OGGETTO:

PIANO DI RECUPERO ATR 3 - OPERE DI URBANIZZAZIONE

COMUNE:

CHIUDUNO - BG -

PROPRIETA':

COMUNE DI CHIUDUNO - BERGAMO -
codice fiscale / partita IVA 00278290168

.....

ELABORATO GRAFICO:

RETE FOGNARIA E RETE IDRICA - RELAZIONE TECNICA

TAVOLA: 03g

Ydros ingegneria

DOTT. ING GIOVANNI PEZZUCCHI
DOTT. ING ELENA ARLATI

Via Montale, 11/15 24126 - Bergamo -
Tel. 035 312200 - fax 035 5095751
e - mail: ydros@ydros.it

PROGETTAZIONE ESECUTIVA
RETE IDRICA E FOGNARIA

ARCH. ARIANNA CECCARDI

P.zza Francesco Zucco 5/a
24060 - Entratico - (BG)
e - mail: arianna@studioceccardi.it
C.F. CCC RNN 77P56 L388T - P.iva 003351520162

Firmato digitalmente da
ARIANNA CECCARDI
CN = CECCARDI ARIANNA
T = ARCHITETTO
SerialNumber = IT:CCCRNN77P56L388Y
e-mail = arianna@studioceccardi.it
C = IT

DATA:
Novembre 2014
agg Marzo 2015

SCALA:

RIPRODUZIONE E DIVULGAZIONE VIETATA A NORMA DI LEGGE

Comune di Chiuduno
(Provincia di Bergamo)

Opere di Urbanizzazione
"Piano di Recupero ***ATr3***

Dimensionamento e Verifica Idraulica
Rete Idrica e Rete Fognaria

Relazione Tecnica
- Novembre 2014 –
Aggiornamento Marzo 2015

YDROS ingegneria
Studio Associato
via Benzoni, 12 - 24126 Bergamo

codice commessa 117.711.6

Indice

1 Premessa 2

2 Inquadramento Idrogeologico 3

3 Acquedotto Pubblico 6

3.1 Rete Idrica Esistente 6

3.2 Rete Idrica di Progetto 6

3.2.1 Interventi di Progetto 6

3.2.2 Stima dei Consumi Idrici 7

4 Fognatura Pubblica 10

4.1 Rete Fognaria Esistente 10

4.2 Rete Fognaria di Progetto 13

4.3 Progettazione Rete Fognaria Nera 15

4.3.1 Valutazione Contributo Refluo allo Scarico 15

4.3.2 Dimensionamento e Verifica Idraulica Rete Fognaria Nera 15

4.4 Progettazione Rete Fognaria Meteorica 17

4.4.1 Valutazione Contributo Meteorico allo Scarico 17

4.4.2 Dimensionamento e Verifica Idraulica Rete Fognaria Meteorica 21

4.4.3 Dimensionamento Vasca Raccolta Acque Sorgive 23

1 Premessa

Nell'ambito del progetto delle opere di urbanizzazione al servizio del nuovo Piano di Recupero Ambito di Trasformazione ATr3, in Comune di Chiuduno (BG), redatto dallo studio tecnico Dott. Arch. Arianna Ceccardi di Entratico (BG) su incarico dell'Amministrazione Comunale, si prevede: l'adeguamento e il parziale spostamento della rete idrica esistente, di adduzione (acquedotto 2 valli) e distribuzione, la formazione di una nuova rete fognaria acque reflue urbane, in sostituzione di quella esistente, la formazione di una nuova rete fognaria di raccolta delle acque meteoriche e delle acque sorgive.

Nella Figura 1 si riporta una rappresentazione planimetrica dell'area di intervento su base ortofoto digitale.

L'area di intervento si trova nel centro abitato di Chiuduno, lungo il tratto urbano della S.P. 91 (via Cesare Battisti) e corrisponde all'area originariamente occupata dalla scuola secondaria di primo grado comunale, attualmente in disuso, in quanto trasferita in altri edifici. Attualmente l'area risulta interessata dall'edificio principale scolastico, dalla viabilità interna, compreso un piazzale a parcheggio, e da un'area a verde.

L'area nella configurazione di progetto verrà interessata dalla realizzazione di nuovi edifici a prevalente destinazione residenziale, con alcune unità commerciali (dislocate lungo il fronte sud, verso la sede stradale provinciale) e da una nuova viabilità interna, con autorimessa interrata.

Si segnala che nell'area sono presenti diversi sottoservizi pubblici, tra cui: la fognatura comunale, la rete idrica di adduzione denominata acquedotto 2 valli e la rete idrica comunale di distribuzione, uno scarico di troppo pieno di acque sorgive proveniente da un vicino lavatoio comunale.

In data 10.09.2014 è stata svolta la Conferenza dei Servizi, indetta dall'Amministrazione Comunale, per la disamina del progetto delle opere di urbanizzazione del Piano di Recupero, a cui ha partecipato anche la società UniAcque S.p.A., ente gestore del servizio idrico integrato, che ha fornito alcune indicazioni tecniche e condiviso lo schema progettuale proposto.

Figura 1 – Inquadramento territoriale area nuovo Ambito di Trasformazione ATr3 in Comune di Chiuduno (BG) - Ortofoto digitali.

2 Inquadramento Idrogeologico

Dal punto di vista morfologico, l'area di interesse presenta un significativo dislivello da nord verso sud, disponendosi lungo il versante che degrada dal nucleo del centro storico verso la strada provinciale, con quote del p.c. che variano da 224.00 m s.l.m. (limite nord) a 216.00 m s.l.m. (limite sud).

Tale assetto morfologico comporta pendenze significative della rete fognaria di progetto, per adattarsi alla morfometria dell'area attraversata, oltre che profondità significative nel tratto di valle, in fregio alla strada provinciale, per consentire l'intercettazione degli scarichi esistenti.

Per un inquadramento geologico ed idrogeologico dell'area di intervento si rimanda ai contenuti dello Studio Geologico Comunale di Chiuduno, redatto da Ecosphera s.r.l. nel luglio 2009.

Sulla scorta dei dati desumibili dal citato Studio Geologico, relativamente all'area in esame, è possibile affermare che:

- l'area risulta costituita prevalentemente da depositi limoso-argillosi, con limitata capacità portante e a bassa permeabilità (Figura 2 e Figura 4);
- risulta dislocata immediatamente ai piedi del versante collinare, posto a monte, caratterizzato invece da elevata permeabilità per fessurazione (Figura 3);
- per le condizioni di cui ai punti precedenti, nell'area sono presenti delle superfici piezometriche superficiali, limitate nel tempo e nello spazio, che risultano particolarmente influenti nella zona in esame e che, a seguito di eventi meteorici intensi e duraturi, comportano l'attivazione di sorgive e venute d'acqua;
- in particolare a nord dell'area in esame è presente una sorgiva, a carattere permanente, che attualmente alimenta il lavatoio di via Scalette e che presenta un troppo pieno con recapito nella pubblica fognatura, in attraversamento all'area stessa;
- lungo il fronte est dell'area in esame è presente una rete di raccolta delle acque di drenaggio dell'interrato del vicino edificio residenziale, che recapita direttamente nella pubblica fognatura, in attraversamento all'area stessa; tale rete, con una profondità di posa introno a 3.20 m dal p.c., si attiva regolarmente in condizioni di pioggia.

La dislocazione dell'area, a valle di un versante collinare permeabile per fessurazione, e la geologia dell'area (caratterizzata da depositi limoso-argillosi), determinano la presenza di piezometriche locali superficiali, ad andamento variabile nel tempo e nello spazio, dovute al drenaggio del versante collinare posto a monte.

Alcune di queste risultano a carattere permanente (lavatoio di via Scalette), altre temporanee (rete drenaggio interrato edifici contermini), in funzione dell'andamento delle precipitazioni, ma in ogni caso superficiali, intorno a 3.00/3.50 m dal p.c..

Tale assetto idrogeologico preclude la fattibilità dello smaltimento su suolo delle acque meteoriche del nuovo ambito di trasformazione, non riuscendo a garantire un'infiltrazione efficace delle acque meteoriche raccolte su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, sia per la morfologia dell'area che per la caratterizzazione litologica dell'area, oltre che per la presenza di una piezometrica superficiale, che inibirebbe il funzionamento dei sistemi di infiltrazione anche più profondi.

Infine, all'interno dell'area non sono presenti corsi d'acqua superficiali, appartenenti al reticolo idrico minore.

Il corso d'acqua più vicino è rappresentato dalla **Valle Rossera**, appartenente al reticolo idrico minore.

Il corso d'acqua scorre ad est dell'area di intervento (Figura 4) e, nel tratto vallivo, viene intubato, per consentire l'attraversamento della S.P. n. 91 e dell'abitato posto a valle. Tale corso d'acqua presenta nel tratto intubato diversi scarichi impropri, che nel tempo hanno comportato una commistione tra il deflusso idrico e quello fognario.

Ad oggi, tale valle recapita, quindi, in pubblica fognatura. UniAcque S.p.A. ha in previsione l'intercettazione degli scarichi impropri in detta valle e la riattivazione del corso d'acqua, per il recapito delle sole acque meteoriche.

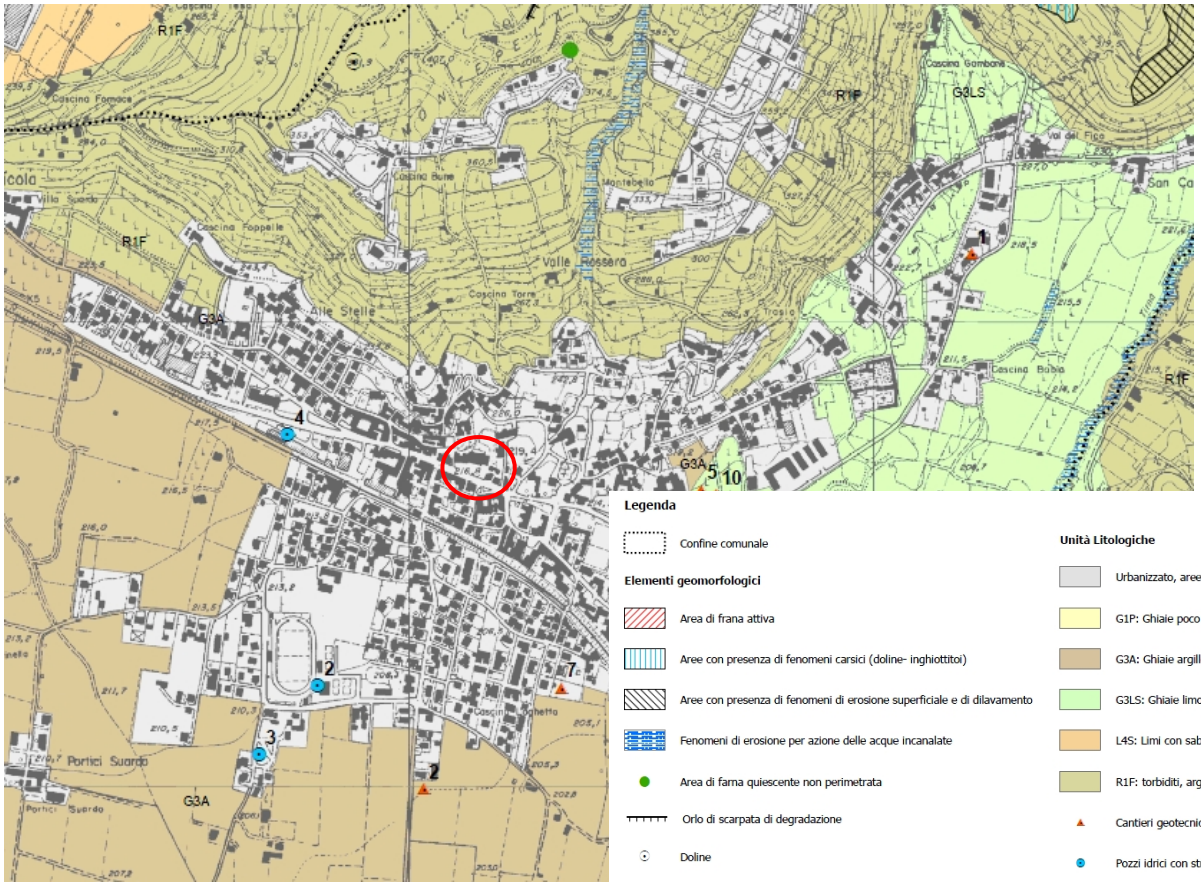

Figura 2 – Estratto della Tavola 02 – Carta Litologica con elementi morfologici dello Studio Geologico Comunale di Chiuduno - redatto da Ecosphera s.r.l. Luglio 2009.

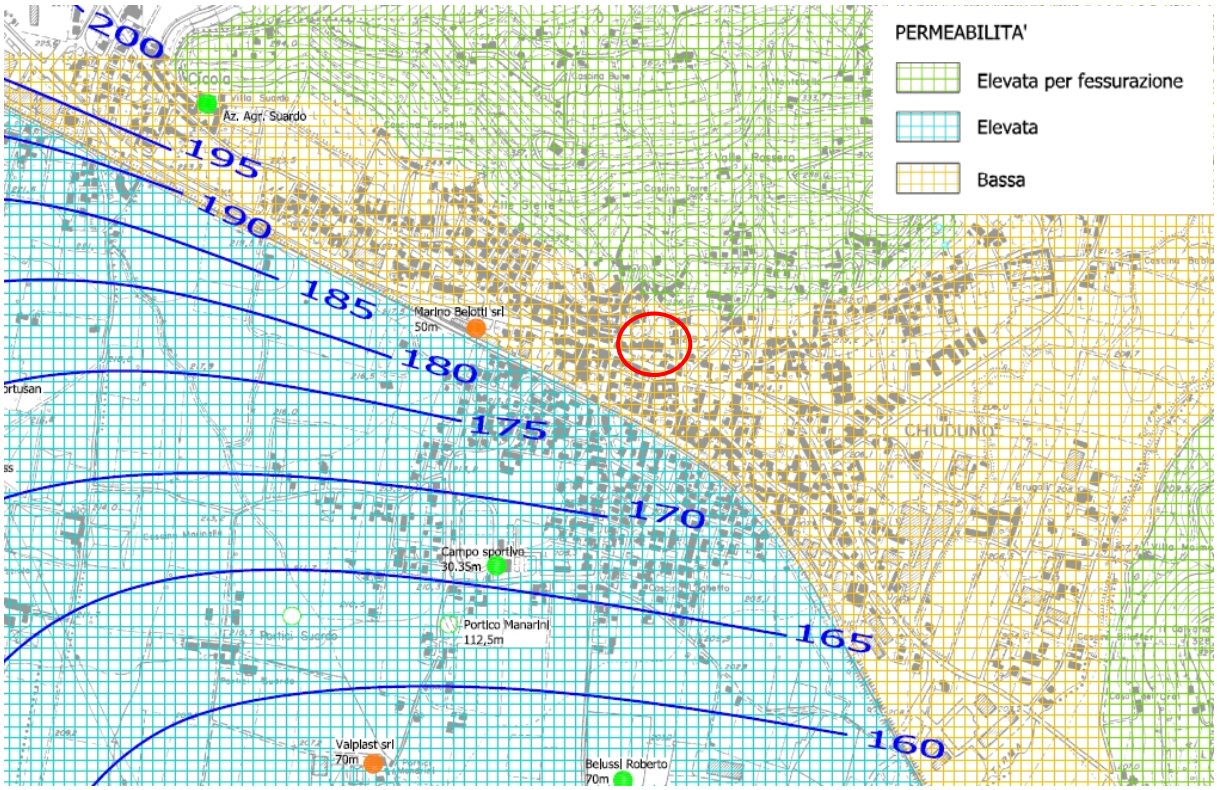

Figura 3 – Estratto della Tavola 03 – Carta Idrogeologica dello Studio Geologico Comunale di Chiuduno - redatto da Ecosphera s.r.l. Luglio 2009.

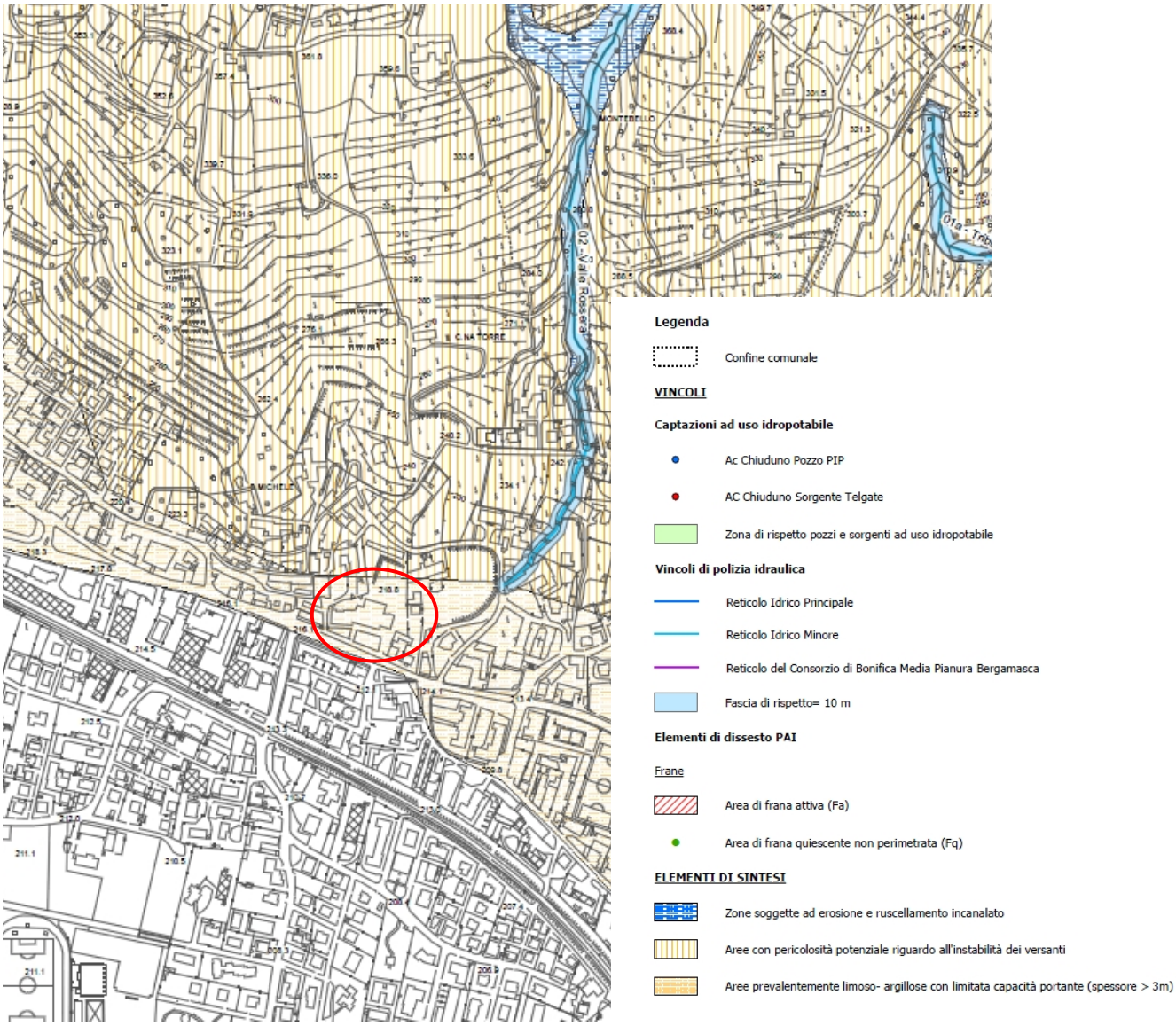

Figura 4 – Estratto della Tavola 07 – Carta dei vincoli e di sintesi dello Studio Geologico Comunale di Chiuduno - redatto da Ecosphera s.r.l. Luglio 2009.

3 Acquedotto Pubblico

3.1 Rete Idrica Esistente

L'area di intervento risulta attraversata da due reti idriche, rispettivamente:

- la rete idrica di adduzione dell'**acquedotto 2 valli** – costituita da una tubazione in acciaio ø 150 mm, che attraversa da nord a sud l'area di intervento, disponendosi lungo l'attuale viabilità, in fregio all'edificio scolastico dismesso – nell'area, lungo il relativo tracciato, presenta n. 2 camerette d'ispezione, costituite rispettivamente da: una cameretta di by-pass (codificata come A2 negli elaborati grafici allegati), con collegamento alla rete idrica comunale, di cui al punto seguente, in aderenza all'edificio scolastico dismesso (attualmente accessibile sia dal piano stradale che dal piano interrato dello stesso edificio), e una cameretta con contatore e cambio di sezione (codificata come A4 negli elaborati grafici allegati), in corrispondenza del marciapiede all'ingresso del complesso scolastico lungo la sede stradale provinciale;
- la rete idrica di distribuzione dell'**acquedotto comunale** – costituita da una tubazione principale in acciaio ø 125 mm, che attraversa da nord a sud l'area di intervento, disponendosi lungo l'attuale viabilità, in fregio al lato est dell'area – lungo il relativo tracciato presenta n. 2 camerette d'ispezione, costituite rispettivamente da: una cameretta di allaccio dell'edificio scolastico dismesso (codificata come A3 negli elaborati grafici allegati), in corrispondenza dell'ingresso principale dell'edificio scolastico, e una cameretta di allaccio del condominio residenziale (codificata come A1 negli elaborati grafici allegati), posta lungo il lato est dell'area indagata – la rete idrica comunale presenta anche un ramo di distribuzione lungo la S.P. n. 91, costituito da una tubazione in acciaio ø 50 mm, che percorre il lato nord della sede provinciale con andamento ovest-est.

Il tracciato delle reti idriche è stato ricostruito in base a quanto rilevabile dal piano campagna, in corrispondenza delle citate camerette, ed in base alle informazioni fornite dall'ente gestore UniAcque S.p.A., che, ha provveduto ad un tracciamento delle due condotte nell'area.

Nell'*elaborato grafico 03a* allegato alla presente si riporta il tracciato della rete idrica esistente, così come ricostruita mediante rilievo e raccolta informazioni.

3.2 Rete Idrica di Progetto

3.2.1 Interventi di Progetto

Le nuove edificazioni non interesseranno le tubazioni idriche e i relativi manufatti, per cui, in generale, non si prevede il rifacimento delle reti (se non per un tratto nella zona nord dell'area che verrà spostato), ma dei semplici adeguamenti dei manufatti esistenti, per una modifica della morfologia della pavimentazione di progetto.

In particolare, si prevedono i seguenti interventi di adeguamento dell'**acquedotto 2 valli** esistente:

- rifacimento della sola soletta della cameretta di connessione con la rete di distribuzione comunale, codificata come A2, in quanto in questa zona si prevede il ribassamento dell'attuale p.c. di circa 25 cm – la nuova soletta presenterà in sommità un'apertura da 75x150 cm, protetta da chiusino in ghisa sferoidale, a norma UNI EN 124, classe D400, a più coperchi modulari triangolari, eliminando l'accesso dal piano interrato dell'edificio scolastico;
- spostamento del tratto a nord della condotta idrica, per uno sviluppo di circa 70 ml, mediante posa di nuova tubazione idrica in acciaio ø 125 mm, in fregio al limite est dell'area, seguendo la futura morfologia della zona, che in questo punto prevede la formazione di un'area a verde privato, sopraelevata, rispetto al piano stradale – la nuova condotta idrica di adduzione verrà collegata alla condotta esistente lungo via XX Settembre.

In particolare, si prevedono i seguenti interventi di adeguamento dell'**acquedotto comunale** esistente:

- rifacimento della sola soletta della cameretta di allacciamento al condominio confinante posto ad est, codificata come A1, in quanto in questa zona si prevede il ribassamento dell'attuale p.c. di circa 115 cm – la nuova soletta presenterà in sommità un'apertura da 75x150 cm, protetta da chiusino in ghisa sferoidale, a norma UNI EN 124, classe D400, a più coperchi modulari triangolari – vista la modifica significativa del p.c. stradale, si prevede anche l'eventuale rifacimento dell'allacciamento, con riposizionamento delle apparecchiature idrauliche esistenti (valvole sezionamento e contatori), attualmente installate nella cameretta;
- sostituzione del tratto a sud della condotta idrica esistente, costituita da una tubazione in acciaio ø 50 mm, per uno sviluppo di circa 70 ml, mediante posa di nuova tubazione idrica in PeAD PE100 PN16, ø 110 mm, lungo la banchina lato nord della S.P. n. 91, a sostituzione del tratto esistente, che si trova ad una quota superficiale e, a detta dei tecnici UniAcque, ammalorato.

I nuovi edifici verranno allacciati direttamente alla rete idrica di distribuzione comunale esistente, in attraversamento all'area, utilizzando anche l'attuale allacciamento dell'edificio scolastico dismesso.

In particolare, si prevede la formazione dei seguenti rami di estensione della rete idrica comunale, che consentiranno l'**allacciamento** dei diversi edifici previsti:

- ramo nord - costituito da tubazioni in PeAD PE100, PN 16, del diametro ø 63 mm,
  per l'allacciamento degli edifici A e B;
- ramo intermedio - costituito da tubazioni in PeAD PE100, PN 16, del diametro ø 63 mm**,**
  per l'allacciamento degli edifici C e D;
- adeguamento cameretta esistente di allacciamento edificio scolastico dismesso
  per l'allacciamento degli edifici E e F
- ramo sud - costituito da tubazioni in PeAD PE100, PN 16, del diametro ø 63 mm,
  per l'allacciamento degli edifici F e G.

Le connessioni tra i diversi nuovi rami della rete idrica all'acquedotto comunale esistente avverranno mediante interposizione di saracinesca a corpo ovale, PN10, a cuneo gommato, con volantino telescopico e chiusino fuori terra. Le estremità delle reti idriche di progetto termineranno con una flangia cieca.

Nell'*elaborato grafico 03c* allegato si riporta il tracciato e le caratteristiche costruttive della rete idrica di progetto al servizio dell'Ambito di Trasformazione ATr3.

3.2.2 Stima dei Consumi Idrici

I consumi idrici nelle unità residenziali e commerciali previste nell'ambito ATr3 risultano esclusivamente di natura civile domestica, dati dalla presenza dei residenti e degli addetti, oltre che di piccole eventuali attività di ristoro.

Complessivamente, in base ai dati forniti dai progettisti della lottizzazione, nell'ambito **ATr3** di progetto si prevede la presenza di:

- **85** residenti (massima popolazione insediabile);
- **30** addetti;
- **50 m^2** di superficie destinata a ristorazione.

La modulazione dei consumi idrici, di origine domestica, risulta strettamente correlata alla tipologia di utenza allacciata. Nella lottizzazione saranno presenti, infatti, delle utenze domestiche di tipo civile (corrispondenti ai residenti delle unità abitative e agli addetti delle attività commerciali), caratterizzate da entità dei consumi idrici e da modulazione degli stessi variabili nell'arco della giornata.

I consumi idrici medi civili complessivi della rete idrica di nuova realizzazione, risultano, allora, dati dalla seguente espressione, corrispondente alla sommatoria di consumi idrici della singola utenza i-esima considerata (residente, addetto attività commerciale, coperti ristorazione):

$$Q_{im} = \frac{\sum_i DI_i \cdot P_i}{\sum_i d_i} \cdot \frac{1}{3'600} = 0.42 \text{ (l/s)} \qquad (1)$$

dove:

Q_{im} portata idrica media della lottizzazione(l/s);

DI_i dotazione idrica media dell'i-esima utenza, assunta pari a valori disponibili in letteratura[1] (l/ab g);

P_i entità dell'i-esima utenza (n – m^2);

d_i distribuzione media oraria giornaliera dei consumi idrici dell'i-esima utenza (h);

3'600 fattore di conversione da ore in secondi (-).

Nella Tabella 1 si riportano i valori delle dotazioni idriche, l'entità delle presenze e i consumi idrici relativi alla singola utenza i-esima considerata. Per il calcolo dei consumi idrici legati ai punti di ristoro si è fatto riferimento al valore disponibile in letteratura, espresso come dotazione idrica per m^2 di superficie destinata a ristorazione.

Si è inoltre proceduto alla stima dei consumi idrici per l'irrigazione del verde pubblico della lottizzazione, ai fini della verifica della fattibilità dell'eventuale accumulo e riutilizzo delle acque meteoriche della stessa lottizzazione. Anche per questo contributo si è fatto riferimento ad una dotazione idrica per m^2 di superficie destinata a verde pubblico. Nello specifico, è stata considerata una superficie a verde pubblico complessiva di 1'000 m^2.

Tabella 1 – Consumi idrici nuovo Ambito di Trasformazione ATr3 e future previsioni urbanistiche in Comune di Chiuduno (BG) suddivisi per tipologia di utenza di possibile insediamento.

Utenza i-esima	**Entità (ab) (n.) (m^2)**	**Dotazione Idrica DI (l/ab g) DI (l/m^2 g)**	**Distribuzione giornaliera consumi d (h)**	**Portata idrica media Q_{im} (l/s)**	**Portata idrica punta Q_{ip} (l/s)**
Residenti (ab)	85	300	24	0.30	0.89
Addetti (n.)	30	60	8	0.06	0.19
Sup. Ristorazione (m^2)	50	35	8	0.06	0.18
			Totale ATr3	***0.42***	***1.26***
Verde pubblico (m^2)	1'000	5	12	0.12	0.12
			Totale Irrigazione Verde	*0.12*	*0.12*
			TOTALE	*0.54*	*1.38*

Le oscillazioni del consumo idrico nel corso dell'anno dipendono principalmente da fattori climatici; i maggiori consumi si verificano ovviamente durante i mesi più caldi. Le variazioni di consumo durante un generico mese non sono generalmente molto marcate. Molta importanza riveste la cosiddetta massima portata idrica media giornaliera nell'arco dell'intero anno (Q_{imax}), data sostanzialmente dal valore della portata idrica media annua (Q_{im}) incrementata di un coeff., generalmente indicato come C_g, tabulato in letteratura, in funzione della classe demografica della popolazione servita, con valori decrescenti all'aumentare della popolazione. Per centri abitati medio - piccoli si assume, generalmente, un valore del coeff. C_g pari a 1.50, ottenendo, nello specifico:

$$Q_{imax} = C_g \cdot Q_{im} = 0.63 \text{ l/s} \qquad (2)$$

Le variazioni di consumo nel corso della giornata sono notevoli e dipendono da una serie di fattori, a loro volta molto variabili. Per la determinazione della portata idrica di punta oraria si assume generalmente un coeff. di punta C_p, rapporto tra la massima portata idrica oraria e la portata idrica media del giorno di massimo consumo, pari a 2.00, ottenendo una portata di punta pari a:

$$Q_{ip} = C_p \cdot Q_{imax} = 1.26 \text{ l/s} \qquad (3)$$

[1] Fonte: "Acquedotti – Guida alla Progettazione" – Valerio Milano – HOEPLI – anno 2000 – Tab. 1.2 pag. 5 e Tab. 1.4. pag. 6 - Fabbisogni idrici negli edifici pubblici e Fabbisogni idrici delle utenze commerciali e turistiche.

L'entità massima della portata erogata dalla rete idrica di progetto, nel giorno di massimo consumo idrico, è stata assunta, quindi, pari a **1.30 l/s**.

Il valore di punta del consumo idrico adottato risulta ampiamente cautelativo, in quanto, tiene conto della contemporaneità dei consumi, delle dotazione idriche massime indicate in letteratura per utenze analoghe, di distribuzione giornaliere dei consumi molto limitate (8 ore per tutte le utenze non residenziali) e di coeff. di incrementi dei consumi elevati (pari, complessivamente, a 3 volte le portate medie stimate).

4 Fognatura Pubblica

4.1 Rete Fognaria Esistente

L'area dell'Ambito ATr3 risulta attraversata dalla pubblica fognatura comunale, con andamento nord-sud.

Si tratta di una fognatura mista, che raccoglie oltre ai reflui urbani di parte del centro storico, gli allacciamenti del vicino condominio residenziale, posto lungo il lato est dell'ambito, e del gruppo di abitazioni poste ad ovest, lo scarico di troppo pieno del lavatoio, e le acque di drenaggio sempre del condominio residenziale posto ad est.

In particolare, nell'area sono presenti i seguenti rami fognari:

- collettore fognario principale, proveniente dal centro storico (via XX Settembre), costituito da tubazioni in cls, ø 60 cm, che attraversa l'area indagata da nord verso sud, disponendosi lungo il confine est, fino al limite sud, dove dopo aver oltrepassato le abitazioni di via Battisti e il relativo cortile, attraversa la sede stradale provinciale per immettersi nel cunicolo, posto di fronte alla sede municipale, e da ultimo nella rete fognaria di via Largo Europa;
- lungo il suo percorso il collettore riceve due rami di allacciamento: uno lungo il limite nord dell'area, che recapita lo scarico di troppo pieno del lavatoio, costituito da una tubazione in cls, ø 50 cm (Fotografia 1 e Fotografia 2), e uno in corrispondenza del gruppo di abitazioni, poste lungo il lato ovest della lottizzazione, che recapita acque reflue mediante una tubazione in cls ø 40 cm (Fotografia 3 e Fotografia 4);
- oltre al collettore, prima descritto, nell'area è presente un'ulteriore dorsale fognaria che, dopo aver ricevuto gli scarichi della rete di drenaggio dell'interrato del condominio, posto lungo il limite est dell'area (Fotografia 5 e Fotografia 6), attraversa l'attuale viabilità, fino a disporsi in corrispondenza dell'ingresso dell'edificio scolastico (Fotografia 7, Fotografia 8, Fotografia 9 e Fotografia 10), dove attraversa la sede stradale provinciale, per immettersi nella rete fognaria di via Largo Europa (Fotografia 11 e Fotografia 12) – questo ramo risulta costituito da tubazioni in PVC del diametro variabile, da ø 315 mm a 500 mm, poste ad una profonda quota di scorrimento (intorno ai 4.50/5.00 m di profondità rispetto al piano stradale provinciale); tale dorsale risulta attualmente difficilmente ispezionabile e, nel tratto terminale, presenta delle problematiche di scorrimento.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica della rete fognaria comunale attualmente operante nell'area indagata.

Anche in questo caso il tracciato e i collegamenti idraulici della rete fognaria sono stati ricostruiti mediante rilievo in campo e mediante le informazioni acquisite dalla stessa UniAcque S.p.A., che, a suo tempo, aveva provveduto all'effettuazione di una video ispezione della rete fognaria in questa zona, essendo particolarmente articolata e complessa.

Nell'*elaborato grafico 03a* allegato alla presente si riporta il tracciato della rete fognaria esistente, così come ricostruita mediante rilievo e raccolta informazioni.

Fotografia 1 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F03 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza limite nord della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3.

Fotografia 2 – Vista interna pozzetto d'ispezione F03 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza limite nord della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3 (immissione da ovest dello scarico di troppo pieno lavatoio).

Fotografia 3 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F04 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza condominio confinante lungo lato est della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3.

Fotografia 4 – Vista interna pozzetto d'ispezione F04 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza condominio confinante lungo lato est della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3 (immissione da ovest dello scarico gruppo abitazioni esistenti).

Fotografia 5 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F09 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza condominio confinante lungo lato est della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3.

Fotografia 6 – Vista interna pozzetto d'ispezione F09 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza condominio confinante lungo lato est della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3 (immissione da est degli scarichi della rete drenaggio del condominio esistente).

Fotografia 7 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F10 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza ingresso edificio scolastico della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3.

Fotografia 8 – Vista interna pozzetto d'ispezione F10 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza ingresso edificio scolastico della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3.

Fotografia 9 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F11 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza ingresso edificio scolastico della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3 (a monte attraversamento SP).

Fotografia 10 – Vista interna pozzetto d'ispezione F11 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza ingresso edificio scolastico della lottizzazione Ambito di Trasformazione Atr3 (a monte attraversamento SP).

Fotografia 11 – Vista esterna pozzetto d'ispezione F12 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza Largo Europa (a valle attraversamento SP).

Fotografia 12 – Vista interna pozzetto d'ispezione F12 della fognatura comunale esistente, in corrispondenza Largo Europa (a valle attraversamento SP).

4.2 Rete Fognaria di Progetto

Nell'area d'intervento, come descritto, è presente una pubblica fognatura caratterizzata da un tracciato articolato (in attraversamento anche a proprietà private) ed alcune problematiche di scorrimento (nel tratto in attraversamento alla sede stradale provinciale), costituita per lo più da tubazioni in cls, in parte ammalorate o non posate correttamente.

Si prevede, quindi, il rifacimento completo della **pubblica fognatura comunale**, nel tratto in attraversamento all'ambito ATr3, a partire dal limite nord, fino all'allacciamento alla rete fognaria comunale di via Largo Europa, compreso il rifacimento dell'attraversamento della sede stradale provinciale S.P. n.91.

La nuova rete fognaria comunale risulterà costituita da tubazioni in **PVC**, a norma UNI EN 1401, **SN8**, del diametro variabile da **ø 500 mm** a ø **630 mm**, con quote di scorrimento intorno a 2.00 m dal futuro p.c., con un approfondimento nel tratto terminale in attraversamento alla strada provinciale, fino a 3.00 m dall'attuale p.c..e pendenza di posa intorno all' 1.00%.

La nuova rete fognaria comunale raccoglierà:

- le acque reflue urbane provenienti dalla rete fognaria comunale di via XX Settembre (centro storico), che verranno deviate nella nuova fognatura in corrispondenza del limite nord dell'ambito ATr3 (cameretta N01), mediante nuovo collettore fognario in PVC SN8 ø 500 mm e ø 630 mm, in sostituzione del collettore esistente in cls ø 60 cm;
- lo scarico del gruppo di abitazioni poste lungo il lato ovest del'ambito ATr3, mediante intercettazione dello stesso, con formazione di nuova tratta in PE-HD ø 315 mm (tratta N05-N07), appesa al soffitto dell'autorimessa interrata dell'Ambito ATr3, in sostituzione del ramo esistente in cls ø 40 cm;
- lo scarico del condominio, posto ad est dell'ambito ATr3, che verrà intercettato ed allacciato direttamente nella cameretta N07, prevista lungo il nuovo collettore fognario;
- lo scarico delle abitazioni poste lungo via Battisti, mediante intercettazione dello stesso, con formazione di una nuova tratta in PVC SN8 ø 250 mm lungo la stessa via Battisti (fronte S.P. fino alla cameretta N12);
- le acque reflue domestiche dei nuovi edifici previsti nell'ambito ATr3, mediante, rispettivamente: immissione diretta nel nuovo collettore fognario nelle relative camerette, lungo il fronte est dell'ambito ATr3, e mediante formazione di un nuova dorsale fognaria con tubazioni in PVC SN8 ø 250 mm e 315 mm, lungo il fronte sud dell'ambito ATr3 (tratta N13-N12).

A seguito della formazione del nuovo collettore fognario e dei relativi rami ed allacciamenti, sarà possibile dismettere completamente la pubblica fognatura esistente, in attraversamento all'area dell'ambito ATr3.

Le acque meteoriche stradali e quelle dei lotti verranno raccolta da una **nuova rete fognaria meteorica**, che si svilupperà lungo il lato est dell'ambito ATr3, con andamento di scorrimento nord-sud, fino a via Battisti, dove devierà verso est per immettersi nella rete fognaria comunale esistente, in attraversamento alla sede stradale provinciale.

Il recapito delle acque meteoriche dell'ambito ATr3 nella pubblica fognatura risulta temporaneo. La società UniAcque S.p.A. prevede, infatti, a breve un intervento di riqualificazione della **Valle Rossera**, posta ad est della lottizzazione indagata, in cui sarà possibile far defluire la stessa nuova fognatura meteorica.

La nuova rete fognaria comunale risulterà costituita da tubazioni in **PVC**, a norma UNI EN 1401, **SN8**, del diametro variabile da **ø 315 mm** a ø **630 mm**, con quote di scorrimento intorno a 2.50 m dal futuro p.c. e pendenza di posa intorno allo 0.50%.

Per le **acque meteoriche** della nuova lottizzazione si prevede di adottare il seguente schema funzionale di raccolta e smaltimento delle stesse:

- le acque meteoriche STRADALI delle aree impermeabili pubbliche, tipicamente aree pavimentate (costituite dalle nuove sedi stradali, dai parcheggi pubblici e dai marciapiedi) a sud della sbarra automatizzata posta in prossimità dell'edificio C, verranno raccolte mediante caditoie stradali e canalette di drenaggio sifonate e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto;
- le acque meteoriche STRADALI delle aree impermeabili private, costituite dalle aree pavimentate (costituite dalle nuove sedi stradali e dai parcheggi) a nord della sbarra automatizzata posta in prossimità dell'edificio C, verranno raccolte e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto – per

questa rete è stato giudicato non tecnicamente fattibile la laminazione del relativo contributo, a causa della mancanza di spazio disponibile, per la realizzazione di una nuova tratta fognaria, oltre quelle già esistenti, e per la formazione di una vasca dedicata, lungo l'unica strada di viabilità della lottizzazione (occupata da rete fognaria nera e meteorica sorgiva, acquedotto di distribuzione e acquedotto 2 valli, e tutti gli altri sottoservizi) – in ogni caso, vista l'entità della superficie stradale privata non laminata, pari a 900 m^2, il relativo contributo meteorico risulta non significativo;

- le acque meteoriche PLUVIALI e PIAZZALI delle aree impermeabili private, costituite dalle aree delle coperture e delle aree pavimentate dei nuovi edifici previsti (passaggi pedonali e porticati), verranno raccolte e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto, previa laminazione del relativo contributo mediante vasca di laminazione, dotata di idoneo volume d'invaso, atto a garantire il rispetto del prefissato limite allo scarico di 10 l/s ha imp;
- le acque SORGIVE dell'area, costituite, rispettivamente: dallo scarico di troppo pieno del lavatoio comunale di via Scalette e dallo scarico della rete di drenaggio dell'interrato del condominio, posto ad est dell'ambito ATr3, verranno raccolte e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto – per lo scarico di troppo pieno del lavatoio, a carattere permanente, si prevede l'interposizione di una vasca di accumulo (serbatoio a tenuta) per il recupero e riutilizzo dello stesso, a fini irrigui (connesso all'impianto di irrigazione del verde pubblico).

Nell'*elaborato grafico 03b* allegato si riporta il tracciato e le caratteristiche costruttive della rete fognaria di progetto al servizio dell'Ambito di Trasformazione ATr3.

4.3 Progettazione Rete Fognaria Nera

4.3.1 Valutazione Contributo Refluo allo Scarico

Le utenze di futuro allacciamento alla rete fognaria di progetto risultano, allo stato attuale delle conoscenze, esclusivamente di natura civile, rappresentate dai residenti e dagli addetti delle diverse unità residenziali e commerciali di futuro insediamento.

La massima portata defluente nella rete fognaria di progetto, essendo destinata alla raccolta e smaltimento dei soli liquami di origine domestica, risulta strettamente correlata all'andamento dei consumi idrici delle utenze allacciate.

In particolare, la portata nera nella sezione terminale della fognatura di progetto risulta una grandezza variabile nel tempo, che segue sostanzialmente l'andamento dei consumi idrici delle utenze, pur se con una certa laminazione di quest'ultimi, dovuta all'azione della rete stessa. Pertanto, conformemente ai consumi, la portata nera sarà soggetta a fluttuazioni stagionali, giornaliere ed orarie.

La portata nera media complessiva dell'intera fognatura, risulta allora data dalla seguente espressione, che richiama la precedente formulazione *(1)*, a meno del parametro α che rappresenta coeff. di riduzione dei consumi idrici in ingresso alla fognatura, nello specifico posto pari a 0.80 (-)

$$Q_{nm} = \frac{\sum_i \alpha_i \cdot Dl_i \cdot P_i}{\sum_i d_i} \cdot \frac{1}{3'600} = 0.33 \text{ (l/s)} \qquad (4)$$

Analogamente a quanto effettuato per la verifica della rete idrica, adottando un coefficiente di incremento C_g pari a 1.50, la portata nera media del giorno di massimo consumo risulta allora data da:

$Q_{nmmax} = C_g\ Q_{nm} = 0.50$ l/s

mentre la portata nera di punta, assunto un coeff. di punta pari a 2.00, risulta pari a:

$Q_{np} = C_p\ Q_{nnmax} = \ = 1.00$ l/s

La massima portata defluente nella rete fognaria nera di progetto, nel giorno di massimo consumo idrico, è stata assunta, quindi, intorno ad un valore di quasi **1.00 l/s**.

Tale valore, come anticipato, rappresenta il massimo contributo stimato al deflusso in rete da parte di tutte le utenze allacciate alla fognatura di progetto dell'Ambito ATr3, ovvero la massima entità della portata nera recapitata da ultimo nella fognatura comunale di via Largo Europa.

Oltre a tale contributo nel collettore fognario di nuova formazione recapiteranno anche gli scarichi esistenti, di più difficile quantificazione, non essendo nota la natura degli stessi e l'entità della popolazione allacciata.

Per il dimensionamento del nuovo collettore fognario comunale si è fatto, quindi, riferimento alla massima capacità idraulica della fognatura esistente, che verrà dismessa, il cui valore è stato ricostruito nel capitolo successivo.

4.3.2 Dimensionamento e Verifica Idraulica Rete Fognaria Nera

La rete fognaria nera di progetto sarà costituita da condotte in **PVC**, a norma UNI EN 1401, SN8, del diametro variabile da **ø 500 mm** a **ø 630 mm** (dorsale principale terminale), con una pendenza di posa dell' **1.00%**.

Mentre la fognatura esistente, che verrà dismessa e sostituita, risulta costituita da una tubazione in cls ø 60 cm con una pendenza di posa del 6.00%.

In base alle caratteristiche geometriche ed idrauliche della rete fognaria comunale, esistente e di progetto, è stato possibile individuare la capacità di deflusso della stessa, ipotizzando che il processo di moto nel sistema fognario avvenga in condizioni di moto uniforme.

Le condizioni di moto uniforme di una corrente a pelo libero, in un canale o collettore prismatico, sono date dalla nota relazione di Chèzy:

$$Q_{max} = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \qquad (5)$$

dove:

Q_{max} portata defluente (m^3/s);

A sezione liquida (m^2);

R raggio idraulico, dato da A/P (con P contorno bagnato) (m);

i pendenza (-);

C coeff. di resistenza che, nella formulazione di Gaukler-Strickler, assume l'espressione:

$C = K_S \cdot R^{1/6}$

con K_S coeff. di scabrezza ($m^{1/3}/s$).

Per sezioni circolari, quali quelle presenti nella rete fognaria indagata, l'espressione *(5)* assume la seguente forma (con φ angolo al centro che sottende il pelo libero):

$$Q_{max} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\varphi - \text{sen}\varphi) \cdot K_S \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\varphi}{\varphi}\right)\right]^{2/3} \cdot \sqrt{i} \qquad (6)$$

Applicando l'espressione *(6)* alla rete fognaria nera, di progetto ed esistente, ed adottando un valore del coeff. di scabrezza di 65 $m^{1/3}/s$ per tubazioni in cls e 85 $m^{1/3}/s$ per tubazioni in plastica, si ottiene una massima portata defluente a moto uniforme riportata nella Tabella 2.

Tabella 2 – Massima capacità idraulica della pubblica fognatura, esistente e di progetto, in attraversamento all'Ambito ATr3.

Tratta	Materiale	Diametro (m)	Pendenza (-)	Capacità Idraulica Massima Q_{max} (l/s)
Esistente F03-F04	cls	0.60	0.06	428 *al 40% riempimento* (1)
Nuova N01-N07	PVC	0.50	0.01	448
Nuova N07-N12	PVC	0.60	0.01	729

Note

(1) È stata ricostruita la capacità idraulica della tubazione esistente al 40% di riempimento, in quanto con gli interventi di progetto, si prevede di intercettare l'esistente scarico di troppo pieno del lavatoio (attualmente convogliato in pubblica fognatura), per la relativa immissione nella rete fognaria meteorica – decurtando di fatto una portata stimata in circa 200 l/s (Tabella 4).

4.4 Progettazione Rete Fognaria Meteorica

4.4.1 Valutazione Contributo Meteorico allo Scarico

La rete fognaria meteorica di progetto è costituita da un collettore meteorico principale, di grande sezione, che attraversa l'area indagata da nord verso sud, con formazione di alcuni rami laterali di immissione.

La rete raccoglierà, rispettivamente:

- le acque meteoriche stradali delle pavimentazioni pubbliche a sud della sbarra automatizzata posta in prossimità dell'edificio C (strada, parcheggi, marciapiedi e percorsi pedonali);
- le acque meteoriche stradali delle pavimentazioni private a nord della sbarra automatizzata posta in prossimità dell'edificio C (strada, parcheggi, marciapiedi e percorsi pedonali);
- la acque meteoriche (coperture e pavimentazioni) delle aree di proprietà privata, comprese quelle ad uso pubblico, previa laminazione mediante formazione di vasche volano;
- le acque di sorgiva presenti nell'area, costituiti dallo scarico di troppo pieno del lavatoio di via Scalette, lungo il lato nord dell'area, e lo scarico della rete di drenaggio dell'edificio residenziale, posto lungo il lato est dell'area – per il solo scarico del lavatoio si prevede la realizzazione di una vasca di accumulo per la raccolta e il riutilizzo dell'acqua sorgiva per l'irrigazione del verde pubblico.

Per le aree private si prevede, in generale, la formazione di una vasca volano per ciascun edificio o gruppo di edifici, da posizionare anche in aree pubbliche, per agevolarne l'ispezione e il controllo.

Gli scarichi delle vasche volano previste verranno regolati, mediante impianto di sollevamento o valvola di regolazione a galleggiante della portata in uscita, nel rispetto del prefissato limite di **10 l/s ha impermeabile**, indicato dal Regolamento di Fognatura del'ente gestore del servizio idrico integrato come valore di riferimento, in caso di scarico in pubblica fognatura di acque meteoriche.

Lo studio dei fenomeni di piena nelle reti fognarie meteoriche consiste nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo, associati ad eventi di piena, corrispondenti a prefissati tempi di ritorno (necessari per il dimensionamento e la verifica delle canalizzazioni fognarie).

La portata meteorica di calcolo gravante sulla fognatura di progetto al servizio della nuova lottizzazione, è stata valutata mediante l'adozione di una procedura di trasformazione afflussi-deflussi, basata sull'applicazione della formula razionale, che definisce la portata critica, nella sezione del collettore di valle della rete fognaria, come:

$$Q_c = A \cdot u = A \cdot 2.78 \cdot \varphi_m \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c; T_R) \qquad (7)$$

dove:

Q_c portata critica (l/s);

A area del bacino scolante (ha);

u coeff. udometrico (l/s ha);

T_R tempo di ritorno (anni);

θ_c durata critica (ore);

φ_m coeff. medio di afflusso-deflusso (-);

ε coeff. dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi adottato (-);

i intensità media di pioggia, ragguagliata all'area, funzione della durata critica secondo la relazione: $i = a\ \theta_c^{n-1}$ (mm/ora), con a e n coeff. della curva di possibilità pluviometrica.

Formulazione valida nell'ipotesi di piogge ad intensità costante, depurazione delle perdite idrologiche con metodo percentuale (ovvero φ = costante) e modello lineare di trasformazione afflussi-deflussi.

Per la formulazione finale dell'equazione *(7)* è stato adottato il metodo di corrivazione.

Nell'espressione *(7)* si è adottato, quindi, un valore di ε pari a 1 e la durata critica θ_c pari al tempo di corrivazione del bacino T_c, somma del tempo necessario al raggiungimento della rete di drenaggio da parte dell'acqua meteorica di ruscellamento superficiale (tempo di ingresso in rete) T_i e del tempo di scorrimento all'interno della rete stessa T_r.

Per la scelta di T_i si è fatto riferimento ai valori di letteratura disponibili, adottando un valore del tempo di ingresso in rete di riferimento T_i di 15 min, per tener conto dell'effetto di ritardo dato dalla rete fognaria meteorica di raccolta delle aree private, non schematizzate in questo calcolo.

Il tempo di corrivazione della rete T_r è funzione delle caratteristiche della rete, ovvero dello sviluppo del tracciato delle condotte e della velocità della corrente. Risulta quindi dato da:

$$T_r = \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{V_i} \qquad (8)$$

dove:

T_r tempo di corrivazione della rete di drenaggio (sec);

L_i lunghezza della condotta i-esima della rete di drenaggio (m);

V_i velocità di deflusso nella condotta i-esima (m/s);

n numero delle condotte costituenti la rete di drenaggio indagata (-).

Le velocità medie di percorrenza della fognatura sono state poste, in prima battuta, pari a 2.0 m/s, stimato come valore medio della corrente in condizioni di piena, date le pendenze della rete. Lo sviluppo complessivo della rete meteorica di progetto, nel relativo tracciato idraulicamente più esteso, raggiunge: circa 205 m. Visti i percorsi relativamente brevi della rete fognaria e la velocità media adottata, il tempo di corrivazione della rete indagata risulta, quindi, pari a circa 17 min.

Per la valutazione delle perdite idrologiche, si è ritenuto congruo applicare ai volumi di pioggia un coefficiente di afflusso φ (rapporto tra i volumi defluiti in fognatura e quelli di afflusso meteorico) ritenuto costante durante l'evento, pari a 1.00 per le superfici coperte e a 0.90 per le superfici pavimentate (piazzali e strade), per tener conto dell'effetto dei piccoli invasi e depressioni superficiali, e 0.40 per le superfici a verde non drenante (per la presenza dell'autorimessa interrata).

Nella Tabella 4 è stata riportata la distribuzione delle diverse aree pavimentate e coperte, contribuenti al deflusso meteorico, suddivise per principali aree funzionali.

Per il dimensionamento e la verifica idraulica della rete fognaria meteorica di progetto, è stata valutata come superficie contribuente complessiva la massima estensione delle aree impermeabili pubbliche e private della nuova lottizzazione (se pur quest'ultime laminate dalle vasche volano previste per ciascun lotto).

Il bacino contribuente complessivo, afferente alla rete meteorica di progetto presenta, quindi, una superficie complessiva di circa 8'313 m^2 di cui 1'283 m^2 di aree a verde non contribuenti al deflusso e 7'030 m^2 di aree impermeabili, a sua volta suddivisi in: circa 1'645 m^2 occupati da coperture, 1'725 m^2 di aree pavimentate pubbliche e 2'450 m^2 di aree pavimentate private, e, infine, di 1'210 m^2 di verde non drenante.

Si segnala che, dell'area pavimentata privata, pari ad una superficie complessiva di 2'450 m^2, l'effettivo contributo meteorico che non verrà laminato, dato dal drenaggio delle strade e del parcheggio privati, corrisponde a soli **900 m^2**.

La valutazione della portata di massima piena meteorica della fognatura di progetto è stata condotta attraverso la preliminare elaborazione statistica delle piogge intense registrate al pluviografo di Bergamo.

Il regime delle piogge intense, per le stazioni indagate, è stato sintetizzato attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche.

Tali curve sono espresse in forma monomia:

$$h(T_R) = a(T_R)\, t^{n(T_R)} \qquad (9)$$

dove:

$h(T_R)$ altezza massima probabile di precipitazione (mm) associata ad un tempo di ritorno T_R (anni), relativa ad un evento meteorico di durata t (ore);

$a(T_R)$ e $n(T_R)$ parametri costanti della curva associati ad un tempo di ritorno T_R.

Il campione delle massime precipitazioni disponibile è stato elaborato statisticamente al fine di stimare la relativa legge di distribuzione di probabilità, secondo la legge di Gumbel, adottata generalmente per descrivere la distribuzione di una grandezza idrologica, per tempi di ritorno pari a: 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anni.

Fissato il tempo di ritorno, per la stazione indagata, le coppie dei valori (h;t) così determinate sono state interpolate nel piano logaritmico ottenendo i seguenti parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica $a(T_R)$ e $n(T_R)$, per durate di precipitazione superiori all'ora:

Tabella 3 – Parametro $a(T_R)$ in funzione del tempo di ritorno T_R per la stazione di Bergamo per durate superiori all'ora.

Tempo di ritorno T_R (anni)	**Bergamo d < 1 ora**		**Bergamo d > 1 ora**	
	$a(T_R)$	$n(T_R)$	$a(T_R)$	$n(T_R)$
2	31.331	0.521	28.045	0.267
5	42.487	0.561	38.439	0.262
10	**49.885**	**0.578**	45.320	0.260
20	**56.988**	**0.591**	**51.919**	**0.259**
50	66.188	0.604	60.461	0.257
100	73.086	0.612	66.862	0.256

La scelta della portata di progetto delle opere deve basarsi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza, del rischio, cioè, che occasionalmente si possano manifestare eventi estremi più intensi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche della rete, quindi con portate maggiori di quelle previste.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare; in altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T_R di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre tra due eventi producenti portate superiori a quella di progetto. La scelta di T_R discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere l'insufficienza della rete e quella di contenere le dimensioni dei collettori e, comunque, delle strutture di controllo delle piene, entro limiti economicamente accettabili e compatibili con i vincoli esistenti nell'area interessata. Detto compromesso, che deriva da analisi costi-benefici, conduce ad adottare, per le fognature, valori del tempo di ritorno dell'ordine di 5÷10 anni. Nel caso specifico, per l'analisi prestazionale della rete fognaria indagata, si ritiene cautelativa l'adozione di un tempo di ritorno T_R di 10 anni; mentre per il dimensionamento delle vasche volano è stata adotto un tempo di ritorno T_R di 20 anni.

In base alle considerazioni su esposte, applicando l'espressione *(7)* al bacino indagato, in funzione dello schema della rete meteorica adottato, si ottiene una massima portata meteorica di progetto riportata nella Tabella 4 e pari, rispettivamente, a:

- circa **40 l/s** per le aree pavimentate pubbliche;
- circa **100 l/s** per le aree pavimentate e coperte private, comprese del verde non drenante, che viene limitato ad una massima portata di scarico di quasi 5.00 l/s, in virtù della laminazione prevista;
- circa **140 l/s** per l'intero ambito;
- circa **200 l/s** per lo scarico di troppo pieno del lavatoio, calcolato cautelativamente in funzione della capacità idraulica della tubazione di raccolta esistente, non potendone ricostruire l'effettiva portata – *l'assunzione di tale portata determina tubazioni a maggiore sezione, rispetto a quella strettamente necessaria alla raccolta delle sole portate meteoriche del comparto, che si aggirano intorno a 45 l/s, considerando la laminazione del contributo meteorico privato.*

I valori delle massime portate meteoriche attese corrispondono a portate udometriche specifiche, per unità di superficie contribuente, mediamente elevate, intorno ai 250 l/ s per ettaro di superficie complessivamente contribuente.

Nella stessa tabella sono state riportate le portate limite di scarico in corso d'acqua della rete fognaria meteorica al servizio della lottizzazione, nel rispetto del prefissato limite di 10 l/s ha_{imp}, che, per l'intera lottizzazione corrisponde a circa **4.00 l/s**.

Tabella 4 – Caratteristiche delle aree contribuenti al deflusso meteorico nella rete fognaria meteorica di progetto.

Linee Meteoriche	**Area copertura A_{COP} (m^2)**	**Area pavimentata A_{PAV} (m^2)**	**Area Verde non drenante A_{VNOND} (m^2)**	**Area totale A_{TOT} (m^2)**	**Coeff. di afflusso medio φ_m (-)**	**Area drenata totale A_{IMP} (m^2)**	**Portata meteorica di piena Q_m (l/s)**	**Portata limite di scarico Q_{lim} (l/s) (*)**
Area pubblica	-	1'725	-	1'725	0.90	1'553	36.48	36.48
Area privata	1'645	2'450 (1)	1'210	5'305	0.82	4'334	101.85	4.33
Sorgive	-	-	-	-	-	-	200.00 (2)	-
TOTALE	1'645	4'175	1'210	7'030	0.84	5'887	~340.00	~45.00

Note:

(*) scarico regolato secondo prefissato limite allo scarico, pari a 10 l/s ha impermeabile;

(1) di cui 900 m^2 corrispondenti alla superficie pavimentata stradale privata (strada e parcheggio), che non verranno laminati, in quanto la loro raccolta separata risulta tecnicamente non fattibile, per la presenza di numerosi sottoservizi lungo l'unica strada di accesso alla lottizzazione, e gestionalmente non attuabile, vista la modesta entità della superficie coinvolta;

(2) massima portata di scarico del troppo pieno del lavatoio, stimata in base ricostruzione della capacità di deflusso a moto uniforme della tubazione esistente, costituita da una condotta in cls ø 50 cm con una pendenza di posa del 3.3%, imponendo il 40% di riempimento.

4.4.2 Dimensionamento e Verifica Idraulica Rete Fognaria Meteorica

La rete fognaria nera di progetto sarà costituita da condotte in **PVC,** a norma UNI EN 1401, SN8, del diametro variabile da **ø 315 mm** a **ø 630 mm** (dorsale principale terminale), con una pendenza di posa variabile intorno all' **1.00%**.

Applicando l'espressione *(6)* precedente ed adottando un coeff. di scabrezza K_S pari a 85 $m^{1/3}/s$, si ottengono le massime capacità idrauliche riportate nella Tabella 5, per ciascuna tratta indagata, dove è stata riportata anche la relativa portata meteorica di piena, considerando anche il contributo di troppo pieno del lavatoio e trascurando la laminazione del contributo meteorico delle aree private.

Tabella 5 – Massima capacità idraulica della rete fognaria meteorica di progetto, in attraversamento all'Ambito ATr3.

Linee Meteoriche	**Materiale**	**Diametro (m)**	**Pendenza (-)**	**Portata meteorica di piena Q_m** (l/s)	**Capacità Idraulica Massima Q_{max} (l/s)**
M01-M06	PVC	0.50	0.010	200 (1)	448
M05-M06	PVC	0.30	0.050	31	81
M06-M08	PVC	0.50	0.017	200 (1) + 34	592
M08-M09	PVC	0.60	0.01	200 (1) + 62	728
M09-M14	PVC	0.60	0.005	200 (1) + 83	515
M13-M14	PVC	0.40	0.01	58	247
M14-M15	PVC	0.60	0.005	200 (1) + 138	515

Note:

(1) massima portata di scarico del troppo pieno del lavatoio, stimata in base ricostruzione della capacità di deflusso a moto uniforme della tubazione esistente, costituita da una condotta in cls ø 50 cm con una pendenza di posa del 3.3%, imponendo il 40% di riempimento.

Dimensionamento Vasche Laminazione Acque Meteoriche

Le portate di piena della rete meteorica al servizio delle aree private (coperture e piazzali) risultano di entità superiore rispetto al limite di scarico previsto, indicato per la pubblica fognatura. Per tale ragione, la rete fognaria meteorica, al servizio degli edifici privati, deve essere dotata di un volume di invaso, atto a stoccare temporaneamente le acque meteoriche in ingresso, eccedenti tale limite di scarico.

Per il dimensionamento preliminare del sistema di laminazione della rete meteorica delle arre private si è stato fatto riferimento alla seguente equazione di continuità, valutata per eventi meteorici di differente durata t:

$$V_a(t) = V_e(t) - V_i(t) \qquad (10)$$

dove:

$V_a(t)$ è il volume d'acqua da accumulare all'interno del dispositivo di stoccaggio;

$V_e(t)$ è il volume d'acqua meteorica affluente al dispositivo di stoccaggio;

$V_i(t)$ è il volume d'acqua scaricato nella rete fognaria meteorica di progetto della lottizzazione all'istante t a partire dall'inizio della pioggia.

Il secondo membro dell'equazione *(10)* presenta un massimo in funzione di t; il dimensionamento del sistema di stoccaggio previsto, si ottiene semplicemente individuando tale massimo, calcolando la citata relazione per differenti durate di pioggia, comprese tra 0 e 24 ore.

Il volume d'acqua complessivamente affluente al dispositivo di stoccaggio di progetto può essere calcolato con lo stesso procedimento adottato per la stima della portata di piena meteorica, a fronte dell'ipotesi di diverse durate di pioggia t e per un evento meteorico associato ad un tempo di ritorno di **20 anni**.

Il volume scaricato nel canale ricettore è dato dalla seguente espressione:

$$V_i(t) = \frac{A_{IMP}}{10'000} \cdot 10 \cdot t \cdot \frac{3'600}{1'000} \qquad (11)$$

dove:

A_{IMP} è la superficie privata impermeabile, nel caso specifico, posta pari a complessivamente 4'334 m^2 (*considerando cautelativamente anche la superficie stradale pavimentata, pari a 900 m^2, che non è possibile laminare*), di cui alla Tabella 4 (m^2);

10 portata limite specifica allo scarico per unità di superficie impermeabile, in caso di recapito terminale in pubblica fognatura (l/s ha_{imp});

t durata dell'evento meteorico considerato (ore)

3'600/1'000 fattore di conversione ore in secondi e l in m^3(-).

Applicando l'espressione *(10)* all'intero ambito per diverse durate di pioggia (Tabella 6), si ottiene il massimo volume di invaso Va di quasi 280 m^3 per l'intero comparto, associato ad un evento meteorico intenso della durata di 8 ore. Si osserva come per durate superiori all'ora tale volume decresce, fino ad annullarsi.

Tali volumi di invaso corrispondono ad un volume specifico per unità di superficie impermeabile drenata complessiva, pari a **600 m^3/ha** impermeabile, che andranno suddivise nelle diverse vasche volano previste, al servizio del singolo edificio o di un gruppo di edifici.

Lo scarico a gravità delle vasche volano al servizio delle aree private potrà essere regolato, in funzione della relativa quota di fondo, a gravità mediante parzializzazione dello scarico con paratoia o valvola a galleggiante, ovvero in pressione mediante impianto di sollevamento di idonea portata di rilancio.

Tabella 6 – Volumi di invaso richiesti per le aree private complessive dell'Ambito ATr3, al variare della durata di pioggia.

Durata evento meteorico t (min)	**Volume meteorico entrante V_e (m^3)**	**Volume scarico V_i (m^3)**	**Volume d'invaso RICHIESTO V_a (m^3)**
1	225	14	211
2	269	27	242
4	322	54	268
6	358	82	276
8	385	108	**277**
10	408	135	273
12	428	162	266
14	445	189	256
18	475	243	232
24	512	324	187

4.4.3 Dimensionamento Vasca Raccolta Acque Sorgive

Lo scarico di troppo pieno del lavatoio di via Scalette verrà intercettato lungo il limite nord-ovest dell'ambito ATr3 e convogliato in una vasca a tenuta per la raccolta e lo stoccaggio temporaneo di tale contributo, per il relativo riutilizzo per l'irrigazione del verde pubblico.

Complessivamente, tra verde drenante e verde non drenante, è stata considerata una sup. pubblica complessiva da irrigare di 1'000 m^2.

Nello specifico, si prevede la formazione una vasca interrate a tenuta che raccolgono le acque sorgive provenienti dal lavatoio, dotata di un impianto di rilancio alla rete di irrigazione, per un volume di invaso complessivo di **30 m^3**.

Considerando una richiesta idrica di circa 5 l/mq giorno[2], per superficie di area verde da irrigare, ed un'area a verde complessiva di circa 1'000 m^2, il volume di invaso approntato consente di avere un'autonomia di circa 6 giorni consecutivi.

Tale volume potrà essere realizzato in opera, mediante vasca interrata in c.a. in opera, o mediante l'installazione di serbatoi modulari pref. in c.a. o in pead, disponibili in commercio con filtri in ingresso e pompe di rilancio.

Bergamo, novembre 2014 (aggiornamento novembre 2015)

Dott. Ing. Giovanni Pezzucchi

Dott. Ing. Elena Arlati

[2] Fonte: *"Acquedotti – guida alla progettazione"* – Valerio Milano – Hoepli, 2000
§ cap. 1.3.3 I fabbisogni idrici delle varie utente – Tab. 1.3 – innaf. verde pubblico 4-6 l/g mq.