



COMUNE DI TERNI
PROVINCIA DI TERNI



Unione Europea
NextGenerationEU

Intervento finanziato dall'Unione Europea
NextGenerationEU

**ADEGUAMENTO SISMICO
DEL COMPLESSO SCOLASTICO "LE GRAZIE" EDIFICI B-C
VIA DEI CICLAMINI 1 - TERNI
Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU**

Proprietà: Comune di Terni
Responsabile Unico del Procedimento: geom. Stefano Fredduzzi

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

| | | | |
|--|--|---|---|
|  <p>CITTA FUTURA via S. Chiara, 9 – 55100 Lucca tel. 0583/490920 – Fax 490921 E. mail: posta@cittafutura.com</p> | | EMISSIONE | 01/09/2022 |
| | | REVISIONE | 25/11/2022 |
| | | FASCICOLO | RM01a |
| Responsabile integrazione prestazioni specialistiche: | | ing. Alfredo Alunni-Macerini | Produzione: dott.per.ind. Davide Possamai |
| Progetto architettonico: | | arch. Cristiana Brindisi ing. Nubia Salani ing. Alessio Bellucci arch. Elena Carnaroli | |
| Strutture: | | ing. Andrea Alunni-Macerini Ing. Marco Andreoni | Verifica: ing. Gian Piero Calissi |
| Impianti: | | ing. Alfredo Alunni-Macerini | |
| Impianti meccanici: | | ing. Gian Piero Calissi | Approvazione: ing. Alfredo Alunni-Macerini |
| Impianti elettrici ordinari e speciali - Acustica: | | dott.per.ind. Davide Possamai | |
| Prevenzione incendi - Energetica: | | ing. Chiara Calissi | |
| Coordinamento Sicurezza: | | ing. Paolo Amadio | |
| Rilievi: | | geom. Alfredo Antonelli | |
| Geologia: | | dott.ssa Roberta Giorgi dott. Paolo Bartocchini | |

Sommario

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | STATO ATTUALE DEI FABBRICATI OGGETTO DI INTERVENTO | 4 |
| 2.1 | Impianto termico | 4 |
| 2.2 | Impianto idrico sanitario | 4 |
| 2.3 | Rinnovo dell'aria ambiente | 4 |
| 2.4 | Impianto idrico antincendio | 4 |
| 2.5 | Impianto di climatizzazione estiva. | 5 |
| 2.6 | Impianto di scarico acque reflue. | 5 |
| 2.7 | Impianto termico | 5 |
| 2.8 | Impianto idrico sanitario | 5 |
| 2.9 | Rimozione impianti esistenti | 6 |
| 3 | STATO DI PROGETTO IMPIANTI MECCANICI | 21 |
| 3.1 | Limiti degli interventi | 21 |
| 3.2 | Descrizione nuovi impianti | 23 |
| 3.2.1 | Impianto di Climatizzazione | 23 |
| 3.2.2 | Impianto di Ricambio d'Aria | 25 |
| 3.2.3 | Sistema di Regolazione e Telegestione | 26 |
| 3.2.4 | Impianto Idrico Sanitario | 26 |
| 3.2.5 | Impianto di raccolta e scarico acque usate | 27 |
| 3.2.6 | Mezzi per la prevenzione ed estinzione degli incendi | 28 |
| 3.2.7 | Impianto gas | 29 |
| 3.2.8 | Materiali impiegati | 30 |
| 4 | NORME DI RIFERIMENTO | 31 |
| 5 | CALCOLI | 32 |
| 5.1 | Calcoli relativi all'impianto di riscaldamento | 32 |
| 5.2 | Calcoli relativi all'impianto di ricambio aria | 34 |
| 5.3 | Calcoli relativi all'impianto idrico sanitario | 38 |
| 5.3.1 | Rete di adduzione idrica | 38 |
| 5.3.2 | Rete di scarico | 40 |
| 5.4 | Calcolo relativo al sistema di espansione a vaso chiuso | 42 |
| 5.5 | Calcoli relativi alla colonna a secco | 43 |
| 5.6 | Calcoli relativi alla rete dei pannelli radianti (circuito 3) | 44 |
| 5.7 | Calcoli relativi alla rete dei radiatori ed aerotermi (circuito 2) | 44 |
| 5.8 | Dimensionamento rete adduzione Gas Cucina | 46 |

1 PREMESSA

Nella presente relazione verranno descritte le scelte adottate per la realizzazione degli impianti MECCANICI a servizio dei fabbricati oggetto di adeguamento sismico del complesso scolastico “Le Grazie” edifici B e C in via Dei Ciclamini 1 – TERNI

Gli edifici inseriti all’interno del Complesso Scolastico oggetto di intervento sono denominati “Edificio B” con funzione di Scuola dell’Infanzia Le Grazie ed “Edificio D” comprendente Palestra, Mensa, Servizi e n.1 Aula. L’area di intervento non comprende le zone in cui sono site le aule della Scuola Elementare Le Grazie né della Scuola dell’Infanzia Matteotti, site negli altri 3 corpi di fabbrica del complesso.

Nella realizzazione degli interventi impiantistici relativi agli edifici oggetto di intervento si tratterà, comunque, di risolvere tutte le problematiche relative agli allacciamenti delle reti degli edifici esclusi dagli interventi, che devono mantenere la loro funzionalità, là dove tali reti debbano interferire con i nuovi impianti.

Allo stato attuale per quanto riguarda le dotazioni impiantistiche a servizio dell’intero complesso scolastico sono presenti i seguenti locali tecnici:

- Le forniture di acqua e gas dell’Edificio B indipendenti da quelle del resto del complesso scolastico.
- Una centrale termica alimentata a gas metano ad uso esclusivo dell’edificio “B” che verrà dismessa e demolita.
- Una centrale termica alimentata a gas metano, posta in edificio esterno isolato, dalla quale partono tutti i circuiti di alimentazione dei vari fabbricati presenti nell’area con esclusione dell’edificio “B”;
- Le forniture di acqua e gas dell’intero complesso compresa la suddetta centrale termica, con esclusione dell’edificio B
- Una sottocentrale all’interno dell’edificio “C”, che verrà ristrutturata rialzandone il piano di calpestio, alimentata dalla centrale di cui sopra. Da questa sottocentrale avranno origine i circuiti secondari destinati al riscaldamento degli altri edifici facenti parte del complesso scolastico ripristinandone i relativi collegamenti. La sottocentrale alimenterà anche l’impianto di riscaldamento e l’impianto idrico sanitario sia dell’edificio “B” che dell’edificio C.
- Una centrale di pompaggio al piano seminterrato dell’Edificio C, a servizio dell’impianto antincendio a idranti esteso a tutta l’area, con in aderenza un locale contenente la riserva idrica. Sia la centrale di pompaggio che il locale riserva idrica verranno demoliti nell’ambito della ristrutturazione complessiva dell’edificio.

- Una rete antincendio a idranti a servizio dell'intero complesso scolastico e che verrà in parte dismessa.

2 STATO ATTUALE DEI FABBRICATI OGGETTO DI INTERVENTO

EDIFICIO B

È destinato alla scuola materna statale ed è dotato dei seguenti impianti.

2.1 Impianto termico

Come sopra accennato attualmente l'edificio "B" è servito da un impianto che prende origine da una Centrale Termica inserita all'interno dello stesso edificio che verrà demolita.

L'impianto di riscaldamento è realizzato mediante radiatori prevalentemente in acciaio installati nei sottofinestra.

Nella presente ipotesi progettuale è previsto di realizzare una sottocentrale nell'edificio C dalla quale verranno alimentati i circuiti di riscaldamento e quelli della distribuzione sanitaria di tutti gli edifici del complesso scolastico.

2.2 Impianto idrico sanitario

L'impianto idrico sanitario a servizio dell'edificio "B" è alimentato da un proprio contatore posto in vicinanza degli attuali servizi igienici ed è privo di qualsiasi trattamento dell'acqua (addolcimento, antincrostazione, antilegionella, ecc..).

Nei servizi igienici l'acqua calda sanitaria viene prodotta mediante scaldabagni elettrici.

2.3 Rinnovo dell'aria ambiente

Il rinnovo dell'aria negli ambienti è di tipo naturale.

2.4 Impianto idrico antincendio

È presente un impianto di estinzione incendi a idranti costituito da cassette idranti UNI 45 del tipo ad incasso con interdistanze tali da coprire l'intera superficie dell'edificio. La rete idranti viene alimentata dal sistema di pompaggio centralizzato di cui in premessa, presente nell'edificio "C". Nell'ipotesi presente è stato approvato dal Comando VV.F. un progetto di prevenzione incendi che, alla luce del nuovo Codice 2015, esclude l'obbligo dell'impianto di estinzione a idranti, ritenendo sufficiente la protezione di base da realizzare mediante l'installazione degli estintori portatili e la realizzazione della "colonna a secco".

2.5 Impianto di climatizzazione estiva.

Non è presente un impianto di climatizzazione estiva.

2.6 Impianto di scarico acque reflue.

Facendo riferimento alla documentazione fornita dal Comune abbiamo ricostruito i percorsi riguardanti le condotte di scarico delle acque reflue e delle acque meteoriche relative all'intero complesso, alle quali verranno riallacciate le nuove tubazioni a partire dai terminali di scarico degli apparecchi sanitari previsti nella presente soluzione progettuale.

EDIFICIO C

In questo edificio sono collocate la palestra e la mensa con tutti i locali accessori e sono presenti le seguenti dotazioni impiantistiche

2.7 Impianto termico

Come sopra accennato attualmente l'edificio "C" è servito da un impianto che prende origine da una Sottocentrale inserita all'interno dello stesso edificio, che verrà ristrutturata rialzandone il piano di calpestio, alimentata dalla centrale termica principale.

L'impianto di riscaldamento è realizzato mediante radiatori prevalentemente in acciaio installati nei sottofinestra; nella palestra sono invece presenti gli aerotermini a parete.

La Sottocentrale è composta da un collettore A/R alimentato dal circuito primario proveniente dalla centrale termica principale, dal quale sono derivati due circuiti secondari che alimentano rispettivamente la palestra e tutti gli spazi riguardanti la scuola. A sua volta il circuito scuola si divide in due circuiti secondari rispettivamente il primo a servizio dello stesso edificio "C" ed il secondo a servizio degli altri tre edifici scolastici.

Nell'edificio è presente anche una cucina con apparecchiature alimentate gas la cui potenzialità complessiva è compresa fra 35 e 116kW

2.8 Impianto idrico sanitario

L'impianto idrico sanitario a servizio dell'edificio "C" è alimentato dallo stesso contatore posto sulla parete esterna del corpo 1 dove è presente anche il contatore che alimenta l'impianto antincendio. L'impianto è privo di qualsiasi trattamento dell'acqua (addolcimento, antincrostazione, antilegionella, ecc..).

Nei servizi igienici l'acqua calda sanitaria viene prodotta mediante scaldabagni elettrici. Per quanto riguarda la cucina la produzione dell'acqua calda sanitaria viene prodotta da uno scaldacqua a gas.

Per gli altri impianti si ripete quanto già illustrato per l'edificio "B".

2.9 Rimozione impianti esistenti

Alla presente relazione viene allegata documentazione fotografica relativa ai principali componenti degli impianti da rimuovere. Si precisa che negli impianti da rimuovere non vi è presenza di amianto oltre alle due vasche del vaso di espansione aperto presente nel sottotetto dell'edificio "C" di cui è prevista la rimozione.



Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



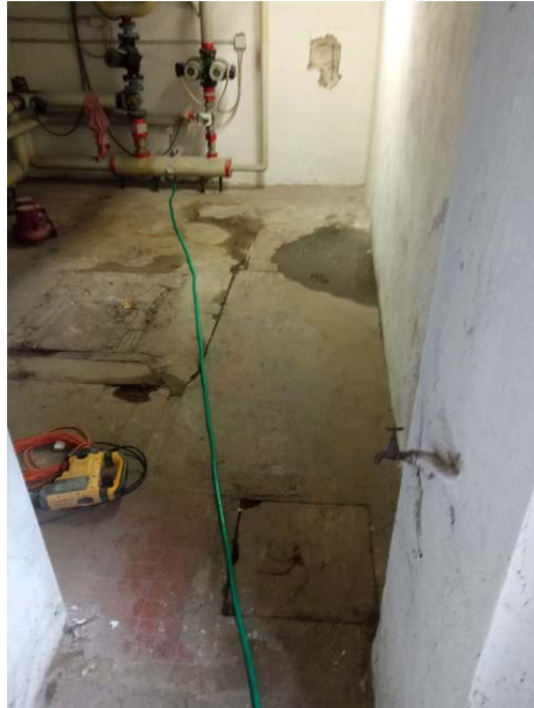
Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



Locale sottocentrale termica Edificio C (locale S012)



Locale sottoscala Edificio C (locale S010)



Locale sottoscala Edificio C (locale S010)



Locale archivio Edificio C (locale S06)



Locali macchine riserva idrica Edificio C (locale S011-S08)



Locale riserva idrica Edificio C (locale S08)



Locale palestra Edificio C (locale S04)



Locale palestra Edificio C (locale S04)



Locale palestra Edificio C (locale S04)



Connettivo nella zona di ingresso (locale 019) e sul fronte esterno



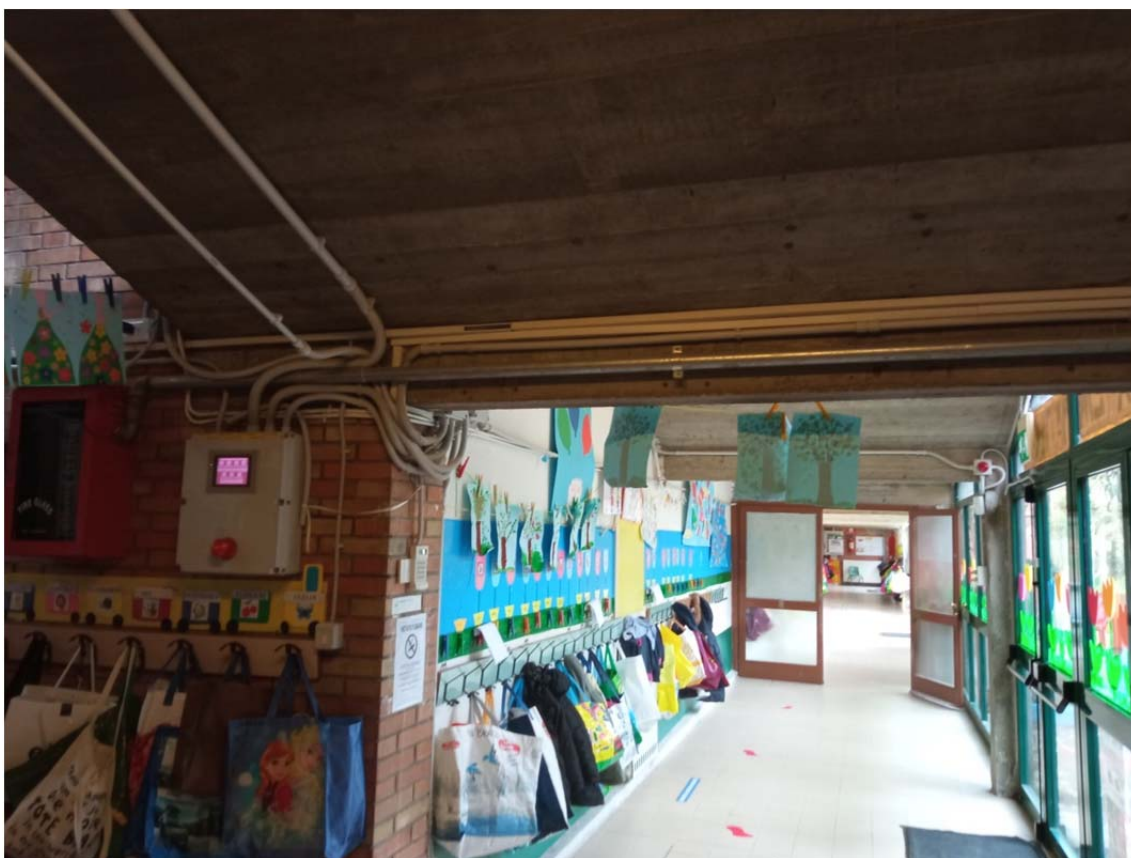
Connettivo (locale 041)



Connettivo (locale 041)



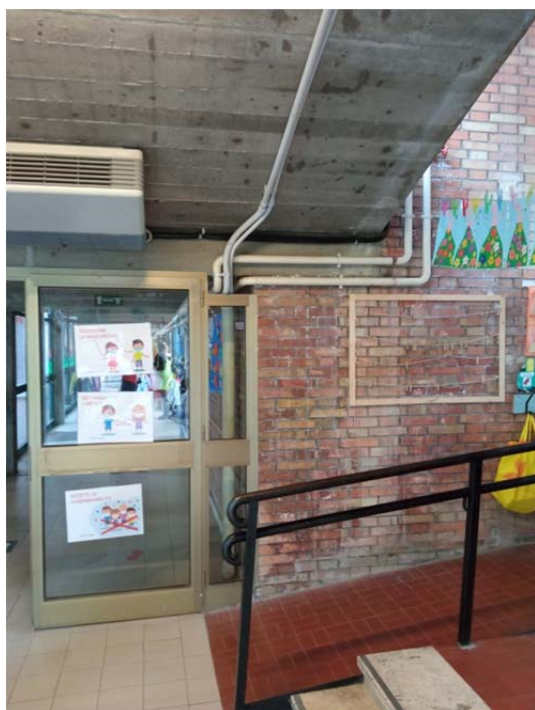
Connettivo (locale 041)



Connettivo (locale 041)



Connettivo (locale 041)



Connettivo edificio B (locale 02-01)



Atrio edificio B (loCALE 01)



Cucina edificio C (locale 105)



Cucina edificio C (locale 105)



Cucina e lavaggio edificio C (locale 105-104)



Mensa edificio C (locale 103)



*Sottotetto Edificio C - Vasi di espansione in eternit
(sottotetto al di sopra del locale 108, accessibile dal locale 121)*

3 STATO DI PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

Nei paragrafi che seguono, tenendo conto delle dotazioni impiantistiche descritte al punto precedente e degli accertamenti ed approfondimenti svolti, verranno descritte le soluzioni progettuali previste.

Gli edifici "B" e "C" oggetto di intervento verranno dotati dei seguenti tipi di impianti:

- Impianto di Climatizzazione invernale;
- Impianto di Ricambio d'Aria (solo per i servizi igienici privi di aerazione naturale);
- Impianto di regolazione e tele gestione (vedi impianti elettrici);
- impianto idrico sanitario
- Impianto di scarico acque usate.

3.1 Limiti degli interventi

Nella presente ipotesi progettuale si prevede di dover intervenire con il rifacimento completo di alcuni impianti, finalizzato ad un miglioramento estetico e funzionale degli impianti e/o ad un adeguamento normativo, mentre per altri impianti si considera di intervenire parzialmente in relazione alla diversa distribuzione architettonica prevista o in relazione ad eventuali interferenze degli impianti esistenti con gli interventi di tipo strutturale legati al miglioramento sismico dell'edificio.

Impianto di climatizzazione:

Per l'edificio "B" l'impianto di climatizzazione invernale avrà origine dalla nuova sottocentrale da realizzare nell'edificio C. Per la produzione di calore verrà abbandonata la Centrale Termica di cui l'edificio è attualmente dotato: nella nuova sottocentrale verranno realizzate opportune predisposizioni per un futuro eventuale allacciamento ad un sistema a pompa di calore che alimenti tutti o in parte i circuiti che hanno origine dalla stessa sottocentrale. La distribuzione del calore sarà realizzata mediante pannelli radianti a pavimento divisi in tre zone al piano terra ed una zona al piano primo. I relativi collettori di distribuzione verranno alloggiati in apposite cassette da incasso ed alimentati da tubazioni multistrato. La regolazione della temperatura dell'acqua di mandata verrà realizzata nella sottocentrale.

Nella sottocentrale verrà installato il sistema di trattamento dell'acqua sanitaria e tecnica oltre a tutte le apparecchiature necessarie alla distribuzione del calore (collettori, circolatori, valvole e strumentazione).

Per l'edificio "C" l'impianto di climatizzazione invernale avrà origine dalla Sottocentrale Termica che verrà modificata parzialmente, come sopra detto, pur rimanendo nella posizione di quella esistente. Dalla Sottocentrale si provvederà alla distribuzione del calore attraverso l'installazione di radiatori in alluminio e la realizzazione di nuovi circuiti a servizio

rispettivamente della palestra, dei locali al piano della palestra (seminterrato), dei locali di servizio e spogliatoi al piano terra e della mensa al piano primo con i relativi locali accessori.

Si evidenzia che i radiatori sono stati progettati per il funzionamento con una differenza di temperatura dell'acqua fra andata e ritorno di 5 °C prevedendo una possibile futura sostituzione della caldaia con una pompa di calore. Considerando che la pompa di calore possa lavorare con salto termico 52,5-47,5 °C e quindi con una temperatura media di 50°C, i radiatori sono stati dimensionati assumendo una resa corrispondente ad un $DT=30^{\circ}C$.

Per la produzione di calore continuerà ad essere utilizzata la Centrale Termica principale ripristinando il collegamento al circuito primario. Per quanto riguarda gli spazi non propriamente facenti parte dei due edifici suddetti ma del connettivo costituito dall'atrio (loc.005), dal disimpegno (loc.004 e dal corridoio (loc.028), locali che comunque verranno interessati da lavori di demolizione e ricostruzione, si prevede l'installazione di nuovi radiatori alimentati dalla sottocentrale. Per i locali 004 e 005 verrà realizzato un circuito indipendente a partire dalla sottocentrale, mentre il radiatore del locale 028 sarà allacciato alle nuove tubazioni che alimenteranno i tre edifici esistenti non interessati dagli interventi di adeguamento.

La scelta di rifare il collegamento dalla sottocentrale alla rete esistente dei tre edifici deriva dal fatto che le tubazioni di collegamento attuali corrono interrate e quindi non è garantito il loro stato di conservazione.

Ricambio d'Aria

In entrambi gli edifici sarà realizzato esclusivamente nei servizi igienici privi di aerazione naturale.

Impianto idrico sanitario:

L'impianto idrico-sanitario sarà diverso nei due edifici per quanto riguarda la produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

Nell'edificio "B" verrà distribuita l'acqua fredda mentre per l'acqua calda saranno utilizzati scaldabagni elettrici in pompa di calore installati in loco.

Per l'edificio "C", invece, visto il maggior fabbisogno di A.C.S rispetto all'edificio "B" e la diversa distribuzione delle utenze, verrà installato un serbatoio di accumulo di acqua tecnica nella sottocentrale e, mediante un produttore istantaneo con circuito di ricircolo, verrà distribuita l'A.C.S. con impianto di tipo centralizzato.

Impianto idrico antincendio: come già accennato ai punti precedenti l'impianto esistente verrà dismesso; verranno però realizzate per ognuno dei due edifici le colonne a secco che in pratica sono impianti interni costituiti da un attacco per l'autopompa dei VV.F. e da cassette idranti a disposizione per i VV.F.. (vedi punto 3.2.6)

Scarichi idrici: per gli scarichi idrici provenienti dai servizi igienici, si prevede di procedere alla loro sostituzione in entrambi gli edifici oggetto di intervento; per quanto riguarda il piano terra le nuove reti saranno collocate nello spessore del solaio di cui è prevista la demolizione dell'attuale ed il suo rifacimento. Per quanto riguarda il piano primo le nuove reti verranno installate all'intradosso del solaio nel controsoffitto del piano terra.

In fase di realizzazione si dovranno approfondire gli aspetti legati alla rete di smaltimento esterna fino alla fognatura pubblica e dovrà essere valutata l'idoneità del sistema di trattamento esistente prima dello scarico in fognatura: in particolare per la presenza della cucina dovrà essere valutata, in accordo con il gestore della rete pubblica, la necessità di installare un degrassatore. Eventuali interventi di adeguamento delle reti di scarico esterne sono escluse dal presente appalto.

Per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle coperture oggetto di intervento, il tracciamento della posizione dei pluviali verrà definito in funzione della rete acque bianche esistente in modo da ottimizzare i relativi adeguamenti. In ogni caso la superficie di raccolta di ciascun pluviale non sarà superiore a:

- 75m² per diametro 80mm;
- 120 m² per diametro 100mm
- 150 m² per diametro 120mm.

3.2 Descrizione nuovi impianti

Preso atto dello stato attuale degli impianti e considerati gli obbiettivi del presente progetto che tendono ad un miglioramento degli aspetti funzionali e ad un risparmio energetico complessivo, sono stati previsti i seguenti interventi.

3.2.1 Impianto di Climatizzazione

Tipologia impiantistica

Come già accennato, attualmente i due edifici sono serviti da impianti di riscaldamento a radiatori che prendono origine da una Centrale Termica collocata al piano terra per l'edificio "B" e da una Sottocentrale collocata al piano seminterrato per l'edificio "C". La sottocentrale dell'edificio "C" viene alimentata da una centrale termica a gas posta in edificio esterno isolato. Nella presente ipotesi progettuale si prevede il rifacimento completo dell'impianto a servizio produzione dell'edificio "B" mediante l'installazione di pannelli radianti a pavimento sia al piano terra che al piano primo.

Per l'edificio "C" sarà mantenuta la distribuzione del calore mediante radiatori in tutti i locali, con esclusione della palestra nella quale verranno installati gli aerotermi.

Tutti gli impianti avranno un proprio sistema di regolazione e di telegestione.

Generazione del calore

Attualmente la Centrale Termica, a servizio esclusivo dell'edificio "B", è inserita nella volumetria dell'edificio stesso e nella ridistribuzione complessiva degli spazi è prevista la sua demolizione.

Come sopra accennato la Centrale Termica principale è a servizio di quattro edifici costituiti dai due blocchi relativi alla scuola elementare, il blocco relativo alla scuola materna comunale e il blocco palestra e mensa.

Dalla centrale termica viene alimentata la sottocentrale presente nell'edificio "C" che verrà modificata e da questa verranno alimentati tutti gli edifici.

Come già detto nella descrizione dello stato attuale la Sottocentrale è composta da un collettore A/R alimentato dal circuito primario proveniente dalla centrale termica principale, dal quale sono derivati due circuiti secondari che alimentano rispettivamente la palestra e tutti gli spazi riguardanti la scuola. A sua volta il circuito scuola si divide in due circuiti secondari rispettivamente il primo a servizio dello stesso edificio "C" ed il secondo a servizio degli altri tre edifici scolastici.

Nel presente progetto non sono previsti interventi all'interno della Centrale Termica relativi al sistema di distribuzione del calore. È invece prevista l'installazione di vasi di espansione per trasformare l'impianto esistente da vaso aperto a vaso chiuso, visto che il vaso aperto esistente nel sottotetto dell'edificio "C" deve essere rimosso per realizzare gli interventi strutturali previsti su tale edificio.

Nella Sottocentrale, invece, la proposta progettuale prevede le seguenti lavorazioni:

- rimozione di tutte le apparecchiature compreso il taglio delle tubazioni entranti nel locale;
- adeguamento architettonico/strutturale del locale secondo la nuova conformazione distributiva;
- installazione di un sistema di trattamento dell'acqua tecnica e sanitaria;
- installazione di un serbatoio di accumulo termico per la produzione di acqua calda sanitaria mediante scambiatore rapido;
- realizzazione di un collettore di distribuzione con partenza di tre circuiti, uno a servizio dell'intero edificio C più il connettivo, l'altro a servizio dell'edificio "B" ed il terzo si ricollega alla rete a servizio degli altri tre edifici denominati A1, A2 e A3.;
- installazione dei rispettivi circolatori;
- installazione del valvolame e della strumentazione di misura e controllo;
- realizzazione della coibentazione dei circuiti caldi e rivestimento in lamierino di alluminio.

Per quanto riguarda le tubazioni che entrano nel locale dovranno essere ripristinati i relativi collegamenti e cioè:

- le tubazioni A/R del circuito primario proveniente dalla Centrale Termica dovranno essere ricollegate al nuovo impianto della sottocentrale secondo gli schemi progettuali;
- il circuito relativo ai tre edifici A1, A2 e A3 sarà ricollegato alla rete esistente nel connettivo mediante installazione di nuove tubazioni correnti a vista nel corridoio 026 in sostituzione delle vecchie tubazioni installate sotto pavimento.

3.2.2 Impianto di Ricambio d'Aria

In generale il rinnovo dell'aria negli ambienti di entrambi gli edifici sarà di tipo naturale come lo è attualmente. L'aerazione meccanica sarà tuttavia necessaria nei servizi igienici privi di aerazione naturale.

EDIFICIO "B"

Sono presenti n°3 blocchi di servizi igienici al piano terra e n°1 servizio al piano primo; tutti i servizi sono privi di aerazione naturale per cui verranno installati singoli impianti indipendenti con la sola estrazione realizzata mediante estrattori d'aria a parete o a soffitto. L'espulsione dell'aria verrà canalizzata fino alla parete esterna o fino alla copertura.

EDIFICIO "C"

Nell'edificio "C" al piano seminterrato è presente uno spogliatoio con due servizi igienici privi di aerazione; l'impianto di aerazione meccanica sarà dello stesso tipo di quelli previsti per l'edificio "B".

Al piano terra sono invece presenti gli spogliatoi degli alunni e degli istruttori con i relativi servizi igienici; complessivamente la portata d'aria di rinnovo assume un valore per il quale è stato ritenuto opportuno installare un impianto con unità di ventilazione dotata di recuperatore di calore in modo da conseguire un risparmio sui consumi energetici. La rete di distribuzione dell'aria sarà realizzata prevalentemente con canalizzazioni in pannelli sandwich e con condotti flessibili per i tratti finali di collegamento delle bocchette. Sono previste bocchette di mandata nelle zone antistanti i servizi igienici e valvole di aspirazione nei locali w.c..

L'unità di ventilazione verrà installata nel sottotetto del piano primo con i canali di aspirazione e di espulsione sulla parete esterna.

La diversa localizzazione della cucina rispetto alla posizione attuale comporta di dover provvedere alla predisposizione del sistema di aspirazione sopra i fuochi e la lavastoviglie. Il sistema previsto è costituito da unità di ricambio dell'aria con recuperatore di calore con aspirazione dalle cappe, espulsione dell'aria viziata, aspirazione dell'aria esterna ed immissione in ambiente dell'aria trattata.

La presenza di elementi schermanti alle finestre dei servizi igienici della cucina riduce i valori dei rapporti aeroilluminanti delle finestre per cui è stato necessario prevedere un impianto di ricambio dell'aria anche a servizio di questi locali. Il servizio igienico dell'aula indicato con la sigla 104 sarà dotato di semplice estrattore d'aria.

3.2.3 Sistema di Regolazione e Telegestione

Tutti gli impianti sopra indicati sono dotati di un sistema di regolazione e tele gestione così costituito:

- regolazione della temperatura di mandata dell'acqua ai vari circuiti con valvola a tre vie motorizzata, sonda limite e sonda esterna;
- regolazione della temperatura ambiente tramite valvole termostatiche nei locali dotati di radiatori e sonda ambiente e centralina di comando on-off delle elettrovalvole dei circuiti per i locali serviti da pannelli radianti;
- pannelli di comando per la regolazione della temperatura e della velocità degli aerotermini della palestra;
- regolazione della temperatura di mandata dell'aria dei recuperatori con aria neutra a 19-20°C;
- per la sottocentrale termica il sistema gestisce la attivazione delle elettropompe secondo gli orari di programmazione.

Tutti questi parametri, insieme agli orari di accensione e spegnimento degli impianti dei singoli circuiti e dei singoli locali possono essere gestiti e controllati da remoto tramite il sistema di telegestione BMS.

3.2.4 Impianto Idrico Sanitario

EDIFICIO "B"

L'edificio è dotato di n° 3 gruppi di servizi igienici ad uso degli studenti per il piano terra, e di un gruppo per il piano primo.

Ad ogni piano è presente un servizio igienico per persone con disabilità motorie.

L'impianto idrico farà capo alla nuova sottocentrale posta nell'edificio "C". Il fabbisogno dei servizi igienici è pari a circa 8m³/h di acqua fredda e di circa 2m³/h di acqua calda.

Considerando che pur avendo aumentato il numero di servizi igienici rispetto alla situazione attuale tuttavia le portate in gioco non sono significative, si ritiene non necessaria l'installazione di un sistema di accumulo e pressurizzazione tale da integrare le prestazioni dell'acquedotto in particolari situazioni. (Le portate sopra indicate sono quelle di punta calcolate in conformità alla norma UNI 9182).

Come già detto al punto 3.1, per la produzione dell'acqua calda sanitaria si prevedono produttori in loco al fine di evitare lunghi percorsi per la distribuzione che si avrebbero nel caso della produzione centralizzata.

L'acqua fredda viene inviata ai vari gruppi igienici e ai produttori di acqua calda ubicati in prossimità dei servizi stessi.

I produttori di acqua calda sono delle pompe di calore con accumulo, che richiedono dell'aria esterna per lo scambio termico; ogni produttore avrà una potenza elettrica media di 0,2 kW e un accumulo di acqua calda a 70°C max di 110 litri.

I produttori di acqua calda sanitaria aspirano aria dal locale nel quale sono installati e la espellono attraverso un condotto di sezione opportuna.

La distribuzione dell'acqua fredda e calda in ogni gruppo di servizi è prevista con un collettore e un circuito per ogni utenza.

EDIFICIO "C"

La nuova distribuzione degli spazi all'interno dell'edificio ha modificato il numero di apparecchi igienici da alimentare ed in particolare modo il numero delle docce.

Visto il notevole fabbisogno di acqua calda, in questo edificio è stato ritenuto più idoneo il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria di tipo centralizzato con circuito di ricircolo.

Dalla Sottocentrale partiranno quindi le reti dell'acqua fredda, dell'acqua calda e del ricircolo e si attesteranno a dei collettori all'interno dei gruppi di servizi igienici.

Il collegamento fra i collettori e gli apparecchi sanitari sarà realizzato con tubazioni in multistrato senza giunzioni intermedie.

Come già detto al punto 3.2.4 il contatore idrico e la relativa tubazione di alimentazione della riserva idrica che attualmente sono a servizio dell'impianto antincendio, verranno utilizzati per l'adduzione idrica alla nuova sottocentrale: si tratta quindi di realizzare il collegamento fra il punto di ingresso all'attuale riserva idrica fino all'ingresso nella nuova sottocentrale.

Come accennato al punto 3.1 nella sottocentrale verrà installato un sistema di trattamento dell'acqua anticorrosivo, antincrostante e antilegionella dal quale verranno alimentati i due edifici "B" e "C".

3.2.5 Impianto di raccolta e scarico acque usate

Come già accennato al punto 3.1 per gli scarichi idrici provenienti dai servizi igienici, si prevede di procedere alla loro sostituzione in entrambi gli edifici oggetto di intervento. Per quanto riguarda il piano terra dell'edificio "B" le nuove reti saranno collocate nello spessore del solaio di cui è prevista la demolizione dell'attuale ed il suo rifacimento. Per quanto riguarda il piano

primo le tubazioni principali delle nuove reti verranno installate all'intradosso del solaio nel controsoffitto del piano terra.

Per quanto riguarda l'edificio "C" lo scarico del servizio igienico del piano seminterrato verrà convogliato ad una stazione di sollevamento dalla quale verrà recapitato alla fognatura esistente che corre lungo il connettivo degli edifici ad una quota che non consente lo scarico a gravità. Per gli scarichi dei servizi posti ai piani terra e primo le tubazioni principali saranno installate a soffitto del piano inferiore a vista.

3.2.6 Mezzi per la prevenzione ed estinzione degli incendi

Ai sensi del DPR n° 151, 1° agosto 2011, l'attività ricade fra quelle elencate nell'Allegato 1 al DPR stesso in quanto il numero di persone presenti contemporaneamente, è sicuramente superiore a 100.

Nel progetto si prevede la realizzazione di opere conformi alle attuali norme di prevenzione incendi ed in particolare si prevede l'installazione dei seguenti impianti e presidi antincendio:

- impianto di illuminazione di emergenza che si attiverà automaticamente in caso di mancanza della fonte principale di energia elettrica.
- impianto di allarme incendi con centralina, rivelatori automatici di fumo nei locali di deposito, ecc.. e pulsanti da azionare manualmente in caso di emergenza.
- estintori portatili di idonea capacità estinguente ed in numero sufficiente a garantire la copertura di tutti gli spazi in ragione di almeno un estintore ogni 150m²
- idonea segnaletica di sicurezza, in particolare per la segnalazione delle vie di esodo e dei presidi antincendio.
- impianti elettrici realizzati nel rispetto della legge n° 186/1968.

Per l'impianto idrico antincendio che, come accennato al punto 3.1 viene rimosso sia per quanto riguarda la riserva idrica ed il sistema di pompaggio che per quanto riguarda la rete presente nei due edifici oggetto di intervento, si prevede la realizzazione delle rispettive "colonne a secco".

Come già detto al punto 3.2.4 il contatore idrico e la relativa tubazione di alimentazione della riserva idrica che attualmente sono a servizio dell'impianto antincendio, verranno utilizzati per l'adduzione idrica alla nuova sottocentrale: si tratta quindi di realizzare il collegamento fra il punto di ingresso all'attuale riserva idrica fino all'ingresso nella nuova sottocentrale.

Nel locale archivio posto al piano seminterrato dell'edificio C, individuato con la sigla S07, è necessario realizzare una superficie di aerazione naturale pari ad 1/40 della superficie del

locale; la soluzione di progetto prevede la realizzazione di un canale verticale che parte dal soffitto del locale stesso e si innesta al piano superiore su un canale orizzontale con sbocco in facciata protetto da una griglia con alette parapiovvia e rete antinsetto.

3.2.7 Impianto gas

Vista la diversa localizzazione della cucina al piano primo dell'edificio "C". si rende necessario l'intervento sulla rete di alimentazione del gas. In parte la nuova cucina verrà attrezzata con le apparecchiature esistenti (fuchi di cottura, forni, cuocipasta, ecc..) ma verrà aggiunto uno spazio per la cottura di cibi per celiaci. Considerato l'incremento della potenza totale necessaria e la necessità di una certificazione finale dell'impianto, l'ipotesi progettuale prevede la rimozione dell'impianto esistente e l'installazione di una nuova rete a partire dal contatore.

Il tratto dal contatore alla base del fabbricato sarà di tipo interrato in polietilene per reti gas, il tratto dalla base del fabbricato fino agli apparecchi sarà del tipo a vista con tubazioni in acciaio zincato verniciato.

Alla base del fabbricato e all'ingresso della tubazione nella cucina verranno poste valvole di intercettazione manuali; a valle della valvola manuale interna alla cucina sarà installata anche una elettrovalvola collegata all'impianto di rivelazione delle fughe gas.

3.2.8 Materiali impiegati

- Condotte esterne interraste con tubazioni in polietilene saldato;
- Centrale Tecnologica con tubazioni in polipropilene PP-R saldate o in multistrato, isolamento termico in elastomero tipo Armaflex o equivalente e rivestimento protettivo in alluminio opportunamente sagomato;
- Percorsi esterni dell'impianto idrotermico con tubazioni in polipropilene PP—R o in multistrato, isolamento termico in elastomero tipo Armaflex o equivalente e rivestimento protettivo con lamierino di alluminio;
- percorsi nel controsoffitto delle reti calde con tubazioni in polipropilene PP—R o multistrato e isolamento termico in elastomero tipo Armaflex o equivalente;
- collettori per pavimento radiante in tecnopolimero;
- tubazioni del pavimento radiante in PE-X;
- aspirazione dell'aria dai servizi igienici privi di aerazione naturale prevista con valvole di ventilazione in ABS e con canali in lamiera di acciaio zincato;
- griglie di espulsione dell'aria in alluminio con rete antinsetto di protezione;
- elettrovalvole motorizzate tipo Siemens o similari;
- elettropompe a rotore bagnato o in-line con inverter tipo WILO o similari;
- valvole di intercettazione Caleffi o similari;
- sistema di Telegestione Siemens o similari.

4 NORME DI RIFERIMENTO

-Decreto 22 gennaio 2008 n.37

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdiecis, 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.

-D.L. 19/08/2005 N. 192

Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.L. 29/12/2006 N. 311

Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante l'attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

-D.P.R. 02/04/2009 N. 59

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

-D.M. 26 giugno 2015

Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici

-D.L. 03/03/2011 N. 28

Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

-UNI 10339:1995

Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti.

Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

-UNI EN ISO 13790:2008

Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

-UNI/TS 11300-1 e seguenti – Prestazioni energetiche degli edifici

-UNI EN 12831:2006 – Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto

-UNI EN 378- Impianti di refrigerazione e pompe di calore

-UNI 9182:2010

Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – criteri di progettazione, collaudo e gestione.

Tutti gli impianti dovranno essere direttamente collegati alle strutture e/o dotati di staffaggi con caratteristiche antisismiche conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018 e Circolare Esplicativa che dovranno essere installati secondo quanto indicato nella Relazione RS01 e previa approvazione del D.L. Strutture.

5 CALCOLI

Nella progettazione degli interventi sopra descritti, abbiamo sviluppato i seguenti calcoli e verifiche:

5.1 Calcoli relativi all'impianto di riscaldamento

Tenendo conto degli interventi di isolamento termico previsti su alcune superfici disperdenti, è stato eseguito il calcolo delle potenze termiche necessarie ai fini del riscaldamento dei locali.

In base ai risultati ottenuti, riportati nelle tabelle che seguono, sono stati dimensionati gli apparecchi di riscaldamento. (Cfr. relazione ex L.10/91).

RIASSUNTO DISPERSIONI DEI LOCALI

Zona 1 - Zona Edificio B fabbisogno di potenza dei locali

| Loc | Descrizione | θ_i [°C] | n [1/h] | Φ_{tr} [W] | Φ_{ve} [W] | Φ_{rh} [W] | Φ_{hl} [W] | $\Phi_{hl\ sic}$ [W] |
|----------|-------------------------------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | Connettivo 001 Ed. B | 20,0 | 1,79 | 923 | 2159 | 0 | 3082 | 3082 |
| 101 | Connettivo 101 Ed. B | 20,0 | 0,85 | 953 | 455 | 0 | 1407 | 1407 |
| 102 | Sala polifunzionale 102 Ed. B | 20,0 | 2,35 | 1160 | 2553 | 0 | 3714 | 3714 |
| 103 | Servizi Igienici 103 Ed. B | 20,0 | 8,00 | 70 | 1073 | 0 | 1143 | 1143 |
| 104 | Antibagno 104 Ed. B | 20,0 | 0,84 | 13 | 48 | 0 | 61 | 61 |
| 105 | WC DA 105 Ed. B | 20,0 | 8,00 | 59 | 622 | 0 | 681 | 681 |
| 106 | Disimpegno 106 Ed. B | 20,0 | 0,83 | 126 | 183 | 0 | 310 | 310 |
| 100 1 | Connettivo-Ingresso 001 Ed. B | 20,0 | 0,53 | 482 | 589 | 0 | 1070 | 1070 |
| 900 2 | Connettivo-Ingresso 001 Ed. B | 20,0 | 0,41 | 34 | 66 | 0 | 100 | 100 |
| 900 3 | WC D.A. 003 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 33 | 140 | 0 | 173 | 173 |
| 900 4 | WC D.A. 003 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 341 | 661 | 0 | 1002 | 1002 |
| 900 5 | Aula 1 005 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 1238 | 2060 | 0 | 3299 | 3299 |
| 900 6 | Servizi Igienici 006 Ed. B | 20,0 | 8,00 | 180 | 4286 | 0 | 4467 | 4467 |
| 900 7 | Aula 2 007 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 788 | 2270 | 0 | 3058 | 3058 |
| 900 8 | Aula 3 008 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 1220 | 2289 | 0 | 3509 | 3509 |
| 900 9 | Aula 4 009 Ed. B | 20,0 | 0,93 | 1332 | 1816 | 0 | 3148 | 3148 |
| 901 0 | Servizi Igienici 010 Ed. B | 20,0 | 8,00 | 71 | 1994 | 0 | 2065 | 2065 |
| 901 1 | Aula 5 011 Ed. B | 20,0 | 1,37 | 1789 | 2312 | 0 | 4101 | 4101 |
| 901 4 | Filtro 014 Ed. B | 20,0 | 0,64 | 580 | 323 | 0 | 903 | 903 |
| 901 5 | Connettivo 015 Ed. B | 20,0 | 0,64 | 198 | 359 | 0 | 557 | 557 |
| Totale: | | | | 11591 | 26257 | 0 | 37848 | 37848 |

Zona 3 - Zona Edificio C fabbisogno di potenza dei locali

| Loc | Descrizione | θ_i [°C] | n [1/h] | Φ_{tr} [W] | Φ_{ve} [W] | Φ_{rh} [W] | Φ_{hl} [W] | $\Phi_{hl\,sic}$ [W] |
|----------|-------------------------------------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | Corridoio Ingresso Ed. C | 20,0 | 0,67 | 653 | 433 | 0 | 1085 | 1085 |
| 8 | Corridoio 023 Ed. C | 20,0 | 0,88 | 26 | 125 | 0 | 151 | 151 |
| 12 | Servizi S05 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 116 | 652 | 0 | 769 | 769 |
| 14 | WC DA S06 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 42 | 472 | 0 | 515 | 515 |
| 110 4 | Disimpegno Connettivo 004 Ed.C | 20,0 | 0,63 | 2847 | 2449 | 0 | 5297 | 5297 |
| 201 1 | Spogliatoio 011 Ed. C | 20,0 | 1,95 | 77 | 866 | 0 | 943 | 943 |
| 201 2 | WC DA 012 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 14 | 574 | 0 | 588 | 588 |
| 201 3 | Docce 013 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 14 | 586 | 0 | 601 | 601 |
| 201 4 | Spogliatoio istruttori 014 Ed. C | 20,0 | 1,96 | 40 | 439 | 0 | 480 | 480 |
| 201 8 | Anti WC 018 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 46 | 2089 | 0 | 2135 | 2135 |
| 201 9 | Docce 019 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 175 | 1790 | 0 | 1965 | 1965 |
| 202 0 | Spogliatoio 020 Ed. C | 20,0 | 1,95 | 194 | 892 | 0 | 1085 | 1085 |
| 202 1 | Spogliatoio istruttori 021 Ed. C | 20,0 | 1,96 | 131 | 421 | 0 | 553 | 553 |
| 202 2 | WC DA 022 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 151 | 941 | 0 | 1092 | 1092 |
| 210 6 | Docce 006 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 40 | 1696 | 0 | 1736 | 1736 |
| 210 7 | Anti WC 009 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 46 | 2071 | 0 | 2117 | 2117 |
| 211 0 | WC DA 010 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 19 | 812 | 0 | 830 | 830 |
| 211 5 | WC DA 010 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 19 | 842 | 0 | 861 | 861 |
| 300 2 | Corridoio 102 Ed. C | 20,0 | 2,01 | 315 | 561 | 0 | 876 | 876 |
| 300 3 | Antibagno 103 Ed. C | 20,0 | 2,01 | 13 | 130 | 0 | 143 | 143 |
| 300 4 | WC DA 104 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 13 | 557 | 0 | 571 | 571 |
| 300 5 | Aula 105 Ed. C | 20,0 | 2,01 | 834 | 2232 | 0 | 3066 | 3066 |
| 300 6 | Mensa 106 Ed. C | 20,0 | 2,30 | 2850 | 12144 | 0 | 14994 | 14994 |
| 300 7 | Lavaggio 107 Ed. C | 20,0 | 20,26 | 141 | 5323 | 0 | 5464 | 5464 |
| 300 8 | Cucina 108 Ed. C | 20,0 | 20,26 | 532 | 19907 | 0 | 20439 | 20439 |
| 300 9 | Disimpegno 109 Ed. C | 20,0 | 0,93 | 15 | 73 | 0 | 88 | 88 |
| 301 0 | Dispensa 110 Ed. C | 20,0 | 1,84 | 240 | 579 | 0 | 819 | 819 |
| 301 1 | Corridoio 111 Ed. C | 20,0 | 0,93 | 154 | 513 | 0 | 668 | 668 |
| 301 2 | Scale 112 Ed. C | 20,0 | 0,92 | 79 | 198 | 0 | 277 | 277 |
| 301 3 | Bagno 113 Ed.C | 20,0 | 8,00 | 97 | 1384 | 0 | 1481 | 1481 |
| 301 4 | WC DA 114 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 68 | 537 | 0 | 605 | 605 |

| | | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|------|------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|
| 301 5 | Bagno 115 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 98 | 1534 | 0 | 1632 | 1632 |
| 301 6 | Locale Quadri | 20,0 | 0,93 | 14 | 73 | 0 | 88 | 88 |
| 301 7 | Ripostiglio 117 Ed. C | 20,0 | 0,90 | 96 | 132 | 0 | 228 | 228 |
| 301 8 | Spogliatoio 118 Ed. C | 20,0 | 2,01 | 151 | 448 | 0 | 599 | 599 |
| 301 9 | WC 119 Ed. C | 20,0 | 8,00 | 121 | 526 | 0 | 647 | 647 |
| 310 3 | Palestr S03 Ed.C | 20,0 | 0,54 | 7732 | 6616 | 0 | 14348 | 14348 |
| 312 4 | Spogliatoio S04 Ed. C | 20,0 | 2,41 | 244 | 606 | 0 | 850 | 850 |
| 312 7 | Archivio S07 Ed. C | 20,0 | 2,21 | 630 | 1220 | 0 | 1850 | 1850 |
| 312 8 | Corridoio S08 Ed. C | 20,0 | 1,02 | 350 | 307 | 0 | 656 | 656 |
| 313 0 | Archivio S10 Ed.C | 20,0 | 2,22 | 823 | 1342 | 0 | 2165 | 2165 |
| 330 5 | Atrio Connettivo e 005 Ed. C | 20,0 | 0,65 | 1027 | 997 | 0 | 2024 | 2024 |
| Totale: | | | | 21287 | 76091 | 0 | 97378 | 97378 |
| Totale Edificio: | | | | 308872 | 154162 | 0 | 463035 | 463035 |

Legenda simboli

| | |
|------------------|--|
| θ_i | Temperatura interna del locale |
| n | Ricambio d'aria del locale |
| Φ_{tr} | Potenza dispersa per trasmissione |
| Φ_{ve} | Potenza dispersa per ventilazione |
| Φ_{rh} | Potenza dispersa per intermittenza |
| Φ_{hl} | Potenza totale dispersa |
| $\Phi_{hl\,sic}$ | Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza |

5.2 Calcoli relativi all'impianto di ricambio aria

La portata dell'aria di ricambio è stata determinata mediante le indicazioni della norma UNI 10339. I risultati dei calcoli sono riportati nelle tabelle seguenti dove la colorazione dei vari raggruppamenti individua i locali serviti da una stessa unità di ventilazione e ricambio aria.

| CALCOLO PORTATE D'ARIA DI RINNOVO - EDIFICIO "B" | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-----|------------|---------------------|-----------|--------|
| N° | Locale | Superficie (mq) | Altezza (m) | Volume (mc) | Nr | N. Persone | Aria rinn. (mc/h.p) | Qv (mc/h) | Pv (W) |
| Piano terra | | | | | | | | | |
| 001 | Connettivo | 61,48 | 3,1 | 191 | 0,3 | | | 57 | 440 |
| 002 | Disimpegno | 3,47 | 3,1 | 11 | 0,3 | | | 3 | 25 |
| 003 | WC DA | 3,24 | 3,1 | 10 | 8,0 | | | 80 | 619 |
| 004 | Aula insegnanti | 15,27 | 3,1 | 47 | | 6 | 21,6 | 130 | 998 |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|------------|-----|--------------|-----|----|------|-------------|--------------|
| 005 | Aula 1 | 47,59 | 3,1 | 148 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 006 | Serv. igienico | 11,56 | 3,1 | 36 | 6,0 | | | 215 | 1656 |
| 007 | Aula 2 | 52,44 | 3,1 | 163 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 008 | Aula 3 | 52,07 | 3,1 | 161 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 009 | Aula 4 | 41,94 | 3,1 | 130 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 010 | Serv. igienico | 7,88 | 3,1 | 24 | 6,0 | | | 147 | 1129 |
| 011 | Aula 5 | 52,71 | 3,1 | 163 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 012 | Sottoscala | 9,89 | 3,1 | 31 | | | | 0 | 0 |
| 013 | Ascensore | 2,89 | 3,1 | 9 | | | | 0 | 0 |
| 014 | Filtro | 12,21 | 3,1 | 38 | 0,3 | | | 11 | 87 |
| 015 | Connettivo | 17,75 | 3,1 | 55 | 0,3 | | | 17 | 127 |
| Totale | | 392 | | 1.216 | | | | 2532 | 19495 |
| Piano primo | | | | | | | | | |
| 101 | Connettivo | 11,39 | 3,1 | 35 | 0,3 | | | 11 | 82 |
| 102 | Sala polifunzionale | 55,33 | 3,1 | 172 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 |
| 103 | Servizi igienici | 5,61 | 3,1 | 17 | 8,0 | | | 139 | 1071 |
| 104 | antibagno | 2,27 | 3,1 | 7 | 0,3 | | | 2 | 16 |
| 105 | WC DA | 3,24 | 3,1 | 10 | 8,0 | | | 80 | 619 |
| Totale | | 78 | | 241 | | | | 607 | 4671 |
| TOTALE EDIFICIO | | 470 | | 1458 | | | | 3138 | 24166 |

| CALCOLO PORTATE D'ARIA DI RINNOVO - EDIFICIO "B" | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|--------------|---------------------|------------|--------------|----------------|--------------------|
| N° | Locale | Superficie (mq) | Altezza (m) | Volumi (mc) | Nr | N. Persone | Aria rinn. (mc/h.p) | Qv (mc/h) | Pv (W) | Mandata (mc/h) | Aspirazione (mc/h) |
| Semin t. | | | | | | | | | | | |
| S01 | Locale tecnico | 11,63 | 2,45 | 28 | | | | | | | |
| S02 | Scala | 4,11 | 2,45 | 10 | 0,3 | | | 3 | 23 | | |
| S03 | Palestra | 287,42 | 2,45 | 704 | | 52,00 | 14,40 | 749 | 5766 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| S04 | Spogliatoio | 13,70 | 2,45 | 34 | 4,0 | | | 134 | 1034 | | 243 |
| S05 | Servizi igienici | 4,61 | 2,45 | 11 | 4,0 | | | 45 | 348 | | |
| S06 | WC DA | 3,23 | 2,45 | 8 | 8,0 | | | 63 | 487 | | |
| S07 | Archivio | 30,48 | 2,45 | 75 | 0,3 | | | 22 | 173 | | |
| S08 | Corridoio | 16,79 | 2,45 | 41 | 0,3 | | | 12 | 95 | | |
| S09 | Deposito | 11,75 | 2,45 | 29 | 0,3 | | | 9 | 66 | | |
| S10 | Archivio | 33,39 | 2,45 | 82 | 0,3 | | | 25 | 189 | | |
| S11 | Locale tecnico | 14,06 | 2,45 | 34 | | | | | | | |
| S12 | Locale tecnico | 19,25 | 2,45 | 34 | | | | | | | |
| Totale | | 128 | | 314 | | | | 311 | 2.392 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Piano terra | | | | | | | | | | | |
| 001 | Vano scala | 21,69 | 3,00 | 65 | 0,3 | | | 20 | 150 | | |
| 002 | Ascensore | 3,91 | 3,00 | 12 | | | | 0 | 0 | | |
| 003 | Deposito | 42,31 | 3,00 | 127 | 0,3 | | | 38 | 293 | | |
| 004 | Disimpegno | 121,53 | 3,00 | 365 | 0,3 | | | 109 | 842 | | |
| 005 | Atrio | 71,58 | 3,00 | 215 | 0,3 | | | 64 | 496 | | |
| 006 | Docce | 9,43 | 3,00 | 28 | 4 | | | 113 | 871 | | 113 |
| 007 | WC | 1,16 | 3,00 | 3 | 8 | | | 28 | 214 | | 56 |
| 008 | WC | 1,16 | 3,00 | 3 | 8 | | | 28 | 214 | | |
| 009 | Anti WC | 8,92 | 3,00 | 27 | 0,3 | | | 8 | 62 | 250 | |
| 010 | WC DA | 4,50 | 3,00 | 14 | 8 | | | 108 | 832 | | 108 |
| 011 | Spogliatoio 1 | 19,62 | 3,00 | 59 | 4 | | | 235 | 1813 | 235 | 235 |
| 012 | WC DA | 3,24 | 3,00 | 10 | 8 | | | 78 | 599 | | 130 |
| 013 | Docce | 3,27 | 3,00 | 10 | 4 | | | 39 | 302 | | 92 |
| 014 | Spogliatoio istruttori 1 | 8,71 | 3,00 | 26 | 4 | | | 105 | 805 | 200 | |
| 015 | WC DA | 4,50 | 3,00 | 14 | 8 | | | 108 | 832 | | 108 |
| 016 | WC | 1,17 | 3,00 | 4 | 8 | | | 28 | 216 | | 56 |
| 017 | WC | 1,16 | 3,00 | 3 | 8 | | | 28 | 214 | | |
| 018 | Anti WC | 8,92 | 3,00 | 27 | 0,3 | | | 8 | 62 | 250 | |
| 019 | Docce | 10,29 | 3,00 | 31 | 4 | | | 123 | 951 | | 123 |
| 020 | Spogliatoio 2 | 20,18 | 3,00 | 61 | 4 | | | 242 | 1865 | 242 | 242 |
| 021 | Spogliatoio istruttori 2 | 9,63 | 3,00 | 29 | 4 | | | 116 | 890 | 116 | |
| 022 | WC DA | 5,03 | 3,00 | 15 | 8 | | | 121 | 930 | | 121 |
| 023 | Corridoio | 6,53 | 3,00 | 20 | 0,3 | | | 6 | 45 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------|------|--------------|------|-----|------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| 024 | Piattaforma elevatrice | 2,85 | 3,00 | 9 | | | | 0 | 0 | | |
| 025 | Scala | 6,00 | 3,00 | 18 | 0,3 | | | 5 | 42 | | |
| 026 | Corridoio | 15,26 | 3,00 | 46 | 0,3 | | | 14 | 106 | | |
| 027 | Corridoio | 39,14 | 3,00 | 117 | 0,3 | | | 35 | 271 | | |
| 028 | Corridoio | 14,00 | 3,00 | 42 | 0,3 | | | 13 | 97 | | |
| Totale | | 466 | | 1.397 | | | | 1.820 | 14.013 | 1293 | 1384 |
| Piano primo | | | | | | | | | | | |
| 101 | Vano scala | 25,37 | 3,0 | 76 | 0,3 | | | 23 | 176 | | |
| 102 | Corridoio | 13,33 | 2,4 | 32 | 0,3 | | | 10 | 74 | | |
| 103 | Antibagno | 2,96 | 2,4 | 7 | 0,3 | | | 2 | 16 | | |
| 104 | WC DA | 3,24 | 2,4 | 8 | 8 | | | 62 | 479 | | |
| 105 | Aula | 51,40 | 3,0 | 154 | | 26 | 14,4 | 374 | 2883 | | |
| 106 | Mensa | 220,08 | 3,0 | 660 | | 110 | 14,4 | 1584 | 12197 | | |
| 109 | Disimpegno | 3,73 | 2,4 | 9 | 0,3 | | | 3 | 21 | | |
| 110 | Dispensa | 14,83 | 2,7 | 40 | 0,3 | | | 12 | 92 | | |
| Tot. Locali aeraz. Naturale | | 334,94 | | 986 | | | | 2.070 | 15.938 | | |
| 107 | Lavaggio | 11,98 | 3,0 | 36 | 19,8 | | | 712 | 5479 | 712 | 800 |
| 108 | Cucina | 45,23 | 3,0 | 136 | 19,8 | | | 2687 | 20687 | 2687 | 2800 |
| 111 | Corridoio | 26,03 | 2,4 | 62 | 0,3 | | | 19 | 144 | | |
| 112 | Scale | 10,05 | 3,0 | 30 | 0,3 | | | 9 | 70 | | |
| 113 | Bagno | 8,20 | 2,4 | 20 | 3 | | | 59 | 455 | 59 | 70 |
| 114 | WC DA | 3,51 | 2,4 | 8 | 8 | | | 67 | 519 | 67 | 80 |
| 115 | Bagno | 8,20 | 2,4 | 20 | 3 | | | 59 | 455 | 59 | 70 |
| 116 | Locale quadri | 3,57 | 3,0 | 11 | | | | 0 | 0 | | |
| 117 | Ripostiglio | 6,61 | 3,0 | 20 | | | | 0 | 0 | | |
| 118 | Spogliatoio | 9,92 | 2,4 | 24 | 4 | | | 95 | 733 | 95 | |
| 119 | WC | 3,26 | 2,4 | 8 | 8 | | | 63 | 482 | | 110 |
| Tot. Locali Spogliatoi e servizi | | 79,35 | | | | | | | | | |
| Totale | | 806 | | 2.347 | | | | 7.909 | 60.900 | 3.679 | 3.930 |
| | | | | | | | | | | | |
| | Locali con aerazione naturale | | | | | | | | | | |
| | Locali con aerazione meccanica - solo estrazione | | | | | | | | | | |
| | Locali con aerazione meccanica - Unità di ventilazione (U.V.01 per spogliatoi e servizi P.Terra) | | | | | | | | | | |
| | Locali con aerazione meccanica - Unità di ventilazione (U.V.12 per la cucina; U.V.11 per il lavaggio) | | | | | | | | | | |
| | Locali con aerazione meccanica - Unità di ventilazione (U.V.13 per spogliatoi e servizi P.Prime) | | | | | | | | | | |

5.3 Calcoli relativi all'impianto idrico sanitario

5.3.1 Rete di adduzione idrica

Il calcolo è riferito alle utenze dei due edifici oggetto di intervento.

Per il dimensionamento della rete idrica abbiamo fatto riferimento alla norma UNI 9182 - "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione". Per ogni punto di erogazione abbiamo indicato il valore delle unità di carico (U.C..) sia per l'acqua fredda che per l'acqua calda individuate nella tabella F3-1 dell'Appendice F. Per ogni sezione della rete abbiamo quindi effettuato la somma delle U.C. procedendo fino al punto di alimentazione.

In funzione delle U.C. mediante la tabella F4.2.1 abbiamo determinato per ogni tronco della rete la portata di progetto in l/s. In base al tipo di tubazioni scelte sono stati calcolati i diametri mantenendo le perdite di carico intorno a valori di circa 300 - 400 Pa/m e comunque senza superare i valori della velocità indicati nella tabella N 10 della Norma.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori della portata e dei diametri delle tubazioni principali di adduzione dell'acqua fredda e calda dei due edifici a partire dalla sottocentrale. Con gli stessi criteri sono stati determinati i valori per i singoli tratti a valle della tubazione principale.

In realtà, come già detto nella relazione descrittiva, per l'edificio "B" la produzione dell'acqua calda avviene in loco per cui dalla sottocentrale parte solo la tubazione di adduzione dell'acqua fredda.

TOTALE EDIFICIO "B"

| Apparecchio | Unità di carico unitarie | | | | | | Quantità | | Unità di carico totali | | | | | |
|--|--------------------------|------|------|-----------------|------|------|----------|-----------|------------------------|------------|-------------|-----------------|------------|------------|
| | residenziale | | | uffici-alberghi | | | resid. | uff.-alb. | residenziale | | | uffici-alberghi | | |
| | A.F. | A.C. | tot. | A.F. | A.C. | tot. | | | A.F. | A.C. | tot. | A.F. | A.C. | tot. |
| lavabo | 0,75 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 3 | | 2,3 | 2,3 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavabo a canale | 1,5 | 1,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 5 | | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| bidet | 0,75 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| vasca | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| doccia | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavello cucina | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| pilozzo | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| vaso a cassetta | 3,00 | | 3,0 | 5,0 | | 5,0 | 18 | | 54,0 | 0,0 | 54,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavatrice | 2,00 | | 2,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavastoviglie | 2,00 | | 2,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| idrantino 3/8" | 1,00 | | 1,0 | 2,0 | | 2 | 3 | | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totali | | | | | | | | | 66,8 | 9,8 | 70,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Portata (l/s) | | | | | | | | | 2,34 | 0,5 | 2,4 | | | |
| Portata (l/h) | | | | | | | | | 8424 | 1800 | 8640 | 0 | 0 | 0 |
| Diametro esterno tubo multistrato (mm) | | | | | | | | | 63 | 32 | 63 | | | |

TOTALE EDIFICIO "C"

| Apparecchio | Unità di carico unitarie | | | | | | Quantità | | Unità di carico totali | | | | | |
|--|--------------------------|------|------|-----------------|------|------|----------|-----------|------------------------|-------------|--------------|-----------------|------------|------------|
| | residenziale | | | uffici-alberghi | | | resid. | uff.-alb. | residenziale | | | uffici-alberghi | | |
| | A.F. | A.C. | tot. | A.F. | A.C. | tot. | | | A.F. | A.C. | tot. | A.F. | A.C. | tot. |
| lavabo | 0,75 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 6 | | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavabo a canale | 1,5 | 1,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 8 | | 12,0 | 12,0 | 16,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| bidet | 0,75 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1 | | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| vasca | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| doccia | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 16 | | 24,0 | 24,0 | 32,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavello cucina | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 3 | | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| pilozzo | 1,50 | 1,50 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| vaso a cassetta | 3,00 | | 3,0 | 5,0 | | 5,0 | 18 | | 54,0 | 0,0 | 54,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavatrice | 2,00 | | 2,0 | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| lavastoviglie | 2,00 | | 2,0 | | | | 1 | | 2,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| idrantino 3/8" | 1,00 | | 1,0 | 2,0 | | 2 | 5 | | 5,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totali | | | | | | | | | 106,8 | 45,8 | 122,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Portata (l/s) | | | | | | | | | 3,31 | 1,77 | 3,7 | | | |
| Portata (l/h) | | | | | | | | | 11916 | 6372 | 13320 | 0 | 0 | 0 |
| Diametro esterno tubo multistrato (mm) | | | | | | | | | 75 | 50 | 75 | | | |

5.3.2 Rete di scarico

Nel dimensionamento della rete di scarico interna all'edificio abbiamo fatto riferimento alla norma UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico a gravità all'interno degli edifici".

Per ogni punto di scarico è stato individuato il valore delle unità di scarico (D.U.)

Il calcolo delle portate di scarico in ogni sezione della rete è stato eseguito mediante la formula

$$Q = K\sqrt{\Sigma.D.U.}$$

dove: Q è la portata di scarico in l/s;

K è il coefficiente di frequenza = 0,7

$\Sigma.D.U.$ è la somma delle unità di scarico

Mediante l'applicazione della suddetta formula, è stata determinata la portata di scarico alla base delle colonne di scarico in modo da poter stabilire il diametro della tubazione di collegamento con la fognatura esterna.

In base ai valori delle portate sono stati determinati i diametri utilizzando le tabelle di cui all'Appendice B della norma UNI EN 12056-2 (normalmente si considera un grado di riempimento del 50%).

Per ciascuno dei due edifici riportiamo il calcolo relativo alla colonna più caricata; per i servizi posti al piano seminterrato dell'edificio "C", che non possono scaricare a gravità direttamente nella fognatura esistente, viene riportato il calcolo ai fini della determinazione delle caratteristiche della piccola stazione di sollevamento necessaria per l'allacciamento alla fognatura stessa.

Dalle tabelle riportate risulta che per gli scarichi a gravità, stabilendo una pendenza pari al 0,5%, il diametro delle tubazioni esterne dalla base delle colonne alla fognatura risulta pari a 125mm.

Per la tubazione in pressione, dalla stazione di sollevamento dell'edificio "C" alla fognatura, si sceglie una tubazione in PEAD di diametro esterno De63 e le pompe con portata di circa 7m³/h e con prevalenza di 0,4bar.

| TOTALE EDIFICIO "B" - Colonna A | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|------------|-------------|------------|----------|-------------------------|------------|-------------|------------|
| Apparecchio | Unità di scarico unitarie | | | | Quantità | Unità di scarico totali | | | |
| | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV | | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV |
| lavabo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 2 | 1 | | | |
| lavabo a canale | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 3 | 1,5 | | | |
| bidet | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vasca | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| doccia | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 0 | | | |
| lavello cucina | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| pilozzo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vaso a cassetta | 2 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | 11 | 22 | | | |
| lavatrice | 1,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | | 0 | | | |
| lavastoviglie | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | | 0 | | | |
| Piletta a pavimento | 0,8 | 0,9 | 0 | 0,6 | 3 | 2,4 | | | |
| Totali | | | | | | 26,9 | | | |
| K | | | | | | 0,7 | | | |
| Portata (l/s) | | | | | | 3,63 | | | |
| Portata (l/h) | | | | | | 13070,0 3 | | | |
| Diametro tubazione di scarico (p = 0,5%) | | | | | | 125 | | | |

| TOTALE PIANO SEMINTERRATO EDIFICIO "C" | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|------------|-------------|------------|----------|-------------------------|------------|-------------|------------|
| Apparecchio | Unità di scarico unitarie | | | | Quantità | Unità di scarico totali | | | |
| | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV | | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV |
| lavabo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 0,5 | | | |
| lavabo a canale | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 0,5 | | | |
| bidet | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vasca | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| doccia | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 0 | | | |
| lavello cucina | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| pilozzo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vaso a cassetta | 2 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | 3 | 6 | | | |
| lavatrice | 1,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | | 0 | | | |
| lavastoviglie | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | | 0 | | | |
| Piletta a pavimento | 0,8 | 0,9 | 0 | 0,6 | | 0 | | | |
| Totali | | | | | | 7,0 | | | |
| K | | | | | | 0,7 | | | |
| Portata (l/s) | | | | | | 1,85 | | | |
| Portata (l/h) | | | | | | 6667,29 | | | |
| Diametro tubazione di scarico (p = 0,5%) | | | | | | 125 | | | |

| TOTALE EDIFICIO "C" - Colonna E | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|------------|-------------|------------|----------|-------------------------|------------|-------------|------------|
| Apparecchio | Unità di scarico unitarie | | | | Quantità | Unità di scarico totali | | | |
| | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV | | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV |
| lavabo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 2 | 1 | | | |
| lavabo a canale | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 4 | 2 | | | |
| bidet | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vasca | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| doccia | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 6 | 3,6 | | | |
| lavello cucina | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 | | 0 | | | |
| pilozzo | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | 0 | | | |
| vaso a cassetta | 2 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | 8 | 16 | | | |
| lavatrice | 1,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | | 0 | | | |
| lavastoviglie | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | | 0 | | | |
| Piletta a pavimento | 0,8 | 0,9 | 0 | 0,6 | 5 | 4 | | | |
| Totali | | | | | | 26,6 | | | |
| K | | | | | | 0,7 | | | |
| Portata (l/s) | | | | | | 3,61 | | | |
| Portata (l/h) | | | | | | 12996,95 | | | |
| Diametro tubazione di scarico (p = 0,5%) | | | | | | 125 | | | |

5.4 Calcolo relativo al sistema di espansione a vaso chiuso

Il calcolo è stato eseguito applicando la formula

$$V_n \geq \frac{V_e}{1 - \frac{P_i}{P_f}}$$

V_n = Volume nominale del vaso in litri

$V_e = V_a \cdot n / 100$, Volume di espansione in litri

V_a = Volume Totale dell'impianto in litri

$n = 0,31 + 3,9 \times 10^{-4} t m^2$

$t m$ = Temperatura massima ammissibile in °C riferita all'intervento dei dispositivi di sicurezza

P_i = pressione assoluta, in bar, a cui è precaricato il cuscino di gas che non potrà essere inferiore alla pressione idrostatica nel punto in cui è installato il vaso.

P_f = pressione massima assoluta in bar, pari alla pressione di taratura della valvola di sicurezza diminuita di una quantità corrispondente al dislivello di quota esistente tra vaso di espansione e valvola di sicurezza se quest'ultima è posta più in basso ovvero aumentata se posta più in alto

Assumendo i seguenti valori:

- V_a = 3000 litri (calcolato in funzione della potenzialità)

- T_m = 100°C

- P_i = 2,5 bar

- P_f = 4,0 bar

si ottiene: V_n = 336,8 litri, realizzabile con l'installazione di n°10 vasi di espansione da 35 litri

5.5 Calcoli relativi alla colonna a secco

Il calcolo della rete per la realizzazione della colonna a secco viene eseguito solo per l'edificio "C" in quanto per l'edificio "B" è stata prevista una rete avente lo stesso diametro di quella da installare nel "C", pur avendo una estensione minore ed un numero di cassette per l'attacco delle lance dei VV.F. inferiore. Nell'edificio "C" sono presenti n°4 attacchi distribuiti su tre rami diversi che confluiscono su un tratto comune collegato all'attacco dell'autopompa esterno.

Il tratto comune avrà una lunghezza non superiore a 4m, mentre il tratto più lungo, sul quale verranno installati due attacchi, avrà una lunghezza complessiva pari a circa 60m a partire dal tratto comune fino all'ultimo attacco.

Il calcolo di verifica viene eseguito in conformità alle indicazioni del capitolo S.9 del Codice DM 03/08/2015 punto 7 verificando le perdite di carico complessive del percorso idraulicamente più sfavorito con il funzionamento contemporaneo di tre idranti con una portata di 120 l/min ciascuno ed una pressione residua di 0,2Mpa.

Calcoliamo perciò le perdite di carico nel tratto comune con una portata pari a 360 l/min e quelle nel tratto più lungo considerando, a favore di sicurezza, che tutto il tratto sia interessato dalla portata dei due idranti.

Tratto comune

- portata = 360l/min
- diametro = 2" acciaio
- perdite di carico unitarie = 150 mm c.a./m
- lunghezza de tratto = 4,0m
- perdite di carico del tratto = $150 \cdot 4 = 600$ mm c.a.

Tratto sfavorito

- portata = 240l/min
- diametro = 2" acciaio
- perdite di carico unitarie = 70 mm c.a./m
- lunghezza de tratto = 60,0m
- perdite di carico del tratto = $70 \cdot 60 = 4200$ mm c.a.

Perdite di carico complessive = $600 + 4200 = 4800$ mm c.a.

Si considera una maggiorazione delle perdite di carico per le resistenze localizzate pari a circa il 10% per cui nella rete avremo:

$$\text{Perdite di carico totali} = 4800 \cdot 1.10 = 5280 \text{ mm c.a.} = 5,28 \text{ m c.a.} = 0,518 \text{ Mpa}$$

Considerando la pressione dell'alimentazione da autopompa VV.F. pari a 0,8Mpa, la pressione residua alla lancia più sfavorita sarà almeno pari a:

$$0,8 - 0,518 = 0,282 \text{ Mpa}$$

valore superiore al minimo richiesto di 0,2Mpa.

5.6 Calcoli relativi alla rete dei pannelli radianti (circuito 3)

Il calcolo della rete dalla sottocentrale ai collettori è stato eseguito considerando che i pannelli radianti possano fornire una resa di 90W/mq. Abbiamo assunto un salto termico di 5°C. I diametri delle tubazioni sono stati scelti in modo tale che la velocità dell'acqua non sia superiore ad 1m/s, con perdite di carico nel campo 20-40 mm c.a./m. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente

| Collettore | S. di pertinenza (mq) | Potenza al collettore (W) | Portata collettore (l/h) | Tratto Tubazione | Portata tubazione (l/h) | De (mm) |
|------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|---------|
| CP0.1 | 119,84 | 10786 | 1855 | Sottoc.T-A | 6780 | 63 |
| CP0.2 | 135,73 | 12216 | 2101 | A - B | 4925 | 50 |
| CP0.3 | 103,93 | 9354 | 1609 | B - C | 2824 | 40 |
| CP1.1 | 78,50 | 7065 | 1215 | A - CP0.1 | 1855 | 32 |
| | | | | B - CP0.2 | 2101 | 32 |
| | | | | C - CP0.3 | 1609 | 32 |
| | | | | C - CP1.1 | 1215 | 32 |
| TOTALE | 438 | | 6780 | | | |

5.7 Calcoli relativi alla rete dei radiatori ed aerotermi (circuito 2)

Considerando che il circuito è unico sia per gli aerotermi della palestra che per i radiatori per il calcolo della portata della pompa abbiamo considerato la somma dei due rami del circuito pari a 10.895 l/h. (cfr. tabella seguente)

Per stabilire la prevalenza della pompa abbiamo considerato separatamente i due rami:

Aerotermi palestra

- lunghezza totale=78m
- perdite di carico medie nei vari tratti= 30mm c.a./m
- perdite di carico nelle tubazioni= $78 \cdot 30 = 2.340$ mm c.a.
- maggiorazione per perdite di carico concentrate (10%) = $2340 \cdot 1,10 = 2.574$ mm c.a.

La perdita di carico nella batteria degli aerotermi varia in funzione della portata dell'acqua; assumiamo il valore di 500 mm c.a. per cui le perdite di carico complessive del ramo aerotermi è pari a circa:

$$D_p = 2.574 + 500 = 3.074 \text{ mm c.a.}$$

Radiatori

Il percorso più sfavorito è quello relativo al piano primo che alimenta i radiatori della mensa al quale è collegato anche il collettore CR1.2 per il quale si assume una perdita di carico di 800 mm c.a.,

La lunghezza del ramo è pari a circa 27m (Lunghezza fra la Sottocentrale e l'inizio dell'anello) + $72/2$ m (metà della lunghezza dell'anello) = 63m

- perdite di carico medie nei vari tratti= 30mm c.a./m
- perdite di carico nelle tubazioni= $63 \cdot 30 = 1.890$ mm c.a.
- maggiorazione per perdite di carico concentrate (10%) = $1890 \cdot 1,10 = 2.079$ mm c.a.
- perdita di carico complessiva = $2.079 + 800 = 2.879$ mm c.a.

La prevalenza della pompa scelta tiene conto anche delle perdite di carico nel circuito della sottocentrale (collettori, valvole di intercettazione, valvole di ritegno, ecc..)

È stato scelto un circolatore con una portata di 11,6 mc/h e prevalenza di 6 m.c.a.

| N° | Locale | N° Elementi (installati) | Portata al corpo scald. (l/h) | Portata al collettore (l/h) | Portata totale (l/h) |
|-----|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| S03 | Palestra | 4 | 1.108 | 4.432 | 4.432 |
| S04 | Spogliatoio | 12 | 155 | 516 | |
| S05 | Servizi igienici | 9 | 116 | | |
| S06 | WC DA | | | | |
| S07 | Archivio | 7 | 90 | | |
| S08 | Corridoio | 4 | 52 | | |
| S09 | Deposito | | | | |
| S10 | Archivio | 8 | 103 | | |
| 004 | Disimpegno | 32 | 413 | 671 | |
| 005 | Atrio | 20 | 258 | | |
| 006 | Docce | 6 | 77 | | |
| 007 | WC | 10 | 129 | | |
| 008 | WC | | | | |
| 009 | Anti WC | | | | |
| 010 | WC DA | | | | |
| 011 | Spogliatoio 1 | 10 | 129 | | |
| 012 | WC DA | 8 | 103 | | |
| 013 | Docce | | | | |
| 014 | Spogliatoio istruttori 1 | | | | |
| 015 | WC DA | 10 | 129 | 413 | |
| 016 | WC | | | | |
| 017 | WC | | | | |
| 018 | Anti WC | | | | |
| 019 | Docce | 6 | 77 | | |
| 020 | Spogliatoio 2 | 10 | 129 | 632 | |
| 021 | Spogliatoio istruttori 2 | 6 | 77 | | |
| 022 | WC DA | 6 | 77 | | |
| 023 | Corridoio | 4 | 52 | | |
| 024 | Piattaforma elevatrice | 5 | 65 | | |
| 025 | Scala | | | | |
| 026 | Corridoio | | | | |
| 102 | Corridoio | 4 | 52 | 3.302 | |
| 103 | Antibagno | 6 | 77 | | |
| 104 | WC DA | | | | |
| 105 | Aula | 46 | 593 | | |
| 106 | Mensa | 200 | 2.580 | | |
| 107 | Lavaggio | 15 | 194 | 1.019 | |
| 108 | Cucina | 58 | 748 | | |
| 109 | Disimpegno | | | | |
| 110 | Dispensa | 6 | 77 | | |
| 111 | Corridoio | 8 | 103 | 581 | |
| 112 | Scale | | | | |
| 113 | Bagno | 7 | 90 | | |
| 114 | WC DA | 6 | 77 | | |
| 115 | Bagno | 7 | 90 | | |
| 116 | Locale quadri | | | | |
| 117 | Ripostiglio | | | | |
| 118 | Spogliatoio | 10 | 129 | | |
| 119 | WC | 7 | 90 | | |

6.463

Portata totale circuito radiatori + aerotermi

10.895

5.8 Dimensionamento rete adduzione Gas Cucina

Dall'ente normatore UNI è stata introdotta una norma per Progettazione, installazione e messa in servizio di "Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW, all'interno della norma si precisa che:

Punto 5.2.2 Dimensionamento della sezione delle tubazioni

....."Criteri e metodi di calcolo diversi da quelli indicati nella presente norma, possono essere applicati purché garantiscano il corretto funzionamento degli apparecchi. Determinato il diametro si deve, prendere come riferimento il diametro commerciale immediatamente superiore.

Il calcolo dei diametri delle tubazioni dell'impianto a valle del contatore viene condotto mediante la formula e i dati descritti all'interno della norma UNI 7129:2008 usata nel progetto originario assumendo i seguenti dati:

- Gas naturale: massa volumica a 15°C e 1013 mbar: $\gamma = 0,6826 \text{ kg/m}^3$
viscosità cinematica $\vartheta = 1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$.
potere calorifico inferiore = 8.250 Kcal/m^3
potere calorifico superiore = 9.100 Kcal/m^3
- Pressione massima di esercizio: 40 mbar
- Classe della condotta: 7ª specie
- Pressione nominale caldaia: 12 mbar
- Formula utilizzata:

$$P_A - P_B = 2,28 \cdot 10^4 \cdot \frac{d \cdot L \cdot Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

Dove:

- P_A è la pressione relativa in un punto A (in mbar);
- P_B è la pressione relativa in un punto B (in mbar);
- $2,28 \times 10^4$ è la costante che tiene conto della rugosità delle pareti interne del tubo valida per semplificazione per tutti i materiali;
- d è la densità relativa del gas in rapporto all'aria che per il gas naturale vale 0,6;
- L è la lunghezza virtuale della tubazione (in metri);
- Q è la portata di gas (in m^3/h , a 15°C e 1013 mbar);
- D è il diametro interno della tubazione (in metri);

Applicando la formula alla rete in progetto applicando **una riduzione del diametro delle tubazioni** come definito al punto descritto in precedenza dalla norma UNI 11528 (**“Determinato il diametro si deve, prendere come riferimento il diametro commerciale immediatamente superiore”**), si ha il risultato riportato nella tabella seguente.

Dal risultato di calcolo si vede che la perdita di carico fra il contatore e la caldaia risulta 1,141 mbar. (0,412 mbar con la tubazione di diametro reale, inferiore anche alla perdita di 1 mbar dettata dalla UNI 7129 per impianti con potenza “del singolo apparecchio” inferiore a 35kW) Tale risultato ci permette di affermare che non viene compromesso il funzionamento dei nostri apparecchi.

A75: Alimentazione Apparecchiature di Cucina Esistenti - LINEA A ΔP max – DIAMETRI RIDOTTI

TABELLA DI CALCOLO PROGETTO TUBAZIONI GAS - METANO

| Tratto | Potenza termica caldaia (kW) | Potenza termica app. cottura (kW) | Portata (m3/h) | Diametro interno (mm) | Lunghezza effettiva (m) | Curve a 90° (n°) | Raccordi a T (n°) | Raccordi a croce (n°) | Raccordi a gomito (n°) | Rubinetto (n°) | Lunghezza equivalente (m) | Lunghezza virtuale (m) | ΔP (mbar) |
|--------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------|---------------------------|------------------------|-------------------|
| A-B | | 85 | 8,03 | 32,6000 | 7,0 | 2 | | | | 1 | 1,8 | 8,8 | 0,279 |
| B-C | | 85 | 8,03 | 36,6000 | 16,0 | 7 | | | | 2 | 5,1 | 21,1 | 0,384 |
| C-D | | 65 | 6,14 | 27,9000 | 6,0 | 1 | | | | | 0,5 | 6,5 | 0,269 |
| D-E | | 20 | 1,89 | 22,3000 | 7,0 | 2 | | | | 1 | 1,8 | 8,8 | 0,128 |
| D-F | | 45 | 4,25 | 27,9000 | 6,0 | 2 | 1 | | | 1 | 3,8 | 9,8 | 0,209 |
| C-G | | 20 | 1,89 | 22,3000 | 4,0 | 2 | 1 | | | | 3,0 | 7 | 0,102 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |

Metano CH₄ - densità in rapporto all'aria d = 0,6

Metano CH₄ - massa volumica a 15°C e 1013 mbar: $\gamma = 0,6826$

kg/m³

potere calorifico inferiore = 8250 kcal/m³

potere calorifico superiore = 9100

kcal/m³

$$P_A - P_B = 2,28 \cdot 10^4 \cdot \frac{d \cdot L \cdot Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

Perdite di carico dell'apparecchio più sfavorito

1,141

A75: Alimentazione Apparecchiature di Cucina Esistenti - LINEA A ΔP max - DIAMETRI REALI

TABELLA DI CALCOLO PROGETTO TUBAZIONI GAS - METANO

| Tratto | Potenza termica caldaia (kW) | Potenza termica app. cottura (kW) | Portata (m3/h) | Diametro interno (mm) | Lunghezza effettiva (m) | Curve a 90° (n°) | Raccordi a T (n°) | Raccordi a croce (n°) | Raccordi a gomito (n°) | Rubinetto (n°) | Lunghezza equivalente (m) | Lunghezza virtuale (m) | ΔP (mbar) |
|--------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------|---------------------------|------------------------|-------------------|
| A-B | | 85 | 8,03 | 40,8000 | 7,0 | 2 | | | | 1 | 1,8 | 8,8 | 0,095 |
| B-C | | 85 | 8,03 | 42,5000 | 16,0 | 7 | | | | 2 | 5,1 | 21,1 | 0,187 |
| C-D | | 65 | 6,14 | 36,6000 | 6,0 | 1 | | | | | 0,5 | 6,5 | 0,073 |
| D-E | | 20 | 1,89 | 27,9000 | 7,0 | 2 | | | | 1 | 1,8 | 8,8 | 0,044 |
| D-F | | 45 | 4,25 | 36,6000 | 6,0 | 2 | 1 | | | 1 | 3,8 | 9,8 | 0,057 |
| C-G | | 20 | 1,89 | 27,9000 | 4,0 | 2 | 1 | | | | 3,0 | 7 | 0,035 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |
| | | | 0,00 | 0,0000 | | | | | | | 0,0 | 0 | 0,000 |

Metano CH₄ - densità in rapporto all'aria d = 0,6

Metano CH₄ - massa volumica a 15°C e 1013 mbar: $\gamma = 0,6826$

kg/m³

potere calorifico inferiore = 8250 kcal/m³

potere calorifico superiore = 9100

kcal/m³

$$P_A - P_B = 2,28 \cdot 10^4 \cdot \frac{d \cdot L \cdot Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

Perdite di carico dell'apparecchio più sfavorito

0,412