

REALIZZAZIONE CENTRO INTERCOMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE MULTIFUNZIONALE.  
LOCALITÀ STAZIONE NUOVA IN AULLA (MS)

## PROGETTO ESECUTIVO

REL  
I.01

IMPIANTO IDRICO SANITARIO  
Relazione tecnico generale e di calcolo

Data emissione: Novembre 2024	CODICE ELABORATO	Anno	Commessa	Progetto	Tipologia	Elaborato n°
		2023	20	E	REL	I.01

LIVELLO	Numero	Data	Stesura	Controllo	Approvazione
Prima emissione	01	28/11/2024	AF	AF	SN
Aggiornamento per verifica	02	07/03/2025	AF	AF	SN
Aggiornamento per verifica_REV.02	03	16/05/2025	AF	AF	SN

Tecnico incaricato  
Dott.Ing. Stefano NADOTTI

Geologo incaricato  
Dott. Geol. Emanuele MICHELUCCI

**GOPLANSTUDIO**

Architettura Ingegneria Geologia  
Via Carducci 72 - 54100 Massa  
Sede operativa Via Fermi 21 - 54100 Massa  
cell. 328 - 4066037  
Fax 0585 - 793451  
E-mail stefano.nadotti@gmail.com

Gruppo di lavoro  
Dott. Ing. Alessandra FRUZZETTI  
Dott. Ing. Marta PACIFICO  
Dott. Geol. Osvaldo TURBA

---

# IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

---

Relazione tecnico generale e di calcolo

LUGLIO 2024

GOPLANSTUDIO

Via Fermi 21 - 54100 Massa

PREMESSE.....	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
PROGETTO .....	3
IMPIANTO IDRICO-SANITARIO .....	3
APPARECCHIATURE SANITARIE.....	3
LUOGO DI INSTALLAZIONE:.....	4
RETE DI DISTRIBUZIONE IDRICA: .....	4
RETE DI SCARICO: .....	5
DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRICA .....	5
DIMENSIONAMENTO DEGLI SCARICHI DELLE ACQUE REFLUE .....	8
IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS.....	14
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS).....	14
VERIFICA DEL SALTO TERMICO NELLA DISTRIBUZIONE DELL'ACS .....	15
IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE CAPTATE DALLE COPERTURE.....	16
PROGETTAZIONE ACUSTICA DEGLI IMPIANTI.....	18

## PREMESSE

In seno ai lavori di nuova costruzione dell'edificio destinato a Centro operativo intercomunale Multifunzionale a supporto delle attività di Protezione Civile Intercomunale e dei servizi dei Comuni afferenti nel Comune di Aulla, prossimo alla stazione ferroviaria Aulla - Lunigiana.,

si rende necessaria l'installazione di impianti idrico-sanitari, di produzione dell'acqua calda sanitaria.

L'edificio ha un'unica elevazione fuori terra (piano terra), è formato da un unico corpo con struttura in legno, i solai di copertura sono ad unica falda e hanno tre diversi livelli.

L'edificio in pianta ha forma composta da più rettangoli, copre una superficie lorda pari a circa 210,00m<sup>2</sup> circa, l'altezza massima è pari a 4,55 m circa, rilevata dal p.c. fino alla sommità del cornicionedi copertura.

L'impianto idrico-sanitario da installare è a servizio dei servizi igienici e di altri punti acqua da installare e il locale cucina.

Il comune e l'ente gestore Gaia spa non richiedono alcun pretrattamento dei reflui (ad esempio la realizzazione di un degrassatore) e quindi autorizzano l'immissione diretta.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme di riferimento sono le seguenti:

D.M. 37/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

D.lgs 152/2006 – Norme in materia ambientale;

UNI EN 12056 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;

UNI 9182 - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo;

UNI EN 806 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano;

UNI EN 805 - Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici.

UNI EN 120056 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici

## PROGETTO

### IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

Da progetto si prevede:

- Installazione impianto idrico di distribuzione con tubi in polietilene all'esterno, interrati o a vista su parete, con tubi in multistrato, posati sottotraccia o a vista, e collettori a centralina all'interno dell'edificio;
- Installazione impianto di scarico delle acque reflue con tubi in pvc pesante, dotato di ventilazione primaria, installato interrato nell'area esterna, sarà dotato di pozzetti di derivazione ed ispezione, di cui uno sifonato;
- Installazione di impianto di smaltimento dell'acqua di condensa, prodotte dalle macchine dell'impianto di climatizzazione dell'edificio;
- Installazione impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria, con scaldacqua a pompa di calore, dotato di boiler con capacità nominale di 190 l circa.

L'impianto di scarico delle acque reflue è collegato alla pubblica fognatura (Il comune e l'ente gestore Gaia spa non richiedono alcun pretrattamento dei reflui e quindi autorizzano l'immissione diretta).

### APPARECCHIATURE SANITARIE

Gli apparecchi sanitari saranno conformi alle norme UNI 4542 e 4543, UNI 816 e UNI EN 15091 in porcellana dura vitreous-china o in alternativa in fire-clay. Tutti gli apparecchi dovranno essere di prima scelta con superficie perfettamente liscia senza alcuna deformazione o forma di cavillatura.

Il valvolame impiegato per gli impianti idrici sarà in grado di assicurare la perfetta tenuta nel tempo. Ogni apparecchio sarà provvisto di:

tubo di collegamento con le condutture di adduzione

tubo di collegamento con le condutture di scarico munito di rosone a muro o pavimento;

sifone di facile ispezione.

erogatore a monocomando miscelatore

I prodotti ceramici in vetrochina devono avere una copertura a smalto durissimo con cottura a 1300 °C che assicuri l'assenza di cavità. Tutti gli apparecchi si intendono non colorati. I prodotti in fire-clay devono essere ricoperti da uno strato di elevato spessore di porcellana vetrificata protetta con smalto cotto a 1300 °C. Per il fissaggio degli apparecchi devono essere utilizzate esclusivamente viti in ottone. Per il fissaggio a muro e a pavimento è fatto assoluto divieto di utilizzare tasselli in legno o in piombo o altri di scarsa resistenza. La connessione tra la rubinetteria e la tubazione deve essere eseguita con appositi raccordi in ottone cromato con premistoppa.

I vasi igienici saranno del tipo con scarico a pavimento saranno forniti con sedile in plastica pesante colorata (colore a discrezione della D.L.).

Il lavaggio sarà effettuato a mezzo di cassetta di risciacquamento della capacità massima di 6+3 lt., con doppio comando manuale, regolabile per ulteriore riduzione dei consumi idrici per montaggio incassato a parete. Il tubo di collegamento della cassetta con l'apparecchio sarà invisibile. La cassetta sarà munita di rubinetto di arresto, valvola a galleggiante da 3/8" e tubo di risciacquamento in polietilene e coppelle di polistirolo espanso. I vasi saranno completi come indicato nel punto precedente.

I lavandini saranno di due tipologie:

lavatoi a canale con rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua (massimo 6 l/min per lavandini);

Pilozzo di servizio per uso da parte del personale con rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua (massimo 6 l/min per lavandini);

Per tutte le rubinetterie dovranno essere predisposte le tubazioni di acqua calda ed acqua fredda dal collettore sino al singolo attacco. Per i rubinetti dei lavabi a canale dovrà essere collegata solo la tubazione acqua calda, la regolazione della temperatura avverrà mediante valvola miscelatrice termostatica installata sulla linea principale di adduzione idrica in partenza dallo scaldacqua. Sul rubinetto a servizio del lavatoio ad uso del personale sarà abbinato anche un miscelatore regolabile.

I sanitari per installazione a parete (wc, bidet e lavabi) saranno dotati di appositi sostegni per l'installazione su pareti in cartongesso. La selezione degli apparecchi sanitari e delle relative rubinetterie deve essere completata in accordo con i crediti CAM afferenti all'uso di acqua potabile.

Ai fini del risparmio idrico è previsto l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

#### LUOGO DI INSTALLAZIONE:

Edificio ad uso ufficio

#### RETE DI DISTRIBUZIONE IDRICA:

I requisiti che la rete di distribuzione deve garantire sono:

- Garantire l'osservanza delle norme igieniche;
- Assicurare la corretta pressione e portata a tutte le utenze;
- Essere costituita da componenti idonei;
- Assicurare la tenuta verso l'esterno;
- Limitare la produzione di rumori e vibrazioni;
- Facilitare la manutenzione.

Ai fini di garantire i sopraindicati requisiti la rete di distribuzione, sarà realizzata con tubi in polietilene PE 100 PN16 per posa interrata, con tubi in multistrato e raccordi ad innesto a tenuta stagna se posata sottotraccia, entro cavedi o posati distanziati su parete.

Per garantire una limitata rumorosità ed assicurare parametri di pressione e portata idonei alle utenze è stato effettuato il dimensionamento della rete.

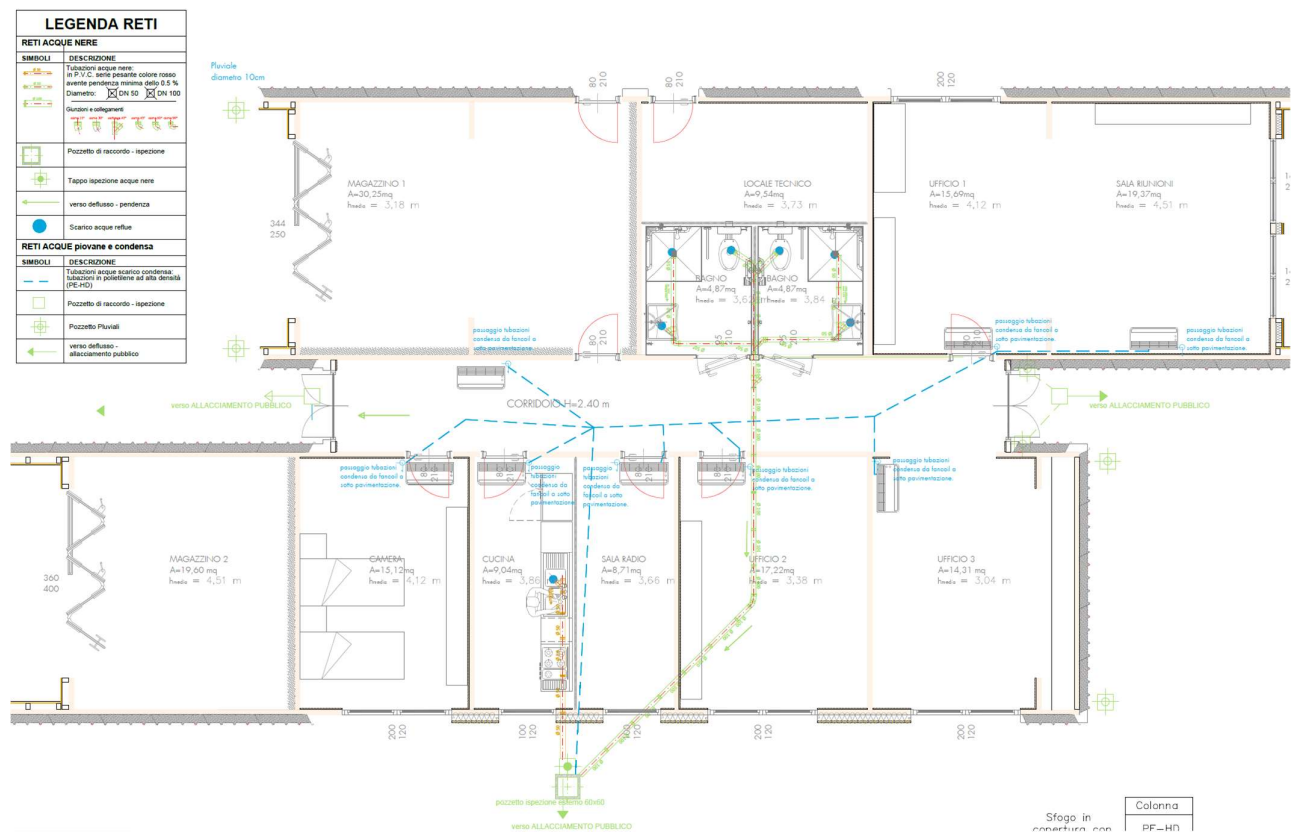
La tipologia della rete di distribuzione è del tipo a sorgente in parallelo con collettori di derivazione.

## RETE DI SCARICO:

La rete di tubazioni di scarico da realizzare sarà fatta con tubo in polietilene ad alta densità PEHD, e pozzetti di ispezione e derivazione in c.a., protetti da chiusino in ghisa sferoidale classe C250.

Su tutti i tratti interrati dovranno essere predisposti pozzetti di ispezione con una distanza massima di 15 m tra due punti di ispezione

Il sistema di tubazioni realizzato è a tenuta.



## DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRICA

Le reti sono state dimensionate volendo rispettare i seguenti requisiti:

- Velocità massima dell'acqua entro tubazione 2,0 m/s (all'interno dell'edificio);
- Perdite di carico contenute, sia continue che localizzate.

Sono state valutate le portate nominali per ogni utenza:

- 0,1 l/s (6 l/min) per lavabi, vasi con cassetta;

- 0,2 l/s (12 l/min) per lavelli e buttatoi;

Per la determinazione delle portate di progetto è stata valutata la portata istantanea di ogni ramo, ottenuta moltiplicando la massima portata nel ramo per un coefficiente di contemporaneità minore uguale di 1, considerato volta per volta a seconda delle utenze a valle.

In primis si è proceduto al dimensionamento di massima delle tubazioni.

Di seguito sono state verificate le velocità massime e calcolate le perdite di carico con la formula di Hazen-Williams

$$\Delta = J L = \frac{10.675 Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

Dove:

$\Delta$  = Dislivello piezometrico in m

$Q$  = portata della condotta in mc/s

$C$  = coefficiente di scabrezza che dipende dal materiale del tubo

**Coefficiente di scabrezza:**

100 per tubi calcestruzzo

120 per tubi acciaio

130 per tubi ghisa rivestita

140 per tubi rame, inox

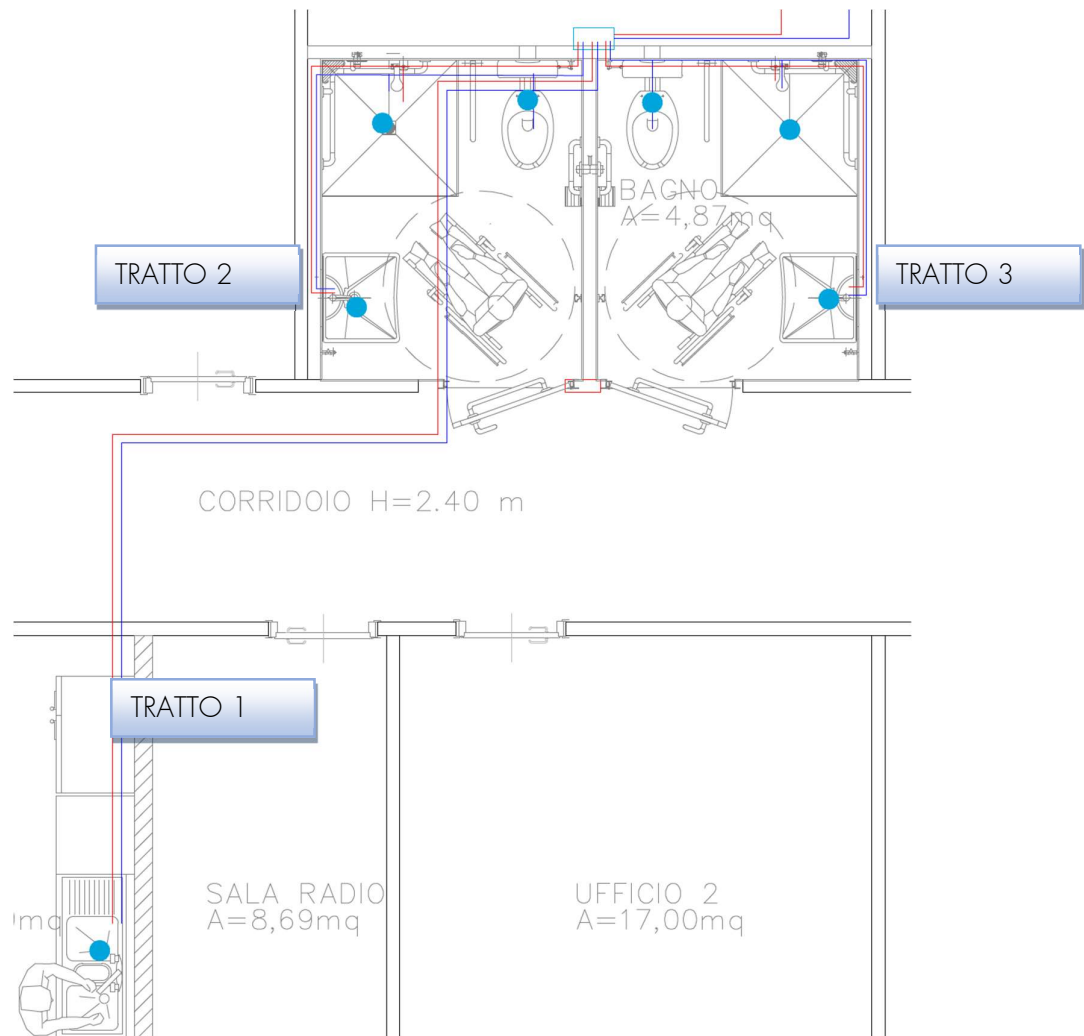
150 per tubi PE, PVC e PRFV

$D$  = diametro interno del tubo in m

Si tiene conto delle perdite di carico localizzate dovute alle discontinuità, espresse in lunghezza equivalente a seconda del diametro del tubo e del materiale.

#	LOCALE	L [m]	Utenze servite	Q [mc/s]
1	TRATTO 1	11	1	0,0002
3	TRATTO 2	5	3	0,0003
4	TRATTO 3	5	3	0,0003





Il diametro interno delle tubazioni multistrato e' di DN 20.

## DIMENSIONAMENTO DEGLI SCARICHI DELLE ACQUE REFLUE

Da progetto sono previsti tubi di scarico in PEHD per le diramazioni e tubi in PVC per esterno.

Per quanto attiene le diramazioni che dal sanitario scaricano nel sub-collettore, il dimensionamento è stato eseguito utilizzando i minimi disposti dalla normativa, ossia tubi DN40 per lavabi, lavandini, buttatoi ecc, raggruppandoli al massimo in due, tubi DN100 per i vasi a cassetta.

La progettazione degli impianti di scarico delle acque reflue negli edifici ha come base di applicazione la normativa UNI EN 12056-2. (30/09/2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo).

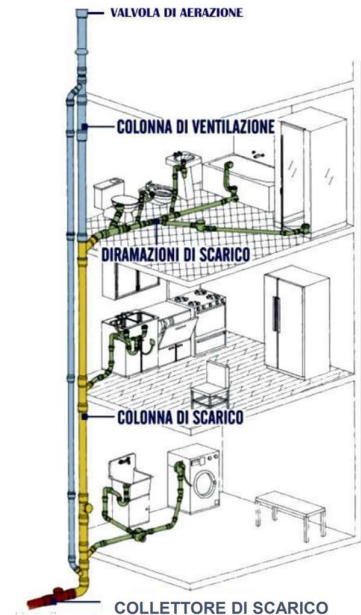
### UNI EN 12056-2: CONDOTTI PRINCIPALI

**diramazione di scarico:** Tubazione che collega gli apparecchi sanitari a una colonna di scarico o a un collettore di scarico

**colonna di scarico:** Tubazione principale che convoglia le acque reflue provenienti dagli apparecchi sanitari.

**collettore di scarico:** Tubazione sub-orizzontale, installata in vista all'interno di un edificio o interrata, alla quale sono raccordate le colonne di scarico o gli apparecchi sanitari del piano terreno.

**colonna di ventilazione:** Tubazione principale di ventilazione verticale, raccordata ad una colonna di scarico, avente la funzione di limitare le variazioni di pressione all'interno di quest'ultima



Nella UNI EN 12056 -2 vengono indicati i criteri per dimensionare le diramazioni di scarico, le colonne di scarico e i collettori, in funzione delle portate da scaricare in ogni tratto dell'impianto.

Il dimensionamento delle diramazioni di scarico lo si fa presupponendo un grado di riempimento pari a 0,5 con la connessione ad un'unica colonna di scarico (Sistema 1 indicato nella UNI EN 12056-2).

Questa soluzione tecnica garantisce minori livelli di rumorosità ed evita sensibilmente il rischio di perdita della guardia idraulica dei sifoni.

La progettazione dell'impianto all'interno del fabbricato prevede le seguenti fasi operative:

- Calcolare il carico totale (portata media in l/s) gravante su ogni diramazione di scarico, mediante la somma dei contributi di portata di ogni allacciamento ad essa, tenendo conto della contemporaneità;
- Determinare il carico totale (portata media in l/s) destinata ad ogni colonna di scarico, mediante la somma dei contributi di portata di ogni allacciamento ad essa, tenendo conto della contemporaneità;
- Calcolare il carico totale (portata media l/s) convogliata al collettore di scarico, mediante la somma progressiva dei valori totali d'allacciamento, di tutte le colonne in esso confluenti e tenendo conto della contemporaneità.

Condizioni strettamente necessarie per dimensionare le tubazioni che costituiscono il sistema di scarico, è quindi conoscere la portata media di scarico (l/s) degli apparecchi sanitari presenti nel fabbricato.

La normativa UNI EN 12056-2 definisce per ogni apparecchio sanitario il relativo valore di portata di scarico. Nel calcolo della portata di scarico di acque reflue dovute agli apparecchi sanitari, per tener conto della contemporaneità di scarico, la normativa introduce un coefficiente, il cui valore dipende dalla destinazione d'uso del fabbricato.

La formula per calcolare la portata di scarico complessiva è quindi

$$Q_{ww} = K * \sqrt{\sum DU}$$

dove:

$Q_{ww}$  è la portata acque reflue (l/s);

$K$  è il coefficiente di frequenza;

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente $K$
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Uso molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

$\sum DU$  è la somma delle unità di scarico.

#### Unità di scarico ( $DU$ )

Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	$DU$ l/s	$DU$ l/s	$DU$ l/s	$DU$ l/s
Lavabo, bidè	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4
Doccia con tappo	0,8	0,5	1,3	0,5
Orinatoio con cassetta	0,8	0,5	0,4	0,5
Orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3	-	0,3
Orinatoio a parete	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Vasca da bagno	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavello da cucina	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavastoviglie (domestica)	0,8	0,6	0,2	0,5
Lavatrice, carico max. 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Lavatrice, carico max. 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
WC, capacità cassetta 4,0 l	**	1,8	**	**
WC, capacità cassetta 6,0 l	2,0	1,8	da 1,2 a 1,7***	2,0
WC, capacità cassetta 7,5 l	2,0	1,8	da 1,4 a 1,8***	2,0
WC, capacità cassetta 9,0 l	2,5	2,0	da 1,6 a 2,0***	2,5
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,2	-	1,3
* Per persona. ** Non ammesso. *** A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone). - Non utilizzata o dati mancanti.				

Naturalmente, in funzione del tipo di fabbricato, al valore di  $Q_{ww}$  calcolato, dovrà essere aggiunto il contributo derivante dalla presenza di altri apparecchi a flusso continuo o pompe di sollevamento delle acque reflue.

Per cui avremo:

$$Q_{TOT} = Q_{WW} + Q_C + Q_P$$

dove:

$Q_{tot}$  è la portata totale (l/s);

$Q_{ww}$  è la portata acque reflue (l/s);

$Q_c$  è la portata continua (l/s);

$Q_p$  è la portata di pompaggio (l/s).

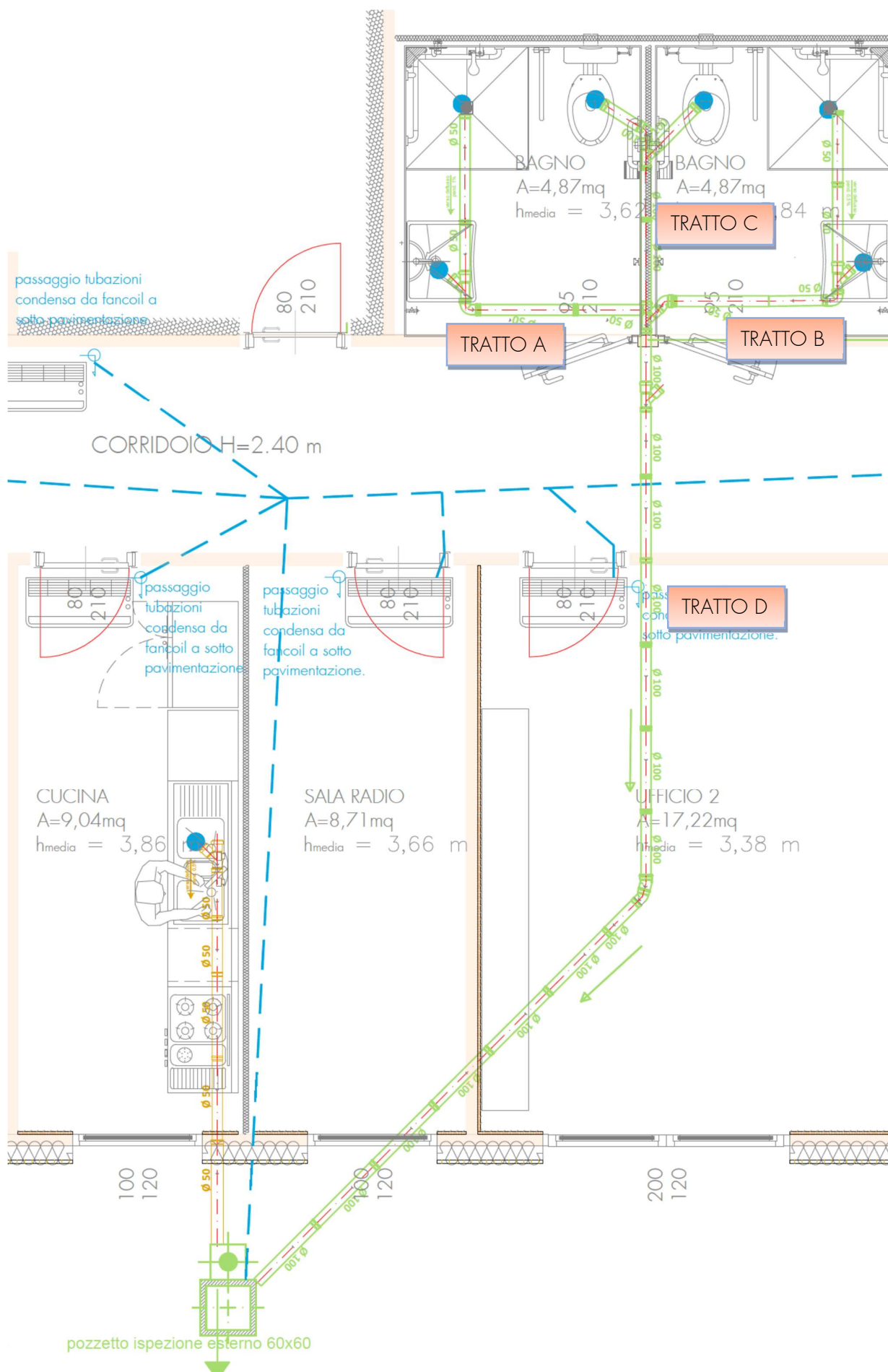
La normativa definisce per ogni DN di una tubazione, il valore massimo di portata ammessa, in fase di progettazione il DN/OD minimo ammissibile corrisponde al valore maggiore tra:

- a) portata acque reflue calcolata ( $Q_{vv}$ ) o portata totale ( $Q_{tot}$ );
- b) portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

Si definiscono diramazioni di scarico le parti di un impianto a sviluppo orizzontale che hanno il compito di convogliare l'acqua di scarico dei sifoni degli apparecchi alle colonne di scarico. In funzione del diametro nominale la normativa fissa la portata massima che può scorrere all'interno del tubo.

Limiti di applicazione

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima della tubazione (L)	4,0 m	10,0 m	Vedere prospetto 6	10,0 m
Numero massimo delle curve a 90°	3*	1*		3*
Dislivello massimo (H) (inclinazione di 45° o maggiore)	1,0 m	**60 m DN > 70 **3,0 m DN = 70		1,0 m
Pendenza minima	1%	1,5%		1%
* Senza curva di raccordo.				
** Se DN < 100 mm e vi è un WC collegato ad una diramazione senza ventilazione, nessun altro apparecchio sanitario può essere collegato entro una zona di 1 m al di sopra del raccordo ad un sistema ventilato.				



LOCALE	L [m]	Utenze servite	DU [l/s]	K	Q <sub>max</sub> [l/s]	DN min
TRATTO A	3,3	LAVABO DOCCIA CON TAPPO	0,5 0,8	0,5	0,6	
TRATTO B	3,5	LAVABO DOCCIA CON TAPPO	0,5 0,8	0,5	0,6	
TRATTO C	2,3	WC 1 WC 2	2 2	0,5	1,0	
TRATTO D	DN definito con portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande					

Nei prospetti seguenti si riportano le dimensioni e i limiti di applicazione adottati per diramazioni di scarico senza ventilazione.

Capacità idraulica (Q<sub>max</sub>) e diametro nominale (DN)

Q <sub>max</sub>	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
l/s	DN	DN	DN	DN
0,40	*	30	Vedere prospetto 6	30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100
* Non ammesso. ** Senza WC. *** Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°. **** Massimo un WC.				

Dimensionamento delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio è almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente tubo di scarico, senza superare i 50 mm. Quando una diramazione di ventilazione raccoglie la ventilazione singola di più apparecchi, il suo diametro è almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione è costante e determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non è inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta

Per quanto riguarda la rete di scarico della condensa, essa verterà indirizzata verso il pozzetto delle acque reflue con tubi in polipropilene con raccordi. Nell'elaborato grafico tav. I.01.b.

la condensa che si forma all'interno dell'apparecchio viene semplicemente espulsa attraverso un tubicino. Lo scarico, essendo esterno all'edificio, non richiede alcuna azione specifica.



## TUBO DI SCARICO CODENSA MODULARE



Antisciacciamento, particolarmente adatto all'utilizzo sotto traccia.

Anti-crashing hose, suggested for under wall setting out.



<b>F-TSC00018</b>	Ø16-18 mm	50 m	2000 m
<b>F-TSC00020</b>	Ø17-20 mm	50 m	1400 m

Nella scheda tecnica della macchina interna viene indicato come dimensioni di connessioni dim 16

### A PARETE

Grandezze			GWMN-3-XY	D15	D22	D28
Raffreddamento <sup>(1)</sup>	Potenza	kW		1,5	2,2	2,8
	Potenza assorbita	W		18	21	24
Riscaldamento <sup>(2)</sup>	Potenza	kW		1,7	2,4	3,2
	Potenza assorbita	W		18	21	24
Tubazioni connessioni	Liquido	mm		Φ6.35	Φ6.35	Φ6.35
	Gas	mm		Φ12,7	Φ12,7	Φ12,7
	Scarico	mm		OD Φ16	OD Φ16	OD Φ16
Dimensioni (Lunghezza x Altezza x Profondità) <sup>(5)</sup>			mm	750×295×265	750×295×265	750×295×265

Inoltre vengono specificate prevalenza massima.

#### FLESSIBILITÀ

La flessibilità installativa è garantita dalla possibilità di collegare le tubazioni frigorifere e di **condensa** da più direzioni.



#### POMPA DI DRENAGGIO AD ALTA PREVALENZA

La pompa di scarico **condensa** è inclusa e permette di vincere una prevalenza fino 1200 mm di colonna d'acqua.



## IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

Per le utenze da installare, da progetto, l'acqua calda sanitaria viene prodotta con uno scaldacqua a pompa di calore elettrica, da installare all'interno del locale tecnico ricavato all'interno dell'edificio.

Il sistema di produzione dell'ACS è composto da una pompa di calore elettrica boiler integrato con primario a serpentina, con capacità di 190 l circa.

Le tubazioni sono in multistrato coibentato, lo spessore della guaina isolante dipende dall'ambiente di installazione, in ogni caso rispetta i limiti fissati dal DPR 412/93.

Le temperature dell'ACS dovranno essere controllate attraverso sonde di temperature e termometri sia all'ingresso che immediatamente all'uscita del boiler.

### DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS)

Ai fini del dimensionamento dell'impianto di produzione dell'ACS, si è proceduto a dimensionare il boiler, scegliendo poi un sistema a pompa di calore con le caratteristiche di accumulo superiori alla domanda.

La temperatura massima dell'acque in accumulo è 60°C.

L'impianto idrico-sanitario e' dimensionato in funzione del fabbisogno giornaliero di acqua sanitaria richiesta secondo la destinazione d'uso da

Categoria DPR 412/93 *E.2* *UFFICI E ASSIMILABILI*

Temperatura di erogazione *40,0* °C

Temperatura di alimentazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>	<i>15,5</i>

Superficie utile *197,45* m<sup>2</sup>

#### Caratteristiche sottosistema di erogazione:

Rendimento di erogazione *100,0* %

#### Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo *Semplificato*

*Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76, rete corrente parzialmente in ambiente climatizzato*

#### Caratteristiche sottosistema di accumulo singolo:



Dispersione termica 0,910 W/K

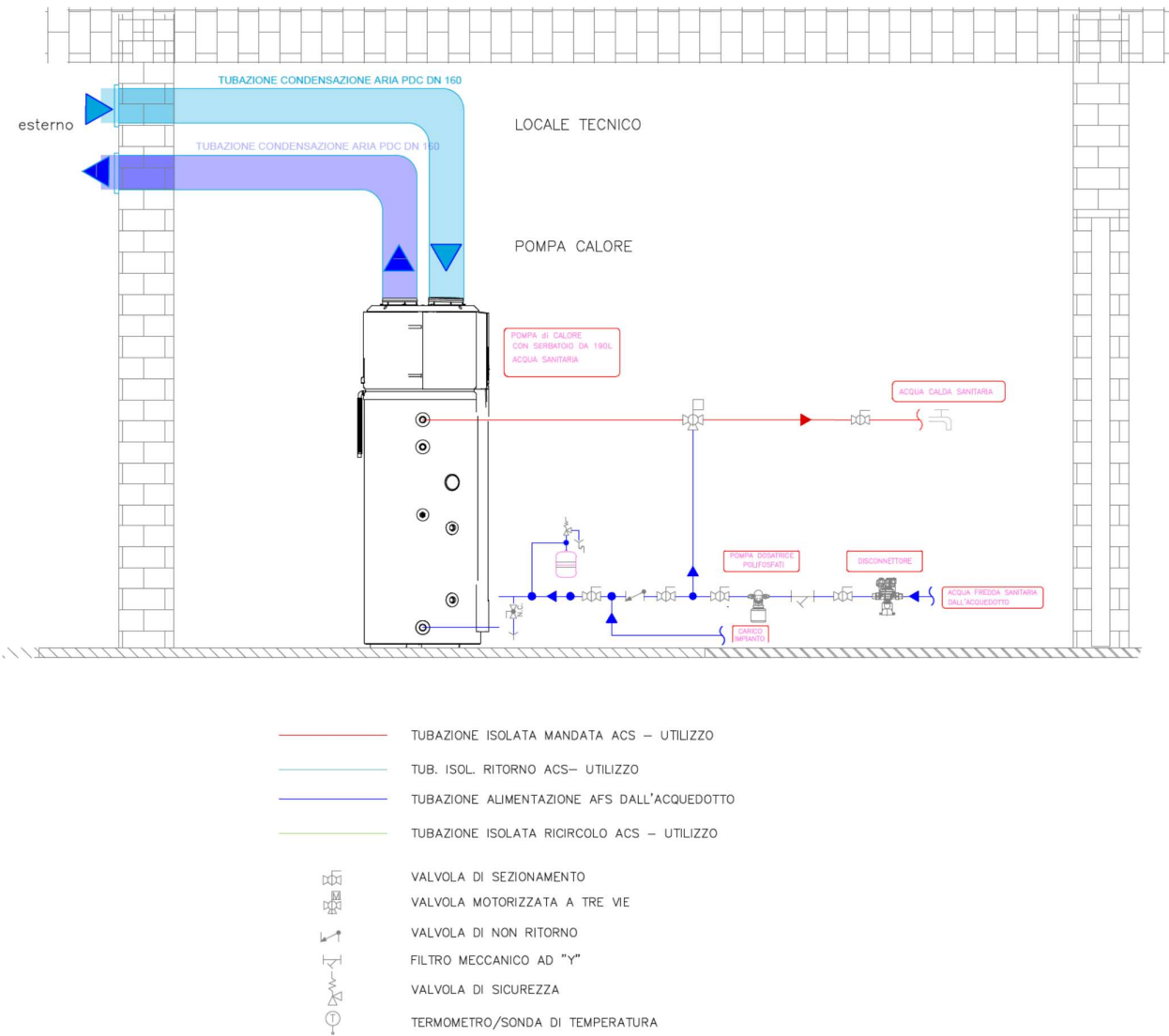
Temperatura media dell'accumulo 60,0 °C

Ambiente di installazione Centrale termica

Fattore di recupero delle perdite 0,70

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
12,7	12,7	16,3	18,9	23,2	26,4	27,9	28,1	25,9	21,3	18,0	14,8



VERIFICA DEL SALTO TERMICO NELLA DISTRIBUZIONE DELL'ACS

La differenza di temperatura tra il sistema di preparazione dell'ACS e l'utenza più svantaggiata non deve superare 2°C.

Pertanto si è proceduto alla verifica del salto termico tenuto conto che la temperatura massima in uscita dal boiler è 60°C.

A vantaggio di sicurezza i tubi si considerano a contatto con l'aria.

La norma UNI 9182:2014 specifica i criteri tecnici ed i parametri da considerare per il dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua destinata al consumo umano, i criteri di dimensionamento per gli impianti di produzione, distribuzione e ricircolo dell'acqua calda, i criteri da adottare per la messa in esercizio degli impianti e gli impieghi dell'acqua non potabile e le limitazioni per il suo impiego.

Per quanto riguarda il ricircolo la norma stabilisce quanto segue:

Nelle distribuzioni è indispensabile prevedere una rete di ricircolo che consenta all'acqua di restare in continuo movimento e di evitare le conseguenze della stagnazione quali perdita di calore e rischio igienico. Il ricircolo deve consentire l'erogazione dell'acqua calda alla temperatura di progetto entro 30 secondi.

Il ricircolo deve essere sempre realizzato, ad esclusione dei casi previsti di seguito:

- 1 - i consumi di acqua calda sono continui o con prevalenza di consumo continuo e interruzioni non maggiori di 15 min;
- 2 - nel caso di impianti autonomi, per uso residenziale o similare (per esempio uffici, studi, negozi, ecc.), con produzione istantanea mediante apparecchi con potenza termica complessiva minori di 35 kW, in assenza di serbatoio di accumulo;
- 3 - nel caso di impianti autonomi per uso residenziale o similare (per esempio uffici, studi, negozi, ecc.) con serbatoio di accumulo  $\leq 100\text{Lt}$  o comunque con serbatoi di accumulo dotati di sistema integrato di mantenimento della temperatura di progetto nel serbatoio stesso (per esempio resistenza elettrica);
- 4 - nel tratto di distribuzione al piano di un impianto centralizzato con ricircolo, qualora il volume complessivo di contenuto di acqua calda nelle tubazioni, dal punto di distacco dalla linea in cui è attivo il ricircolo sino ad ogni punta di prelievo, non sia maggiore di  $3\text{Lt}(+10\%)$ .

Pertanto essendo nel caso 3, avendo previsto uno scaldacqua con accumulo con resistenza elettrica per il mantenimento della temp. Di progetto il ricircolo può essere omesso.

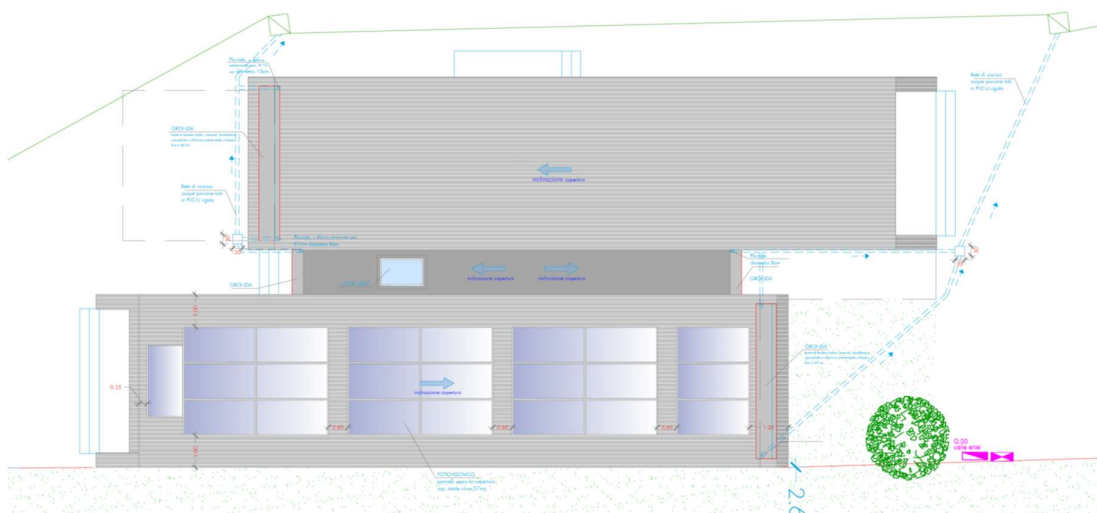
## IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE CAPTATE DALLE COPERTURE

Dovendo realizzare un sistema di raccolta delle acque meteoriche captate dalle coperture, il progetto prevede l'installazione di un impianto di smaltimento delle acque bianche.

Le acque raccolte sono quelle captate dalle coperture dell'edificio.

La rete di smaltimento progettata è costituita da pozzetti di derivazione ed ispezione in cls.

Le tubazioni interrate verso la rete di fognatura bianca sono del tipo in PVC-U rigido.



## **TUBI IN PVC PER ACQUE BIANCHE**

### **NORMA TECNICA UNI 10972**

**Identificazione:** La norma UNI EN 10972 identifica i tubi in PVC rigido (PVC-U) utilizzabili per la realizzazione di condotte interrate di acque meteoriche.

**Applicazione:** I tubi PVC a norma UNI EN 10972 rappresentano il miglior compromesso qualità/prezzo per la realizzazione di scarichi per acque meteoriche. Il PVC conferisce resistenza meccanica allo schiacciamento ed agli urti, resistenza chimica ed alle abrasioni, rendendo le tubazioni durevoli nel tempo più di altri materiali plastici. Inoltre la specifica formulazione e la realizzazione di spessori opportuni conferiscono al tubo una rigidità pari  $4 \text{ kN/m}^2$  che ne permette la posa senza il rinfianco di calcestruzzo. La tenuta idraulica è garantita da accoppiamenti maschio/femmina con guarnizioni.

**Caratteristiche essenziali:** **Rigidità:** la normativa impone che gli spessori siano tali da conferire alla tubazione una resistenza allo schiacciamento almeno  $4 \text{ kN/m}^2$  (**SN 4**)  
**Resistenza termica:** fluidi sino a temperatura di  $40^\circ\text{C}$

**Aspetto:** colore marrone (RAL 8023), è disponibile in barre con bicchiere di lunghezza standard 3 o 6mt; altre dimensioni sono realizzabili a richiesta. I tubi sono già bicchierati e le guarnizioni sono fornite a corredo.

**Gamma Prodotti:** DN = diametro nominale esterno (mm)      SN = rigidità anulare espressa in  $\text{kN/m}^2$   
 sp (mm) = spessore nominale di parete (mm)

DN mm	SN 4 sp (mm)
125	2,8
160	3,4
200	3,9
250	4,8

DN mm	SN 4 sp (mm)
315	6,5
400	8,1
500	10,2
630	13,0

Per tutte le altre caratteristiche fisiche e meccaniche si rimanda direttamente al testo della norma UNI EN 10972

## PROGETTAZIONE ACUSTICA DEGLI IMPIANTI

Una corretta progettazione acustica degli impianti di scarico comporta innanzitutto l'individuazione delle cause di rumorosità all'interno delle reti; è estremamente importante conoscere i punti critici dell'impianto ed operare al fine di contenere la trasmissione del rumore che può avvenire per via aerea o per via strutturale.

Gli impianti di scarico sono caratterizzati da trasmissione sia aerea che strutturale ed è quindi necessario operare delle scelte progettuali e di installazione volte a contenerle entrambe.

Per ridurre la trasmissione per via aerea è necessario isolare acusticamente la tubazione interponendo delle pareti tra la stessa ed il locale nel quale si intende avere il minor impatto acustico (fonoisolamento).

In questo caso la tipologia della parete di separazione, ed in particolare il suo peso, sono l'elemento chiave per un efficace fonoisolamento.

Per ridurre invece la trasmissione per via strutturale della rumorosità generata da un sistema di scarico è necessario disaccoppiare la tubazione dalla struttura dell'edificio utilizzando dei collari di staffaggio dotati di gomma antivibrante. Tali collari fungono da molla riducendo le vibrazioni che la tubazione tende a trasferire alle pareti. In tal senso le caratteristiche costruttive del collare ricoprono un ruolo fondamentale, una scarsa elasticità dell'inserito in gomma, per esempio, o una eccessiva forza di serraggio sul tubo possono compromettere le performance acustiche del sistema.

Quando un sistema di scarico è in funzione i rumori nascono all'interno del condotto che viene messo in vibrazione dalla caduta del liquido scaricato, il quale:

Urta contro le pareti della colonna verticale.

Urta contro le pareti delle tubazioni orizzontali per effetto dei cambi di direzione.

Può risucchiare aria a monte comprimendo quella a valle (sifonamento).

Buona parte della rumorosità si propaga all'interno del tubo stesso ma le vibrazioni generate si trasmettono dalle pareti del tubo all'ambiente circostante ed ai sistemi di staffaggio e di conseguenza alle strutture dell'edificio.

La propagazione del rumore in un impianto di scarico dipende quindi:

Dalle caratteristiche dei collari di staffaggio.

Dai cambiamenti di direzione.

Dall'assenza o dal sottodimensionamento dei sistemi di ventilazione.

Dalla composizione delle strutture dell'edificio.

Ma anche dalla propensione del tubo alla vibrazione e ciò è dovuto alle sue caratteristiche costruttive ed in particolare:

Alla massa.

Alla elasticità che dipende dal modulo elastico e dalla geometria.

Alla capacità di smorzamento che dipende dalla struttura del tubo (eventuale accoppiamento di più materiali).

In definitiva per poter contenere i livelli di rumorosità degli impianti di scarico è opportuno:

Scegliere una tubazione dalle buone caratteristiche fonoassorbenti.

Operare una corretta progettazione impiantistica.

Effettuare un corretto montaggio del sistema utilizzando prodotti idonei. Nella progettazione dei sistemi di scarico è necessario rispettare alcuni criteri di acustica edilizia atti a contenere la rumorosità degli impianti.

L'applicabilità o meno di taluni criteri dipende ovviamente dalla struttura e dalla geometria dell'immobile.

Gli apparecchi sanitari e le relative tubazioni di scarico devono essere posizionate in pareti tecniche non confinanti con camere da letto e soggiorno.

Si suggerisce la realizzazione di vani tecnici nei quali installare le tubazioni di scarico e di posizionarli nell'area in cui si trovano i locali sanitari.

I locali sanitari appartenenti ai diversi piani devono essere sovrapposti in modo tale da ridurre al minimo le deviazioni di colonna, fonte di rumorosità.

In caso non fosse possibile eseguire quanto sopra suggerito si devono adottare delle misure di protezione dal rumore incrementando il fonoisolamento delle pareti di installazione o delle stesse tubazioni.

Il posizionamento delle tubazioni all'interno del vano tecnico deve avvenire sulla parete più spessa e possibilmente in angolo.

L'installazione su pareti sottili e soprattutto nella parte centrale può favorire la diffusione del rumore strutturale per effetto delle vibrazioni alle quali la parete è soggetta.

Per limitare la rumorosità per via aerea, si suggerisce dunque di installare le tubazioni di scarico all'interno di un vano tecnico, il quale, per effetto del potere fonoisolante delle pareti riduce il rumore percepito all'esterno. In ogni caso il vano tecnico può portare ad un incremento del livello di rumore aereo al suo interno a causa dell'effetto "cassa di risonanza" vanificando in parte l'effetto fonoisolante delle pareti stesse. Tale incremento è influenzato dalla geometria del vano tecnico e dalla superficie della parete del vano tecnico confinante con il locale di misura; si possono misurare valori da circa 6 dB fino a 10 dB per vani aventi la parete confinante con la stanza di misura di 0,3 m fino a 1 m.

Per ridurre l'effetto "cassa di risonanza" si suggerisce di rivestire parte delle sue pareti interne con materiale fonoassorbente quale per esempio la lana minerale di spessore 40 mm che può portare ad annullare completamente l'incremento di rumorosità.

L'attraversamento delle solette e delle pareti deve essere eseguito in modo tale da disaccoppiare acusticamente la tubazione con la struttura edilizia per ridurre il trasferimento delle vibrazioni prodotte durante il funzionamento del sistema di scarico. Per tale motivo si suggerisce di rivestire le tubazioni con guaina elastica isolante avente uno spessore minimo di almeno 5 mm.

Nel caso in cui sia necessario incassare la tubazione in una parete è opportuno eseguire degli spacchi in modo da ricreare l'effetto "cavedio" evitando il contatto della tubazione con la struttura edilizia. Nel caso in cui vi siano punti di contatto con i laterizi o il rischio che questi si creino durante la vibrazione della tubazione, si suggerisce di rivestire la colonna con guaina elastica isolante avente uno spessore minimo di almeno 5 mm.

Se la tubazione è completamente affogata nel getto di calcestruzzo non è necessario isolarla in quanto la massa del calcestruzzo è tale da contenere la propagazione acustica del rumore. Con un rivestimento di 50 mm di calcestruzzo il livello di rumore si riduce di circa 30 dB.

Per limitare la rumorosità per via strutturale si suggerisce di ridurre al minimo i punti di contatto con le pareti; per contenere quindi la trasmissione delle vibrazioni alla struttura si deve limitare il numero di collari, al limite sfruttando il passaggio in soletta come punto di staffaggio.

L'allaccio delle diramazioni di scarico deve essere eseguito mediante braghe a  $87,5^\circ$  (o  $88,5^\circ$  in relazione al tipo di sistema di scarico) poiché rispetto a quelle a  $45^\circ$  assicurano velocità di immissione in colonna più basse e livelli di rumorosità contenuti.

Anche il piede di colonna deve essere configurato per ridurre al minimo l'impatto dovuto alla deviazione del flusso che passa dalla colonna di scarico al collettore orizzontale. La soluzione che assicura il livello di pressione più basso e la minore rumorosità è quella realizzata mediante due curve a  $45^\circ$  distanziate da un tronchetto di tubo di lunghezza pari a due volte il diametro nominale della colonna. Tali considerazioni e l'utilizzo di tubazioni di scarico di tipo insonorizzato sono alla base della progettazione effettuata al fine di ottenere un buon comfort acustico.

---

# Allegato: RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI DI SCARICO ACQUE METEORICHE

## Premessa

La presente relazione di calcolo illustra il progetto di dimensionamento della rete di scarico delle acque meteoriche relativo a lavori di nuova costruzione dell'edificio destinato a Centro operativo intercomunale Multifunzionale a supporto delle attività di Protezione Civile Intercomunale e dei servizi dei Comuni afferenti nel Comune di Aulla, prossimo alla stazione ferroviaria Aulla - Lunigiana.

Il progetto presenta tre reti distinte: due dedicate alla raccolta di acque meteoriche ed una rete di fognature per le acque nere e grigie.

## Reti di scarico acque meteoriche

### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 12056-3:2001** - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

### PORTATA DI SCORRIMENTO DI ACQUE METEORICHE

In condizioni stazionarie, la portata di acque meteoriche da far defluire da una copertura deve essere calcolata mediante la seguente formula:

$$Q = r \cdot A \cdot C \cdot K$$

dove:

- Q è la portata d'acqua, in litri al secondo (l/s);
- r è l'intensità di precipitazione, in litri al secondo per metro quadrato (l/(s\*m²));
- A è l'area effettiva della copertura, in metri quadrati (m²);
- C è il coefficiente di scorrimento (preso = 1,0 salvo quando diversamente richiesto da regolamenti e procedure di installazione nazionali o locali), adimensionale.
- K è il coefficiente di riduzione.

### INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE, R

Quando esistono dati statistici affidabili circa frequenza, intensità e durata delle precipitazioni, l'intensità di precipitazione r da utilizzare nella formula precedente deve essere scelta considerando il genere e la destinazione d'uso dell'edificio ed in modo appropriato al grado di rischio accettabile.

### STAZIONE METEOROLOGICA DI RIPA DI AULLA

Comune: Aulla    Altitudine: 124 m s.l.m.



#### Foto e descrizione della stazione meteo:



Località	Ripa - Piano di Quercia
Comune	Aulla
Altitudine s.l.m.m.	124 metri
Coordinate WGS84	44°14'16" N - 09°59'55" E
Bacino idrografico	T. Taverone
Modello	Davis Vantage Pro 2
Sensori	Barometro, termo-igrometro, pluviometro, anemometro
Data installazione	Aprile 2008
Ubicazione	Su prato erboso, al limite fra un campo incolto ed un frutteto. L'anemometro è ubicato sul tetto a 8 metri dal suolo.

	Estremi MENSILI		Estremi ANNUALI	
	MIN	MAX	MIN	MAX
Temperatura	4.3°C	27.2°C	-6.4°C	27.3°C
Umidità	24%	98%	23%	99%
Punto di rugiada	3.9°C	16.7°C	-10.6°C	18.3°C
Pressione atmosferica	1002.5 hPa	1021.2 hPa	995.1 hPa	1034.0 hPa
Calore percepito	-	26.7°C	-	26.7°C
Raffreddamento da vento	3.3°C	-	-7.8°C	-
Raffica di vento	-	37.0 Km/h	-	82.1 Km/h
Intensità di pioggia	-	121.2 mm/h	-	157.8 mm/h

**Figura 1.** Dati sulle precipitazioni annuali disponibili della stazione meteo di Aulla

Salvo quando diversamente richiesto da tali specifiche, l'intensità minima deve essere moltiplicata per un coefficiente di rischio riportato nella Figura 6, ottenendo in tal modo l'intensità di precipitazione  $r$  da utilizzare nella formula della portata  $Q$ .

Situazione	Coefficiente di rischio
Comicioni di gronda	1,0
Comicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico	1,5
Canali di gronda interni e nel caso in cui piogge straordinariamente abbondanti o ostruzioni del pluviale potrebbero provocare un'infiltrazione di acqua all'interno dell'edificio	2,0
Canali di gronda interni di edifici per i quali si richiede un grado di protezione eccezionale, per esempio: - ospedali/teatri - impianti di telecomunicazione - depositi di sostanze che danno origine a emissioni tossiche o infiammabili se bagnate con acqua - edifici nei quali sono conservate opere d'arte di valore eccezionale	3,0

**Figura 2.** Coefficienti di rischio



## VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI RIDUZIONE K

Il coefficiente di riduzione K dipende da numerosi elementi in relazione alle caratteristiche della pioggia e del bacino di impluvio, secondo la tabella riportata di seguito:

Caratteristiche superficie	K
Inclinata con tegole	1
Piana cemento	0,8
Piana erbosa	0,3
Piana ghiaia	0,6
Piana mattonelle	1

**Figura 3.** Valori del coefficiente di riduzione K in base alla superficie

Nella proposta progettuale la copertura è inclinata in lamiera grecata verniciata, per cui è assumibile un valore di K=1.

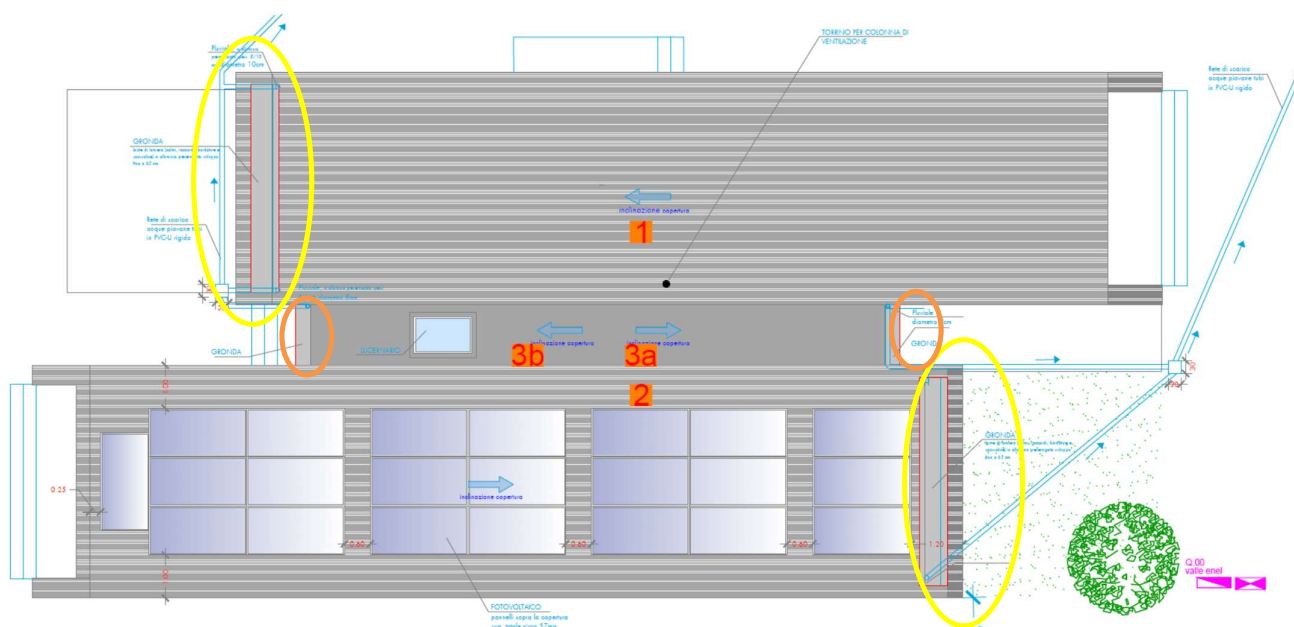
## DIMENSIONAMENTO RETI DI SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE - Coperture SUPERFICI DI CALCOLO

Le superfici di raccolta delle acque meteoriche dalla copertura dell'edificio sono divise come illustrato nella Figura 10.

Le coperture 1 e 2 presentano una copertura a falda unica, con manto di copertura in lamiera grecata coibentata. La pendenza delle falde è pari a circa 6° gradi.

Le gronde sono posizionate sui lati esterni evidenziati col cerchio giallo nella figura sottostante.

La copertura 3 e' composta da due falde denominate 3a e 3b, anch'esse presentano lo stesso manto di copertura e la stessa pendenza, le gronde sono indicate col colore arancione.



**Figura 4.** Coperture dell'edificio

## PORTATA D'ACQUA DELLE COPERTURE

Con riferimento alla Figura 5 si ipotizza come valore di progetto una precipitazione massima pari a 157,8 mm per 60 minuti, ricavando l'intensità pluviometrica pari a:

$$r=0.0877 \text{ [l/s m}^2\text{]}.$$

**Tabella 1.** Portata d'acqua meteorica delle falde di coperture

AREA	Superficie proiettata [m <sup>2</sup> ]	Superficie captante A [m <sup>2</sup> ]	Intensità pluviometrica r [l/s m <sup>2</sup> ]	Coefficiente di scorrimento C [-]	Coefficiente di riduzione K [-]	Portata Q <sub>cop</sub> [l/s]
Copertura 1	106,21	106,8	0,0877	1	1	<b>9,36</b>
Copertura 2	107,02	107,61	0,0877	1	1	<b>9,43</b>
Copertura 3a	9,35	9,40	0,0877	1	1	<b>0,82</b>
Copertura 3b	9,35	9,40	0,0877	1	1	<b>0,82</b>

## DIMENSIONAMENTO GRONDE A SEZIONE RETTANGOLARE

Avendo un'altezza di progetto della gronda per le coperture pari a 480 [mm], secondo la tabella seguente si otterrà un'altezza con dimensioni minime di bordo libero a= 75 [mm].

Nel caso in esame a=250 [mm]

$$Q_L=0,9*Q_N$$

dove:

Q<sub>L</sub> capacità di progetto di canali di gronda [l/s]

Q<sub>N</sub> capacità nominale di un canale di gronda calcolato come:

$$Q_{SE} * F_d * F_s \quad [\text{l/s}]$$

0,9 coefficiente di sicurezza [-]

Q<sub>SE</sub> capacità equivalente di un cornicione di gronda quadrato [l/s]

$$3,48*10^{-5}*A_E^{1,25}$$

A<sub>E</sub> sezione trasversale totale del canale di gronda [mm<sup>2</sup>]

F<sub>d</sub> coefficiente di profondità [-] 0,85

F<sub>s</sub> coefficiente di forma [-] 1

## Dimensioni minime di bordo libero di canale di gronda per compluvi e parapetti

Altezza della grondaia compreso il bordo libero Z (mm)	Dimensioni minime di bordo libero (mm)
Minore di 85	25
Da 85 a 250	0,3 Z
Maggiore di 250	75

**Figura 5.** Dimensioni minime di bordo libero

Data la formula per ricavare la capacità nominale del canale di gronda:

$$Q_N= Q_{SV} * F_D * F_S$$

Con una larghezza della sezione rettangolare assunta pari a **S= 590 [mm]**, e quindi una sezione trasversale del canale di gronda sotto al bordo libero **A<sub>w</sub>= 145800 [mm<sup>2</sup>]**, è possibile calcolare Q<sub>SE</sub> mediante la formula Q<sub>SE</sub>= 3.48\*10<sup>-5</sup>\*A<sub>w</sub><sup>1,25</sup>:

$$Q_{SE} = 99,15 \text{ [l/s]}$$

I coefficienti di altezza  $F_d$  e di forma  $F_s$  vengono determinati dai seguenti grafici:

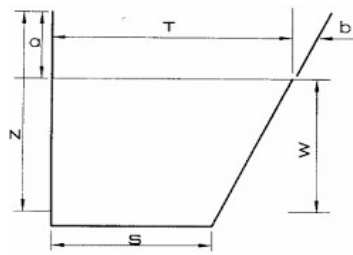


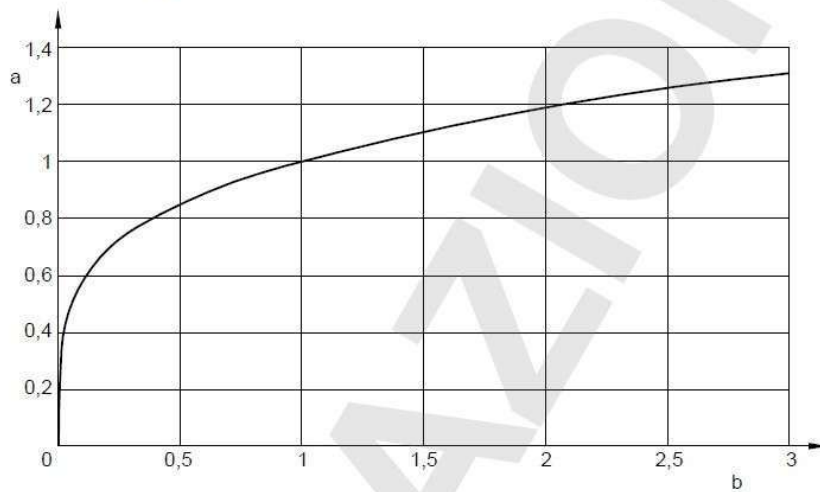
figura 5

**Coefficiente di altezza,  $F_d$**

Legenda

a Coefficiente di altezza  $F_d$

b  $W/T$



**Figura 6.** Coefficiente di altezza  $F_d$

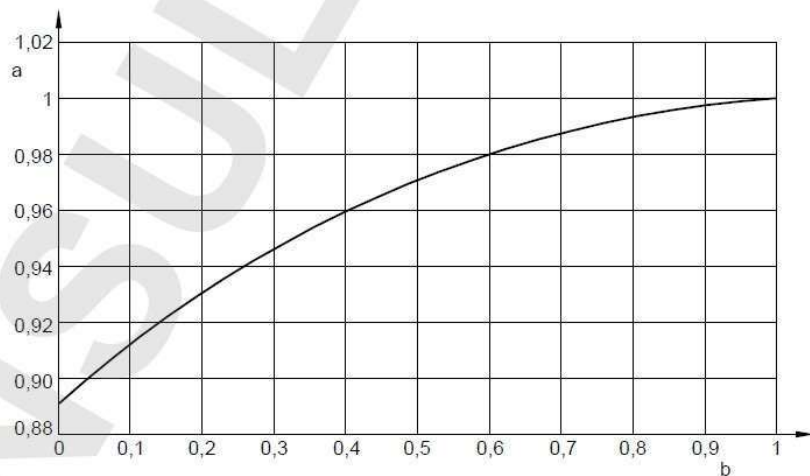
figura 6

**Coefficiente di forma,  $F_s$**

Legenda

a Coefficiente di forma  $F_s$

b  $S/T$



**Figura 7.** Coefficiente di forma  $F_s$

Assumendo  $F_s = 0.99$  e  $F_d = 0.75$ , si ottiene la capacità nominale del canale di gronda:

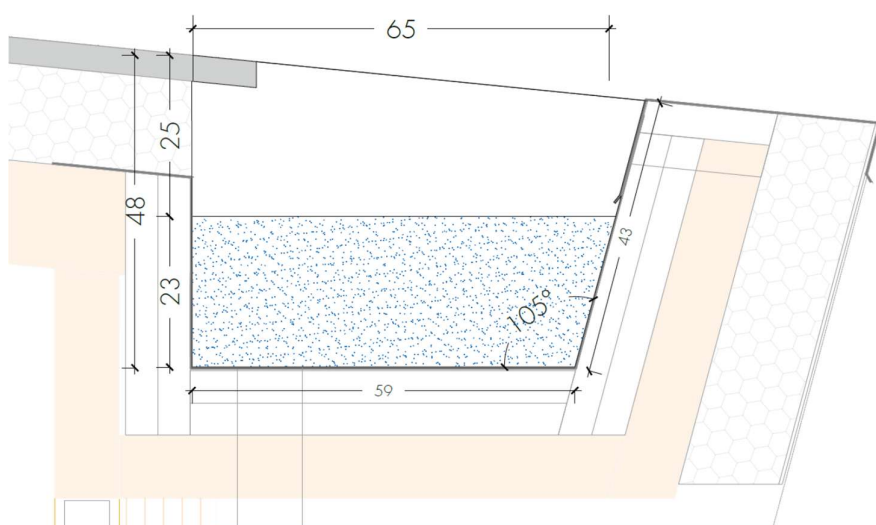
$$Q_N = 73.62 \text{ [l/s]}$$

La capacità nominale moltiplicata per il coefficiente di rischio  $K = 0.9$  determina la capacità di progetto dei canali di gronda rettangolari:

$$Q_L = 66.25 \text{ [l/s]}$$

#### Verifica del dimensionamento delle gronde – falda 1 e falda 2

La gronda del corpo di fabbrica basso perimetrale al fabbricato, relative alle porzioni di copertura 1 e 2, presenta le seguenti dimensioni:



$$H_{\text{gronda}} = 480 \text{ mm}$$

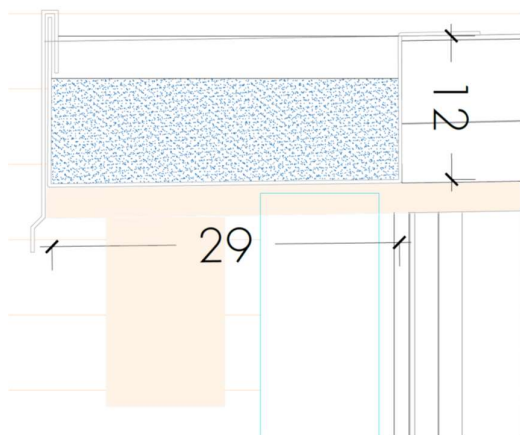
$$H_{\text{acqua}} = 230 \text{ mm}$$

Con l'altezza di progetto della gronda pari a 480 [mm], secondo la tabella seguente si otterrà un'altezza teorica dell'acqua pari a 230 [mm] con dimensioni minime di bordo libero pari a 250 [mm].

$A_E$	145800	[mm <sup>2</sup> ]
$Q_{SE}$	99,15	[l/s]
$F_d$	0,99	[-]
$F_s$	0,75	[-]
$Q_N$	73,62	[l/s]
<b><math>Q_{L,Tg1}</math></b>	<b>66,25</b>	<b>[l/s]</b>

### Verifica del dimensionamento delle Gronde – falda 3

La gronda del corpo di fabbrica basso perimetrale al fabbricato, relative alle porzioni di copertura 3.



$$H_{\text{gronda}} = 120 \text{ mm}$$

$$H_{\text{acqua}} = 84 \text{ mm (0,7 } H_{\text{gronda}})$$

Con l'altezza di progetto della gronda pari a 120 [mm], secondo la tabella seguente si otterrà un'altezza teorica dell'acqua pari a 84 [mm] (pari al 70%) con dimensioni minime di bordo libero pari a 36 [mm].

Applicando le equazioni ed i prospetti del Sottocapitolo 2.6.3 si ottengono:

$$\begin{array}{lll} A_E & 24.500 & [\text{mm}^2] \\ Q_{SE} & 11,16 & [\text{l/s}] \\ F_d & 0,77 & [-] \\ F_s & 1 & [-] \\ Q_N & 3,23 & [\text{l/s}] \end{array}$$

$$Q_{L,Tg3} \text{ } \mathbf{2,91} \quad [\text{l/s}]$$

**Tabella 2.** Riepilogo portate gronde copertura

	Area sezione $A_E$ [mm <sup>2</sup> ]	Portata teorica $Q_{SE}$ [l/s]	Coeff. altezza $F_d$ [-]	Coeff. forma $F_s$ [-]	$Q_{N,gronda}$ [l/s]	$Q_{L,gronda}$ [l/s]	$Q_{cop}$ [l/s]	Verifica
<b>Copertura 1</b>	145.800	99,15	0,99	0,75	73,62	<b>66,25</b>	<b>9,36</b>	Verificato
<b>Copertura 2</b>	145.800	99,15	0,99	0,75	73,62	<b>66,25</b>	<b>10,48</b>	Verificato
<b>Copertura 3a</b>	24.500	11,16	0,77	1,00	3,23	<b>2,91</b>	<b>0,82</b>	Verificato
<b>Copertura 3b</b>	24.500	11,16	0,77	1,00	3,23	<b>2,91</b>	<b>0,82</b>	Verificato

## PLUVIALI

La portata massima di progetto dei pluviali verticali è data dal prospetto 8 seguente. Come da normativa, si considera il grado di riempimento  $f = 0.33$ .

prospetto 8 Capacità di pluviali verticali

Diametro interno del pluviale $d_i$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d_i$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f = 0,20$	Grado di riempimento $f = 0,33$		Grado di riempimento $f = 0,20$	Grado di riempimento $f = 0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota  
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:  

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$$
dove:  
 $Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);  
 $k_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);  
 $d_i$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);  
 $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Tabella 3. Dimensionamento pluviali

	$Q_{cop.}$ [l/s]	Numero pluviali [-]	$Q_{L,pluviale}$ [l/s]	$DN_{pluviale,min}$	$DN_{pluviale,prog.}$
Copertura 1	9,36	2	4,68	75	100
Copertura 2	10,48	2	5,24	80	100
Copertura 3a	0,82	1	0,82	50	80
Copertura 3b	0,82	1	0,82	50	80

## VERIFICA DIMENSIONAMENTO CONDOTTA

La rete fognaria “acque bianche” in progetto sarà costituita da tubazioni in PVC per fognatura tipo SN4 con diametro da 125 mm, con pendenza pari allo 1%, i cui tronchi sono intervallati da pozzetti d'ispezione quadrati prefabbricati in calcestruzzo, la condotta confluisce nella rete pubblica esistente.

Diametro interno	Di	(mm)	118,6
Pendenza		(m/1000m)	10
% riempimento		(%)	70
Viscosità cinematica	m	( $\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ )	1,31
Raggio interno condotta	r	(m)	0,0593
Coefficiente di riempimento	h/r	( )	1,4
Pendenza	i	( )	0,01
Dati geometrici del flusso			
Area bagnata	A	(m <sup>2</sup> )	0,008256417087042141
Perimetro bagnato	P	(m)	0,23513282623295173
Raggio idraulico	R=A/P	(m)	0,03511384275567849

La condotta di progetto, per risultare positivamente verificata, dovrà essere in grado di smaltire l'acqua meteorica ricadente sulla copertura.

Con una pendenza pari a 1% si ottiene, per la portata totale (0,01 mc/s), un diametro pari a DN 125

### Calcolo portate e velocità

			Indice di scabrezza	Coeff. condutt. c ( )	Velocità v (m/s)	Portata Q (m <sup>3</sup> /s)
Bazin (B)	g	(m <sup>1/2</sup> )	0,16	46,93	0,88	0,01
Kutter (K)	m	(m <sup>1/2</sup> )	0,25	42,84	0,80	0,01
Gauckler- Strickler (G-S)	Ks	(m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	80	45,78	0,86	0,01
Manning (M)	n	(m <sup>1/3</sup> s)	0,025	22,89	0,43	0,00
Colebrook- Marchi (C-M)	e	(mm)	0,25	18,16	1,07	0,01

I pozzetti di ispezione sono costituiti da elementi in cls prefabbricati, la dimensione minima dei pozzetti di ispezione quadrati è di 30x30 cm, per un'altezza di 30 cm.