

POOL ENGINEERING  
DOTT. ING. VIRGILIO M. CHIONO

STUDIO DI INGEGNERIA  
GEOM. ANDREA ZANUSSO

Progettazione civile e impiantistica - Architettura - Consulenza - Certificazioni - Formazione - Qualità - Sicurezza - Ambiente

Via circonvallazione n. 36 - 10090 San Giorgio C.se - (To) - Italy  
tel 0124 450 535 - fax 0124 450 839 - info@poolsa.eu

Regione Piemonte  
Città Metropolitana di Torino  
Comune di Castellamonte

Progetto

**Lavori di completamento dell'efficientamento  
energetico del plesso scolastico  
denominato "Scuola Media Cresto"**

Localizzazione

Via C. Trabucco, 15

Fase Progettuale

Progetto Esecutivo

Titolo Tavola

Relazione sistema di climatizzazione  
ed impianti elettromeccanici

Committenza



Comune di Castellamonte  
Piazza Martiri della  
Libertà - 28 - 10081  
Castellamonte (TO)

Per validazione

Professionisti



Riferimenti

Rev. n° 000	Data	05/2025	Dis.	A.E.	Descr.	Emissione definitiva
Rev. n° 001	Data		Dis.		Descr.	
Rev. n° 002	Data		Dis.		Descr.	
Rev. n° 003	Data		Dis.		Descr.	

Tavola

Scala -  
Cod. Comm. 250066  
Cod. Tavola RT  
N° Tavola 05.0

Pool Engineering S.A.  
P. IVA 08926970016

Pool Engineering S.n.c.  
P. IVA 09266390013

Lo studio opera  
con procedure  
conformi alla norma  
**ISO 9001**

Mod 760-00 08-2010 (Rev 002)

© Riproduzione vietata senza consenso scritto dell'autore

Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>2 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		



Documento	Relazione tecnica	Pagina	3 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## SOMMARIO

<b>Sommario</b>	<b>3</b>
<b>Protocollo di distribuzione del documento</b>	<b>5</b>
<b>Premessa</b>	<b>6</b>
<b>1 Opere di climatizzazione</b>	<b>6</b>
1.1 Norme di riferimento	7
<b>2 Dimensionamento componenti impianto termico</b>	<b>8</b>
2.1 Dati climatici	8
2.2 Carichi termici impianto di climatizzazione	8
2.3 Unità di trattamento dell'aria e Recuperatori di calore	9
2.3.1 Terminali di immissione ed estrazione	10
2.3.2 Portate di aria in progetto	10
2.4 Impianto di ventilazione meccanica	12
2.4.1 Dimensionamento UTA ATRIO	12
2.4.2 Dimensionamento recuperatori di calore centralizzato	18
2.5 Rifacimento sottocentrale termica	19
2.5.1 Tubazioni di collegamento	21
<b>3 Opere elettromeccaniche</b>	<b>22</b>
3.1 Riferimenti normativi	22
3.1.1 Legislazione	22
3.1.2 Norma Tecnica	22
3.2 Descrizione generale dell'impianto	24
3.3 Modalità di distribuzione della posa	24
3.4 Quadri elettrici	24
3.4.1 Descrizione della struttura a blocchi dei quadri elettrici	24
3.4.2 Linee di alimentazione tra i quadri	25
3.4.3 Protezioni presenti nei quadri	26
3.4.4 Caratteristiche delle curve di intervento	26
<b>4 Provenienza materiali</b>	<b>26</b>
4.1 Qualità e provenienza dei materiali	26
4.2 Cavi elettrici	27
4.2.1 Condizioni di posa dei cavi	28
4.2.2 Criteri di dimensionamento	28
4.2.3 Tubi protettivi - Condotti - Canali	28
4.2.4 Diametro dei tubi protettivi	28
4.2.5 Giunzione dei conduttori	28
4.2.6 Comandi - Prese	28
4.3 Posa dei comandi	29
4.3.1 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato	29
4.4 Interruttori scatolati - automatici	29
4.4.1 Interruttori scatolati	29
4.5 Quadri Elettrici	30
4.5.1 Quadri di comando	30



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>4 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

4.5.2	Quadri di comando isolanti _____	30
4.5.3	Istruzioni per l'utente _____	30
<b>4.6</b>	<b>Posa dei cavi elettrici _____</b>	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>Protezione delle condutture elettriche _____</b>	<b>32</b>
<b>4.8</b>	<b>Materiale vario di installazione _____</b>	<b>32</b>



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>5 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## PROTOCOLLO DI DISTRIBUZIONE DEL DOCUMENTO

Si informano i Signori Committenti che i dati personali sono trattati dallo Studio e dai titolari ai sensi dell'art.13 del D.Lgs. 196 del 30 giugno 2003 e s.mm.ii.. Il conferimento dei dati richiesti è necessario e l'eventuale rifiuto all'utilizzo comporta l'impossibilità di svolgere le attività per la conclusione e per l'esecuzione del contratto. In relazione al trattamento dei dati il fornitore, in base all'art. 7 del citato D.Lgs. 196/2003, ha il diritto di ottenere, senza ritardo a cura dello Studio Pool Engineering, l'aggiornamento, la trasformazione, il blocco o la cancellazione dei dati. I dati personali verranno trattati dallo studio per le necessità progettuali e comunicati a consulenti e liberi professionisti per necessità strettamente legate alla commessa e al commercialista per questioni contabili.

Con la accettazione del presente documento il committente autorizza esplicitamente lo Studio al trattamento dei dati personali in conformità alle prescrizioni legislative e a quanto sopra riportato.

Quanto contenuto nel presente fascicolo è considerato prodotto intellettuale coperto da segreto professionale di proprietà dello Studio Pool Engineering. Quanto contenuto non può essere copiato o divulgato con qualsiasi mezzo da parte di terzi non espressamente autorizzati.

La distribuzione di questo documento è soggetta al controllo di qualità così come da SGQ dello studio associato. Per approvazione da parte del Responsabile Sistema Qualità è firmato sulla prima di copertina.

### Referenti

### Distribuzione

#### Ns. rif. n°

vedi testalino

#### Copia

1

#### Modello

Mod. 730\_03 Rev 03 2013-02

#### File(s)

H:\Studio Ingegneria\Progetti\Archivio\Pubblico\Comune-Castellamonte\_338\_Prog-Civile\_ESECUTIVO---Riq-Energ-Scuola-Media-Cresto\_250066\_2025-3\40 Ammin\ RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici.Doc

### Commenti / Annotazioni



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>6 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## PREMESSA

La seguente relazione è allegata al progetto Esecutivo dei Lavori di completamento efficientamento energetico- "Scuola Media Cresto" e riguarda gli impianti elettro-meccanici:

- impianto aeraulico di distribuzione dell'aria;
- reti di distribuzione dei fluidi termovettori;
- rimaneggiamento della sottocentrale termica-piano seminterrato;
- alimentazione elettrica e controllo delle unità di ventilazione meccanica.

## 1 OPERE DI CLIMATIZZAZIONE

Oggetto del presente documento sono i calcoli effettuati per il dimensionamento degli impianti meccanici a servizio del fabbricato Scolastico. La progettazione degli impianti è stata eseguita tenendo conto delle caratteristiche climatiche del sito, della relazione sul contenimento dei consumi energetici e delle specifiche esigenze della committenza.

Gli interventi impiantistici da intendersi compresi nel progetto riguardano la realizzazione dei seguenti impianti:

- **Unità di Trattamento Aria (UTA) esterna a tutt'aria**, installata in posizione decentrata esterna all'edificio, specificamente dedicata alla ventilazione e climatizzazione dell'atrio centrale. L'unità sarà in grado di gestire in maniera autonoma i carichi termici dell'ambiente servito, operando come impianto a tutt'aria e provvista di sezioni per il recupero di calore, preriscaldamento invernale, umidificazione e raffrescamento (in predisposizione).
- **N°8 unità centralizzate di recupero di calore a doppio flusso**, distribuite in modo simmetrico sull'intero fabbricato: 2 per ogni piano (piano terra e primo piano) dell'ala destra e dell'ala sinistra dell'edificio scolastico. Queste unità serviranno le aule didattiche, gli spazi comuni e i blocchi dei servizi igienici, garantendo il ricambio dell'aria e il recupero dell'energia termica contenuta nell'aria esausta.
- Rifacimento parziale della distribuzione dei fasci tubieri presenti in centrale termica, con sostituzione delle tubazioni esistenti, installazione di nuovo isolamento termico conforme alla UNI EN ISO 12241, e posizionamento di nuove elettropompe ad alta efficienza a servizio dei circuiti esistenti e del nuovo circuito dedicato alla batteria di preriscaldamento dell'UTA. È inoltre prevista l'installazione di un bollitore da 200 litri per la produzione di ACS e la sostituzione dei vasi di espansione, adeguati alla nuova configurazione impiantistica.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	7 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 1.1 Norme di riferimento

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati. Si applicano, inoltre, prescrizioni e norme di Enti locali, comprese prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni di eventuali altri Enti emanate ed applicabili agli impianti oggetto dei lavori.

UNI 10339-Impianti aeraulici al fine di benessere-Generalità, classificazione e requisiti  
Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;  
Norme ASHRAE Standard 55-92-Thermal environmental conditions for human occupancy;  
UNI EN ISO 7730- Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale  
UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;  
UNI/TS 11300-2 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;  
UNI/TS 11300-3 Prestazioni energetiche degli edifici: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;  
UNI/TS 11300-4 Prestazioni energetiche degli edifici: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;  
UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura.  
UNI EN 10255 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura.  
UNI EN 10240 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.  
UNI EN 10242 Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile.  
UNI EN ISO 3834-2 Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi.  
UNI EN 1057 Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.  
UNI 7616 + A90 Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.  
UNI 9338 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali.  
UNI 9349 Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.  
UNI EN ISO 15874-2 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 2: Tubi.  
UNI EN ISO 15874-5 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.  
UNI EN ISO 15875-1 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 1: Generalità.  
UNI EN ISO 15875-2 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 2: Tubi.  
UNI EN ISO 15875-3 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 3: Raccordi.  
UNI EN ISO 15875-5 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.  
UNI EN ISO 15875-7 Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polietilene reticolato (PE-X) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.  
UNI EN ISO 21003-1 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 1: Generalità.  
UNI EN ISO 21003-2 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 2: Tubi.  
UNI EN ISO 21003-3 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 3: Raccordi.  
UNI EN ISO 21003-5 Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.  
UNI 11528- Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio;  
D.Lgs. 81/2008 Misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.  
D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 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.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>8 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 2 DIMENSIONAMENTO COMPONENTI IMPIANTO TERMICO

### 2.1 Dati climatici

#### DATI CLIMATICI

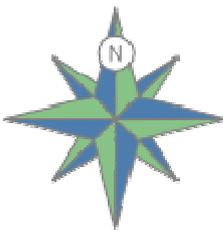
##### Dati climatici della località:

Località	<b>Castellamonte</b>		
Provincia	<b>Torino</b>		
Altitudine s.l.m.	<b>343</b>	m	
Gradi giorno	<b>2659</b>		
Zona climatica	<b>E</b>		
Temperatura esterna di progetto	<b>-8,6</b>	°C	

##### Dati geometrici dell'intero edificio:

Superficie in pianta netta	<b>2919,40</b>	m <sup>2</sup>
Superficie esterna lorda	<b>7021,99</b>	m <sup>2</sup>
Volume netto	<b>9169,48</b>	m <sup>3</sup>
Volume lordo	<b>12745,99</b>	m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	<b>0,55</b>	m <sup>-1</sup>

##### Coefficienti di esposizione solare:

Nord: <b>1,20</b>		Nord-Est: <b>1,20</b>
Nord-Ovest: <b>1,15</b>		Est: <b>1,15</b>
Ovest: <b>1,10</b>		Sud-Est: <b>1,10</b>
Sud-Ovest: <b>1,05</b>		Sud: <b>1,00</b>

### 2.2 Carichi termici impianto di climatizzazione

Si richiama quanto espressamente riportato nella relazione energetica. Il dimensionamento dell'impianto è riferito alle necessità di assicurare il comfort ambientale della struttura e secondo i dati nella condizione invernale estrema con riguardo alle dispersioni termiche, l'apporto di aria primaria e le impostazioni energetiche di lavoro.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	9 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 2.3 Unità di trattamento dell'aria e Recuperatori di calore

Il sistema di ventilazione meccanica controllata previsto per il plesso scolastico si articola in 1 Unità di Trattamento Aria (UTA) e in 8 unità di recupero di calore centralizzate, distribuite in modo funzionale rispetto all'organizzazione architettonica dell'edificio. Il posizionamento delle apparecchiature è stato progettato tenendo conto sia dell'efficienza impiantistica che dell'integrazione architettonica, con l'obiettivo di minimizzare l'impatto visivo e garantire accessibilità per la manutenzione.

- UTA centrale per l'Atrio:  
L'unità di trattamento dell'aria dedicata alla zona centrale dell'edificio (Atrio) è installata all'esterno, nel cortile nord, in posizione adiacente all'edificio scolastico. L'unità è schermata da una struttura metallica di protezione, progettata per integrarsi con il contesto architettonico e ridurre l'impatto visivo verso l'esterno. Le canalizzazioni di mandata e ripresa si collegano direttamente alle reti aerauliche che servono l'atrio centrale.
- Recuperatori di calore – Ala destra:
  - Piano primo: le 2 unità sono posizionate sul balcone, garantendo un passaggio utile di almeno 120 cm per le vie di transito, come da normative antincendio e requisiti di sicurezza.
  - Piano terra: le 2 unità sono collocate nel cortile esterno sul lato est dell'edificio, in apposita area tecnica, protette da una struttura metallica di schermatura per limitarne la visibilità e l'impatto estetico. Le canalizzazioni si sviluppano verso i corridoi interni, passando nei controsoffitti.
- Recuperatori di calore – Ala sinistra:
  - Piano primo: anche in questo caso, i 2 recuperatori sono installati sul balcone esterno, con larghezza libera di passaggio  $\geq 120$  cm per assicurare l'accessibilità e il rispetto delle prescrizioni di sicurezza.
  - Piano terra: le due unità sono posizionate nel cortile interno, sotto il balcone, in area parzialmente protetta. Le tubazioni si collegano alle canalizzazioni principali mediante attraversamento in parete e proseguimento nei controsoffitti dei corridoi.

Questa configurazione consente una distribuzione equilibrata delle unità di ventilazione, ottimizzando l'efficienza dell'impianto e al contempo garantendo l'accessibilità per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Tali sistemi saranno in grado di variare le condizioni termoigrometriche dell'aria immessa, garantendo sia i ricambi d'aria orari previsti dalla normativa vigente.

### 2.3.1 Condotte dell'aria

Le condotte destinate alla distribuzione e ripresa dell'aria saranno realizzate con differenti tipologie costruttive in funzione della collocazione (interna o esterna) e della funzione del tratto (primario o secondario):

- Per le zone esterne o comunque non riscaldate, le condotte saranno costituite da canali metallici preisolati, realizzati con doppia lamiera in alluminio e interposta coibentazione in lana di roccia spessore 25 mm, con funzione sia anticondensa sia di contenimento delle dispersioni termiche.
- All'interno dei locali riscaldati (controsoffitti, aule), la rete aeraulica sarà realizzata con condotte rigide o semirigide metalliche (per i tronchi principali) e condotte flessibili in materiale plastico (per i tronchi secondari terminali), certificate per uso HVAC.

Le canalizzazioni saranno dimensionate sulla base delle portate d'aria richieste nei singoli ambienti, determinate dai fabbisogni termoigrometrici e dai ricambi d'aria previsti.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	10 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

Il criterio di dimensionamento è stato impostato assumendo una velocità media dell'aria pari a 4 m/s, valore che consente un buon compromesso tra:

- o contenimento della rumorosità del sistema (silenziatori/sistemi afonizzanti);
- o riduzione delle perdite di carico;
- o ottimizzazione degli ingombri all'interno dei controsoffitti.

I diametri nominali delle condotte varieranno in funzione della portata, con:

- o Ø 125 mm per i tratti di ripresa;
- o fino a Ø 400 mm per le tratte principali di mandata e ripresa collegate ai recuperatori di calore.

### 2.3.2 Terminali di immissione ed estrazione

Il sistema di diffusione dell'aria trattata negli ambienti scolastici sarà realizzato mediante terminali a soffitto e a parete, opportunamente dimensionati e selezionati per garantire un'adeguata distribuzione e ripresa dell'aria, nel rispetto dei parametri termoigrometrici e acustici previsti dalla normativa vigente.

La mandata dell'aria verrà affidata a bocchette rettangolari a parete, installate in posizione alta, in prossimità del sopraluce della porta d'ingresso di ciascuna aula.

Le bocchette saranno dotate di:

- aletta/e orientabile/i per la regolazione del flusso e l'ottimizzazione del getto d'aria;
- plenum di raccordo in lamiera zincata con attacco circolare per collegamento alle canalizzazioni flessibili o rigide;
- valvola di taratura incorporata (oppure installata a monte nel plenum) per il bilanciamento delle portate.

La ripresa dell'aria sarà realizzata tramite diffusori circolari a soffitto tipo anemostato, installati all'interno dei controsoffitti dei corridoi e dei blocchi servizi igienici, sia al piano terra che al piano primo.

I diffusori saranno del tipo a coni concentrici regolabili, idonei alla gestione di differenti profili di diffusione (effetto Coandă), completi di accessori per il collegamento con il sistema di canalizzazione.

Le portate gestite dai terminali variano da 160 m<sup>3</sup>/h a 1.000 m<sup>3</sup>/h, in funzione del volume del locale, del tasso di ricambio richiesto e delle condizioni di esercizio del sistema.

Al fine di garantire un corretto bilanciamento delle pressioni e la continuità dei flussi d'aria, le porte di accesso ai locali ventilati dovranno prevedere una sottosoglia libero di almeno 8 mm rispetto al piano di calpestio finito.

Qualora tale luce libera non possa essere assicurata, è previsto l'inserimento di griglie di transito installate nella parte bassa della porta, opportunamente dimensionate in funzione delle perdite di carico ammissibili e delle portate d'aria da ricircolare verso i plenum o le bocche di ripresa.

### 2.3.3 Portate di aria in progetto

La determinazione delle portate di progetto viene effettuata prendendo come riferimento la norma UNI 10339- Prospetto III e Appendice A-Prospetto VIII, per stabilire in funzione della tipologia di edificio e del relativo locale di riferimento, il ricambio d'aria minimo necessario per il comfort ambientale.

Nello specifico saranno considerati i seguenti ricambi d'aria minimi:

- aule didattiche scuole medie inferiori: 21,6 m<sup>3</sup>/h\*persona;
- laboratori : 25,2 m<sup>3</sup>/h\*persona;
- biblioteche : 21,6 m<sup>3</sup>/h\*persona;
- sale insegnanti : 21,6 m<sup>3</sup>/h\*persona;
- uffici : 39,6 m<sup>3</sup>/h\*persona;
- estrazioni WC e spogliatoi : 8 volumi/h.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	11 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

Prospetto III - Portate di aria esterna in edifici adibiti ad uso civile

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q <sub>op</sub> (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s per persona)	Q <sub>os</sub> (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )	
<b>EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI</b>			
<b>RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO</b>			
- Abitazioni civili:			
• soggiorni, camere da letto	11	-	A
• cucina, bagni, servizi		estrazioni	
- Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:			
• sale riunioni	9*	-	-
• dormitori/camere	11	-	-
• cucina		16,5	-
• bagni/servizi		estrazioni	A
<b>RESIDENZE OCCUPATE SALTUARIAMENTE</b>			
Vale quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo			
<b>ALBERGHI, PENSIONI ecc.</b>			
• Ingresso, soggiorni	11	-	-
• sale conferenze (piccole)	5,5*	-	-
• auditori (grandi)	5,5*	-	-
• sale da pranzo	10	-	-
• camere da letto	11	-	-
• bagni, servizi		estrazioni	-
<b>EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI</b>			
• uffici singoli	11	-	-
• uffici open space	11	-	-
• locali riunione	10*	-	-
• centri elaborazione dati	7	-	-
• servizi		estrazioni	A

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q <sub>op</sub> (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s per persona)	Q <sub>os</sub> (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )	
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA</b>			
<b>PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI</b>			
- piscine (sala vasca)	-	2,5	C
• spogliatoi/servizi		estrazioni	A
- saune	-	2,5	C
<b>PALESTRE E ASSIMILABILI</b>			
- palazzetti sportivi	6,5*	-	-
- bowling	10	-	-
- palestre			
• campi gioco	16,5*	-	-
• zone spettatori	6,5*	-	-
- altri locali			
• spogliatoi/servizi atleti		estrazioni	A
• servizi pubblico		estrazioni	A
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI</b>			
- asili nido e scuole materne	4	-	-
- aule scuole elementari	5	-	-
- aule scuole medie inferiori	6	-	-
- aule scuole medie superiori	7	-	-
- aule universitarie	7	-	-
• transiti, corridoi	-	-	-
• servizi		estrazioni	A
- altri locali:			
• biblioteche, sale lettura	6	-	-
• aule musica o lingue	7	-	-
• laboratori	7	-	-
• sale insegnanti	6	-	-

\* Salvo le indicazioni di cui in 9.1.1.1.  
\*\* Per gli ambienti di questa categoria non è ammesso utilizzare aria di ricircolo.  
Note: A - Ricambio richiesto nei servizi igienici:  
- edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h);  
- altre categorie in tabella 0,0022 vol/s (8 vol/h);  
il volume è quello relativo ai bagni (enibagni esclusi).  
B - Verificare i regolamenti locali.  
C - Valori più elevati possono essere richiesti per il controllo dell'umidità.  
D - Per questi ambienti le portate d'aria devono essere stabilite in relazione alle prescrizioni vigenti ed alle specifiche esigenze delle singole applicazioni.

Gli indici di affollamento per ogni metro quadrato di superficie considerati saranno i seguenti:

- aule didattiche : 0,45;
- laboratori e sale insegnanti : 0,30;
- uffici singoli : 0,06;

Sulla base di tali valori sono state determinate le portate d'aria di rinnovo ovvero:

- Scuola Ala Destra PT+P1: 2000 m<sup>3</sup>/h + 2000 m<sup>3</sup>/h ;
- Scuola Ala Sinistra PT+P1: 2000 m<sup>3</sup>/h + 2000 m<sup>3</sup>/h ;
- Scuola Atrio centrale : 7600 m<sup>3</sup>/h.

La determinazione invece della portata di immissione di aria nell'ambiente al fine di evitare zone di stagnazione dell'aria negli ambienti e garantire una diffusione uniforme della stessa, ha seguito il criterio di garantire al locale Atrio una portata d'aria non inferiore a 3,5 volumi /h come si evince dalla tabella sottostante.

ATRIO									
ID Locale	Destinazione Locale	Area [m <sup>2</sup> ]	H [m]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Ricambi normativi [vol/h]	Q normativa [m <sup>3</sup> /h]	Volumi/h [-]	PORTATE [m <sup>3</sup> /h]	PORTATE [m <sup>3</sup> /s]
	Atrio	380	5	1477,6	3,9	7587,0	5,13	7585	2,107
<b>TOTALE UTA TUTT'ARIA</b>								<b>7585</b>	<b>2,107</b>

Pertanto, le portate di immissione previste saranno:

- Scuola Atrio centrale : 17'050 m<sup>3</sup>/h;
- Scuola Ala Destra PT+P1 : 4'000 m<sup>3</sup>/h;
- Scuola Ala Sinistra PT+P1 : 4'000 m<sup>3</sup>/h.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	12 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 2.4 Impianto di ventilazione meccanica

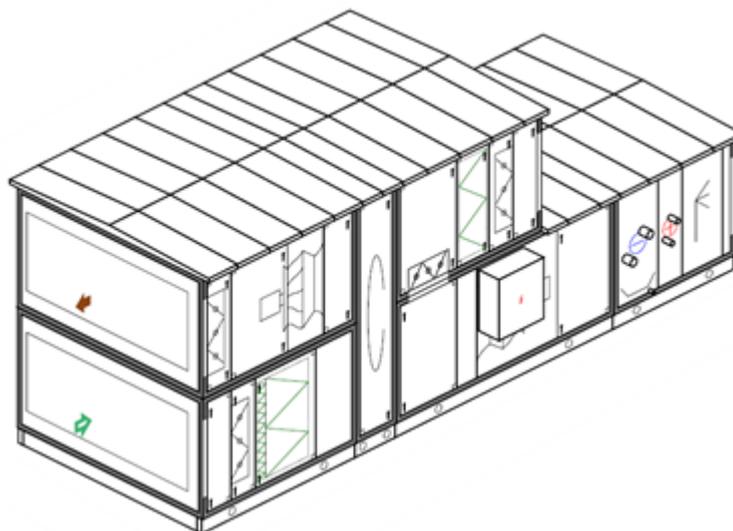
### 2.4.1 Dimensionamento UTA ATRIO

L'impianto di distribuzione dell'aria per il plesso scolastico sarà alimentato da n°1 Unità di Trattamento Aria (UTA), dotata di un recuperatore di calore rotativo.

La progettazione e il dimensionamento dell'UTA sono stati eseguiti tenendo conto delle condizioni termo-igrometriche estive, in quanto rappresentano il periodo di massima sollecitazione termica e di gestione dei carichi di calore latenti e sensibili.

Il sistema è strutturato come segue:

1. Ventilatore di mandata aria: Garantisce il flusso dell'aria trattata verso gli ambienti. Il ventilatore è dimensionato per una portata di aria in linea con le esigenze di rinnovo e ricambio orario dell'aria per ciascun ambiente, in conformità con le normative di ventilazione vigenti;
2. Ventilatore di estrazione aria: Consente l'estrazione dell'aria viziata dai locali, garantendo un bilanciamento ottimale tra l'aria immessa e quella estratta, mantenendo le condizioni igrometriche interne desiderate e favorendo la continua sostituzione dell'aria;
3. Batteria di preriscaldamento invernale: In funzione delle condizioni invernali, la batteria ad acqua è progettata per preriscaldare l'aria in ingresso, al fine di evitare l'ingresso di aria fredda non trattata negli ambienti. Il preriscaldamento è dimensionato per garantire una temperatura di mandata dell'aria di almeno 20°C, in linea con i parametri termici interni richiesti;
4. Batteria di raffreddamento estivo (da predisposizione): Sebbene non attiva in fase iniziale, la batteria di raffreddamento estivo è prevista come predisposizione per il trattamento dell'aria durante la stagione calda. La progettazione della batteria consente l'integrazione di un sistema di raffreddamento a base di acqua refrigerata, capace di abbattere la temperatura dell'aria immessa durante i picchi estivi;
5. Sistema di umidificazione a vapore adiabatica: Il sistema di umidificazione è progettato per mantenere il livello di umidità relativa negli ambienti entro un intervallo ottimale per il comfort degli occupanti, soprattutto durante la stagione estiva, dove la combinazione di alta temperatura e bassa umidità può compromettere il benessere. Il sistema adiabatico è altamente efficiente dal punto di vista energetico, poiché sfrutta l'evaporazione dell'acqua per abbattere la temperatura dell'aria senza bisogno di energia aggiuntiva per il raffreddamento.



Il dimensionamento dell'UTA è stato effettuato considerando le condizioni ambientali più gravose, ovvero quelle della stagione estiva, che impongono una gestione attenta dei carichi termici.

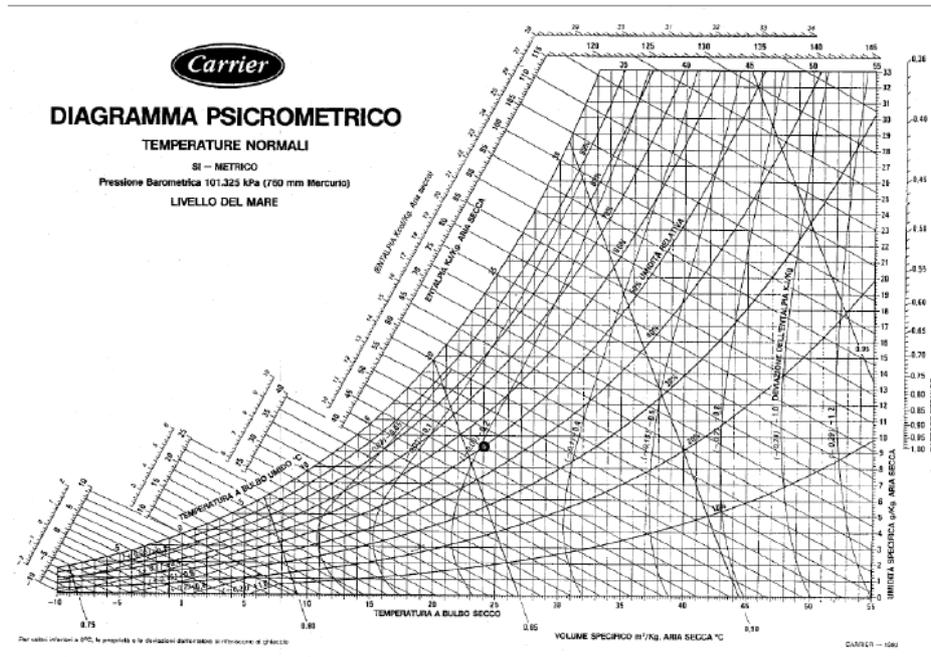
I parametri termo-igrometrici di riferimento, assunti per la progettazione, sono stati i seguenti:



Documento	Relazione tecnica	Pagina	13 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

- Temperatura invernale esterna : -8°C
- Umidità relativa esterna invernale : 80%
- Temperatura estiva esterna : 31°C
- Umidità relativa estiva esterna : 50%
- Temperatura invernale interna : 20°C
- Temperatura estiva interna : 26°C
- Umidità relativa interna invernale : 50%

Le caratteristiche termofisiche necessarie all'effettuazione del dimensionamento saranno desunte dal "diagramma psicrometrico" sottorappresentato:



Inoltre, saranno considerati i seguenti parametri:

- volume specifico dell'aria (vs) : 0,83 m<sup>3</sup>/kg;
- calore latente di vaporizzazione dell'acqua (ro) : 2500 kJ/kg;
- calore specifico dell'aria (cp) : 1 kJ/kg

#### -Dimensionamento invernale:

Nel dimensionamento invernale, l'unità di trattamento aria è progettata per coprire integralmente il carico termico dell'atrio mediante un sistema a tutt'aria primaria, senza il contributo di terminali termici ausiliari. Gli aerotermi esistenti, attualmente presenti nel locale, verranno rimossi in quanto non più funzionali alla nuova configurazione impiantistica.

Dal recuperatore di calore che si ipotizza avere un'efficienza del 70% (dato estrapolato dalla preliezione sul contenimento dei consumi energetici).



Documento	Relazione tecnica	Pagina	14 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## DIAGRAMMA PSICOMETRICO

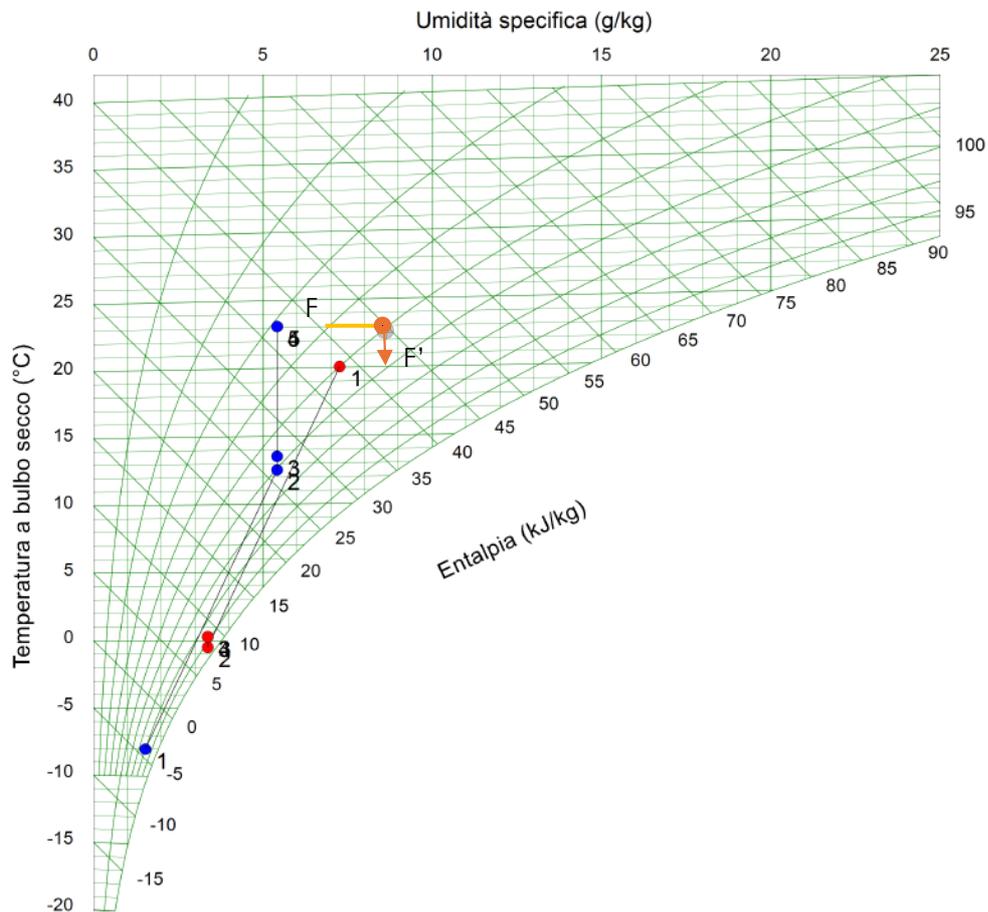
### CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO - INVERNO

mandata

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria esterna	-8.0	80.0	1.5	-4.2	-8.7			
2	Recuperatore rotativo	12.5	60.4	5.4	26.2	8.7	-174.5	-117.4	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	13.5	56.6	5.4	27.2	9.1	-5.9	-5.8	0.0
4	Batteria calda	23.0	31.1	5.4	36.9	13.2	-55.8	-54.9	0.0
5	Mandata	23.0	31.1	5.4	36.9	13.2			

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria espulsa	20.0	50.0	7.3	38.5	13.8			
2	Recuperatore rotativo	-0.5	93.1	3.4	7.9	-0.9	177.2	118.6	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	0.3	87.5	3.4	8.7	-0.5	-4.5	-4.5	0.0
4	Uscita aria espulsa	0.3	87.5	3.4	8.7	-0.5			



Atrio-Caso INVERNALE

Prima di effettuare il calcolo delle potenze delle batterie di pre-riscaldamento si individua il tipo di umidificazione da adottare e la sua efficienza.

Nel caso in esame si sceglie un sistema di umidificazione a vapore di tipo isoterma (processo in cui l'umidità dell'aria aumenta senza modificare in modo significativo la temperatura).

Si determina l'umidità specifica del punto F:

$$x_F = 5,4 \text{ g/kg.}$$



Documento	Relazione tecnica	Pagina	15 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

Tracciando sul corrispondente diagramma (vedi immagine sopra riportata) la trasformazione si sposta verso destra per effettuare l'umidificazione in modo da immettere l'aria in ambiente a 20°C.

Pertanto, la produzione di vapore necessario per effettuare l'umidificazione dal punto F al punto F' (considerando delta x: 1.5g/Kg) è pari a :

$$g=Q_i*(\Delta x)=17'050\text{m}^3/\text{h} \times 1.5\text{g}/\text{Kg} = 25.0\text{Kg}/\text{h}$$

xF': umidità specifica di fine umidificazione (punto U del diagramma) = 7,0 g/kg;

xF: umidità specifica dell'inizio umidificazione (punto S del diagramma) = 5,4 g/kg

Qi: portata di immissione 17'050 m<sup>3</sup>/h.

Sarà ora possibile dimensionare le potenze delle batterie di riscaldamento:

Controllo Shunt: senza	
Diametro nominale del tubo	50
Volume liquido	19.3 l
Perdita di carico, dimensionamento	37 Pa
Controllo per batteria calda ad acqua	controllo di portata
Sovradimensionamento	62.3 %
Potenza	54.9 kW
Temperatura aria	13.5 / 23 °C
Velocità frontale	2.3 m/s
Temperatura acqua	45 / 40 °C
Portata acqua	2.63 l/s
Velocità acqua	1.5 m/s
Perdita di carico lato acqua	22.9 kPa

Considerando quindi che la potenza termica per trasmissione dell'atrio è pari a 38,6 kW (*dati estrapolati dalla relazione sul contenimento dei consumi energetici*) con rendimento del recuperatore pari a 67.8%, la potenza termica invernale sarà circa pari a:

$$\text{Pot.min batteria} = 40,0 \text{ kW.}$$

Si precisa che la potenza di 54,9 kW è il risultato di un sovradimensionamento della batteria pari al 62,3%, dovuto alla specifica configurazione della batteria (tipologia di ranghi) perché quota parte della portata d'aria non verrebbe trattata.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	16 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

### -Dimensionamento estivo:

Il dimensionamento della batteria di raffreddamento è stato eseguito al fine di garantire il controllo termoigrometrico dell'aria immessa, in modo da soddisfare le condizioni di comfort interno richieste durante la stagione estiva.

La potenza frigorifera della batteria è stata calcolata considerando i seguenti parametri progettuali:

- Portata d'aria trattata: 17.050 m<sup>3</sup>/h (come precedentemente determinata);
- Condizioni dell'aria esterna: 31°C e 50% U.R.;
- Condizioni dell'aria in mandata: 26°C e 50% U.R.;
- Recupero termico preesistente: parziale, con efficienze di recupero sensibile e latente pari rispettivamente al 73% e 35% (dato estrapolato dalla preliezione sul contenimento dei consumi energetici);
- Temperatura del fluido frigorifero (acqua refrigerata): tipicamente 7/12°C.

La potenza termica richiesta dalla batteria di raffrescamento risulta essere pari a circa 150 kW, valore determinato in modo da neutralizzare i carichi latenti (umidità) e sensibili (temperatura) generati da affollamento, apparecchiature e apporti solari interni all'atrio.

Il dimensionamento è stato eseguito facendo riferimento al diagramma psicrometrico, determinando la trasformazione dell'aria dal punto di ingresso (condizioni esterne) fino al punto di mandata desiderato, passando per le condizioni post-recupero."

Si specifica che la batteria di raffrescamento e l'unità di generazione dedicata – costituita da una pompa di calore destinata esclusivamente alla produzione di acqua refrigerata – sono oggetto di predisposizione, e saranno installate in una fase successiva.

Tuttavia, al fine di consentire in futuro l'integrazione del sistema di raffrescamento senza interventi invasivi, tutte le sezioni funzionali dell'unità di trattamento aria (batteria, sezione ventilante, vano tecnico, quadro elettrico e predisposizioni idrauliche) sono già state dimensionate e configurate per il completo funzionamento estivo.

Controllo Shunt: senza	
Diametro nominale del tubo	80
Volume liquido	71.3 l
Perdita di carico, dimensionamento	151 Pa
Sovradimensionamento	3.6 %
Perdita di carico, batteria bagnata	151 Pa
Perdita di carico, batteria asciutta	105 Pa
Potenza	150 kW
Temperatura aria	28.2 / 12 °C
Umidità relativa	51.6 / 95.6 %
Velocità frontale	2.3 m/s
Temperatura acqua	7 / 12 °C
Portata acqua	7.16 l/s
Velocità acqua	1.0 m/s
Perdita di carico lato acqua	12.6 kPa
Condensa	0.02 l/s



Documento	Relazione tecnica	Pagina	17 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

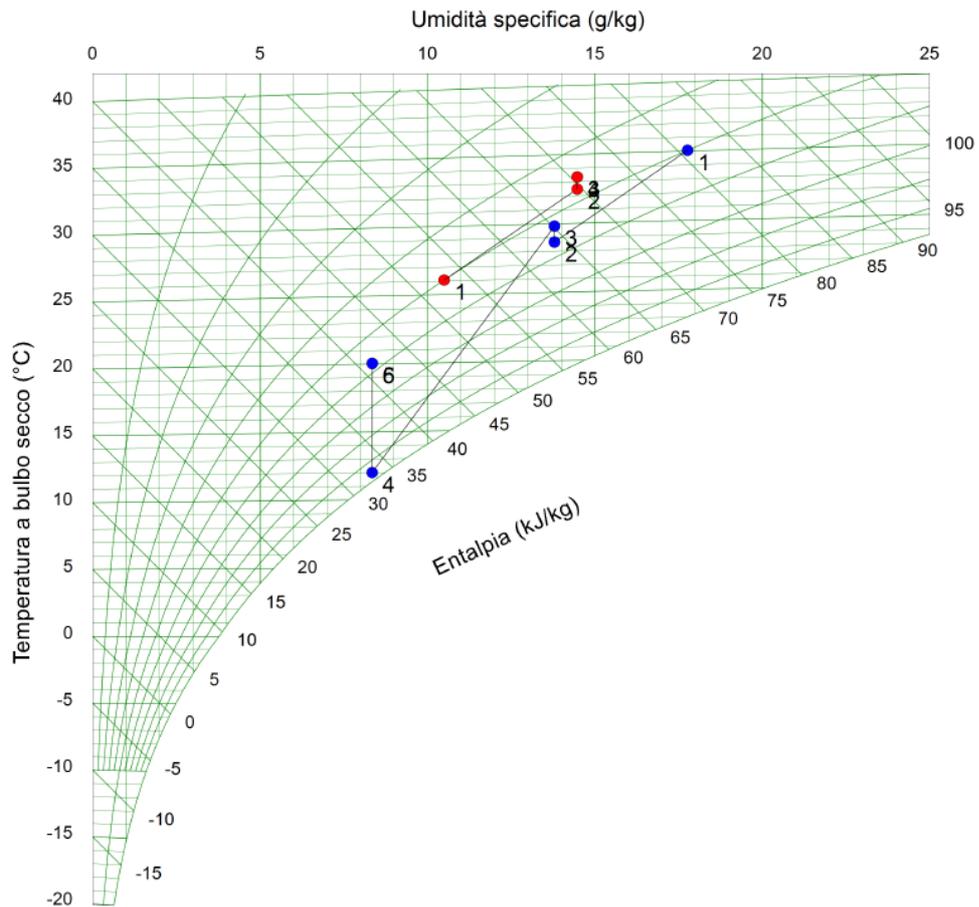
### CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO - ESTATE

mandata

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria esterna	35.0	50.0	17.8	80.8	26.1			
2	Recuperatore rotativo	28.6	56.1	13.8	64.0	21.9	99.2	37.8	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	29.8	52.5	13.8	65.2	22.3	-7.0	-6.7	0.0
4	Batteria fredda	12.0	95.6	8.3	33.1	11.6	187.8	104.0	0.0
5	Batteria calda	20.0	57.4	8.3	41.3	14.8	-47.4	-46.4	0.0
6	Mandata	20.0	57.4	8.3	41.3	14.8			

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria espulsa	26.0	50.0	10.5	52.9	18.7			
2	Recuperatore rotativo	32.4	47.3	14.5	69.6	23.5	-97.5	-37.3	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	33.3	45.0	14.5	70.5	23.7	-5.3	-5.2	0.0
4	Uscita aria espulsa	33.3	45.0	14.5	70.5	23.7			



Atrio-Caso ESTIVO





Documento	Relazione tecnica	Pagina	19 di 32
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

Applicando i valori, si ottiene la seguente potenza richiesta:

$$Q=2000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.005 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (20-13.6) \text{ } ^\circ\text{C} = \mathbf{4.2\text{kW}}$$

Pertanto, si precisa che, in relazione alla tipologia di batterie elettriche da canale la potenza minima standard risulta pari a 9 kW. Per ciascuna delle unità di ventilazione meccanica controllata (VMC), sarà quindi prevista l'installazione di una batteria con potenza nominale pari a 9 kW.

Il dimensionamento delle suddette batterie è stato condotto considerando la necessità di innalzare la temperatura dell'aria trattata in uscita dal recuperatore di calore – assunta pari a circa 13,8 °C fino a una temperatura di mandata di 20 °C, coerente con i requisiti di comfort termico previsti per gli ambienti scolastici dalla normativa vigente.

Tale configurazione impiantistica garantisce la copertura dei carichi termici invernali in condizioni climatiche gravose, assicurando il mantenimento delle condizioni termoigrometriche interne richieste e la continuità di esercizio del sistema."

#### CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO - INVERNO

mandata

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria esterna	-8.0	80.0	1.5	-4.2	-8.7			
2	Recuperatore rotativo	13.8	58.7	5.7	28.4	9.7	-22.0	-14.7	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	14.6	55.9	5.7	29.2	10.0	-0.5	-0.5	0.0
4	Duct mounted electric ...	20.0	39.7	5.7	34.7	12.3	-3.7	-3.7	0.0
5	Mandata	20.0	39.7	5.7	34.7	12.3			

Numero	Nome	Temperatura a bulbo secco (°C)	Umidità relativa (%)	Umidità specifica (g/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura a bulbo umido (°C)	Potenza (kW)	Potenza (kW)	acqua (l/s)
1	Aria espulsa	20.0	50.0	7.3	38.5	13.8			
2	Recuperatore rotativo	-1.8	93.8	3.0	5.7	-2.2	22.3	14.8	0.0
3	Ventilatore Plug Fan	-1.1	88.6	3.0	6.4	-1.8	-0.5	-0.5	0.0
4	Uscita aria espulsa	-1.1	88.6	3.0	6.4	-1.8			

## 2.5 Rifacimento sottocentrale termica

L'intervento consiste nel rifacimento parziale della sottocentrale termica dell'edificio scolastico collegata alla rete di teleriscaldamento urbano.

Tutte le apparecchiature e le tubazioni a monte dello scambiatore di calore esistente rimarranno inalterate.

L'intervento riguarda esclusivamente la porzione impiantistica a valle dello scambiatore di calore, con la sostituzione dei gruppi di pompaggio e delle relative linee di distribuzione interne alla sottocentrale.

Il sistema di teleriscaldamento alimenta uno scambiatore di calore a piastre ispezionabili da 700 kW, già esistente e non oggetto di sostituzione o modifica. A valle dello scambiatore è installato un collettore di distribuzione a servizio delle utenze interne dell'edificio, che sarà oggetto di intervento completo con rimozione delle tubazioni esistenti e installazione di nuove tubazioni in acciaio nero senza saldatura.

Dal collettore si diramano i circuiti secondari, ciascuno alimentato da una elettropompa elettronica in linea controllata da inverter, tutte di nuova fornitura. I circuiti esistenti esterni alla sottocentrale rimangono invariati e verranno ricollegati tramite taglio e rifacimento delle tratte interne.

Mentre, la regolazione della temperatura ambiente è effettuata tramite valvole termostatiche installate su tutti i corpi scaldanti.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>20 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

I circuiti di distribuzione esterni esistenti, passanti per il piano seminterrato ed esterni alla sottocentrale rimarranno invariati e verranno riconnessi ai nuovi gruppi di pompaggio mediante taglio e rifacimento delle tratte interne alla sottocentrale.

L'intervento non prevede modifiche alle linee esterne, ad eccezione del nuovo circuito P5 (UTA), che sarà realizzato integralmente ex novo.

Saranno previsti i seguenti gruppi di pompaggio:

1. Elettropompa circuito radiatori ala destra P1 (piano terra e primo piano):  
Alimenta i radiatori situati nel piano terra e primo piano dell'ala destra dell'edificio;
2. Elettropompa circuito radiatori ala sinistra P2 (piano terra e primo piano):  
Alimenta i radiatori situati nel piano terra e primo piano dell'ala sinistra dell'edificio;
3. Elettropompa circuito radiatori segreteria P3 (piano terra):  
Alimenta i radiatori situati nella zona della segreteria al piano terra;
4. Elettropompa circuito produzione acqua calda sanitaria P4(ACS):  
Alimenta il bollitore di accumulo sanitario da 200 litri, dotato di scambiatore interno.  
È prevista una protezione contro il surriscaldamento (valvola di sicurezza) e la legionella (perossido di idrogeno);
5. Elettropompa circuito batteria calda UTA P5 (nuovo circuito):  
Alimenta la batteria di post-riscaldamento della nuova Unità Trattamento Aria (UTA) a tutt'aria. Il circuito è di nuova realizzazione, con regolazione a tre vie modulante e sonda di temperatura mandata;
6. Elettropompa ricircolo acqua calda sanitaria P6:  
Garantisce la circolazione continua dell'acqua calda sanitaria nell'anello di distribuzione.  
Il funzionamento è controllato tramite orologio programmatore e/o comando da centralina di gestione.
7. Elettropompa circuito fan-coil ex-refettori P7:  
Alimenta i fan-coil esistenti installati nei due ex-refettori.

Le tubazioni saranno realizzate in acciaio nero tipo "s.s." (senza saldatura), giuntate tramite saldatura testa-testa, filettatura o flange, a seconda dei diametri e della posizione.

Tutte le tubazioni saranno coibentate con materiale a cellule chiuse, con spessori conformi al DPR 412/93 – Allegato B.

Il rivestimento esterno sarà in isogenopak autoestinguente per i tratti interni e in lamierino di alluminio da 6/10 mm per i tratti esposti o esterni.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>21 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 2.5.1 Tubazioni di collegamento

I collegamenti tubieri delle apparecchiature e le reti di distribuzione del fluido termovettore saranno realizzati con tubazioni in acciaio nero tipo Mannesmann serie UNI 10255, coibentate termicamente secondo i disposti normativi del DPR 412/93 e smi con spessori ricavabili dalla seguente tabella :

### ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI.

L'isolamento termico delle tubazioni corrisponderà alle indicazioni della legge n. 10/91 e del DPR 412/93. Per tubazioni correnti in centrale termica gli spessori saranno il 100% dell'Allegato B - DPR 412, pari a:

CONDUTTIVITÀ (W/m°C)	DIAMETRO ESTERNO DELLA TUBAZIONE (mm)					
	Øest<20	20≤Øest≤39	40≤Øest≤59	60≤Øest≤79	80≤Øest≤99	Øest>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Il diametro delle tubazioni è stato dimensionato considerando le portate dei terminali convergenti in ogni tratto di rete determinate secondo i seguenti criteri:

- salto di temperatura tra mandata e ritorno : 5°C;
- velocità del fluido : vedi tabella

TAB. 1 - Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda e refrigerata

	tubazioni principali	tubazioni secondarie	derivazioni ai corpi scaldanti
tubi in acciaio	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7
tubi in rame	0,9 ÷ 1,2	0,5 ÷ 0,9	0,2 ÷ 0,5
tubi in mat. plastico	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7

Ad esempio, per il circuito batteria di riscaldamento UTA, con potenza massima di 55 kW, per una velocità del fluido pari a 1,5 m/s si ottiene un diametro minimo della tubazione di 50 mm. Si è scelto dunque di utilizzare a progetto tubi di dimensioni DN 50. In modo analogo si sono calcolati ottengono i diametri degli altri circuiti.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>22 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 3 OPERE ELETTROMECCANICHE

### 3.1 Riferimenti normativi

#### 3.1.1 Legislazione

**Decreto Presidente della Repubblica 27/4/1955 n° 547 e ss.mm.ii. (abrogato dal D.Lgs. 81/08)**

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

**Decreto Ministeriale 22 dicembre 1958**

Luoghi di lavoro per i quali sono prescritte le particolari norme di cui agli articoli 329 e 331 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547

**Decreto Ministeriale 08/03/1985**

Direttive più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi

**Legge 01/03/1968 n° 186**

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici

**Legge 18/10/1977 n° 791**

Attuazione della direttiva del consiglio della comunità europea (n.72/23 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione

**Legge 05/03/1990 n° 46 (abrogato dal D.M. 22-1-2008 n. 37)**

Norme per la sicurezza degli impianti

**D.M. 22-1-2008 n. 37**

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.

**Decreto del Presidente della Repubblica 06/12/1991 n° 447**

Regolamento di attuazione della legge 05/03/1990 n.46, in materia di sicurezza degli impianti

**Decreto Ministeriale 20/02/1992**

Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola d'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 05/03/1990 n.46, recante norme per la sicurezza degli impianti

**Decreto Legislativo 19/09/1994 n° 626 e ss.mm.ii. (abrogato dal D.Lgs. 81/08)**

Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro

**Decreto Legislativo 14/08/1996 n° 493 (abrogato dal D.Lgs. 81/08)**

Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola d'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 05/03/1990 n.46, recante norme per la sicurezza degli impianti

**Decreto Legislativo 09/04/2008 n° 81**

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

**Decreto Ministeriale 11/10/2017**

Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazioni e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

#### 3.1.2 Norma Tecnica

**NORME CEI 64-4**

Impianti nei locali medici

**NORMA CEI 11-1 (VIII Edizione 1987)**

Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali

**NORMA CEI 11-8 (III Edizione 1989)**

Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra

**NORMA CEI 11-17 (II Edizione 1992)**

Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo

**NORMA CEI 11-27 (I Edizione 1993)**

Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 v in corrente alternata e a 1500 v in corrente continua

**NORMA CEI 16-4 (I Edizione 1980)**

Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori

**NORMA CEI EN 60439-1 - Classificazione CEI 17-13/1 (III Edizione 1995)**

Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

**NORMA CEI EN 60439-2 - Classificazione CEI 17-13/2 (I Edizione 1993)**

Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri bassa tensione) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre

**NORMA CEI EN 60439-3 - Classificazione CEI 17-13/3 (I Edizione 1992)**

Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)

- PARTE 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso . quadri di distribuzione (ASD)



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>23 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

**NORMA CEI 20-19 (III Edizione 1990)**

Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 v

**NORMA CEI 20-20 (III Edizione 1990)**

Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 v

**NORMA CEI 20-40 (I Edizione 1992)**

Guaina per l'uso di cavi a bassa tensione

**NORMA CEI 23-31 (I Edizione 1990)**

Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi

**NORMA CEI 23-32 (I Edizione 1990)**

Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi

**NORMA CEI 23-51 (I Edizione 1996)**

Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

**NORMA CEI 31-30 (Guida CEI 31-35)**

Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas o vapori infiammabili

**NORMA CEI 31-33**

Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.

**NORME C.E.I. 64-2**

Impianti nei luoghi con pericolo di esplosione od incendio

**NORMA CEI 64-8 (III Edizione 1992)**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 v in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

**VARIANTE V2 NORME C.E.I. 64-8**

Impianti elettrici in ambienti a maggior rischio d'incendio

**NORMA CEI 70-1 (II Edizione 1992)**

Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

**NORMA CEI 81-1 (III Edizione 1995)**

Protezione delle strutture contro i fulmini

**NORMA CEI 81-3 (I Edizione 1994)**

Valori medi del numero di fulmini a terra per anno per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico - elenco comuni

**NORMA UNI - 10380 (1994)**

Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale

**NORMA CEI EN 50086-1 (CEI 23-39)**

Sistemi di tubazioni protettive e loro accessori - prescrizioni generali

**NORMA CEI EN 50086-2-1 (CEI 23-54)**

Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e loro accessori

**NORMA CEI EN 50086-2-2 (CEI 23-55)**

Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e loro accessori

**NORMA CEI EN 50086-2-3 (CEI 23-56)**

Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e loro accessori

**NORMA CEI-UNEL 35024/1 (Tabella CEI-UNEL 1997)**

Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 v in corrente alternata ed a 1500 v in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

**NORMA UNI EN 1838 (2013)**

Illuminazione di emergenza

**NORMA UNI EN 12464-1 (2021)**

Requisiti illuminotecnici per gli interni di lavoro

**NORMA UNI 10840 (2007)**

Luce e illuminazione – Locali scolastici – Criteri generai per l'illuminazione artificiale e naturale



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>24 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 3.2 Descrizione generale dell'impianto

Le opere elettriche oggetto della presente relazione riguardano l'alimentazione e il controllo delle macchine a servizio dell'impianto meccanico.

L'intervento si inserisce in un più ampio progetto di riqualificazione e miglioramento del comfort termoigrometrico degli ambienti interni, con l'obiettivo di garantire una ventilazione controllata, un adeguato ricambio d'aria e, ove previsto, il recupero energetico dell'aria espulsa.

Le apparecchiature appartenenti all'impianto meccanico che necessitano di alimentazione elettrica, sono le seguenti:

- N.1 UTA, unità trattamento aria, a tutt'aria, situata al piano rialzato;
- N.4 Recuperatori di calore, sempre al piano rialzato, di cui 2 collocati nell'ala destra e 2 nell'ala sinistra del plesso;
- N.4 Recuperatori di calore, posizionati al piano primo, anch'essi suddivisi nelle due ali dell'edificio.

Tutte le apparecchiature sopra elencate, sono alimentate in corrente alternata trifase 400V, con linea di alimentazione dedicata e sistema di distribuzione dimensionato secondo i criteri di sicurezza, efficienza e continuità di servizio.

## 3.3 Modalità di distribuzione della posa

L'alimentazione principale dell'impianto proviene da un contatore di energia elettrica ubicato al piano seminterrato dell'edificio scolastico. Da qui parte una linea principale di cavo **FG16** di sezione 50mmq, posato in canalina metallica fino al quadro elettrico generale dell'impianto meccanico.

Dal quadro elettrico generale si diramano le linee secondarie di alimentazione per ciascuna utenza. Tali linee sono realizzate anch'esse con cavi **FG16**, in sezioni da 10mmq, 6mmq e 4mmq, in funzione delle potenze nominali assorbite e della distanza dei punti di consegna.

La posa dei cavi avviene in tubazioni in PVC, conformi alle prescrizioni di resistenza meccanica e isolamento richieste per ambienti scolastici.

Nei locali tecnici del piano seminterrato, attraversati da porzioni di linea elettrica in ambienti compartimentati secondo i requisiti REI, sono stati predisposti opportuni accorgimenti per il rispetto della resistenza al fuoco EI 120, mediante la realizzazione di canalizzazioni protette in calcio silicato, posate a soffitto, atte a mantenere la compartimentazione in caso di incendio e garantire la sicurezza degli impianti e degli occupanti.

Il dimensionamento delle linee e la selezione dei componenti è stato eseguito secondo le normative tecniche di riferimento, in particolare la CEI 64-8, in materia di impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata.

## 3.4 Quadri elettrici

### 3.4.1 Descrizione della struttura a blocchi dei quadri elettrici

L'impianto elettrico a servizio delle macchine dell'impianto meccanico della scuola media "Cresto" di Castellamonte è organizzato secondo una distribuzione gerarchica articolata, con un quadro elettrico generale (QEG) che funge da centro di distribuzione primaria, dal quale si diramano i cinque quadri elettrici secondari (denominati QE-A, QE-B, QE-C, QE-D, QE-E).

Ciascun quadro secondario è dedicato ad alimentare specifici gruppi di utenze meccaniche presenti nei diversi settori e piani dell'edificio scolastico.

Il QEG è alimentato direttamente dal contatore generale ubicato al piano seminterrato. Da esso partono le linee principali che servono i vari quadri di zona, distribuiti tra il piano rialzato e il piano primo dell'edificio scolastico. Ogni quadro secondario è responsabile della protezione e alimentazione dei dispositivi meccanici (UTA e recuperatori) installati nelle rispettive zone.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>25 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

### 3.4.2 Linee di alimentazione tra i quadri

Le linee elettriche sono state progettate considerando le distanze effettive, le modalità di posa e le sezioni adeguate a garantire la corretta alimentazione delle utenze. Di seguito si riportano le caratteristiche principali:

- Contatore  $\Rightarrow$  QEG:
  - Sezione cavi di alimentazione: 50mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: Canalina Metallica.
  - Lunghezza: 5m.
- QEG  $\Rightarrow$  QE-A (UTA a tutt'aria, piano rialzato):
  - Sezione cavi di alimentazione: 10mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: tubazione in PVC.
  - Lunghezza: 60m.
- QEG  $\Rightarrow$  QE-C (due recuperatori ala destra, piano rialzato):
  - Sezione cavi di alimentazione: 6mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: tubazione in PVC.
  - Lunghezza: 40m.
- QEG  $\Rightarrow$  QE-B (due recuperatori ala sinistra, piano rialzato):
  - Sezione cavi di alimentazione: 6mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: tubazione in PVC.
  - Lunghezza: 70m.
- QEG  $\Rightarrow$  QE-D (due recuperatori ala sinistra, piano primo):
  - Sezione cavi di alimentazione: 6mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: tubazione in PVC.
  - Lunghezza: 80m.
- QEG  $\Rightarrow$  QE-E (due recuperatori ala destra, piano primo):
  - Sezione cavi di alimentazione: 6mmq;
  - Tipologia di cavi di alimentazione: FG16;
  - Posa cavi di alimentazione: tubazione in PVC.
  - Lunghezza: 60m.

Tutti i cavi sono stati dimensionati in base alla corrente richiesta e alla caduta di tensione ammessa. Particolare attenzione è stata riservata ai tratti situati all'interno di compartimentazioni REI, dove si è provveduto alla protezione passiva delle linee mediante l'adozione di canaline protette con lastre in calcio silicato EI 120.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>26 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

### 3.4.3 Protezioni presenti nei quadri

Quadro Elettrico Generale **QEG**:

- Sezionatore generale di quadro;
- Cinque interruttori magnetotermici da 40A, uno per ciascuna linea diretta verso i quadri secondari QE-A, B, C, D, E;

Quadro Elettrico A **QE-A**:

- Interruttore generale da 40A;
- Interruttore magnetotermico da 32A a protezione dell'UTA a tutt'aria.

Quadro Elettrico A **QE-B, C, D, E**:

- Interruttore generale da 40A;
- Due interruttori magnetotermici da 10A, ciascuno a protezione di un recuperatore d'aria;
- Due interruttori magnetotermici da 16A, a protezione delle rispettive batterie elettriche di integrazione dei recuperatori.

Tutti gli interruttori sopra elencati, presentano una curva di protezione di Tipo **C**.

I dispositivi di protezione garantiscono selettività e protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti, rispondendo pienamente alla normativa CEI 64-8.

### 3.4.4 Caratteristiche delle curve di intervento

Tutti gli interruttori magnetotermici installati nei quadri elettrici sono dotati di curva di intervento **tipo C**, idonea per carichi induttivi come motori, ventilatori e resistenze elettriche. Questa consente di gestire i picchi di corrente all'avviamento senza incorrere in disconnessioni intempestive, garantendo al contempo un'elevata protezione del sistema.

## 4 PROVENIENZA MATERIALI

### 4.1 Qualità e provenienza dei materiali

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

Ai sensi dell'art.2 della legge n. 791 del 18-10-1977 e dell'art. 7 della legge n.46 del 5-3-1990, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge n. 791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla legge n. 186/1968.

Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio gli



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>27 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

interruttori automatici rispondenti alle Norme CEI 23-3, le prese a spina rispondenti alle Norme CEI 23-5 e 23-16, gli involucri di protezione rispondenti alle Norme CEI 70-1).

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua Italiana.

I materiali occorrenti per i lavori proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della D.L., siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

L'Impresa sarà tenuta a dichiarare, a richiesta della D.L., la provenienza dei materiali elettrici di ogni genere impiegati. I materiali non potranno essere impiegati se non previa accettazione della D.L.. L'inosservanza di quanto sopra dà facoltà alla D.L. di ordinare la rimozione e/o la demolizione, a cura e spese dell'Impresa, dei lavori eseguiti con materiali non accettati, e questi non verranno contabilizzati.

L'accettazione in cantiere di materiali non pregiudica il diritto della D.L. di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se posti in opera e fino al collaudo, i materiali non rispondenti alle condizioni di contratto.

L'impresa è obbligata a rimuovere dal cantiere i materiali difettosi, o di cui per qualunque ragione non fosse consentito l'impiego, allontanandoli dal cantiere, entro un periodo di tempo e con le modalità che verranno prescritte dalla D.L..

Malgrado l'accettazione di certi materiali da parte della D.L., l'impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere e del superamento del collaudo.

## 4.2 Cavi elettrici

Per la realizzazione dei nuovi circuiti in progetto si dovrà prevedere l'utilizzo di cavi conformi alla norma EN 50575 che prevede che anche i cavi elettrici, soggetti già a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR.

La Commissione Europea, all'interno delle caratteristiche considerate rilevanti ai fini della sicurezza delle costruzioni (7 requisiti), ha deciso di considerare per i cavi il requisito relativo alla Sicurezza in caso di Incendio (Reazione e Resistenza al Fuoco), riconoscendo l'importanza primaria che questa tipologia di prodotti ha in caso di incendio.

Nello specifico i cavi sono classificati in 7 classi di reazione al fuoco A<sub>ca</sub>; B1<sub>ca</sub>; B2<sub>ca</sub>; C<sub>ca</sub>; D<sub>ca</sub>; E<sub>ca</sub>; F<sub>ca</sub>. Tali classi sono identificate dai caratteri in pedice "ca" (cable, traduzione: cavo) in funzione delle loro prestazioni decrescenti, oltre ad ulteriori parametri quali: acidità (a), opacità dei fumi (s), gocciolamento di particelle incandescenti (d).



A livello nazionale, ed allo scopo di orientare meglio sull'utilizzo dei cavi elettrici, la Norma CEI UNEL 35016 pubblicata dal CEI CT 20 in data 01/09/2016 ha fissato, sulla base delle prescrizioni normative riguardanti le installazioni CENELEC e CEI, quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici, che consentono di rispettare le condizioni di installazione nell'attuale versione della CEI 64-8.

A partire dal 1 luglio 2017, i cavi da installare permanentemente, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati e di qualsiasi livello di tensione, devono essere impiegati rispettando la nuova classificazione ed in base al livello di rischio dei diversi ambienti di installazione.

I conduttori dovranno avere il grado di isolamento 4 per tutte le applicazioni di bassa tensione.

I conduttori dovranno avere colorazioni diverse in modo da rendere sempre distinguibili tra loro le fasi, il neutro, il conduttore di terra.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>28 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

### 4.2.1 Condizioni di posa dei cavi

I cavi di tutti i circuiti installati, sia di potenza che di segnale, sono posati all'interno di tubazioni circolari in PVC installate a vista od annegate nelle pareti, nel soffitto o sottopavimento.

I cavi di collegamento tra i quadri elettrici e le varie utenze passeranno in canaline.

I cavi utenze dati dovranno correre in condotti separati e terminare in scatole fisicamente separate dall'utenza FM.

### 4.2.2 Criteri di dimensionamento

Le condutture indicate nel progetto prevedono l'installazione di cavi dimensionati tenendo conto di una temperatura ambiente di 30°C nel caso di posa in tubazioni o canalette.

Per il dimensionamento dei conduttori di distribuzione sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

fattori di contemporaneità derivanti dall'effettivo utilizzo dei circuiti;

contenimento della caduta di tensione (per impianto funzionante a pieno carico) all'interno del 4% della tensione nominale.

Il dimensionamento ed i relativi fattori di contemporaneità rispecchiano le indicazioni della committenza in merito ai desideri di utilizzo delle utenze connesse all'impianto.

Tali elementi sono stati riportati negli elaborati grafici relativi alla quadristica dell'impianto e nei risultati del calcolo di dimensionamento e verifica in seguito descritti ai quali si rimanda.

### 4.2.3 Tubi protettivi - Condotti - Canali

I tubi protettivi messi in opera dalla ditta installatrice dovranno assicurare adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che possono prodursi sia durante la posa sia durante l'esercizio.

I tubi di materiale plastico posati in vista ad altezza inferiore a 2,50 m dal piano di calpestio dovranno essere del tipo pesante (rigido o flessibile).

I cavi posati in tubi o condotti dovranno risultare sempre sfilabili e reinfiliabili: quelli posati in canali, su passerella o entro vani (continui, ispezionabili) dovranno poter essere sempre rimossi o sostituiti. Nei tubi o canali non dovranno esserci giunzioni o morsetti.

Il tracciato dei tubi dovrà essere scelto in modo che i singoli tratti abbiano un andamento rettilineo verticale od orizzontale, con una minima pendenza per consentire lo scarico di eventuale condensa.

Le curve dovranno essere effettuate con raccordi speciali o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei conduttori.

### 4.2.4 Diametro dei tubi protettivi

Il diametro dei tubi dovrà essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Il diametro interno dei condotti, se circolari, dovrà essere pari almeno a 1,8 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 15 mm. Per condotti, canali e passerelle a sezione diversa dalla circolare, il rapporto tra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi dovrà essere non inferiore a 2.

### 4.2.5 Giunzione dei conduttori

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere comunque effettuate mediante morsettiere contenute entro cassette; la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non dovranno venire alterate da tali giunzioni.

Giunzioni e morsetti non sono ammessi nei tubi e nei condotti.

### 4.2.6 Comandi - Prese

Sono da impiegarsi apparecchi da esterno modulari e componibili in modo da poterli installare anche nei quadri elettrici in combinazione con gli apparecchi a modulo normalizzato (europeo). Si impiegheranno serie di apparecchi di case costruttrici nella cui gamma sono presenti



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>29 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

funzionalità che, anche se non attualmente previste in progetto, possono essere utilizzate dal committente nel futuro.

Gli interruttori devono garantire la portata di 16 A, le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui gli impianti di segnalazione, impianti di sicurezza ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda.

I comandi e le prese devono poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP40 e/o IP55.

### 4.3 Posa dei comandi

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con assorbimento > 1 kW devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare automatico sulla fase o interruttore magneto-termico.

Detto dispositivo deve essere installato in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

#### 4.3.1 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici con potenza superiore a 100 A che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 40A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione oltre 4000-6000 A, salvo casi particolari; oltre 40A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione oltre 6000-10.000 A;

b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

c) gli interruttori con relais differenziali fino a 100A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); devono essere del tipo ad azione diretta curva classe A; d) gli interruttori magneto-termici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 100A devono essere modulari;

d) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

### 4.4 Interruttori scatolati - automatici

#### 4.4.1 Interruttori scatolati

Gli interruttori magneto-termici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su devono appartenere alla stessa serie. Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 400 A abbiano stesse dimensioni d'ingombro. Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo devono essere selettivi rispetto agli automatici fino a 80 A almeno per correnti di c.c. fino a 6000 A. Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione. Gli interruttori differenziali da 100 a 400 A da impiegare devono essere disponibili nella versione normale con  $I_d = 0,03A$  e nella versione con intervento ritardato con  $I_d$  regolabile fino a 1A per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>30 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 4.5 Quadri Elettrici

### 4.5.1 Quadri di comando

I quadri di comando devono essere composti da cassette complete di profilati normalizzati "DIN" per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche. Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio. Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri deve essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 630 A. Detti quadri devono essere costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati a parete con sportello in cristallo trasparente, con serratura a chiave. I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono essere del tipo ad elementi componibili che consentano di realizzare armadi di larghezza minima 600 mm e profondità fino a 600 mm. In particolare devono permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza il taglio di pareti laterali. Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 2,50 m di altezza anche dopo che l'armadio è stato installato.

Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

### 4.5.2 Quadri di comando isolanti

Negli ambienti indicati dal D.L. in corso d'opera, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante (resina) senza che ciò costituisca per l'impresa variante alcuna. In questo caso detti quadri dovranno avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960°C (Norme CEI 50-11). I quadri dovranno essere composti da cassette isolanti con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina.

Devono essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55 o superiore, in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Questi quadri dovranno consentire una installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta.

### 4.5.3 Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici devono essere dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature. È richiesto specificamente di installare all'interno dei quadri elettrici un dispositivo elettronico atto ad individuare le cause di guasto elettrico.

## 4.6 Posa dei cavi elettrici

### a) ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI

Per l'interramento dei cavi elettrici si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la direzione lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia;

- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm 15 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);

- sulla sabbia così posta in opera si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>31 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 od al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);

- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni. Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 50 misurando sull'estradosso della protezione di mattoni. Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla ditta appaltatrice.

#### **b) IN CUNICOLI PRATICABILI**

A seconda di quanto stabilito nel progetto e previo assenso del D.L., i cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dall'amministrazione appaltante;

- entro canalette di materiale idoneo, come cemento, ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;

- direttamente sui ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Il dimensionamento dei mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) terrà conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito intorno a cm 70.

I cavi, ogni m 150-200 di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

#### **c) IN TUBAZIONI INTERRATE O NON INTERRATE, OD IN CUNICOLI NON PRATICABILI**

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, con i dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia e non inferiore a mm. 100.

Per l'infilaggio dei cavi si dovranno costruire adeguati pozzetti delle dimensioni cm. 40x40x60 sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette è quello stabilito nelle specifiche tecniche grafiche allegate. I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

#### **d) POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, NON SOTTO GUAINA, O DI CONDUTTORI ELETTRICI NUDI**

Per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.

#### **e) POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI**

Per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina autoportanti o sospesi a corde portanti, dovranno osservarsi le relative norme CEI.



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>32 di 32</b>
Committente	Comune di Castellamonte	Data emissione	05/2025
Referenti		Revisione	
File	RT 05.0 Relazione sistema di climatizzazione ed impianti elettromeccanici		

## 4.7 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti del presente appalto sono protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi è effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 (fasc. 668) cap.VI. In particolare, i conduttori sono scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magneto-termici da installare a loro protezione hanno una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi sono soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego degli interruttori automatici, prescritti nei precedenti paragrafi, conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5. Gli interruttori automatici magneto-termici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose. Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art.6.3.02 delle norme CEI 64-8). Le caratteristiche dei 2 dispositivi sono coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I_2t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

## 4.8 Materiale vario di installazione

In particolare, per questi impianti si prescrive:

a) Pulsanti - il tipo dei pulsanti sarà scelto a seconda del locale ove dovranno venire installati; saranno quindi: a muro, da tavolo, a tirante per bagni a mezzo cordone di materiale isolante, secondo le norme e le consuetudini. Gli allacciamenti per i pulsanti da tavolo saranno fatti a mezzo di scatole di uscita con morsetti, o mediante uscita passacavo, con estetica armonizzante con quella degli altri apparecchi.

b) Segnalatori luminosi - i segnalatori luminosi debbono consentire un facile ricambio delle lampadine.

