



## PROVINCIA DI PARMA

COMUNE DI SAN SECONDO PARMENSE

### AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO TECNICO GALILEI - BOCCHIALINI DI SAN SECONDO PARMENSE

Via Martiri di Cefalonia, 14 - 43017 San Secondo Parmense (PR)

COMMITTENTE

PROVINCIA DI PARMA

R.U.P.: Ing. Paola Cassinelli

## PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

**progettazione architettonica**

**ARCH. GIOVANNI SACCANI**

stradello Boito 1bis - Parma

tel 0521 386153

mail arch.giovanni@studiosaccani.it

**progettazione strutture**

**ING. LUCA MELEGARI**

stradello Boito 1bis - Parma

tel 0521 386153

mail lucamelegari@studiomelegari.it

**progettazione impianti**

**ING. MARCO SAMPIETRI**

**COSTEL PROGETTAZIONI Ass.ne. Prof.le**

via G.P. Sardi 24/A Località Alberi - Parma

tel 0521 649710

mail costel@costelsistemi.it

**coordinamento sicurezza in fase di progettazione**

**ING. VITTORIO ALBERTI**

stradello Boito 1bis - Parma

tel 0521 386153

mail vittorioalberti@studiomelegari.it

**analisi e valutazione acustica**

**ING. GIACOMO RUSCITI**

**PROXIMA s.r.l.**

via La Spezia 75/C - Parma

tel 3491387866

mail infoproximapr@gmail.it

## IMPIANTI MECCANICI Relazione Tecnica E di Calcolo

# M-RTC

|           | Data            | Verifica | Controllo |
|-----------|-----------------|----------|-----------|
| Emissione | 27 Ottobre 2022 | M. SA.   | M. SA.    |
| Revisione |                 |          |           |
| Revisione |                 |          |           |
| Revisione |                 |          |           |
| Note      |                 |          |           |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 PARTE GENERALE</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1 Descrizione dell'intervento   | 3         |
| 1.2 Criteri di calcolo  | 6         |
| <b>2 CRITERI DI PROGETTAZIONE</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1 Qualità indoor  | 8         |
| 2.2 Salubrità   | 8         |
| 2.2.1 Filtri elettronici  | 10        |
| 2.2.2 Purificatore d'aria   | 11        |
| 2.2.3 Risparmio energetico  | 11        |
| 2.2.4 Salvaguardia dell'ambiente  | 12        |
| 2.2.5 Sicurezza   | 12        |
| 2.2.6 Facilità di manutenzione con costi ridotti  | 12        |
| <b>3 CRITERI DI PREVENZIONE INCENDI</b>   | <b>14</b> |
| <b>4 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI</b>   | <b>15</b> |
| <b>5 IMPIANTI TECNICI E TECNOLOGICI</b>   | <b>16</b> |
| 5.1.1 Qualità degli ambienti, comfort termico - impianto di climatizzazione ed idrico sanitario   | 16        |
| 5.1.2 Climatizzazione ambienti  | 17        |
| 5.1.3 Diffusione aria in ambiente   | 18        |
| 5.1.4 Impianto idrico sanitario e reti di distribuzione   | 18        |
| 5.1.5 Reti di scarico   | 19        |
| 5.1.6 Regolazione automatica  | 19        |
| 5.1.7 Dotazioni antisismiche impiantistica meccanica  | 20        |
| 5.1.8 Valutazioni energetiche dell'opera in progetto. Adeguatezza dei costi di costruzione, consumi energetici e valutazioni prestazionali dell'edificio. | 20        |
| <b>6 RISULTATI DI CALCOLO</b>   | <b>22</b> |
| 6.1.1 Fabbisogni termici  | 22        |
| 6.1.2 Fabbisogni termici invernali  | 22        |
| 6.1.3 Dimensionamento delle reti di distribuzione   | 23        |
| 6.1.4 Aria di rinnovo e Aria di estrazione  | 26        |
| 6.1.5 Impianto idrico-sanitario e scarichi  | 27        |
| 6.1.6 Predisposizione impianto di climatizzazione estiva  | 28        |

## 1 PARTE GENERALE

### 1.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo edificio scolastico che costituirà l'ampliamento dell'Istituto Tecnico "GALILEI-BOCCHIALINI" Scuola Statale - Istituto Superiore, in via Martiri di Cefalonia 14, 43017 San Secondo Parmense (PR).

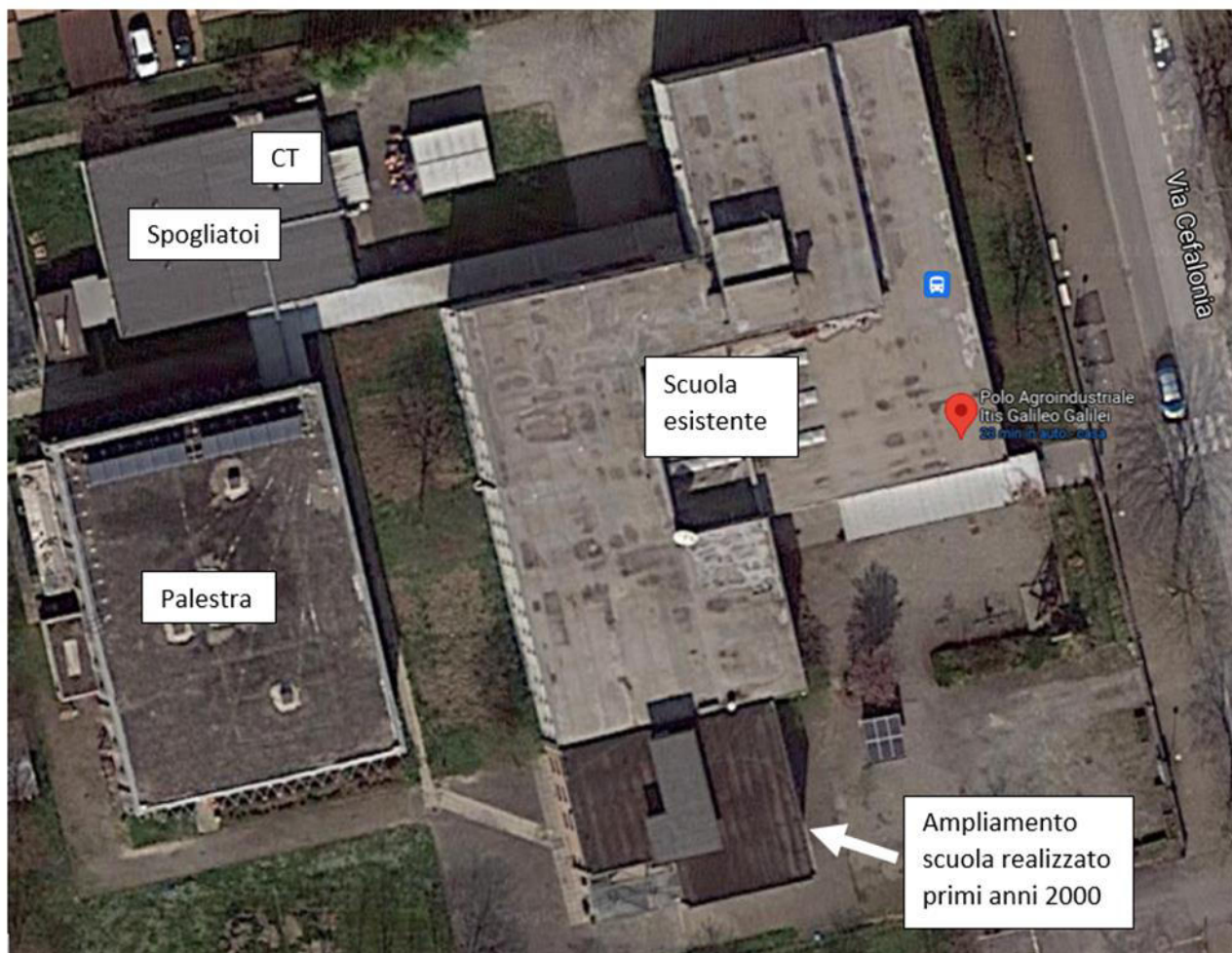
La presente relazione tecnica illustrativa ha lo scopo di identificare le specifiche, le tipologie e le dotazioni previste nel progetto impianti relativo all'appalto, che consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari relativi alla realizzazione dell'ampliamento.

Sono di seguito identificate le macroaree costituenti il complesso scolastico esistente.

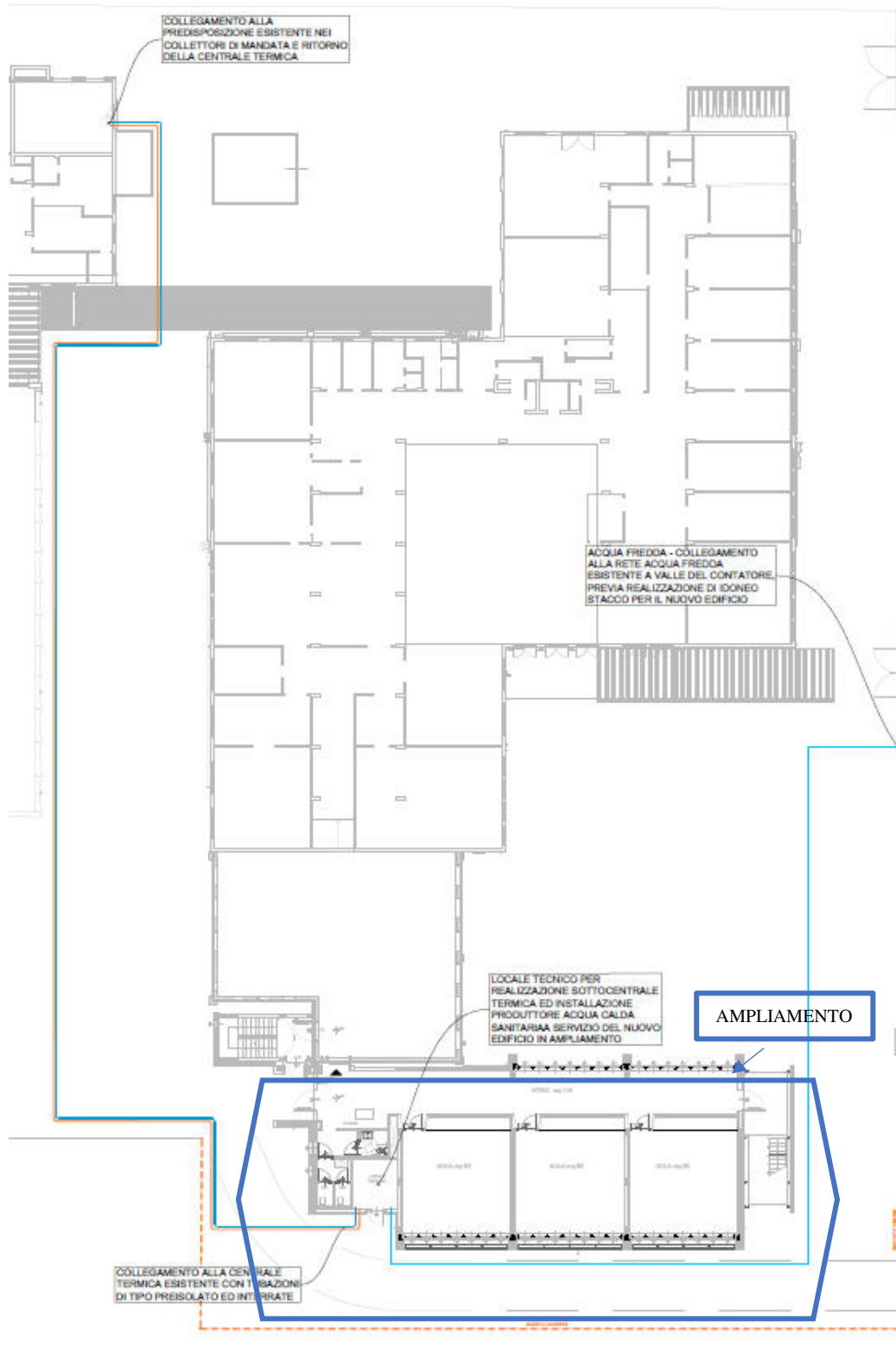
- edificio n.1: fabbricato originario
- edificio n.2: ampliamento del fabbricato originario
- edificio n.3: palestra
- edificio n.4: spogliatoi

Il nuovo edificio costituisce l'ampliamento del Polo e troverà collocazione in adiacenza all'edificio esistente, attualmente costituito da un unico corpo di fabbrica.

Il complesso è costituito da un edificio di tre piani fuori terra composto da un corpo di fabbrica preesistente ed un ampliamento realizzato nei primi anni duemila.



Nel complesso sono presenti un edificio palestra, un edificio spogliatoi, nel quale è ricavato il locale centrale termica. Il nuovo volume sarà ricavato in adiacenza all'ampliamento anni 2000, come indicato nell'immagine seguente.



Gli impianti elettrici presenti saranno derivati dal quadro generale presente all'interno dell'edificio esistente in prossimità dell'area comune. Ogni nuovo piano sarà dotato di proprio quadro elettrico di piano da cui saranno derivate tutte le utenze.

Gli impianti elettrici e speciali oggetto dell'intervento saranno i seguenti:

- 1 Impianto forza motrice, dal nuovo quadro di piano, la cui alimentazione sarà derivata dal quadro elettrico generale esistente.
- 2 Impianto illuminazione, gestito anch'esso dal quadro di piano.
- 3 Impianto EVAC in derivazione dall'impianto esistente.
- 4 Impianto di rilevazione fumi (per i soli depositi) e di segnalazione manuale esistente.
- 5 Impianto dati

Per la descrizione specifica degli impianti elettrici e speciali si rimanda a relazione tecnica dedicata.

Gli impianti meccanici oggetto dell'intervento saranno i seguenti:

- 1 Impianto di riscaldamento ambienti realizzato tramite un sistema di ventilconvettori idronici. Il circuito di riscaldamento sarà derivato dalla centrale termica esistente con scavo in area cortilizia. Le tubazioni con acqua calda saranno intercettate tramite uno scambiatore a piastre all'interno della nuova sottocentrale termica presente nel nuovo edificio. Il circuito secondario sarà composto da un circolatore a valle dello scambiatore a piastre dedicato all'alimentazione dei ventilconvettori ai piani attraverso una nuova dorsale.
- 2 Impianto di climatizzazione estiva predisposto. Si prevederà uno spazio in copertura per l'alloggiamento una pompa di calore, che in fase estiva possa alimentare la dorsale esistente a due tubi con acqua refrigerata per permettere ai ventilconvettori la climatizzazione ambiente.
- 3 Impianto di produzione acqua calda sanitaria dedicato al nuovo edificio, realizzato con pompa di calore dedicata.
- 4 Installazione di recuperatori per ricambio aria all'interno delle aule e sistema di filtrazione e purificazione aria.
- 5 Impianto di estrazione aria viziata nei locali servizi igienici.
- 6 Impianto idrico-sanitario e scarichi acque reflue.
- 7 Impianto di regolazione e supervisione con possibilità di gestione da remoto relativo alla sola porzione di nuova realizzazione.
- 8 Impianto idrico di estinzione incendi a idranti.

## 1.2 Criteri di calcolo

I dati assunti in fase di progettazione per il dimensionamento degli impianti, sono di seguito indicati.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Località di riferimento:       | Parma   |
| Gradi giorno:                  | 2.506 GG  |
| Zona climatica:                | E   |
| Classificazione dell'edificio: | E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili |

### Grandezze termoigrometriche esterne

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| temperatura minima invernale [b.s.]: | -5°C |
| temperatura minima invernale [b.u.]: | -6°C |
| umidità relativa invernale:          | 75%  |
| temperatura estiva [b.s.]:           | 31°C |
| temperatura estiva [b.u.]:           | 24°C |
| umidità relativa massima estiva:     | 56%  |

### Grandezze termoigrometriche interne

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| temperatura invernale:      | 18°- 20°C $\pm$ 1°C |
| umidità relativa invernale: | N.C.                |
| temperatura estiva:         | 26°C $\pm$ 1°C      |
| umidità relativa invernale: | N.C.                |

### Ricambi di aria ambiente (UNI 10339)

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Aule:             | 25,2 mc/h/persona    |
| Corridoi:         | -                    |
| Servizi igienici: | 8 Vol/h (estrazione) |

### Affollamento (UNI 10339)

|       |                 |
|-------|-----------------|
| Aule: | 0,45 Persone/mq |
|-------|-----------------|

L'impianto idrico sanitario recepisce le seguenti caratteristiche prestazionali.

**Portate minime unitarie degli utilizzatori idrosanitari:**

Acqua Fredda Acqua Calda e pressione

| APPARECCHI      | ACQUA FREDDA<br>[l/s] | ACQUA CALDA<br>[l/s] | PRESSIONE<br>[m.c.a.] |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Lavabo          | 0.10                  | 0.10                 | 5                     |
| Bidet           | 0.10                  | 0.10                 | 5                     |
| Vaso a Cassetta | 0.10                  | -                    | 5                     |

Portate di scarico degli apparecchi sanitari e lavelli

| APPARECCHI      | PORTATA NOMINALE<br>[l/s] |
|-----------------|---------------------------|
| Lavabo          | 0.50                      |
| Bidet           | 0.50                      |
| Vaso a Cassetta | 2.50                      |

Velocità massima dell'acqua nelle tubazioni circuiti sanitari

- reti principali 1,5 m/sec
- diramazioni 0,5 m/sec

Diametri minimi degli scarichi degli apparecchi sanitari

- lavabi 34/40 mm.
- scarichi di vasi a sedere 101/110 mm.



## 2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Nella determinazione della dotazione impiantistica con la quale servire il nuovo edificio, si è fatto riferimento ai seguenti criteri generali di progettazione.

### 2.1 Qualità indoor

Si intende il complesso di parametri che definiscono l'ambiente nel quale vivono gli operatori e gli studenti. Sono valide le seguenti considerazioni:

- Per quanto attiene alle temperature ed alle umidità si fa riferimento ai diagrammi di benessere che confinano le aree di accettabilità delle sensazioni di comfort, definendone i parametri corrispondenti.
- Per definire i ricambi di aria esterna si è perseguito l'obiettivo di avere una buona efficacia igienica intesa come una accettabile diluizione delle colonie batteriche e delle concentrazioni di impurità eventualmente presenti e graduando i parametri secondo il tipo di attività svolto nell'ambiente interessato.
- La distribuzione dell'aria negli ambienti trattati è stata impostata su parametri di velocità residua nelle zone occupate, sempre nei limiti di accettabilità stabilita dalle norme. Anche in questo caso i dati utilizzati per i dimensionamenti impiantistici sono modulati differenziando ambiente da ambiente, secondo la destinazione d'uso.
- Massimo grado di flessibilità e facilità nel realizzare diverse prestazioni e condizioni ambientali, permettendo anche localmente la selezione di quelle ottimali per l'esercizio delle varie attività.
- Massimo grado di costanza nel mantenimento delle prestazioni, con scostamenti nel tempo minimi rispetto ai valori di taratura.
- Utilizzo di logiche di adeguamento automatiche a variazioni del grado di occupazione degli ambienti o a modifiche di carico interno (velocità variabili sui ventilatori, regolazioni sulle batterie di erogazione termiche o frigorifere).

### 2.2 Salubrità

Le condizioni di asetticità sono garantite con:

- L'eliminazione in tutti i casi di re-immissione di aria estratta dagli ambienti.
- La previsione di filtrazioni ad efficienza differenziata secondo la destinazione dell'aria filtrata.
- L'eliminazione di zone non soggette a lavaggio d'aria, con oculate disposizioni dei terminali di mandata e di ripresa.
- La previsione, ove possibile, di componenti in ambiente che consentono maggiore e completa pulibilità (apparecchi sanitari sospesi da pavimento, radiatori di tipo liscio, ventilconvettori a soffitto).



In particolare si prevede in ogni aula l'installazione di un sistema di ricambio aria e di filtrazione, in modo da garantire la riduzione massima della concentrazione di inquinanti, effettuato con un recuperatore di calore dotato di filtro elettronico, ventilconvettori dotati di filtro elettronico e di un purificatore di aria in ambiente.

La qualità dell'aria negli ambienti indoor (IAQ) è molto importante, soprattutto se pensiamo ai risvolti pratici che inquinanti e allergeni possono avere in particolar modo sugli adolescenti.

I risultati pubblicati in vari studi del settore dimostrano che la qualità dell'aria indoor nelle aule scolastiche prese in esame è scadente, soprattutto per quanto riguarda le concentrazioni di polveri sottili, CO<sub>2</sub>, allergeni e muffe con effetti sulla salute respiratoria, direttamente correlabili alle sostanze inquinanti.

In alcuni casi, alunni e insegnanti possono contribuire con una serie di "buone pratiche" al miglioramento di alcuni aspetti dell'aria nelle aule, rispettando una serie di accorgimenti per certi versi banali, ma non per questo da trascurare.

Ad esempio, è sempre importante aprire le finestre anche durante l'inverno per arieggiare la stanza prima dell'inizio e della fine delle lezioni, ma meglio ancora anche durante la ricreazione purché l'aria esterna non sia inquinata. Lo stesso comportamento dovrebbe valere in quei casi in cui dopo operazioni di pulizia si noti un odore pungente o si inizi ad accusare bruciore ad occhi e gola. Molti detergenti utilizzati per pulire, infatti, così come i disinfettanti e gli insetticidi, contengono composti organici volatili (COV) che possono essere altamente irritanti e avere effetti acuti sull'organismo.

Una corretta pianificazione degli edifici scolastici diventa essenziale perché permette di progettare soluzioni di lungo periodo attraverso i seguenti accorgimenti:

- realizzazione di aule dalle superfici e dal volume adeguati
- miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici scolastici
- progettazione di pareti e pavimenti a superficie liscia (no moquette e linoleum) più semplici da pulire e niente utilizzo di tendaggi interni
- sostituzione dei termosifoni con condizionatori d'aria con filtri in grado di trattenere virus e batteri, amianto, polveri, uova di acari, pollini e particelle di fumo
- pianificazione delle manutenzioni nel periodo estivo

Considerando che Il ricambio d'aria minimo dovrebbe essere di 8 litri al secondo per persona e nel 94% delle aule italiane questo risultato non viene ottenuto anche nel caso della ventilazione naturale con apertura delle finestre ad intervalli prestabiliti, la Ventilazione Meccanica Controllata rappresenta un'importante soluzione per rinnovare e purificare l'aria in circolo e garantirne sempre la migliore qualità. Questo può avvenire con l'ausilio di filtri, che nella proposta progettuale sono di tipo elettronico. I filtri elettronici con tecnologia a "bitensione" garantiscono ottime performance senza la necessità di aumentare la potenza della sezione ventilante di trattamento, quindi con un concreto risparmio energetico e ambientale.

In un impianto VMC il sistema di filtraggio diventa una barriera importante contro polveri sottili, pollini, muffe, virus e smog, con un'efficienza compresa tra 98,5 e 99,9% e nessuna immissione di ioni positivi nell'ambiente.

Una semplice procedura di lavaggio a base di detergenti alcalini è sufficiente per pulire in tempi rapidi i filtri senza compromettere la potenza del sistema, con una durata delle celle che è di fatto pari a quella della macchina stessa.

La riduzione dei costi di manutenzione permette, inoltre, un ritorno dell'investimento iniziale entro pochi mesi e per questa ragione i sistemi per la VMC possono diventare una valida scelta per le scuole: contribuiscono in maniera attiva a risolvere i problemi dell'aria indoor e migliorano il comfort e la salute di studenti e insegnanti

### 2.2.1 Filtri elettronici

Si propone un innovativo sistema filtrante abbinabile alle bocchette di mandata dell'aria o inseribile all'interno delle canalizzazioni. È essenzialmente composto da 3 elementi:

- a. filtro elettronico a piastre brevettato (tipo "Femec");
- b. scheda elettronica di comando e potenza;
- c. cavo flessibile di collegamento ad alta tensione.

Il sistema è stato progettato per ridurre la diffusione, negli ambienti indoor, di agenti inquinanti di varia natura, presenti nelle canalizzazioni degli impianti di climatizzazione. È perciò indicato per differenti tipologie d'ambiente quali, ad esempio, scuole, ospedali e case di cura e riposo (corridoi, sale d'aspetto, camere di degenza), ambulatori medici, alberghi e dovunque occorra migliorare la qualità dell'aria interna. Sono molteplici le cause che determinano la presenza di diversi agenti inquinanti nei canali aria o nei terminali di ventilazione (ventilconvettori o bocchette): la principale è la scarsa o inesistente pulizia e manutenzione degli stessi, alla quale si aggiungono altri fattori quali un errato bilanciamento e/o pressurizzazione dei canali, la circolazione dell'aria tra un ambiente e l'altro ad impianto fermo, la mancanza di idonei filtri o i bypass dell'aria attorno alle celle filtranti all'interno della centrale di trattamento dell'aria, la scarsa attenzione nella sostituzione dei filtri, la presenza di condizioni favorevoli in termini di temperatura ed umidità alla proliferazione di organismi di natura batterica, etc. Benché sia possibile diminuire l'inquinamento delle apparecchiature attraverso una manutenzione periodica delle stesse, nella realtà raramente questa viene effettuata a causa dei costi considerevoli, della difficoltà di accesso o per l'impossibilità di fermo impianto prolungato. Una possibile soluzione alternativa per ridurre sensibilmente il rischio per la salute e per contenere drasticamente i costi di manutenzione dei canali è rappresentata dall'installazione di barriere filtranti ad azione elettrostatica attiva immediatamente prima che l'aria venga immessa nei locali. Il filtro elettronico, come noto, è molto efficace nel trattenere particelle, fibre, sostanze biologiche, etc., anche se di piccolissimo diametro (inf.

1 micron) pur offrendo all'aria in transito una modesta perdita di carico sia iniziale (filtro pulito) che nel tempo, cioè anche in presenza di sporco sulle sue superfici. L'azione battericida propria dei filtri elettronici contrasta la proliferazione di sostanze biologiche (batteri, muffe, lieviti, etc.) esistenti sulle superfici delle polveri transistanti, anche qualora non vengano trattenute dal filtro (altri mezzi filtranti di tipo "meccanico", invece, possono offrire un supporto favorevole alla proliferazione di sostanze biologiche).

Il sistema proposto ha inoltre un costo di manutenzione estremamente contenuto: non deve essere sostituito e può essere lavato e igienizzato con comuni prodotti detergenti, senza alcuna perdita in termini di efficienza e durata

### **2.2.2 Purificatore d'aria**

In generale, la maggior parte delle malattie comuni cosiddette di stagione, quali influenza, raffreddore e più in generale le patologie respiratorie si trasmettono attraverso un contatto stretto e prolungato con una persona infetta e mediante goccioline e aerosol. Nei contatti stretti, la concentrazione di virus può essere più elevata, il che favorisce la trasmissione. Favoriscono la circolazione di questi elementi le particelle di polvere in ambiente e di particolato, sulle quali vanno a depositarsi. Pertanto, In aggiunta al sistema di ventilazione meccanica controllata, si prevede l'installazione di un purificatore d'aria dotato di filtro elettronico certificato. L'efficienza di filtrazione su particelle microscopiche inorganiche quali le polveri sottili PM10, PM2.5 e PM1, ed organiche quali ad esempio i batteri, i funghi, le muffe, i virus, fino al diametro di 0.1  $\mu\text{m}$ , deve essere certificato da un laboratorio secondo la norma internazionale UNI EN ISO 16890, con efficienze di filtrazione fino al 96% con riferimento alle particelle da 0.1  $\mu\text{m}$  (MPPS). Il purificatore d'aria proposto è applicabile in tutti i contesti, al fine di migliorare la qualità dell'aria in ambiente e di ridurre le sostanze patogene aerodisperse; esso può essere installato sia a vista, con il mobile di copertura, sia nel controsoffitto. L'apparecchio necessita della sola alimentazione elettrica ed è gestito tramite un semplice comando che ne consente l'accensione e lo spegnimento, con la possibilità di variare manualmente le tre velocità di funzionamento.

### **2.2.3 Risparmio energetico**

I sistemi impiantistici che si sono adottati, rispondono anche al criterio di economicità gestionale, intesa come perseguimento dei minimi livelli di spesa necessari per un utilizzo completo degli impianti al massimo delle loro prestazioni. Per realizzare un adeguato risparmio energetico, si sono previsti sistemi idronici a portata variabile in modo da gestire la potenza impiegata sulla reale potenza richiesta.

In generale, saranno adottate tutte le soluzioni di dislocazione impiantistica che incentivano l'esecuzione delle operazioni di controllo e di ripristino di funzionalità, favorendo posizionamenti di macchine e/o distribuzioni di facile accessibilità ed ispezionabilità.

#### **2.2.4 Salvaguardia dell'ambiente**

La struttura in oggetto crea impatti sull'ambiente esterno esistente che sono stati gestiti, considerando le strutture di ricezione esistenti: rete fognaria, rete fluidi etc.

In particolare, nella struttura oggetto della presente relazione si sono identificati i seguenti punti di interferenza tra gli impianti e l'ambiente circostante:

- scarichi di acque bianche
- scarichi di acque nere
- alimentazione idrica
- impianto idrico antincendio

Per ridurre al minimo gli effetti inquinanti delle cause precedentemente esposte sarà mantenuta la doppia rete all'interno dell'edificio per lo smaltimento delle acque bianche e nere.

Anche per l'inquinamento da rumore sono previsti sistemi di abbattimento sia verso l'esterno che verso l'interno, mediante isolamenti appropriati, utilizzo di attenuatori acustici, sistemi di ancoraggio e supporto che limitino la trasmissione di vibrazioni.

#### **2.2.5 Sicurezza**

La delicatezza delle attività svolte richiede che siano previste nella ideazione del progetto tutte le precauzioni attinenti alla sicurezza di gestione degli impianti.

Saranno adottate tutte le soluzioni tecniche tendenti ad evitare il cedimento di pesi (mensolame, supporti e basamenti).

La sicurezza ai rischi d'incendio è garantita sia con la previsione di sistemi di rilevazione nelle situazioni nelle quali esso può verificarsi, sia con la previsione di compartimentazioni e vie d'esodo, che con l'utilizzo di materiali intrinsecamente sicuri.

Particolare attenzione è stata posta nel progetto e nella realizzazione di impianti antincendio attivi (acqua, estintori) con l'utilizzo di parametri di calcolo (reti di distribuzione e terminali) che garantiscano massima affidabilità di utilizzo dei sistemi stessi, secondo la normativa vigente.

#### **2.2.6 Facilità di manutenzione con costi ridotti**

Si considera come indice di benessere la scelta impiantistica finalizzata alla massima facilità possibile per le attività di gestione e manutenzione, con costi ridotti all'essenziale.

Le scelte sono improntate all'ottimizzazione degli spazi, ad adeguati spazi di rispetto per consentire di eseguire con facilità le future manutenzioni ordinarie e straordinarie onde garantire sempre un elevato livello di affidabilità ed efficienza ai sistemi ottenendo in tal modo non solo un servizio adeguato per i locali serviti ma anche un continuo mantenimento ad un alto grado di efficienza energetica dei sistemi prevenendo un loro precoce decadimento avendo in tal modo rendimenti sempre prossimi a quelli di inizio funzionamento.

Sono state fatte le seguenti scelte:

- definizione di percorsi di tubazioni in zone di completa e continua accessibilità (soprattutto a soffitto di corridoi e cavedi);
- scelta di sistemi di occultamento (controsoffitti) di tipo amovibile con facilità;
- studio e definizione dei sistemi di identificazione dei componenti (colori, targhette, segnalatori di presenza);
- previsione di strutture per l'accessibilità alle parti importanti di macchine complesse e di grandi dimensioni;
- facilità di accesso a componenti interni agli ambienti

Spazi di rispetto per tutte le apparecchiature che lo richiedono (estrazione di ventilatori, i dati assunti in fase di progettazione per il dimensionamento degli impianti e le soluzioni utilizzate sono indicate all'interno della relazione specialistica dedicata ed alle relative tavole allegate.

### 3 CRITERI DI PREVENZIONE INCENDI

L'oggetto della presente relazione è costituito dall'adeguamento, in seguito anche al nuovo ampliamento, di un'attività scolastica avente al suo interno un numero di persone presenti superiore a 100 e pertanto soggetto alle procedure di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n°151/2011.

L'attività sopracitata, avendo numero di persone presenti superiore a 300, rientra tra quelle di cui al punto 67 sottoclasse 4 categoria C del D.P.R. n°151/2011.

All'interno del fabbricato, a servizio dell'attività, sono presenti anche una:

- centrale termica funzionante a gas metano di rete, rientrante tra quelle di cui al punto 74/3/C del D.P.R. 151/11.
- Palestra avente superficie superiore a 200 mq e rientrante tra quelle di cui al punto 65/1/B del D.P.R. 151/11.

L'oggetto della presente relazione è costituito dall'ampliamento dei locali di un'attività scolastica esistente che sarà realizzato nel rispetto del DM 26/8/92.

Al fine di raggiungere gli obiettivi primari di sicurezza della vita umana, incolumità delle persone e di tutela di beni e dell'ambiente si è proceduto alla verifica della corrispondenza alle norme tecniche specifiche ove esistenti e in particolare al:

- D.P.R. n°151/11
- D.M. 30/11/83 (termini di Prevenzione incendi)
- D.Lgs 81/08
- D.M. 10/3/98 (criteri generali di sicurezza antincendio)
- D.M. 26/8/92 (strutture scolastiche)

#### 4 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

Le caratteristiche e la consistenza degli impianti meccanici, nonché dei loro componenti, sono corrispondenti alle Leggi, Decreti e Norme UNI vigenti.

Tutti gli impianti dovranno essere installati in stretta conformità con le norme delle locali aziende fornitrici del gas, dell'acqua e dell'energia elettrica, dell'istituto superiore per la prevenzione e sicurezza del lavoro e del comando provinciale dei Vigili del Fuoco per la prevenzione incendi.

A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, per la progettazione e la futura realizzazione degli impianti, si riassumono nell'elenco seguente le principali normative e legislazioni prese in considerazione:

- Legge n° 10 del 09/01/1991 - "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" e successive modifiche ed integrazioni.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 412 del 26/08/93 - Regolamento di attuazione della Legge n° 10/91.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 1052 del 28/06/1977 applicato nel rispetto dell'art. 37 della Legge n° 10/91.
- DLGS n° 192 del 19/08/2005 - Recepimento della direttiva CEE 2002/91/CE relativo al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. n° 311 del 29/12/2006 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19/08/2005, n° 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- DPR 59/09 – Attuazione del DLgs 192/05.
- LEGGE 3 agosto 2013, n. 90 Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale (G.U. n. 181 del 3 agosto 2013).
- LEGGE 11 gennaio 1996, n. 23: "Norme per l'edilizia scolastica".
- D.P.R. 22 ottobre 2001 n° 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici pericolosi.
- Regolamento di igiene-edilizio del comune di San Secondo Parmense
- Prescrizioni del Comando Provinciale dei VV.F. della città di Parma.
- Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano - Documento 4 Aprile 2000. Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi. Normativa di settore applicata.
- Norme UNI in vigore
- Norme CEI in vigore.



## 5 IMPIANTI TECNICI E TECNOLOGICI

### 5.1.1 Qualità degli ambienti, comfort termico - impianto di climatizzazione ed idrico sanitario

L'impiantistica meccanica a servizio dell'edificio è il complesso di tecnologie ed apparecchiature che compongono gli impianti per la climatizzazione ambientale, gli impianti idrici sanitari e di scarico e gli impianti idrici antincendio. Perché l'edificio, ed in particolare quello scolastico, sia conforme alle normative vigenti e garantisca il massimo dell'efficienza, si procede con una progettazione secondo i seguenti aspetti fondamentali:

- Fornitura della prestazione secondo reale richiesta/necessità
- Risparmio energetico
- Semplice utilizzo
- Integrazione con edificio e impiantistica elettrica
- Facilità di controllo gestione e supervisione
- Manutenzione semplice e limitata
- Durabilità

È così che a fronte di un progetto architettonico che ha creato un edificio con un involucro ad alte prestazioni di risparmio energetico, che garantisce una difesa passiva nei confronti delle dispersioni energetiche, l'impiantistica meccanica unitamente a quella elettrica, ne costituisce la difesa attiva.

Per il dimensionamento degli impianti meccanici si sono assunti i dati generali riportati al paragrafo precedente. Essi rappresentano condizioni e prescrizioni per il nuovo edificio nel suo complesso in quanto tali indicazioni risultano necessarie per un corretto dimensionamento complessivo delle centrali, cavedi, passaggi, spazi tecnologici, ecc.

La progettazione impiantistica è stata elaborata nella ricerca delle migliori condizioni ambientali, intese come parametri complessivi nei quali deve svolgersi l'attività, considerando prima gli aspetti su cui possono incidere gli impianti.

Si sono adottate le soluzioni impiantistiche che consentano un'economicità gestionale, intesa come perseguimento dei minimi livelli di spesa necessari per un utilizzo completo degli impianti al massimo delle loro prestazioni, adottando le soluzioni che consentano di prevedere una gestione impiantistica controllata dai competenti operatori, ma esercitabile in modo automatizzato.

Nella valutazione generale di tale lotto sono stati analizzati i dati necessari al dimensionamento impiantistico complessivo dell'intervento onde avere oltre alla stretta funzionalità del lotto oggetto del presente progetto, anche le necessarie predisposizioni e linee per i futuri lotti funzionali sfruttando al meglio le economie di scala ed evitando pertanto inutili doppiopioni e sprechi.

Il complesso del nuovo edificio è formato essenzialmente da un corpo di fabbrica che si sviluppa su tre piani fuori terra con un vano tecnico al piano terra.

Nel nuovo edificio è previsto un cavedio verticale a servizio di tutti i piani per passaggio delle reti fluidi.

I fluidi termovettori primari saranno derivati dalla centrale termica esistente

I fluidi prelevati dalle linee esistenti mediante opportune estensioni delle stesse risultano essere:

- Mandata e ritorno acqua di riscaldamento
- Acqua fredda potabile

I fluidi generati in autonomia all'interno del nuovo edificio sono:

- Acqua calda sanitaria

Pertanto sui collettori di mandata e ritorno del riscaldamento presenti nella centrale termica esistente sarà derivato il circuito per l'alimentazione della sottocentrale posta al piano terra del nuovo fabbricato. Il nuovo circuito attraverserà tramite tubazioni preisolate il cortile interno del Polo scolastico e alimenterà uno scambiatore di calore a piastre per produzione del fluido di riscaldamento del nuovo edificio.

### 5.1.2 Climatizzazione ambienti

L'impianto previsto per i locali scolastici della nuova struttura è di tipo misto con impianto di base idronico con ventilconvettori e recuperatore di calore in ambiente.

L'impianto base di tipo idronico sarà a ventilconvettori a 2 tubi con ventilatori EMC e regolazione dei fluidi a portata variabile con valvole a 3 vie ubicati nei controsoffitti all'interno delle aule.

Nel periodo invernale l'impianto idronico assicura il controllo dei carichi dovuti ai disperdimenti. Il mantenimento della temperatura è assicurato con l'installazione di un termostato ambiente con controllo centralizzato al sistema di regolazione automatica e controllo locale mediante dispositivo di ritaratura.

Data la tipologia di utilizzo della maggior parte degli ambienti interessati si è previsto un impianto in grado di garantire condizioni termoigrometriche controllate sia in estate sia in inverno.

La circolazione dei fluidi caldi o freddi viene realizzata a mezzo di una rete generale di distribuzione che raggiunge tutti i piani del nuovo edificio; ai piani tale rete, posizionata nei controsoffitti centrali dei corridoi, alimenta i singoli ventilconvettori.

Per ciascun ambiente è prevista un'unità di regolazione di temperatura operante sui rispettivi ventilconvettori presenti.

Tale regolazione, sarà effettuata agendo sulla modulazione della velocità di ventilazione e sull'apertura o chiusura della valvola a tre vie a bordo ventilconvettore, che ne consente l'effettivo spegnimento, evitando circolazione d'acqua all'interno.

La regolazione sarà di tipo elettronico con centralizzazione nel sistema generale di telecontrollo.

La rete generale in uscita dai cavedi di ogni piano è intercettata con opportune valvole a sfera e rubinetti di scarico; per assicurare la corretta portata ad ogni stacco di piano è prevista l'installazione di valvole di bilanciamento.

La rete di distribuzione dei fluidi di riscaldamento sarà realizzata con tubazioni in acciaio inox a pressione.

Tutte le reti calde e fredde posate in controsoffitto, nei cavedi e nei locali tecnici, sono isolate con materiale che impedisca sia dispersioni passive nella stagione invernale che formazione di condensa

in quella estiva, il tutto con materiali e spessori come da specifica tecnica allegata ed in base alle normative vigenti.

Per la raccolta della condensa si è prevista rete dedicata in polipropilene.

### **5.1.3 Diffusione aria in ambiente**

All'interno di ogni aula si prevede il posizionamento di due ventilconvettori orizzontali da incasso in controsoffitto che consentono l'immissione dell'aria in ambiente, da posizione adiacente all'intradosso del solaio per massimizzare l'effetto Coanda.

L'effetto Coanda evita che l'aria emessa dal climatizzatore generi una corrente diretta verso le persone presenti nell'ambiente, in modo da assicurare un maggiore comfort ed evitare correnti dannose. L'aria sarà immessa in ambiente con velocità ridotte dalla porzione di controsoffitto lato aula/corridoio, per ricadere, persa la propria energia cinetica in prossimità dei serramenti.

Ogni aula sarà inoltre dotata di recuperatore di calore aria-aria con bocchette di mandata e ripresa poste in adiacenza al sistema di mandata dei ventilconvettori, e di purificatore d'aria ambiente costituito da cassetta a 4 vie posto a soffitto in vista.

Lungo i corridoi saranno invece installati ventilconvettori a cassetta a 4 vie.

Ogni ventilconvettore sarà corredato di valvole a tre vie di regolazione, di valvola di bilanciamento e di valvole di intercettazione manuale.

I servizi igienici invece saranno riscaldati tramite radiatori in acciaio muticolonna corredati di detentore di regolazione e valvola termostatica.

### **5.1.4 Impianto idrico sanitario e reti di distribuzione**

La rete di acqua fredda potabile dell'edificio sarà derivata dalla rete di distribuzione esistente all'interno della centrale termica.

Pertanto con l'installazione di un contatore divisionale dedicata verrà eseguita la nuova adduzione tramite tubazione in PEAD interrata nel cortile interno del Polo Scolastico, fino a raggiungere la sottocentrale termica del nuovo edificio.

L'acqua fredda subirà i trattamenti previsti dalle normative vigenti quali: filtrazione, addolcimento, dosaggio sostante antincrostanti per circuiti chiusi e per acque potabili.

L'acqua dedicata al consumo umano subirà periodicamente anche un trattamento anti-legionella.

Per quanto concerne l'acqua calda sanitaria si prevede invece una produzione locale con l'installazione di una pompa di calore, con accumulo ed accessori e sicurezze a corredo.

Le reti di distribuzione verranno eseguite con diametri calcolati in conformità con le norme UNI, complete di raccorderia, pezzi speciali e staffe di sospensione.

Le tubazioni di distribuzione correranno con percorso verticale nel cavedio della struttura e con distribuzione orizzontale a pavimento ai piani

Le colonne montanti di acqua fredda saranno intercettate alla base e ad ogni stacco di piano con valvole a sfera complete di rubinetto di scarico.

Tutte le tubazioni di acqua calda e fredda saranno isolate termicamente con materiale in classe Bs2d0 con spessori secondo vigenti normative.

Gli apparecchi igienici installati saranno tutti del tipo sospeso. Gli apparecchi sanitari saranno completi di rubinetteria di adatte caratteristiche.

Per i lavabi si prevede l'installazione miscelatore monocomando antivandalo in ottone cromato con comando a pressione a chiusura automatica temporizzata secondo la norma EN 816, con ciclo di 15 secondi circa, con possibilità di limitare la massima temperatura dell'acqua calda in uscita, con sistema antibloccaggio e areatore con limitatore di portata da 6 l/min.

Le reti avranno uno sviluppo tale da evitare punti morti ed aree in cui si possano avere prolungati ristagni d'acqua per prevenire i fenomeni di proliferazione batterica.

Inoltre, si avrà particolare cura nel distanziare opportunamente le reti calde dalla rete acqua fredda potabile per prevenire accidentali surriscaldamenti della stessa.

#### **5.1.5 Reti di scarico**

Le reti di scarico acque sanitarie sono costituite dall'insieme delle tubazioni che collegano gli scarichi dei singoli apparecchi, le colonne di scarico discendenti e le reti orizzontali fino al filo esterno del fabbricato.

L'intero impianto di scarico sarà realizzato con tubazioni in polipropilene con giunzione a bicchiere in accordo alle normative vigenti.

Nella posa verranno usati i manicotti dilatatori, curve a largo raggio, braccialetti guida e braccialetti per punto fisso.

Sono previste ispezioni al piede della colonna di scarico.

La colonna di scarico verrà prolungata sino al limite esterno della copertura, per la formazione della rete di ventilazione primaria.

#### **5.1.6 Regolazione automatica**

La regolazione degli impianti tecnologici sarà di tipo elettronico a controllo digitale diretto con integrazione nelle unità periferiche intelligenti ed eventuale integrazione al sistema di monitoraggio centralizzato.

Ogni unità periferica sarà completa di tutti i programmi residenti necessari al controllo dei valori delle funzioni da regolare, quali: temperature, umidità, portate e pressioni.

L'unità centrale di supervisione consentirà:

- Il monitoraggio di tutti gli stati di funzionamento delle macchine, delle temperature, umidità dei locali più significativi e dell'aria trattata, della portata d'aria, delle temperature dell'acqua dei circuiti di riscaldamento, raffreddamento, delle portate dei fluidi ecc.;
- La possibilità di modificare tutti i valori di taratura dei vari circuiti e sistemi di regolazione;
- La segnalazione delle anomalie di funzionamento ed eventuali guasti di tutti i principali componenti di impianto, in particolare il sistema di regolazione sarà comprensivo di tutti quei programmi particolari che sono richiesti per l'ottimizzazione dei costi energetici e di esercizio.

#### **5.1.7 Dotazioni antisismiche impiantistica meccanica**

Tutti gli impianti di nuova realizzazione saranno eseguiti nel pieno rispetto delle vigenti normative antisismiche.

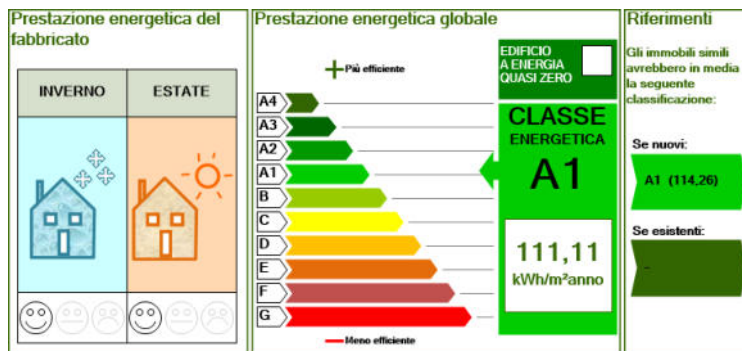
#### **5.1.8 Valutazioni energetiche dell'opera in progetto. Adeguatezza dei costi di costruzione, consumi energetici e valutazioni prestazionali dell'edificio.**

La progettazione dell'edificio ha tenuto conto delle tematiche relative alla sostenibilità ambientale ed energetica conformi alla normativa vigente ed incrementate per raggiungere condizioni di edificio a consumi ridottissimi e con costi di manutenzione limitati. In particolare, sono state impostate le condizioni progettuali che consentono la tutela della qualità ambientale e paesaggistica del sito.

Si riportano di seguito i requisiti ambientali adottati per le tematiche relative agli impianti meccanici, elettrici e di sicurezza, compatibili con il quadro economico a base di gara.

Per definire gli aspetti energetici dell'edificio si è realizzata la modellazione dell'edificio attraverso software dedicato (Edilclima EC), in modo da definire il fabbisogno energetico dell'edificio ed adottare una serie di scelte che permettano di realizzare un edificio a basso consumo energetico. Con quest'ultimo concetto si intende realizzare un edificio, che limitando il proprio fabbisogno energetico, consenta di consumare l'equivalente dell'energia prodotta tramite la fonte rinnovabile scelta: impianto fotovoltaico. Gli elementi seguenti consentiranno di raggiungere l'obiettivo previsto, considerando la destinazione d'uso dell'edificio di tipo polivalente e quindi con massima flessibilità di utilizzo.

- Installazione di un impianto fotovoltaico.
- Prestazione energetica' indice di prestazione energetica globale EP<sub>gl,n,ren</sub> sarà superiore alla classe A1



- Si prevedono strutture secondo le richieste del D.M. 11/01/2017. La capacità termica areica interna periodica riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno sarà calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008. Saranno realizzate strutture massive con isolamento adeguato.
- Con opportuni accorgimenti in fase esecutiva è possibile realizzare un edificio con bilancio energetico uguale a 0, nel quale l'energia consumata per il funzionamento dell'edificio è uguale all'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, realizzando di fatto un edificio NZEB. Con edificio NZEB, (Nearly Zero Energy Building) è definito un edificio capace di un bilancio fra energia consumata ed energia prodotta prossimo allo zero. Tale definizione si applica a tutte le tipologie di edifici piccoli e grandi, residenziali, commerciali, industriali, ecc.
- Risparmio idrico realizzato con l'impiego di sistemi di riduzione di flusso, di controllo di portata, di controllo della temperatura dell'acqua; l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri. Monitoraggio dei consumi idrici con contatori volumetrici.
- Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata. Si garantisce il comfort ambientale con recuperatori ad alta efficienza per ogni ambiente, che garantiranno il flusso d'aria di rinnovo in base alla presenza delle persone in ambiente.
- Impianti di illuminazione per interni ed esterni realizzati con terminali LED a bassissimo consumo, con gestione automatica e temporizzata delle accensioni.
- Impianti di riscaldamento e condizionamento. Ogni ambiente avrà la possibilità di regolazione della temperatura e dell'orario di funzionamento in modo indipendente. Tutte le unità saranno inserite nel sistema di supervisione e controllabili tramite la postazione remota dell'edificio, tramite touch screen.

## 6 RISULTATI DI CALCOLO

### 6.1.1 Fabbisogni termici

Per poter dimensionare in modo adeguato l'impianto di condizionamento estivo/invernale saranno calcolati i fabbisogni termici estivi ed invernali massimi. I calcoli saranno redatti unicamente allo scopo di dimensionare le unità di condizionamento e non avranno valore di ex Legge 10 ai fini di utilizzi in sede di richiesta di permessi.

Per il calcolo è stato utilizzato il software di calcolo EC700 di EDILCLIMA.

### 6.1.2 Fabbisogni termici invernali

| DATI GENERALI          |                    |                 |                   |                    | POTENZA INVERNALE         |                         |
|------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| N° Ord.                | Descrizione Locale | Superficie [mq] | Altezza Media [m] | Volume Locale [mc] | DISPERSIONI invernali [W] | TOTALE Inverno +15% [W] |
| 1                      | CORRIDOIO PT       | 113,27          | 2,40              | 271,85             | 4.600,00                  | 5.290,00                |
| 2                      | AULA 1 - PT        | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 6.839,00                  | 7.864,85                |
| 3                      | AULA 2 - PT        | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 6.792,00                  | 7.810,80                |
| 4                      | AULA 3 - PT        | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 7.072,00                  | 8.132,80                |
| 5                      | WC 2 - PT          | 1,80            | 3,00              | 5,40               | 362,00                    | 416,30                  |
| 6                      | WC 1 - PT          | 1,80            | 3,00              | 5,40               | 406,00                    | 466,90                  |
| 7                      | ANTI WC - PT       | 3,78            | 3,00              | 11,34              | 494,00                    | 568,10                  |
| 8                      | WC HD - PT         | 3,68            | 3,00              | 11,04              | 757,00                    | 870,55                  |
| 9                      | CORRIDOIO 1° P     | 110,75          | 2,40              | 265,80             | 3.339,00                  | 3.839,85                |
| 10                     | AULA 1 - 1° P      | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 6.456,00                  | 7.424,40                |
| 11                     | AULA 2 - 1° P      | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 6.439,00                  | 7.404,85                |
| 12                     | AULA 3 - 1° P      | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 6.591,00                  | 7.579,65                |
| 13                     | WC HD - 1° P       | 3,68            | 3,00              | 11,04              | 793,00                    | 911,95                  |
| 14                     | ANTI - 1° P        | 7,99            | 3,00              | 23,97              | 854,00                    | 982,10                  |
| 15                     | WC 1 - 1° P        | 1,78            | 3,00              | 5,34               | 379,00                    | 435,85                  |
| 16                     | WC 2 - 1° P        | 1,78            | 3,00              | 5,34               | 361,00                    | 415,15                  |
| 17                     | WC 3 - 1° P        | 1,76            | 3,00              | 5,28               | 353,00                    | 405,95                  |
| 18                     | PULIZIE 1° P       | 3,63            | 3,00              | 10,89              | 272,25                    | 313,09                  |
| 19                     | CORRIDOIO 2° P     | 110,79          | 2,40              | 265,90             | 3.893,00                  | 4.476,95                |
| 20                     | AULA 1 - 2° P      | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 6.673,00                  | 7.673,95                |
| 21                     | AULA 2 - 2° P      | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 6.650,00                  | 7.647,50                |
| 22                     | AULA 3 - 2° P      | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 6.826,00                  | 7.849,90                |
| 23                     | WC - HD 2° P       | 3,66            | 3,00              | 10,98              | 816,00                    | 938,40                  |
| 24                     | ANTI 2° P          | 8,04            | 3,00              | 24,12              | 892,00                    | 1.025,80                |
| 25                     | WC 1 - 2° P        | 1,77            | 3,00              | 5,31               | 394,00                    | 453,10                  |
| 26                     | WC 2 - 2° P        | 1,76            | 3,00              | 5,28               | 370,00                    | 425,50                  |
| 27                     | WC 3 - 2° P        | 1,76            | 3,00              | 5,28               | 362,00                    | 416,30                  |
| 28                     | PULIZIE 2°P        | 3,59            | 3,00              | 10,77              | 269,25                    | 309,64                  |
| <b>TOTALE PARZIALE</b> |                    | <b>929,89</b>   |                   | <b>2.588,78</b>    | <b>80.304,50</b>          | <b>92.350,18</b>        |
| <b>TOTALE GENERALE</b> |                    |                 |                   |                    | <b>92.350,18</b>          |                         |



### 6.1.3 Dimensionamento delle reti di distribuzione

Il calcolo idraulico della rete di tubazioni consente di dimensionare ogni tratto di tubazione in base alle perdite di carico distribuite e localizzate che si hanno in quel tratto. Esso è stato eseguito sulla base dei dati geometrici (lunghezze dei tratti della rete, dislivelli geodetici, diametri nominali delle tubazioni), portando alla determinazione di tutte le caratteristiche idrauliche dei tratti (portata, perdite distribuite e concentrate) e quindi della prevalenza e della portata totali necessari delle caratteristiche idrauliche minime dell'acquedotto di alimentazione della rete.

E' stata inoltre eseguita la verifica della velocità massima raggiunta dall'acqua in tutti i tratti della rete; in particolare è stato verificato che essa non superi in nessun tratto il valore di 2,5 m/sec.

#### Perdite di Carico Distribuite

Le perdite di tipo distribuito sono state valutate secondo la seguente formula di Hazen-Williams:

$$H_d = \frac{60500000 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

dove:

|                |   |
|----------------|---|
| 60500000       | = coefficiente di Hazen - Williams secondo il sistema S.I. (con pressione in MPa) |
| H <sub>d</sub> | = perdite distribuite [bar]   |
| Q              | = portata nel tratto [l/min]  |
| L              | = lunghezza geometrica del tratto [m]   |
| D              | = diametro della condotta [mm]  |
| C              | = coefficiente di scabrezza   |

| Descrizione             | C (Nuovo) |
|-------------------------|-----------|
| ACCIAIO INOX A PRESSARE | 120       |

#### Perdite di Carico Concentrate

Le perdite di carico concentrate sono dovute ai raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione del flusso subisce una variazione di 45° o maggiore (escluse le curve ed i pezzi a T sui quali sono direttamente montati gli erogatori);

Esse sono state trasformate in "lunghezza di tubazione equivalente" come specificato nella norma UNI ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazione di uguale diametro e natura. Nella determinazione delle perdite di carico localizzate si è tenuto conto che:

- quando il flusso attraversa un T e un raccordo a croce senza cambio di direzione, le relative perdite di carico possono essere trascurate;
- quando il flusso attraversa un T e un raccordo a croce in cui, senza cambio di direzione, si ha una riduzione della sezione di passaggio, è stata presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita (la minore) del raccordo medesimo;

## AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO TECNICO GALILEI

RELAZIONE GENERALE IMPIANTI MECCANICI - PROGETTO ESECUTIVO - CIG. ZF72FB63EA – PG30906 22/12/2020

- quando il flusso subisce un cambio di direzione (curva, Ti o raccordo a croce), è stata presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione d'uscita.

Per il calcolo viene impostata la prevalenza residua minima da assicurare ad ogni singolo terminale. In funzione della portata minima, poi si procede alla corretta scelta del coefficiente di efflusso, compatibilmente a quelli in commercio e indicati dai costruttori secondo norme CEE.

A tal proposito, non è superfluo specificare che, nel calcolo che viene di seguito riportato, è stato considerato esclusivamente il funzionamento di un terminale solo e quello ubicato nella situazione idraulica più sfavorevole.

CIRCUITO DI RISCALDAMENTO - PRIMARIO (CENTRALE TERMICA ESISTENTE - NUOVA SOTTOCENTRALE)**PERDITE DI CARICO  
CONCENTRATE**

|  | N° | DN | ξ (perdita) | Z[mm.c.a.] | ro[kg/mc] | V[m/s]          | TOT<br>[mm.c.a.] |
|--|----|----|-------------|------------|-----------|-----------------|------------------|
| Scambiatore di calore                              | 1  | 65 |             | 2.500,00   |           |                 | 2.500,00         |
|  |    |    |             |            |           | <b>totale 1</b> | <b>2.500,00</b>  |
| Curva normale a 90°<br>(r/d = 2.5)                 | 10 | 65 | 0,4         | 15,29      |           |                 | 152,90           |
| Valvola a tre vie                                  | 1  | 65 | 1           | 129,9      |           |                 | 129,90           |
| Valvola a ritegno                                  | 1  | 65 | 1           | 46,35      |           |                 | 46,35            |
| Valvola di intercettazione<br>diritta              | 6  | 65 | 1           | 46,35      |           |                 | 278,10           |
| Manicotto di trasformazione fra<br>PE/ACCIAIO INOX | 4  | 75 | 1           | 42,55      |           |                 | 170,20           |
|  |    |    |             |            |           | <b>totale 2</b> | <b>777,45</b>    |

**PERDITE DI CARICO  
DISTRIBUITE**

| TUBAZIONI |        |   |   | DN | PORTATA<br>[l/h] | mm.c.a./m | v[m/s] | l[m] | Di[mm] | De[mm]          |                 |
|-----------|--------|---|---|----|------------------|-----------|--------|------|--------|-----------------|-----------------|
|           | TRATTI | A | B | 76 | 8.400,00         | 10        | 0,85   | 20   | 72,1   | 76,1            | 200,00          |
|           | TRATTI | B | C | 75 | 8.400,00         | 9         | 0,73   | 220  | 61,2   | 75              | 1.980,00        |
|           |        |   |   |    |                  |           |        |      |        | <b>totale 3</b> | <b>2.180,00</b> |

**Totale 1+2+3** **5.457,45**

30% 7.094,69

**m.c.a.** **7,094685**

La prevalenza dell'elettropompa da installare sul circuito primario sarà pari a circa 7 m.c.a.

**AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO TECNICO GALILEI**  
 RELAZIONE GENERALE IMPIANTI MECCANICI - PROGETTO ESECUTIVO - CIG. ZF72FB63EA – PG30906 22/12/2020

CIRCUITO DI RISCALDAMENTO - SECONDARIO (DISTRIBUZIONE DA SOTTOCENTRALE A UTENZE)**PERDITE DI CARICO CONCENTRATE**

|                                    | N° | DN | ξ (perdita) | Z[mm.c.a.] | ro[kg/mc] | V[m/s] | TOT [mm.c.a.]            |
|------------------------------------|----|----|-------------|------------|-----------|--------|--------------------------|
| Ventilconvettore                   | 1  | 22 |             | 2.500,00   |           |        | 2.500,00                 |
| SCAMBIATORE                        | 1  | 65 |             | 2.100,00   |           |        | 2.100,00                 |
|                                    |    |    |             |            |           |        | <b>totale 1 4.600,00</b> |
| Tee ridotti (35/22)                | 3  | 35 | 1,00        | 13,51      |           |        | 40,53                    |
| Tee ridotti (42/22)                | 3  | 42 | 1,00        | 24,49      |           |        | 73,47                    |
| Tee ridotti (54/22)                | 3  | 54 | 1,00        | 28,11      |           |        | 84,33                    |
| Tee ridotti (76/54)                | 3  | 76 | 1,00        | 60,47      |           |        | 181,41                   |
| Valvola a tre vie                  | 1  | 20 | 10,00       | 119,99     |           |        | 119,99                   |
| Valvola di intercettazione diritta | 3  | 20 | 8,00        | 95,99      |           |        | 287,97                   |
| Valvola di bilanciamento           | 1  | 20 | 10,00       | 245,5      |           |        | 245,50                   |
|                                    |    |    |             |            |           |        | <b>totale 2 1.033,20</b> |

**PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE**

| TUBAZIONI |        |   |   | DN | PORTATA [l/h] | mm.c.a./m | v[m/s] | l[m] | Di[mm] | De[mm]       |          |
|-----------|--------|---|---|----|---------------|-----------|--------|------|--------|--------------|----------|
|           | TRATTI | A | B | 22 | 492,00        | 25        | 0,48   | 10   | 19     | 22           | 250,00   |
|           | TRATTI | B | C | 35 | 1.467,00      | 35        | 0,51   | 12   | 32     | 35           | 420,00   |
|           | TRATTI | C | D | 42 | 2.934,00      | 22        | 0,68   | 20   | 39     | 42           | 440,00   |
|           | TRATTI | C | D | 54 | 5.365,00      | 25        | 0,73   | 15   | 51     | 54           | 375,00   |
|           | TRATTI | D | E | 76 | 16.095,00     | 30        | 1,1    | 35   | 72,1   | 76,1         | 1.050,00 |
|           |        |   |   |    |               |           |        |      |        | totale 3     | 2.535,00 |
|           |        |   |   |    |               |           |        |      |        |              |          |
|           |        |   |   |    |               |           |        |      |        | Totale 1+2+3 | 8.168,20 |
|           |        |   |   |    |               |           |        |      |        | 20%          | 9.801,84 |
|           |        |   |   |    |               |           |        |      |        | m.c.a.       | 9,80184  |

La prevalenza dell'elettropompa da installare sul circuito secondario sarà pari a circa 10 m.c.a.

**6.1.4 Aria di rinnovo e Aria di estrazione**

| DATI GENERALI |                    |                 |                   |                    | ARIA DI RINNOVO ed ESTRAZIONE |                              |                            |                              | IMPIANTO PREVISTO      |                        |
|---------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| N° Ord.       | Descrizione Locale | Superficie [mq] | Altezza Media [m] | Volume Locale [mc] | Persone [N°]                  | ARIA DI RINNOVO [mc/h/pers.] | ARIA DI ESTRAZIONE [Vol/h] | PORTATA D'ARIA MINIMA [mc/h] | ARIA DI RINNOVO [mc/h] | ESTRAZIONE ARIA [mc/h] |
| 1             | CORRIDOIO PT       | 113,27          | 2,40              | 271,85             |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 2             | AULA 1 - PT        | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 3             | AULA 2 - PT        | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 4             | AULA 3 - PT        | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 5             | WC 2 - PT          | 1,80            | 3,00              | 5,40               |                               |                              | 8,00                       | 43,20                        |                        | 100,00                 |
| 6             | WC 1 - PT          | 1,80            | 3,00              | 5,40               |                               |                              | 8,00                       | 43,20                        |                        | 100,00                 |
| 7             | ANTI WC - PT       | 3,78            | 3,00              | 11,34              |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 8             | WC HD - PT         | 3,68            | 3,00              | 11,04              |                               |                              | 8,00                       | 88,32                        |                        | 100,00                 |
| 9             | CORRIDOIO 1° P     | 110,75          | 2,40              | 265,80             |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 10            | AULA 1 - 1° P      | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 11            | AULA 2 - 1° P      | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 12            | AULA 3 - 1° P      | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 13            | WC HD - 1° P       | 3,68            | 3,00              | 11,04              |                               |                              | 8,00                       | 88,32                        |                        | 100,00                 |
| 14            | ANTI - 1° P        | 7,99            | 3,00              | 23,97              |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 15            | WC 1 - 1° P        | 1,78            | 3,00              | 5,34               |                               |                              | 8,00                       | 42,72                        |                        | 100,00                 |
| 16            | WC 2 - 1° P        | 1,78            | 3,00              | 5,34               |                               |                              | 8,00                       | 42,72                        |                        | 100,00                 |
| 17            | WC 3 - 1° P        | 1,76            | 3,00              | 5,28               |                               |                              | 8,00                       | 42,24                        |                        | 100,00                 |
| 18            | PULIZIE 1° P       | 3,63            | 3,00              | 10,89              |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 19            | CORRIDOIO 2° P     | 110,79          | 2,40              | 265,90             |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 20            | AULA 1 - 2° P      | 60,27           | 3,00              | 180,81             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 21            | AULA 2 - 2° P      | 60,34           | 3,00              | 181,02             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 22            | AULA 3 - 2° P      | 60,33           | 3,00              | 180,99             | 28,00                         | 25,20                        |                            | 705,60                       | 720,00                 |                        |
| 23            | WC - HD 2° P       | 3,66            | 3,00              | 10,98              |                               |                              | 8,00                       | 87,84                        |                        | 100,00                 |
| 24            | ANTI 2° P          | 8,04            | 3,00              | 24,12              |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
| 25            | WC 1 - 2° P        | 1,77            | 3,00              | 5,31               |                               |                              | 8,00                       | 42,48                        |                        | 100,00                 |
| 26            | WC 2 - 2 ° P       | 1,76            | 3,00              | 5,28               |                               |                              | 8,00                       | 42,24                        |                        | 100,00                 |
| 27            | WC 3 - 2° P        | 1,76            | 3,00              | 5,28               |                               |                              | 8,00                       | 42,24                        |                        | 100,00                 |
| 28            | PULIZIE 2°P        | 3,59            | 3,00              | 10,77              |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
|               |                    |                 |                   |                    |                               |                              |                            |                              |                        |                        |
|               | TOTALE PARZIALE    | 929,89          |                   | 2.588,78           | 252,00                        |                              |                            | 6.955,92                     | 6.480,00               | 1.100,00               |

La portata d'aria dei singoli recuperatori di calore aria-aria a servizio delle aule è pari a 720 mc/h cadauno, il torrino di estrazione presenta una portata d'aria pari a 1.100 mc/h.

### 6.1.5 Impianto idrico-sanitario e scarichi

La determinazione delle portate totali dell'acqua calda e fredda sanitaria sono state calcolate in base alle portate nominali delle apparecchiature così come definite al p.to 1.2 della presente relazione, e considerando la norma prEN806.

Di seguito la tabella con indicate le portate totali dei singoli prelievi (Gta) e le portate di scarico (Gt).

| APPARECCHI             | ACQUA FREDDA [l/s] | ACQUA CALDA [l/s] | PORTATA DI SCARICO [l/s] | Q.tà [n°]    | TOTALE ACQUA FREDDA [l/s] | TOTALE ACQUA CALDA [l/s] | TOTALE PORTATA DI SCARICO [l/s] |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Lavabo                 | 0,10               | 0,10              | 0,50                     | 7,00         | 0,70                      | 0,70                     | 3,50                            |
| Vaso a Cassetta        | 0,10               |                   | 2,50                     | 8,00         | 0,80                      |                          | 20,00                           |
| Lavabo H               | 0,10               | 0,10              | 0,50                     | 3,00         | 0,30                      | 0,30                     | 1,50                            |
| Vaso a Cassetta H      | 0,10               |                   | 2,50                     | 3,00         | 0,30                      |                          | 7,50                            |
| Bidet (lato WC HD)     | 0,10               | 0,10              | 0,50                     | 3,00         | 0,30                      | 0,30                     | 1,50                            |
| Lavatoio Pulizie       | 0,20               |                   | 1,00                     | 2,00         | 0,40                      |                          | 2,00                            |
|                        |                    |                   |                          |              |                           |                          |                                 |
| <b>TOTALE PARZIALE</b> |                    |                   |                          | <b>26,00</b> | <b>2,80</b>               | <b>1,30</b>              | <b>36,00</b>                    |

Secondo la tabella della prEN 806 dalle portate totali dei singoli prelievi Gta si sono ottenute le seguenti portate di progetto (Gpr).

Acqua fredda:

Gta = 2,8 l/s corrispondenti a Gpr = 2,40 l/s

Acqua calda:

Gta = 1,3 l/s corrispondenti a Gpr = 1.30 l/s

Il dimensionamento delle tubazioni è stato eseguito tenendo in considerazione il valore massimo del carico unitario lineare (J) determinato nel seguente modo:

Ppr = pressione di progetto disponibile dell'acquedotto (30 m.c.a.)

ΔH = dislivello fra l'origine della rete e l'utenza più sfavorita (6 m.c.a.)

Pmin = pressione minima richiesta all'utenza più sfavorita (8 m.c.a. Addolcitore)

ΔPapp = perdite di carico dei componenti principali (12 m.c.a. Sistema di trattamento acqua)

L = lunghezza tubazioni che collegano l'origine della rete all'utenza più sfavorita (40 m)

$$J = [(Ppr - \Delta H - Pmin - \Delta Papp)/L] * 700$$

$$J = [(30-6-8-12)/130]*700 = 21.54 \text{ mm.c.a.}$$

Le tubazioni sono state dimensionate in modo tale da non superare una velocità dei fluidi pari a 2,0 m/s.

Si è deciso di scegliere il metodo di calcolo tenendo in considerazione la norma Europea prEN 806 e non la UNI 9182, in quanto quest'ultima consente di ricavare valori sostanzialmente in accordo con quelli delle norme più utilizzate in Europa.

Ora si prende in esame la portata totale di scarico  $G_t$  calcolata

Considerando un coefficiente di contemporaneità pari a 0,7, avremo:

$$G_{pr} = F * (G_t)^{0,5}$$

Dove:

$G_{pr}$  = Portata di progetto in l/s

$F$  = coefficiente di contemporaneità (0,7)

$G_t$  = Portata totale di scarico

$$G_{pr} = 0,7 * (36)^{0,5} = 4,2 \text{ l/s}$$

La distribuzione dell'impianto idrico sanitario avverrà tramite tubazioni in multistrato complete di guaina isolante, all'ingresso di ogni servizio igienico saranno installati i rubinetti di intercettazione dell'acqua calda e fredda per l'esclusione delle apparecchiature.

La distribuzione della rete di scarico sarà eseguita in polipropilene con innesto a bicchiere secondo le UNI EN 1451 e portati a circa un metro dal fabbricato.

#### 6.1.6 Predisposizione impianto di climatizzazione estiva

Il progetto prevede le opere di predisposizione per la futura climatizzazione estiva.

Pertanto in sottocentrale termica a valle dello scambiatore verranno installate le tubazioni che raggiungeranno la copertura dell'edificio.

In copertura verrà predisposto lo spazio per l'installazione della pompa di calore e di tutte le apparecchiature necessarie al corretto funzionamento.

Le tubazioni saranno corredate di valvole di intercettazione.

Si allega il calcolo delle potenze estive per la futura determinazione delle potenze in gioco.

**Mese:    *Luglio***

Ora di massimo carico della zona:    **18**

**Carichi termici nell'ora di massimo carico della zona:**

| N.     | Descrizione      | Q <sub>Irr</sub><br>[W] | Q <sub>Tr</sub><br>[W] | Q <sub>v</sub><br>[W] | Q <sub>c</sub><br>[W] | Q <sub>gl,sen</sub><br>[W] | Q <sub>gl,lat</sub><br>[W] | Q <sub>gl</sub><br>[W] |
|--------|------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1      | PT - CORRIDOIO   | 4265                    | 640                    | 1571                  | 0                     | 5333                       | 1143                       | 6476                   |
| 2      | PT - AULA 1      | 222                     | 246                    | 1090                  | 4312                  | 3781                       | 2089                       | 5871                   |
| 3      | PT - AULA 2      | 222                     | 228                    | 1091                  | 4317                  | 3766                       | 2092                       | 5858                   |
| 4      | PT - AULA 3      | 222                     | 281                    | 1091                  | 4317                  | 3820                       | 2092                       | 5911                   |
| 9      | 1° P - CORRIDOIO | 1444                    | 887                    | 1666                  | 0                     | 2785                       | 1212                       | 3997                   |
| 10     | 1° P - AULA 1    | 222                     | 337                    | 1087                  | 4301                  | 3863                       | 2084                       | 5947                   |
| 11     | 1° P - AULA 2    | 222                     | 324                    | 1091                  | 4317                  | 3862                       | 2092                       | 5954                   |
| 12     | 1° P - AULA 3    | 222                     | 363                    | 1091                  | 4317                  | 3901                       | 2092                       | 5993                   |
| 18     | 2° P - CORRIDOIO | 1444                    | 803                    | 1999                  | 0                     | 2793                       | 1454                       | 4247                   |
| 19     | 2° P - AULA 1    | 222                     | 333                    | 1087                  | 4301                  | 3859                       | 2084                       | 5943                   |
| 20     | 2° P - AULA 2    | 222                     | 319                    | 1091                  | 4317                  | 3857                       | 2092                       | 5949                   |
| 21     | 2° P - AULA 3    | 222                     | 361                    | 1091                  | 4317                  | 3899                       | 2092                       | 5990                   |
| Totali |                  | 9151                    | 5121                   | 15048                 | 38814                 | 45520                      | 22615                      | 68135                  |

Legenda simboli

|                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| Q <sub>Irr</sub>    | Carico dovuto all'irraggiamento |
| Q <sub>Tr</sub>     | Carico dovuto alla trasmissione |
| Q <sub>v</sub>      | Carico dovuto alla ventilazione |
| Q <sub>c</sub>      | Carichi interni                 |
| Q <sub>gl,sen</sub> | Carico sensibile globale        |
| Q <sub>gl,lat</sub> | Carico latente globale          |
| Q <sub>gl</sub>     | Carico globale                  |