maggiori consumi elettrici**
2. **maggiori dispersioni termiche dovute alla distribuzione**
3. **maggiori costi di manutenzione**

PROPOSTA MIGLIORATIVA

Sostituzione dell'unità di trattamento aria con un unico sistema autonomo monoblocco per il rinnovo dell'aria, tipo "ZEPHIR" con recupero energetico termodinamico attivo.

Il sistema proposto ha i seguenti vantaggi:

1. **recuperare energia dall'aria espulsa** durante tutto l'anno: **COP = 7,5**
2. **semplificare l'impianto aumentandone l'efficienza**
3. **ridurre del 50% l'utilizzo di energia primaria**



EX Aria espulsa
SA Aria mandata

RA Aria estratta
OA Aria esterna

COP 7,5
-5°C outdoor

-50%
Primary energy

1 RECUPERO DI ENERGIA

Gli scambiatori di recupero termodinamico attivo sono realizzati con **batterie alettate ad alta efficienza**, dunque con perdite di carico assolutamente modeste durante l'intero ciclo di funzionamento. Grazie a questo **si riducono i consumi e le potenze assorbite** dalla macchina che altrimenti si avrebbero con un recuperatore tradizionale che genera maggiori perdite di carico.

2 TRATTAMENTO ARIA

Aria purificata al 99% con un'efficienza di filtrazione che equivale alla classificazione H10 impiegata nei filtri tradizionali, **ovvero la classe identificata come "filtro assoluto"** per i filtri tradizionali. L'immissione di aria purificata diluisce gli inquinanti, che vengono rimossi automaticamente dalla sezione di estrazione. Le due sezioni sono completamente separate ed impediscono la contaminazione tra i flussi d'aria.

3 SEZIONE TERMODINAMICA

Il circuito termodinamico usa l'aria viziata come sorgente per produrre energia termica e frigorifera con efficienza superiore a quella dei generatori convenzionali che utilizzano l'aria esterna come sorgente. Con temperature di evaporazione più elevate sullo scambiatore freddo e temperature di condensazione più basse sullo scambiatore caldo, **riduce infatti l'assorbimento dei compressori anche del 50%**

VANTAGGI

L'unità monoblocco autonoma permette di:

- Eliminare l'intero circuito di distribuzione** dei fluidi caldo/freddo (pompaggio, accumuli, regolazione, manutenzioni)
- Riduzione delle centrali termiche e frigo**
- Minori consumi elettrici**
- Minori consumi energetici**
- Modalità **FREE-COOLING** per le mezze stagioni
- Qualità dell'aria** grazie ai filtri elettronici

CARATTERISTICHE TECNICHE



Pompa di calore reversibile:

Potenza termica _____ 54,8 kW
Potenza frigorifera _____ 81,0 kW



Estrazione continua di aria viziata

Aria purificata al 99%
Controllo continuo dell'umidità



Refrigerante ecologico

No gas, No emissioni dirette,
No centrali termiche



FREE COOLING

per smaltire i carichi interni senza avviare i compressori



Recupero di calore termodinamico

attivo dall'aria viziata



Regolazione accurata del volume d'aria

senza sprechi e risparmio en.



Massima integrazione con la struttura

e si libera spazio per altri usi



Ventilazione elettronica

per eliminare inefficienze, usura e manutenzione



Portata d'aria costante

(quantità desiderata) o **variabile** (ciò che serve)

Impianto solare termico

SOLUZIONE PREVISTA IN PROGETTO

Il progetto posto a base di gara prevede l'utilizzo di un impianto solare termico, per la **sola** produzione di acqua calda sanitaria, con n.10 collettori solari che risultano essere anche eccessivi rispetto al reale fabbisogno dell'edificio. Inoltre è presente anche il **pericolo legionella** dovuto all'accumulo di acqua calda sanitaria in un serbatoio da 3000 litri.



PROPOSTA MIGLIORATIVA

La soluzione migliorativa consiste nell'**usare al 100% l'impianto solare termico** con i n. 10 collettori solari sottovuoto, non solo per soddisfare **il fabbisogno di acqua calda sanitaria fino all'80%**, ma anche per **l'integrazione al riscaldamento** attraverso i pannelli radianti a pavimento. Inoltre si propone l'uso di un unico accumulo contenente solo acqua tecnica, **eliminando il pericolo legionella**.

VANTAGGI

- **Utilizzo al 100%** dei n. 10 collettori
- Copertura dell'**80% del fabbisogno di acqua calda sanitaria**
- **Integrazione al riscaldamento** attraverso pannelli radianti a pavimento
- Tecnologia a tubi sottovuoto CPC
- **Resa dei singoli pannelli >90%**
- **Eliminazione del pericolo legionella**
- **Produzione istantanea di ACS**
- **Fusione dello schema di impianto** per riscaldamento e acqua calda sanitaria in uno unico più funzionale

TECNOLOGIA A TUBI SOTTOVUOTO CPC



I collettori solari con captatori di luce diretta e diffusa a geometria CPC (Compound Parabolic Concentrator) sono realizzati con materiali in grado di fornire ottime rese in riflessione totale (> 90%) ed in riflessione di luce diffusa. Ciò si traduce in una maggior quantità di energia fornita dal collettore solare sottovuoto. La superficie interna dell'intercapedine è resa selettiva con molteplici strati metallici detti "cermet", atti a coprire tutto lo spettro della radiazione elettromagnetica del sole.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

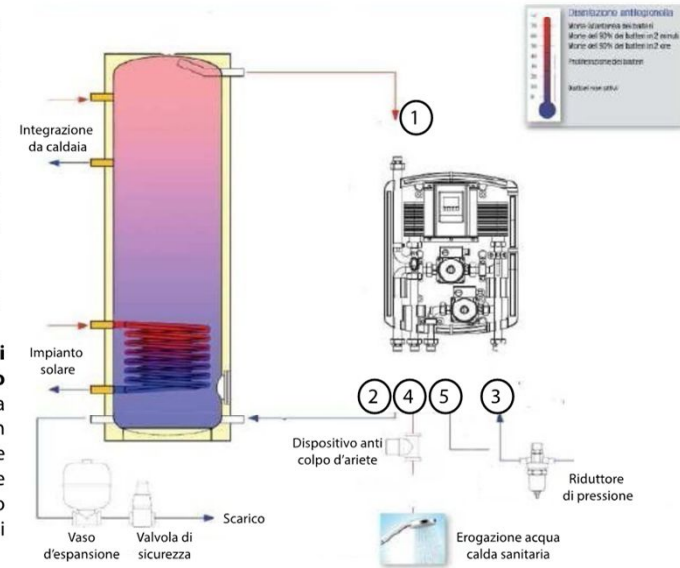
L'**impianto solare termico** proposto, sarà un impianto in grado di soddisfare sia il **fabbisogno di acqua calda sanitaria** che **l'integrazione al riscaldamento tramite pannelli radianti**.

I n. 10 collettori solari a tubi sottovuoto installati in copertura saranno collegati ad un **puffer della capacità di 3000 litri contenente sola acqua tecnica**. Tale puffer avrà al suo interno una serpentina di scambio termico collegata ai collettori solari in copertura, e in più sarà collegato ai moduli a condensazione di integrazione al solare termico.

Dall'accumulo di acqua tecnica viene quindi spillata sia acqua per la produzione di acqua calda sanitaria istantanea, che acqua per il riscaldamento a pannelli radianti.

L'installazione di un **gruppo di produzione istantanea di acqua calda sanitaria** permette di **evitare il pericolo legionella**. Infatti la legionella si crea nei casi in cui l'acqua calda sanitaria viene accumulata e "ristagna" temporaneamente in un serbatoio su temperature incluse tra i 25 e 42°C. Onde evitare questo si dovrebbero quindi prevedere cicli antilegionella, che però intervengono periodicamente a prescindere dal consumo di acqua calda sanitaria e influiscono sull'aumento dei consumi elettrici.

La nostra proposta è invece quella di utilizzare un preparatore sanitario per produrre acqua calda istantanea attraverso uno scambiatore interno. In questa maniera **si evitano i cicli antilegionella**, si evita che l'acqua da inviare ai sanitari entri in contatto con l'acqua tecnica e in più **i consumi sono ridotti, perché in funzione della reale richiesta**.



1. INGRESSO ACQUA CALDA PRIMARIA DAL PUFFER
2. USCITA ACQUA PRIMARIA AL PUFFER
3. INGRESSO ACQUA FREDDA SANITARIA
4. USCITA ACQUA CALDA SANITARIA
5. INGRESSO RICIRCOLO SANITARIO

Riepilogo interventi

L'obiettivo di **contenere il consumo energetico ed elettrico** degli edifici, e allo stesso tempo di garantire sempre elevati standard di comfort interni ai locali scolastici, richiede un attento studio sia delle apparecchiature impiantistiche che dell'involucro edilizio. In particolare per quanto riguarda l'impianto termico, per ridurre i consumi, bisogna porre attenzione ai sistemi di generazione, di distribuzione e ai terminali di diffusione del calore in ambiente. Per ottenere quindi le **ottimali condizioni di benessere termoigrometrico** negli ambienti di tutto il plesso scolastico, in considerazione anche delle attività svolte, si prevedono le **seguenti migliorie impiantistiche**:

b. sviluppo progettuale in funzione della ottimizzazioni delle utilizzazioni e della manutenzione	c. uso di fonti energetiche e/o dispositivi alternativi per il contenimento del consumo energetico in esercizio	d. uso di fonti rinnovabili
<p>Il progetto posto a base di gara ragiona su una suddivisione della scuola in blocchi scolastici, legati alla diversa destinazione d'uso degli spazi, ma la stessa diversificazione non si rispecchia negli impianti dove si utilizzano ovunque i ventilconvettori a cassetta. L'ottimizzazione delle utilizzazioni e della manutenzione dell'impianto si ottiene, però, anche attraverso una zonizzazione e differenziazione dei terminali in funzione della destinazione d'uso:</p> <p>BLOCCO AULE_Pannelli radianti a pavimento BLOCCO SERVIZI_Ventilconvettori a cassetta BLOCCO PALESTRA_Aerotermi</p> <p>In particolare utilizzare i pannelli radianti nel blocco aule permette di avere:</p> <p>QUALITA' DELL'ARIA NESSUN PERICOLO RISPARMIO ENERGETICO COMFORT NELLE AULE LIBERARE SPAZIO MANUTENZIONE ZERO NO MANOMISSIONI</p>	<p>Il contenimento del consumo energetico in esercizio dipende molto dalla scelta dei generatori di calore e delle apparecchiature di climatizzazione, poiché oltre alle prestazioni della macchina bisogna considerare anche le problematiche legate alla distribuzione ed alla manutenzione degli stessi.</p> <p>Per risolvere tali problemi la nostra soluzione impiantistica prevede l'utilizzo di un'unità monoblocco per il rinnovo dell'aria al posto dell'UTA, che comporta minori consumi, minori manutenzioni, distribuzioni impiantistiche più semplici e maggiore efficienza.</p> <p>QUALITA' DELL'ARIA FREE COOLING RISPARMI DEL 50%</p> <p>UNITA' COP = 7,5 AUTONOMA IMPIANTO SEMPLIFICATO</p> 	<p>Le fonti rinnovabili svolgono un ruolo fondamentale per il funzionamento di tutto l'impianto poiché consentono di annullare quasi completamente i consumi energetici e far funzionare in maniera efficiente le macchine utilizzate.</p> <p>1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO Si prevede l'installazione in copertura di un impianto FV integrato. Tale impianto avrà una potenza di picco che passa dagli attuali 40 kW posti a base di gara, ai 60 kW da installarsi.</p> <p>Potenza di 60 kW PANNELLI INTEGRATI IN COPERTURA FREE COOLING</p> <p>2. IMPIANTO SOLARE TERMICO I 10 collettori solari a tubi sottovuoto, saranno utilizzati al 100%, poiché oltre alla produzione di ACS, andranno ad integrare il riscaldamento con i pannelli radianti.</p> <p>RISCALDAMENTO ACS SOLARE TERMICO USATO AL 100%</p> <p>3. IMPIANTO DI RECUPERO ACQUE PIOVANE Il recupero di acqua piovana servirà all'irrigazione ed alla pulizia degli spazi esterni evitando sprechi di acqua potabile.</p>

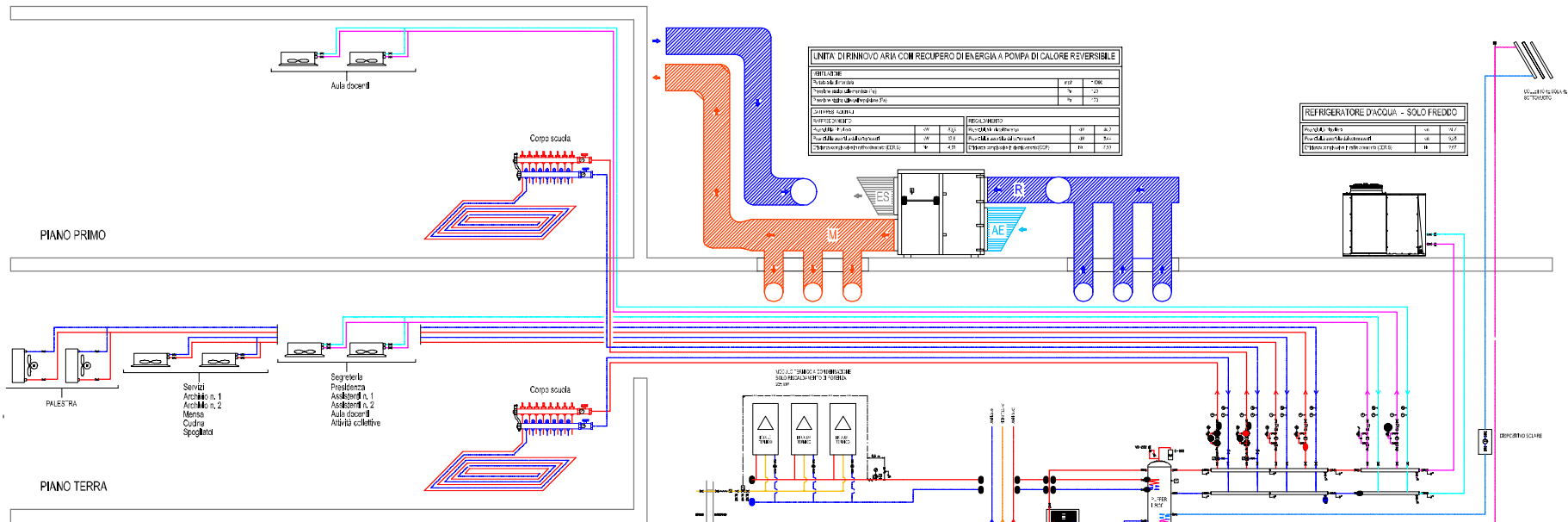
INVOLUCRO EDILIZIO + SISTEMA D'IMPIANTO =

SCUOLA IN CLASSE A+



Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

< 11,440 kWh/m³ anno



UNITÀ DI RINNOVO ARIA CON RECUPERO DI ENERGIA A POMPA DI CALORE REVERSIBILE			
CONDIZIONI			
Temperatura ambiente	20	20	20
Temperatura aria esterna (T _{ext})	5	15	25
Temperatura aria interna (T _{int})	20	20	20
CONDIZIONI CALIBRATA			
PRELIEVI			
Temperatura ambiente	20	20	20
Temperatura aria esterna (T _{ext})	5	15	25
Temperatura aria interna (T _{int})	20	20	20

REFRIGERATORE D'ACQUA - SOLO FREDDO	
Temperatura ambiente	20
Temperatura acqua	10
Temperatura aria esterna (T _{ext})	5

LEGENDA TUBAZIONI			
	Tubazione mandata solo caldo		Tubazione acqua di rete
	Tubazione ritorno solo caldo		Tubazione acqua calda sanitaria
	Tubazione mandata caldo/freddo		Tubazione ritorno acqua calda
	Tubazione ritorno caldo/freddo		Tubazione mandata impianto solare
	Tubazione gas		Tubazione ritorno impianto solare

LEGENDA CANALIZZAZIONI			
	VMC canale di mandata		VMC aria esterna di immissione
	VMC canale di ripresa		VMC aria espulsa

LEGENDA TERMINALI IMPIANTO			
	Cassetta idronica		Collettore per impianto a pavimento con by pass differenziale
	Aerotermostato		Pannello radiante