



MINISTERO DELLA CULTURA - DIREZIONE GENERALE MUSEI  
DIREZIONE REGIONALE MUSEI PUGLIA

Adeguamento funzionale di una parte dell'Edificio scolastico "G. MAZZINI" da destinare alla nuova sede del

**MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE  
DI CANOSA DI PUGLIA (BT)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

Verifica del rischio sismico, riduzione delle vulnerabilità, restauro e miglioramento dell'accessibilità

Finanziamento di € 1.800.000,00 - CUP F27E18000170001

DM 30/01/2019 e DM 04/06/2019 (rim.DM19/02/2018) - Programmazione DPCM 21/0/2017 - L.232 11/12/2016

Adeguamento funzionale di vani dell'edificio scolastico Mazzini ad uso laboratori, aule didattiche e multimediali

Finanziamento di € 1.300.000,00 - CUP F24E21005850001

DM16/12/2021 - Programmazione Annualità 2021-2023 - L.190 23/12/2014

Completamento lavori di rifunionalizzazione dell'edificio scolastico G. Mazzini da destinare a Museo Archeologico Nazionale di Canosa di Puglia

Finanziamento di € 4.000.000,00 - CUP F23G22000050001

DM18/07/2022 - Programmazione Annualità 2022-2024- L.190 23/12/2014



<p>per il <b>DIRETTORE GENERALE AVOCANTE</b> Prof. Massimo Osanna</p> <p><b>IL DELEGATO</b> arch. Francesco Longobardi</p>		<b>RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO</b>		<b>Arch. Pietro Copani</b> Direzione Regionale Musei Puglia		
		<b>COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI</b>		<b>Arch. Vincenzo Corrado</b> Segretariato Regionale del MiC per la Puglia		
		<b>PROGETTISTA</b>				
		<b>DIREZIONE SCIENTIFICA</b>		<b>Dott.ssa Anita Rocco</b> Direzione Regionale Musei Puglia		
		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA E CS</b>		<b>Ing. Domenico Scalera</b>		
		<b>VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA</b>		<b>Ing. Michele Cappiello</b>		
		<b>PROGETTAZIONE STRUTTURALE E CONSOLIDAMENTO</b>				
ELABORATO				DATA	NOME	FIRMA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI				REDATTO	Febbraio 2023	
				VERIFICATO		
				APPROVATO		
				DATA	Ottobre 2023	CODICE BREVE
				SCALA	/	E_181_RCM
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		CODICE ELABORATO		
Rev. 1						
Rev. 2						
Rev. 3				CODICE FILE		

## Sommario

Relazione di calcolo impianto di climatizzazione.....	2
Criteri generali di progettazione.....	2
Impianto di climatizzazione.....	3
Impianto Idrico-Sanitario.....	5
Calcolo Impianto Idrico-Sanitario.....	5
Dimensionamento per la produzione di ACS.....	8
Impianto Fognario.....	10
Dimensionamento impianto fognario.....	10

---

### R.U.P.

Arch. Pietro Copani  
(Direzione Regionale Musei Puglia)

---

### Progettazione e Direzione Lavori

Arch. Vincenzo Corrado  
(Segretariato Regionale MiC per la Puglia)

---

### Progettista

Ing. Domenico SCALERA

## Relazione di calcolo impianto di climatizzazione.

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 consentono 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 consentono di prevedere una gestione impiantistica controllata dai competenti operatori, ma esercitabile in modo automatizzato. Nel presente appalto sono comprese unicamente le forniture e lavorazioni per le aree oggetto d'intervento come riportato negli elaborati grafici.

## Criteri generali di progettazione

Nella determinazione della dotazione impiantistica con la quale servire l'edificio si è fatto riferimento ai seguenti criteri generali di progettazione e precisamente:

- **Manutenibilità**

Si considererà come indice di benessere la scelta impiantistica finalizzata alla massima ergonomia possibile per le attività di gestione e manutenzione impiantistica. Questo sia in forma diretta (gli operatori potranno svolgere le loro mansioni nelle migliori condizioni) sia intendendo che questa impostazione faccia derivare maggior benessere ai fruitori delle prestazioni impiantistiche in termini di maggior affidabilità e di maggior costanza nella erogazione delle prestazioni medesime.

Verranno quindi fatte le seguenti scelte:

- definizione di percorsi di tubazioni in zone di completa e continua accessibilità (soprattutto a soffitto di corridoi, in cavedi dedicati ed in centrali di trattamento aria e sottocentrali tecnologiche);
- 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 la accessibilità alle parti importanti di macchine complesse e di grandi dimensioni (passerelle, scale e sistemi di illuminamento per unità di trattamento dell'aria, estrattori, recuperatori di calore etc.);
- facilità di accesso a componenti interni agli ambienti (apparecchi sanitari, ventilconvettori a soffitto etc.);
- mantenimento di spazi di rispetto per tutte le apparecchiature che lo richiedono (estrazione di ventilatori, asportazione di batterie, estrazione di filtri, movimentazione porzioni di controsoffitto attivate).

- **Microclima**

Si intende il complesso di parametri che definiscono l'ambiente nel quale sono immessi gli operatori. Verrà impostata una configurazione di impianti destinati al benessere ambientale, capaci di realizzare le seguenti condizioni:

- 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).
- Per definire i ricambi di aria esterna si perseguirà l'obiettivo di avere una buona efficacia igienica intesa come una accettabile diluizione delle colonie batteriche eventualmente presenti e graduando i parametri secondo il tipo di attività svolto nell'ambiente interessato. Comunque si rispetteranno i parametri contenuti nella norma UNI 10339 e regolamenti d'igiene comunali (Vd.si progetto opere civili).

- Risparmio energetico e autosostenibilità

I sistemi impiantistici che verranno 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. Si adotteranno pertanto le soluzioni che consentono di prevedere una gestione impiantistica controllata dai competenti operatori, ma esercitabile in modo automatizzato. In generale verranno 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.

## Impianto di climatizzazione

Le zone saranno servite da impianto di condizionamento estivo ed invernale di nuova fornitura da installare rispettivamente:

- A parete bassa per il primo livello
- A controsoffitto per il secondo livello

L'impianto di condizionamento delle due zone saranno del tipo a VRF a pompa di calore a portata variabile di refrigerante costituito principalmente da:

- Unità esterne di tipo modulare a pompa di calore installate nell'area al piano seminterrato (vedi tavole di progetto)
- Unità interne del tipo a pavimento e a cassetta
- Tubazioni di trasporto del fluido frigorifero in rame preisolato
- Collettori e giunti di derivazione isolati
- Pannelli di controllo a filo installati nei singoli locali per la regolazione puntuale delle condizioni ambiente con sensore di temperatura e display LCD

- Sistema centralizzato touch-screen in grado di controllare il sistema nel suo complesso
- Moduli di integrazione per gestire i sistemi con il centralizzatore del sistema VRF

L'impianto dovrà garantire l'abbattimento dei carichi estivi; tutte le unità interne del secondo livello dovranno essere dotate di pompa di drenaggio condensa facente capo ad una rete di scarico in PEAD o PP posata nel controsoffitto; la condensa sarà convogliata allo scarico più vicino e collegate, previa sifonatura, secondo le modalità descritte negli elaborati di progetto. Le unità interne del primo livello saranno invece dotate di scarico condense sifonato funzionante per gravità, con tubazioni PEAD o PP installate nel massetto di calpestio.

- Allacci Energia elettrica:

Forza motrice unità esterne = 400 V - trifase - 60 Hz.

Alimentazione apparati = 230 V - monofase - 60 Hz.

- Funzionamento degli impianti  
Intermittente: 14 ore al giorno
- Periodo di messa a regime  
Non oltre le due ore senza presenza di persone
- Coefficienti di trasmissione termica e protezioni all'irraggiamento solare  
Pareti esterne: vedere legge 10/91 e s.m.i.  
Pareti verso non riscaldati: vedere legge 10/91 e s.m.i.  
Soffitti: vedere legge 10/91 e s.m.i.  
Pavimenti: vedere legge 10/91 e s.m.i.
- Velocità attraverso le batterie  
Le batterie di scambio termico dei condizionatori primari, di tipo convenzionale, dovranno essere calcolate con le seguenti velocità di attraversamento:  
Batteria di raffreddamento  $V = 2 - 2,5$  m/sec.  
Batteria di riscaldamento  $V = 2,5 - 3$  m/sec.

- Velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato

Velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato in riscaldamento	$V = 0,05 \div 0,10$ m/sec
Velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato in raffreddamento	$V = 0,05 \div 0,15$ m/sec
Velocità dell'aria negli ambienti	$V = \max 0,15$ m/sec
Locali trattati Bagni	$V = \max 0,07$ m/sec

- Rumore interno agli edifici  
Dimensionamento degli impianti tale da rispettare i limiti contemplati dalla Legge n° 447 del 26 ottobre 1995 e dal DPCM 14/11/97 "determinazione dei limiti delle sorgenti sonore".

## Impianto Idrico-Sanitario

L'impianto idrico-sanitario è costituito da un sistema di distribuzione a collettori per acqua fredda ed acqua calda sanitaria. A monte della condotta di adduzione privata, in prossimità del punto di consegna, sarà realizzata una cassetta al cui interno vi sarà un misuratore di portata.

### Caratteristiche delle tubazioni

La rete di distribuzione dell'acqua fredda è costituita da una tubazione multistrato in alluminio e camera d'ossigeno del tipo PE.Xc/AL/PE.Xc di diametro nominale specificato negli elaborati grafici.

La produzione di acqua calda avviene tramite scaldacqua elettrico, ubicato in ciascun locale WC, della capacità di 35 l con potenza massima assorbita pari a 1,4kW e pressione massima di 8 bar. Installato a circa 2,3m dal piano di calpestio è direttamente collegato al collettore dell'acqua calda sanitaria così da alimentare in breve tempo tutte le utenze.

## Calcolo Impianto Idrico-Sanitario

Il presente capitolo descrive i criteri e le modalità di calcolo adottati nella progettazione dell'impianto idrico sanitario a servizio delle utenze poste al piano rialzato e del piano seminterrato.

Il calcolo, è stato eseguito per step utilizzando come riferimento le Norme Tecniche UNI 9182; attraverso esse sono state definite le varie portate di progetto nei singoli rami in base agli apparecchi utilizzatori e, attraverso queste, sono stati dimensionati i diametri dei singoli tratti.

Per il corretto dimensionamento della rete di distribuzione idrico-sanitaria è necessario conoscere dapprima le portate, nominali e di progetto dei singoli apparecchi utilizzatori. In tal senso le Norme UNI 9182 sono pienamente esaustive e prevedono quanto segue.

Portate nominali:

Apparecchi utilizzatori - unità di carico totali

Sono le portate minime che, in base al tipo di utenza, devono essere garantite; esse sono contenute in apposite tabelle (norme UNI 9182) o nelle schede dei produttori (per apparecchi di tipo speciale). Alle portate nominali sono associate, inoltre, le pressioni minime da garantire ad ogni singola utenza così come visibile nella figura sottostante.

UNI 9182 - Portate minime nominali		
apparecchio	portata minima* l/sec	pressione minima kPa
lavabo	0,1	100
vaso	0,1	100

Portate di progetto:

Sono le portate massime che devono essere erogate dall'impianto durante i periodi di maggior utilizzo dello stesso. Il loro valore dipende da un insieme di variabili che dipendono essenzialmente da:



- tipo di utenza;
- valore delle portate nominali;
- numero di apparecchi;
- frequenza d'utilizzo delle utenze;
- periodi di punta.

Tra i vari metodi disponibili in letteratura per la determinazione delle portate di progetto vista la conformazione relativamente semplice, è stato scelto il metodo delle unità di carico. Per il dimensionamento dell'impianto si assegnano valori adimensionali, definiti unità di carico, ai vari apparecchi in relazione alle loro portate nominali e alla loro contemporaneità d'uso. In virtù di tali valori, poi, le portate di progetto si determinano mediante l'ausilio di appositi diagrammi o tabelle che, in questo caso, derivano dalle norme UNI 9182 e variano in base al tipo di utenza.

In ultimo, viste le dimensioni dell'immobile, sono state considerate le condizioni di esercizio più gravose che vedono la contemporaneità di esercizio di tutte le utenze.

#### Calcolo della pressione di esercizio

La pressione di esercizio può essere regolata attraverso il corretto dimensionamento della rete di distribuzione; in tal senso il dimensionamento è da considerarsi corretto qualora la pressione di esercizio sia contenuta in un range (pressione minima di esercizio e pressione massima di esercizio) che dipende dal tipo di tubazioni e dal tipo di utenze. Per quanto concerne la pressione di esercizio minima, essa è la pressione al di sopra della quale è assicurato il corretto funzionamento di tutte le utenze considerate tutte attive e eroganti le portate massime contemporanee di progetto. Essa deve essere calcolata relativamente al punto idraulicamente più sfavorito in termini di portata e pressioni, vale a dire quello idraulicamente più distante dal gruppo di pressurizzazione.

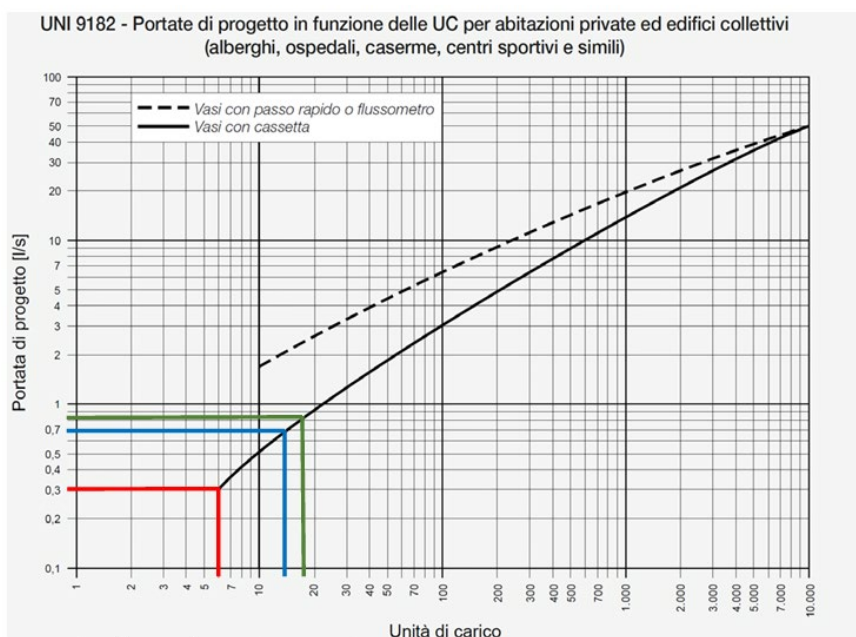


Figura 1 - Abaco delle portate di progetto - UNI 9182

La pressione minima di esercizio sarà pari a:

$$p_{\min} = \Delta h_{\max} + p_{\text{utenza}} + \Delta p_{\text{tot}}$$

dove:

- $\Delta h_{\max}$  è la pressione corrispondente alla differenza di quota tra l'utenza situata nel punto più alto e l'alimentazione;
- $p_{\text{utenza}}$  è la pressione minima da garantire all'utenza;
- $\Delta p_{\text{tot}}$  è la caduta di pressione nella rete, dovuta alle perdite di carico sia continue che localizzate (in corrispondenza dell'erogazione della portata massima contemporanea).

In base ai tabulati di calcolo visibili nell'elaborato di calcolo emerge come i rami più sfavoriti siano quelli relativi alla distribuzione dell'acqua calda sanitaria; in tutti i casi la prevalenza prodotta dal gruppo di pressurizzazione risulta sufficiente per una corretta erogazione. La pressione di esercizio massima è, invece, il valore massimo della pressione oltre il quale si potrebbero avere danni per gli apparecchi utilizzatori.

Si calcola utilizzando la seguente formula:

$$p_{\max} = \Delta h_{\min} + p_{\text{utenzamax}}$$

dove:

- $\Delta h_{\min}$  è la pressione corrispondente alla differenza di quota tra l'utenza più vicina all'alimentazione e l'alimentazione stessa;
- $p_{\text{utenzamax}}$  è la pressione massima ammissibile per gli apparecchi utilizzatori (500 kPa).

Per il corretto dimensionamento, in questo caso, è stata considerata la parte più a monte dell'impianto quindi idraulicamente prossima all'uscita del gruppo di pressurizzazione; considerata la pressione inferiore ai 6bar in fase di erogazione, anche questa verifica risulta soddisfatta. In entrambi i casi sono state considerate le perdite di carico complessive costituite dal dislivello geodetico e dalle perdite locali e sulla linea; il tutto considerando un fattore di contemporaneità unitario in virtù della ridotta dimensione del tipo di utenza.

Per il corretto dimensionamento, oltre ai dislivelli, sono state quindi considerate:

- perdite di carico lineari;
- perdite di carico concentrate.

Perdite di carico lineari

Un fluido che scorre in pressione all'interno di una tubazione è soggetto a perdite di carico che si traducono con una diminuzione della pressione, pressochè lineare, lungo la condotta: per calcolare tale perdita si può utilizzare l'equazione che segue dove  $r$  rappresenta le perdite di carico unitarie per metro lineare di condotta (Pa/m).

$$r = F_a \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Nell'equazione vi sono:

$F_a$  = fattore di attrito (adimensionale)



$\rho$  = massa volumica dell'acqua (kg/mc)

$v$  = velocità media dell'acqua (m/s)

$D$  = diametro della tubazione (m)

Poiché le perdite di carico a parità di diametro e di portata risultano proporzionali alla lunghezza della tubazione, si considerano distribuite lungo la stessa e, per questo, vengono definite perdite distribuite. La determinazione del fattore di attrito  $F_a$  è stata fatta mediante la formula di Blasius, per tubazioni a bassa rugosità, che è:

$$F_a = 0,316 \cdot Re^{-0,25}$$

Che risulta valida per moto turbolento (espresso dal numero di Reynold  $Re$ ).

Perdite di carico concentrate

Le perdite di carico distribuite non sono le uniche cause di caduta di pressione all'interno delle tubazioni. Vi sono perdite di carico, cosiddette localizzate, che dipendono dalla particolare conformazione delle tubazioni; in particolare, in presenza di curve, gomiti, diramazioni e, più in generale, di apparecchiature idrauliche, le perturbazioni a cui il fluido è soggetto determinano perdite di carico puntuali. Le perdite di carico concentrate hanno un'espressione coerente con quella delle perdite di carico distribuite ma, a differenza di queste ultime, non dipendono dalla lunghezza del tubo. Indicando con  $z$  il valore della perdita di carico localizzata, espressa in Pascal, l'espressione delle perdite di carico concentrate è pari a:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dove:

$\xi$  = coefficiente di perdita localizzata (adimensionale);

$\rho$  = massa volumica dell'acqua (kg/mc);

$v$  = velocità media dell'acqua (m/s).

## Dimensionamento per la produzione di ACS

Il dimensionamento del dispositivo di produzione di acqua calda sanitaria (ACS) per la produzione di acqua calda sanitaria è stato fatto in virtù della portata di progetto, individuata sempre mediante unità di carico, e del volume di riserva teoricamente disponibile.

I dati in ingresso necessari sono:

- temperatura massima di accumulo  $t_{acc} = 60^\circ\text{C}$ ;
- temperatura minima di distribuzione  $t_{min} = 45^\circ\text{C}$ ;
- temperatura acqua di reintegro  $t_{acq} = 10^\circ\text{C}$ ;
- consumo del periodo di punta per utente  $c_{spec} = 25$ l;

- o durata del periodo di punta  $t_{punta} = 1h$ ;
- o durata del periodo di preriscaldamento  $t_{pre} = 1h$ .

Una volta definiti i dati in ingresso, valutando i tempi di preriscaldamento e di erogazione, è stato determinato il consumo dell'intero immobile considerando un numero di utenti pari a 4 per ciascun piano.

$$C = n \cdot c_{spec} = 4 \cdot 25 = 100 [l]$$

Stabilito il valore del consumo specifico procapite di tutti gli utenti è stata calcolata la quantità di calore necessaria per scaldare i 100l di acqua.

$$Q_t = C \cdot C_p \cdot (t_{min} - t_{acq}) = 100 \cdot 4,186 \cdot (45 - 10) = 14651 \text{ kJ}$$

Si calcola, in ultimo, la potenza termica necessaria per riscaldare la quantità d'acqua di progetto Q

$$P_t = \frac{Q_t}{T_{punta} + T_{pre}}$$

La potenza necessaria sarà pertanto pari a 2,03kW.

$$Q_t = P_t \cdot T_{pre} = 2.03 \cdot 3600 = 7325.5 \text{ kJ}$$

In ultimo, occorre valutare il volume minimo, in virtù della differenza di temperatura tra acqua stoccata e temperatura dell'acqua di reintegro che deve essere pre-riscaldata.

$$V = \frac{Q_a}{C_p \cdot (t_{acc} - t_{acq})}$$

Dall'equazione appena scritta emerge un fabbisogno relativo al volume di accumulo pari a 35l; di conseguenza la scelta progettuale di prevedere l'utilizzo di un volume di accumulo di 35l per ciascun bagno a ciascun piano risulta soddisfatta.

## Impianto Fognario

Con il nome generico di scarichi si intendono tutte le tubazioni in cui scorrono acque di rifiuto. Il progetto delle reti è stato elaborato in modo da soddisfare i seguenti punti fondamentali:

- evacuare rapidamente le acque di rifiuto per la via più breve, senza dar luogo a depositi di materie putrescibili;
- impedire il passaggio di aria, odori e microbi dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere a tenuta di acqua, gas e aria;
- essere durature ed installate in modo che movimenti dovuti a dilatazioni, contrazioni o assestamenti del fabbricato non diano luogo a perdite;
- non dare luogo a corrosione per opera di ossidazioni, acidi o gas corrosivi.

L'impianto fognario è costituito da un collettore di scarico in PEad (Polietilene ad alta densità) oppure PP (Polipropilene) alimentato da due colonne di scarico nelle quali convergono, a loro volta, gli scarichi di ogni singolo apparecchio; l'impianto è suddiviso in due parti, equilibrate in termini di portata di scarico, in quanto vi è la necessità di adattarsi alla morfologia degli ambienti. Gli scarichi saranno dotati tutti di una ventilazione di tipo primario applicata in corrispondenza delle colonne di scarico; in tal modo sarà possibile ottenere una corretta ventilazione dell'impianto escludendo la formazione di sovrappressioni o depressioni dovute al repentino movimento delle masse d'acqua, evitando così lo svuotamento dei sifoni degli apparecchi sanitari (e quindi la risalita di cattivi odori). La tubazione di ventilazione arriverà fino al livello della copertura, attraversando il parapetto risultando, così, abbastanza distante da qualsiasi apertura dell'immobile. Sempre per evitare la risalita di cattivi odori, al piede di ogni colonna di scarico è prevista l'installazione di un sifone a parete, con la funzione di "tappo idraulico", per ogni colonna di scarico. Per quanto concerne il diametro delle condotte relative alle diramazioni, esso sarà di 50mm per tutte le utenze tranne gli scarichi WC che avranno un diametro di 110mm. La pendenza delle diramazioni e delle colonne di scarico è fissata al 2% mentre, per il collettore, la pendenza è fissata allo 0,5%. Al fine di rendere possibile la ispezione della rete di scarico, sia sulle colonne sia sul collettore saranno presenti 3 pozzetti di ispezione.

Sarà in fase di realizzazione dei lavori che si potrà eventualmente valutare la possibilità di utilizzare condotte di scarico o aerazione verso l'alto esistenti.

### Dimensionamento impianto fognario

Per il dimensionamento delle diramazioni di scarico, delle colonne di scarico, della rete di ventilazione e della montante, è stata utilizzata la procedura di calcolo riportata nelle Norme UNI EN 12056 (Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – impianti per acque reflue, progettazione e calcolo). Durante questa fase, con lo scopo di evitare inconvenienti a breve e a lungo termine, sono state considerate alcune problematiche spesso presenti:

- ostruzioni: dovute soprattutto ad un'errata scelta della sezione o a percorsi che rallentano il flusso dei reflui limitando, così, l'autopulizia interna delle pareti;
- emissione di odori: seppur non sviluppata realmente su più livelli, la presenza di colonne di scarico può far insorgere depressioni o sovrappressioni in grado di eliminare il tappo idraulico nei sifoni;
- dilatazioni: sono un problema comune a tutti gli impianti che si sviluppano in lunghezza e dipendono dal materiale; in questo caso il PEad subisce deformazioni minime se raffrontate al gradiente termico a cui sarà sottoposto.

Per quanto detto, il corretto dimensionamento non deve avvenire solo in termini di diametro, bensì anche in termini di sfiato e lunghezze dei rami.

Per quanto riguarda il collettore esterno si farà ricorso ad un pozzetto di ispezione, posto baricentricamente al collettore stesso, col compito di facilitare eventuali ispezioni e operazioni di pulizia.

L'individuazione del diametro delle relative diramazioni di scarico è stata realizzata valutando, ramo per ramo, la quantità di liquido scaricata nell'unità di tempo. Fissata una pendenza costante dell'2% per i singoli rami, ad esclusione del collettore, sono state fissate alcune regole:

- I tratti compresi tra due diramazioni delle colonne e dei collettori di scarico devono avere diametro costante per tutta la loro lunghezza;
- le colonne ed i collettori in cui confluiscono gli scarichi relativi ai vasi a cassetta devono avere un diametro minimo di 110mm;

Il dimensionamento è stato fatto considerando un'ipotetica intensità massima di scarico  $Q_t$  individuabile mediante l'applicazione della Norma UNI EN 12056-2, attraverso la quale dimensionare le condotte presupponendo un grado di riempimento delle stesse pari a 0,5 (Sistema 1).

La progettazione è avvenuta secondo le seguenti fasi operative:

- calcolo del carico totale (portata media in l/s) interessante ogni diramazione di scarico tenendo conto della somma totale degli scarichi e della loro contemporaneità di funzionamento;
- calcolo del carico totale interessante ognuna delle due colonne di scarico tenendo conto, anche in questo caso, della contemporaneità di funzionamento degli apparecchi sanitari;
- valutazione della portata media che viene convogliata nel collettore di scarico.

In tal senso, analogamente a quanto fatto per l'impianto idrico-sanitario con le unità di carico, anche in questo caso sono state considerate le unità di scarico (US) che considerano la portata media di scarico degli apparecchi sanitari previsti.

Apparecchio	US
	l/s
Lavabo	0,5
Vaso con cassetta	2,5

Tabella 3 - Unità di scarico, UNI EN 12056-2