



Comune di Nembro (BG)

ART. 14, COMMA 8

R.R. N. 7 DEL 23/11/2017

R.R. N. 8 DEL 19/04/2019

**Documento semplificato di valutazione del
rischio idraulico comunale**

Titolo del documento:

Relazione Tecnica

Estensore del documento:



Dott. Geologo Andrea Brambati
Corso Lodi, 26 – 20135 Milano
Tel. +39 348 3939629
Mail andreabrambati@alice.it
PEC andreabrambati@epap.sicurezzapostale.it
Ordine Geologi Regione Lombardia, n. 1535

Timbro e firma:



Andrea Brambati

Data:

6 luglio 2021

1. PREMESSE
2. PRINCIPI GENERALI
 - 2.1. Metodologia di studio
 - 2.2. Quadro normativo
 - 2.2.1. *Directive comunitarie*
 - 2.3. Terminologia utilizzata
 - 2.4. Elenco della documentazione consultata
3. DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO
 - 3.1. Il P.G.T.
 - 3.2. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)
 - 3.3. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – revisione 2020
4. CRITICITA' RILEVATE
 - 4.1. Pericolosità e rischio idrogeologico
 - 4.2. Allagamenti storici e conoscenze locali
 - 4.3. Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio presenti lungo il reticolo secondario collinare e montano
 - 4.3.1. *Torrente Carso*
 - 4.3.2. *Torrente Vallogno*
 - 4.3.3. *Torrente Luio*
 - 4.4. Altre criticità idrauliche
 - 4.4.1. *I reticoli idrici minori di Gavarno*
 - 4.4.2. *Zone a ruscellamento diffuso*
 - 4.4.3. *Accumuli detritici in alveo e rischio ostruzione tombinature*
 - 4.5. Interventi necessari nella valle del Gavarno
5. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA
 - 5.1. Analisi delle caratteristiche geologiche del territorio di Nembro in funzione dell'applicazione dei principi di invarianza
 - 5.1.1. *Orografia del territorio comunale*
 - 5.1.2. *Inquadramento geomorfologico*
 - 5.1.3. *Il reticolo idrografico*
 - 5.1.4. *Il Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca*
 - 5.1.5. *Inquadramento idrogeologico*
 - 5.2. Applicazione delle misure strutturali
 - 5.2.1. *Precipitazione di progetto*
 - 5.2.2. *Tempo di svuotamento*

- 5.3. Misure non strutturali: il drenaggio urbano sostenibile
 - 5.4. Incentivazione per l'applicazione dei principi di invarianza
6. REGOLE E STRUMENTI DELL'INVARIANZA IDRAULICA
- 6.1. I progetti di invarianza idraulica e idrologica
 - 6.2. Dispositivi di compensazione o volumi di invaso
 - 6.3. Dispositivi idraulici
 - 6.4. Buone pratiche costruttive
7. ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE E RELATIVA DISCIPLINA DEL TERRITORIO
- 7.1. Misure strutturali
 - 7.2. Misure non strutturali
 - 7.3. Ambiti ostativi all'uso di pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione
 - 7.4. Ambiti di attenzione per pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione
 - 7.5. Superfici di trasformazione e ubicazione dei dispositivi
 - 7.6. Dimensionamento e criteri progettuali delle opere di adeguamento fognario
 - 7.7. Efficacia dell'azione di laminazione e verifiche idrauliche consigliate in sede di dimensionamento degli interventi
 - 7.8. Piano di manutenzione degli interventi di invarianza
 - 7.9. Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti
 - 7.10. Aree di rispetto cimiteriali
 - 7.11. Aree Fa
 - 7.12. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)
 - 7.13. Fascia di esondazione (Fascia B)
 - 7.14. Fascia di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)
 - 7.15. Vincoli P.G.R.A.
8. CONCLUSIONI

TAVOLE

N°	Titolo	Scala
1	Orografia del territorio comunale	1:10.000
2a	Dotazioni infrastrutturali - nord	1:5.000
2b	Dotazioni infrastrutturali - sud	1:5.000
3a	Individuazione delle aree a rischio idraulico - nord	1:5.000
3b	Individuazione delle aree a rischio idraulico - sud	1:5.000
4a	Misure di invarianza idraulica e relativa disciplina del territorio - nord	1:5.000
4b	Misure di invarianza idraulica e relativa disciplina del territorio - sud	1:5.000

1. PREMESSE

Il R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 di Regione Lombardia, come modificato dal R.R. n. 8 del 19 aprile 2019, definisce e regola i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. n. 12/2005.

Il regolamento pone l'obiettivo di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori.

Il criterio dell'invarianza idraulica e idrologica prevede che il deflusso risultante dal drenaggio di un'area debba rimanere invariato dopo una qualunque trasformazione dell'uso del suolo all'interno dell'area stessa; questo comporta il passaggio a una gestione basata non solo su opere di regimentazione idraulica, ma sempre più aperta all'impiego delle capacità del binomio suolo-vegetazione attraverso la realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di ritenzione ai fini del controllo dei deflussi superficiali e del loro utilizzo.

In particolare, con tale regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

È inoltre previsto che i progettisti debbano consegnare, per gli interventi edilizi definiti dal regolamento, una relazione d'invarianza idraulica e idrologica articolata nei seguenti punti:

- calcolo del volume di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori;
- proposte di soluzione per la gestione delle acque meteoriche nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica;
- progetto di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario, completo di planimetrie, profili, sezioni e particolari costruttivi;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Il regolamento divide il territorio lombardo nelle seguenti 3 classi di criticità idraulica:

- alta criticità idraulica: aree A

- media criticità idraulica: aree B
- bassa criticità idraulica: aree C

Nembro è inserito nell'elenco dei comuni a bassa criticità idraulica (C).

Il presente studio rappresenta il Documento semplificato del rischio idraulico comunale di Nembro. Gli esiti di tale studio devono essere recepiti nel P.G.T. approvato ai sensi dell'art. 5 - comma 3 della L.R. 31/2014. A tal fine, il comune inserisce la delimitazione delle aree soggette ad allagamento, di cui al comma 7 – lett. a) – n. 2 e al comma 8 – lett. a) – n. 1, nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, nonché le misure strutturali di cui al comma 7 – lett. a) – num. 5 e 6, nel Piano dei Servizi.

Ogniqualvolta il quadro di riferimento assunto nel prosieguo del presente studio subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici, il Documento deve essere aggiornato.

2. PRINCIPI GENERALI

Con il Regolamento Regionale 23 novembre 2017 – n. 7 (pubblicato in data 27/11/2017), Regione Lombardia ha emanato i criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12, da applicarsi agli interventi di:

- nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.



L'obiettivo della norma è quello di impedire un ulteriore aggravio e, in prospettiva, ottenere una progressiva riduzione delle portate circolanti nelle reti fognarie e nei corpi idrici superficiali all'occorrere di eventi meteorici.

Allo scopo, il regolamento individua come prioritaria l'adozione di modelli di gestione delle acque meteoriche che favoriscano lo smaltimento delle acque meteoriche in loco (dispersione negli strati superficiali del sottosuolo) o il loro riutilizzo per irrigazione del verde ovvero per altri usi compatibili con la qualità delle acque. Nel caso in cui, per il contesto in cui si colloca l'intervento, non sia possibile conseguire per intero lo smaltimento in sito e sia, pertanto, necessario attivare scarichi verso rete fognarie o corpi idrici superficiali, il regolamento definisce le portate limite consentite allo scarico.

In particolare, per le aree ad alta criticità idraulica (area A) la portata massima consentita è fissata pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento. Per le aree a media e bassa criticità (aree B e C), il limite è, invece, fissato a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

In considerazione delle portate estremamente contenute sopra richiamate, la possibilità di attivazione di scarico in un corpo idrico recettore richiederà la realizzazione di idonei comparti di laminazione per i quali vengono fissati specifici criteri di dimensionamento in funzione della complessità dell'intervento e della criticità idraulica associata all'area di interesse.

Solo nell'impossibilità pratica di realizzare in sito i dispositivi atti a conseguire l'invarianza idraulica, è prevista la possibilità di monetizzare l'onere secondo tariffario definito in funzione della criticità idraulica dell'area di interesse.

A prescindere dalle modalità di conseguimento degli obiettivi prefissati, nello sviluppo dei progetti di intervento sopra richiamati si rende generalmente necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici che attestino la congruenza del progetto ai disposti regolamentari. Oltre a definire i criteri di invarianza da associare ai singoli interventi di trasformazione, il regolamento introduce novità anche sul fronte della pianificazione urbanistica comunale.

I comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica sono tenuti a redigere lo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico" che contiene la rappresentazione delle attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e delle conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

L'ambito di studio e di applicazione del presente documento è quindi correlato alla gestione delle acque meteoriche in relazione al territorio urbanizzato e al recapito delle medesime al recettore naturale; ciò significa che, in linea generale, gli indirizzi in esso contenuti sono volti a fornire indicazioni relative alla "rinaturalizzazione" di fenomeni di filtrazione e ruscellamento che l'antropizzazione ha progressivamente accelerato e alterato.

2.1. Metodologia di studio

Con il R.R. n. 7/2017 e il successivo R.R. n. 8/2019, la gestione delle acque pluviali si orienta verso opere che permettano una laminazione localizzata e diffusa sul territorio, un'eventuale depurazione delle acque di pioggia con sistemi naturali e il loro successivo riuso o dispersione nel suolo, nell'ottica di far confluire nei corsi d'acqua e nelle falde parte della precipitazione meteorica, opportunamente controllata nella qualità, per contribuire al mantenimento dell'equilibrio idrologico e aumentare la biodiversità anche in ambito urbano.

Tale gestione delle acque meteoriche si concretizza principalmente nell'applicazione del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, che sancisce come la portata al colmo di piena, risultante dal drenaggio di un'area, debba essere costante prima e dopo la trasformazione d'uso del suolo in quell'area.

Di fatto l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una laminazione, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbanizzato ad urbanizzato.

Trasformando l'uso del suolo si realizza infatti una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi; nei terreni "naturali" i piccoli invasi sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua.

Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (anche dell'ordine di pochi mm) durante il deflusso costituisce un invaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. L'impermeabilizzazione delle superfici a seguito di un'urbanizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente idrometrico (la portata per unità di superficie drenata).

In base all'analisi degli atti pianificatori esistenti e delle informazioni disponibili presso gli uffici tecnici comunali, nonché dei dati resi disponibili dal gestore del Servizio Idrico Integrato (Società Uniacque S.p.A.) e dal Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca, il presente Documento semplificato è stato sviluppato prevedendo le seguenti elaborazioni, in accordo con quanto indicato dal regolamento:

- la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale intesa nello specifico come:
 - la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria;
 - la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella Componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni;
- l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica per la parte non ancora urbanizzata del territorio comunale;
- l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente.

Le misure strutturali devono essere individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del Servizio Idrico.

La Società Uniacque, oltre alla competenza nella gestione della rete idrica-fognaria del comune, è l'attore principale con cui l'amministrazione e i progettisti per la programmazione e realizzazione delle misure strutturali e non strutturali per l'invarianza idraulica devono interfacciarsi. Il supporto tecnico dell'Ente gestore del Servizio Idrico Integrato è indispensabile anche per la definizione delle caratteristiche del sistema fognario e le sue interazioni con la rete di scolo rappresentata del reticolo idrico minore.

2.2. Quadro normativo

Partendo da indirizzi europei, la Legge Regionale n. 4 del 15 marzo 2016 aveva già indicato nel suo articolo 7 la necessità di applicare i principi di invarianza idraulica e idrologica a tutti gli interventi che comportino una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione. La Giunta regionale ha poi approvato il 23 novembre 2017 (pubblicazione sul BURL il 27 novembre) il relativo regolamento attuativo. Il 29 giugno 2018 la Giunta ha quindi modificato l'art. 17 del regolamento del 2017 introducendo un periodo transitorio di disapplicazione delle norme di invarianza, di fatto limitando la normativa per i nuovi interventi edificatori. Contestualmente gli uffici

regionali hanno attivato una consultazione con i cosiddetti stakeholder (amministratori comunali, tecnici, gestori servizi idrici integrati, università, ANCE, ANCI, ecc.) per acquisire pareri o proposte di modifica.

In data 24 aprile 2019 è stato pubblicato sul Supplemento n. 17 il Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019, recante alcune modifiche al R.R. n. 7/2017. Le suddette modifiche sono entrate in vigore a partire dal 25 aprile 2019.

Il R.R. n. 8/2019 in sostanza:

- corregge alcuni errori materiali del R.R. n. 7/2017 e recepisce le proposte di miglioramento terminologico del testo in alcuni punti, finalizzate a rendere più chiaro ed intellegibile il testo stesso;
- specifica meglio alcune norme in esso contenute, con particolare riferimento all'art. 3 concernente gli interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica (v. in dettaglio il Paragrafo 6.1 della presente relazione);
- calibra meglio il parametro di superficie massimo per gli interventi che possono applicare il regolamento in modo semplificato (qualora si attui il regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F).

Il quadro normativo a cui si è fatto riferimento è il seguente:

- D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 “*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*”;
- L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003 “*Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*”;
- L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 “*Legge per il governo del territorio*”;
- R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 “*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne*”;
- D.L. n. 49 del 23 febbraio 2010 “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione*”;
- L.R. n. 17 del 21 novembre 2011 “*Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione europea*”;
- D.G.R. X/4549 del 10 dicembre 2015 “*Direttiva 2007/60/CE contributo Regione Lombardia al piano di gestione del rischio alluvioni relativo al distretto idrografico Padano in attuazione dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010*”;
- L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 “*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*”, pubblicata sul BURL n. 11, suppl. del 18 marzo 2016;
- D.P.C.M. 27 ottobre 2016 “*Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano*”;
- L.R. n. 7 del 10 marzo 2017 “*Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti*”;
- D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 “*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato istituzionale dell'autorità di bacino del fiume Po*”, pubblicata sul BURL n. 25 Serie Ordinaria del 21 giugno 2017;

- R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”;
- R.R. n. 7 del 29 giugno 2018 "Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7", pubblicato sul BURL n. 27, Serie Supplemento, del 3 luglio 2018;
- D.G.R. n. XI/470 del 2 agosto 2018 “Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 – n. X/6738”;
- R.R. n. 8 del 19 aprile 2019 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”)", pubblicato sul Supplemento n. 17.

2.2.1. Direttive comunitarie

In ambito comunitario le direttive più importanti in materia di acque sono le seguenti:

- UNI/TS 1445, maggio 2012 - *Impianti per la raccolta e utilizzo dell’acqua piovana per usi diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione*;
- UNI EN 1717, novembre 2002 - *Protezione dall’inquinamento dell’acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l’inquinamento da riflusso*;
- UNI EN 12053-3 - *Sistema d’intercettazione, raccolta ed evacuazione (superfici di raccolta, bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati ed opere di drenaggio)*;
- UNI 9184 - *Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione*.

La Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE presenta evidenti connessioni con le acque meteoriche e, con l’obiettivo generale di raggiungere un buono stato ecologico e chimico per tutte le acque comunitarie, ha istituito un quadro che persegue obiettivi specifici quali:

- la prevenzione e la riduzione dell’inquinamento,
- la promozione di un utilizzo sostenibile dell’acqua,
- la protezione dell’ambiente,
- il miglioramento delle condizioni degli ecosistemi acquatici e la mitigazione degli effetti delle inondazioni e della siccità.

La direttiva prevede l’individuazione e l’analisi di tutte le acque europee, classificate per bacino e per distretto idrografico di appartenenza, nonché l’adozione di piani di gestione e di programmi di tutela adeguate per ciascun corpo idrico.

Ulteriore direttiva di rilievo per l’argomento trattato è la 2006/11/CE concernente l’inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose, successivamente modificata dalla Direttiva 2008/105/CE “Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque”, recepita con D.Lgs. n. 219 del 10 dicembre 2010, che reca anche modifiche alla direttiva 2000/60/CE.

2.3. Terminologia utilizzata

Acque di prima pioggia: le acque corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta acque meteoriche.

Acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia.

Acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti.

Acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'art. 3 del R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 “*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26*”, che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento.

Acque reflue domestiche: acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi, derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.

Acque reflue industriali: qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici o impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento.

Acque reflue urbane: acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.

Drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Evento meteorico: una o più precipitazioni, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento.

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal regolamento.

Superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

Superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione.

Titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

2.4. Elenco della documentazione consultata

- Indagini geologiche di supporto al Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 - febbraio 2001, Dott. Geol. Sergio Ghilardi;
- Reticolo idrografico minore - Norme di Piano - aprile 2007, Comunità Montana Valle Seriana;
- Piano di Governo del Territorio redatto secondo i criteri attuativi della L.R. 12/05 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della L.R. 11/03/2005 n° 12*” e successive modifiche ed integrazioni - maggio 2009, Dr. Geol. Michela Pecchio, Dr. Geol. Gianluigi Nozza;
- I reticoli idrici minori di Gavarno – 2016, Gianni Comotti;
- Aggiornamento dello Studio geologico, idrogeologico e sismico con revisione della “*Carta dei dissesti PAI*” (ai sensi della D.G.R. IX/2616/2011 e della D.G.R. X/6738/2017) - marzo 2018, Dr. Geol. Michela Pecchio, Dr. Geol. Gianluigi Nozza;
- Studio di valutazione dell'assetto idraulico del tratto di F. Serio in Comune di Nembro, finalizzato alla revisione delle mappe di pericolosità alla luce delle indicazioni contenute nella D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 “*Direttiva Alluvioni*” - luglio 2018, Dr. Ing. Pier Giuseppe Fenaroli, Dr. Geol. Michela Pecchio;
- Valutazione del rischio nelle aree “R4” di pertinenza del F. Serio in comune di Nembro, finalizzata all'aggiornamento delle classi di fattibilità geologica (ai sensi D.G.R. X/6738/2017 e D.G.R. IX/2626/2011) - marzo 2019, Dr. Ing. Pier Giuseppe Fenaroli, Dr. Geol. Michela Pecchio;
- Aggiornamento dello studio geologico, idrogeologico e sismico in attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) (ai sensi della D.G.R. X/6738/2017 e D.G.R. IX/2616/2011) - agosto 2019, Dr. Geol. Gianluigi Nozza, Dr. Geol. Michela Pecchio;
- Studio di fattibilità tecnico – economica per gli interventi di mitigazione del rischio allagamento lungo il versante tra località Piazza e via Europa – dicembre 2020, Studio G.E.A. (approvato con Deliberazione di Giunta n. 285 del 28/12/2020);
- Lavori di regimazione idraulica bacino di Piazza: Progetto definitivo-esecutivo (art. 23 D.Lgs 50/2016 e art. 33 D.P.R. 207/2010) – aprile 2021, Dott. Ing. Gianfranco Lubrini.

3. DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO

Il Comune di Nembro è interessato da un rischio idrogeologico elevato, presenta una diffusa franosità (circa il 14% del territorio comunale) e aree soggette ad esondazione e trasporto di massa sui conoidi.

Un'analisi esaustiva del dissesto idrogeologico si sostanzia nella caratterizzazione delle aree soggette a fenomeni alluvionali e franosi, delle aree a rischio idraulico e geomorfologico, nell'individuazione dell'abitato e della popolazione esposta a fenomeni di dissesto idrogeologico e degli elementi antropici esposti al rischio frane e alluvioni. I cambiamenti climatici in atto stanno portando ad una variazione del regime delle precipitazioni, con un minor numero di giorni piovosi e un maggior numero di eventi di precipitazioni intense, che potrebbero agire aumentando la frequenza e intensità degli eventi idrogeologici pericolosi.

Altro aspetto da non trascurare è l'incremento delle portate meteoriche scaricate nei corsi d'acqua dalle aree fortemente urbanizzate, a causa dell'impermeabilizzazione del suolo, che ha portato, negli ultimi decenni, ad esaltare i fenomeni di piena di fiumi e torrenti che, in caso di inadeguatezza delle capacità di deflusso, provocano esondazioni diffuse e danni ingenti anche con precipitazioni di non rilevante intensità.

Per ridurre le criticità, e comunque non peggiorare la situazione, è quindi necessario adottare una nuova politica di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, tale da garantire che le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (principio di invarianza idraulica).

Nella *Tavola 2 – Dotazioni infrastrutturali*, redatta in scala 1:5.000, sono riportati i tratti e i nodi della rete fognaria. Nella *Tavola 3 - Individuazione delle aree a rischio idraulico* sono delimitate le porzioni del territorio comunale soggette o potenzialmente soggette ad allagamento sia per la conformazione morfologica del territorio che per insufficienza della rete fognaria (aree allagabili recepite dalla Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, dal P.A.I. e da altri studi e relazioni idrauliche/idrologiche, oltre che da conoscenze storiche/locali).

3.1. II P.G.T.

Nel corso degli ultimi anni l'Amministrazione comunale di Nembro ha effettuato una serie di revisioni della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., per attualizzarla rispetto alle normative vigenti (2002, geol. S. Ghilardi – 2009, 2016 e 2019, geol. Pecchio-Nozza); essa contiene un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del territorio, sintetizza alcune problematiche ambientali ed esprime una valutazione sulla fattibilità geologica.

Come prescritto dalle disposizioni normative regionali lo Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale costituisce parte integrante del Documento di Piano.

Le problematiche connesse al deflusso delle acque superficiali sono sostanzialmente connesse con la possibilità di esondazione del Fiume Serio e di alcune delle molteplici aste torrentizie che solcano i rilievi del territorio comunale.

Tali tematismi sono stati anche individuati sia nella Carta del dissesto con legenda uniformata al P.A.I. che, successivamente, dal P.G.R.A.

3.2. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001. Il PAI ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Esso, riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni contiene in particolare:

- nell'Elaborato 8 “*Tavole di delimitazione delle fasce fluviali*” la delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti;
- nell'Elaborato 2 “*Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici*” – Allegato 4 “*Delimitazione delle aree in dissesto*” la delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, dei fenomeni di dissesto che caratterizzano il reticolo idrografico di montagna (conoidi – Ca, Cp, Cn – ed esondazioni di carattere torrentizio – Ee, Eb, Em);
- nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 “*Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato*”, la perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura (zona I e zona BPr);
- nell'Elaborato 7 “*Norme di attuazione*” le norme alle quali le sopraccitate aree sono assoggettate.

Alla determinazione delle fasce denominate con le lettere A, B, C (v. oltre), si è giunti mediante la definizione dei seguenti elementi:

- portate di piena con diversi tempi di ritorno, ricavate tramite l'impiego di modelli probabilistici, di trasformazione afflussi - deflussi e di regionalizzazione dell'informazione idrologica;
- profili liquidi in condizioni di piena. Tali profili vengono individuati con modelli di calcolo opportunamente scelti tenendo conto del livello di dettaglio dei dati geometrici (sezioni trasversali e planimetrie) e idraulici (scabrezza) dell'alveo disponibili, nonché delle caratteristiche di opere e manufatti presenti nel corso d'acqua.

In questo modo, utilizzando come piena di riferimento quella con tempo di ritorno (TR) di 200 anni e determinato il livello idrico corrispondente, sono state, come detto, individuate, le seguenti fasce, così come definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po:

- *Fascia di deflusso della piena (Fascia A)*, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione dove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali).
- *Fascia di esondazione (Fascia B)*, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveointeressata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento (TR 200 anni)

ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.

- *Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)*, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento, e cioè la massima piena storicamente registrata, se corrisponde a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Si ricorda che nella fascia A sono, tra l'altro, vietate le attività di trasformazione dello stato dei luoghi che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, nonché l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica. Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia B sono, tra l'altro, vietati gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso e l'installazione di impianti di smaltimento rifiuti incluse qualsiasi discarica. Sono di contro permesse quelle attività volte al miglioramento dell'efficienza idraulica (argini, casse di espansione ecc.), gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati, così come i depositi temporanei di materiali di cave autorizzate ed in genere le occupazioni temporanee che non riducono la capacità di portata dell'alveo.

Nella fascia C gli interventi sono invece volti ad integrare il livello di sicurezza delle popolazioni residenti, mediante la predisposizione da parte delle Autorità competenti di Programmi di previsione e prevenzione e di adeguati Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del territorio ricadente in questa fascia.

Il quadro del dissesto P.A.I. descritto nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Nembro individua, quali zone di dissesto, le aree di frana attiva Fa.

Le aree Fa sono localizzate nella parte montana del territorio comunale, tra le frazioni di Lonno e Trevasco, e in corrispondenza delle scarpate rocciose presenti in prossimità del confine con l'abitato di Albino. In particolare, un'area piuttosto estesa interessata da evidenze di deformazione gravitativa profonda interessa il tratto di versante compreso tra il M. Valtrusa ed il "Forcellino", situati a monte dell'abitato di Trevasco - S. Vito.

Le aree di frana attiva, sebbene non strettamente connesse con il principio di invarianza idraulica e idrologica, nè direttamente coinvolte da scenari di allagamento o esondazione, sono comunque individuate nel presente studio in quanto individuano zone dove il ricorso all'infiltrazione nel terreno per il rispetto del principio dell'invarianza è da escludersi, in quanto la presenza di acqua nel primo sottosuolo è un elemento negativo dal punto di vista della stabilità dei versanti. Nelle zone caratterizzate dalla presenza di fenomeni franosi attivi sarà pertanto vietato ricorrere all'infiltrazione per lo smaltimento delle acque meteoriche.

3.3. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – revisione 2020

Il P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (la cosiddetta "*Direttiva Alluvioni*"), è stato adottato con

deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015 dall’Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con D.P.C.M. 27 ottobre 2016.

Regione Lombardia ha emesso con D.G.R. n. 10/6738 del 19 giugno 2017 le disposizioni concernenti l’attuazione del P.G.R.A. nel settore urbanistico e di pianificazione territoriale. Sempre la Giunta regionale, con Delibera n. 470 del 2 agosto 2018, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 32 del 08/08/2018, ha approvato le “*Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) e di pianificazione dell’emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017, n. X/6738*”. Tali integrazioni, in un’ottica di semplificazione e riduzione dei tempi, sono finalizzate a dare indicazioni in merito alla procedura urbanistica da adottare per l’adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al PGRA e/o al PAI, qualora gli strumenti urbanistici comunali non fossero coerenti con la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica e idrogeologica (e relativa normativa) rappresentata nei citati strumenti di pianificazione di bacino.

Il P.G.R.A. ha la finalità di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l’ambiente, il patrimonio culturale, le attività economiche e sociali. Esso è suddiviso in due sezioni. La Sezione A contiene la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità e ai livelli di rischio, l’individuazione delle situazioni territoriali con maggiori criticità e le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione (es. vincoli all’uso del suolo, delocalizzazioni, comunicazione del rischio ai cittadini) e protezione (es. realizzazione di opere di difesa strutturale). La Sezione B contiene il quadro attuale del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni, una diagnosi delle principali criticità e le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di preparazione (es. allerte, sistemi di monitoraggio, piani di emergenza), ritorno alla normalità e analisi (es. valutazione e rimborso danni, analisi degli eventi accaduti, politiche assicurative).

Le disposizioni regionali per l’attuazione del PGRA in campo urbanistico stabiliscono che i comuni provvedano al recepimento delle aree allagabili del PGRA e relative norme nello strumento urbanistico comunale; ciò deve avvenire nel rispetto dei termini stabiliti per l’adeguamento dei PGT alla L.R. n. 31/2014 sulla riduzione del consumo di suolo (ovvero alla prima scadenza del Documento di Piano, dopo l’adeguamento di PTR e PTCP alla stessa L.R. n. 31/2014). Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d’acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po, brevemente PGRA-Po. Il PGRA del distretto padano, nello specifico, mira ad orientare, nel modo più efficace, l’azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all’insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

I territori di maggior interesse, laddove si concentrano molte misure del Piano, sono le aree allagabili, classificate in base a quattro livelli crescenti di rischio in relazione agli elementi vulnerabili contenuti e individuate cartograficamente in mappe di pericolosità e di rischio. Tali mappe rappresentano infatti, in modo unitario per l’intero distretto idrografico e ad una scala appropriata, le aree allagabili per ciascuno scenario di piena esaminato: piena frequente, piena poco frequente e piena rara e la consistenza dei beni esposti e della popolazione coinvolta al verificarsi di tali eventi. Le mappe contengono anche indicazione delle infrastrutture strategiche, dei beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nelle aree allagabili nonché degli impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale. Le mappe assolvono ad una funzione di carattere ricognitivo dei fenomeni naturali esaminati e della conseguente esposizione ad essi di determinate parti del territorio e della popolazione ivi residente e forniscono la

rappresentazione dell'estensione delle aree allagabili, delle quali devono tener conto tutti i soggetti interessati secondo le comuni regole di prudenza, cautela e prevenzione.

Data l'ampiezza del bacino del fiume Po con la conseguente notevole differenza di caratteristiche negli eventi alluvionali e di dati a disposizione, si è reso necessario suddividere l'intero bacino in diversi ambiti territoriali, in ognuno dei quali la metodologia per la mappatura della pericolosità è risultata differente.

Le aree allagabili ricadono nei seguenti "ambiti territoriali":

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL)

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato). Le classi derivano dal confronto tra la classe di pericolosità e la classe di danno associata all'elemento esposto. Si distinguono 4 classi di danno potenziale: D4 (molto elevato), D3 (elevato), D2 (medio) e D1 (moderato o nullo).

Il territorio del Comune di Nembro è interessato dalle seguenti aree allagabili:

- *aree P3/H (high) o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti*, tengono conto dei livelli idrici corrispondenti alle piene con tempo di ritorno di 10-20 anni;
- *aree P1/L (low) o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare*, tengono conto dei livelli idrici corrispondenti alle piene con tempo di ritorno di 500 anni.

Le aree P3/H si trovano in corrispondenza del tratto mediano dei torrenti Luio e Carso in destra idrografica del Fiume Serio, mentre le aree P1/L lungo la valle Gavarnia ed il tratto terminale del Torrente Vallogno.

Il P.G.R.A. identifica, per il fiume Serio nell'Adda sottolacuale, l'area a rischio significativo di alluvione ARS regionale RL07 da Nembro a Villa d'Ogna. La situazione di pericolosità che interessa questo tratto del Serio emerge a seguito del tracciamento delle aree allagabili in un tratto privo di fasce PAI.

Nella **Tavola 3 - Individuazione delle aree a rischio idraulico** è rappresentata la zonazione della pericolosità individuata nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni con le perimetrazioni delle aree allagabili del P.G.R.A., tracciate principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio e aggiornando i livelli di piena e le portate.

4. CRITICITA` RILEVATE

Negli ultimi anni le reti di drenaggio urbano hanno mostrato crescenti problemi di sovraccarico conseguenti al verificarsi sempre più frequentemente di eventi meteorici intensi, ma anche in corrispondenza di eventi considerati ordinari. Situazioni di questo tipo si presentano in diverse aree del mondo, e in particolare in quelle di più antico insediamento dove una larga parte della rete è stata progettata e realizzata secondo criteri ed esigenze differenti da quelli richiesti dalle successive evoluzioni dell'uso del suolo ed in particolare dello sviluppo urbanistico.

Le cause principali dell'incremento così rilevante delle portate e dei volumi di deflusso in ambito urbano possono ricercarsi in due fattori principali:

- l'aumento dell'intensità di precipitazione durante i giorni piovosi dell'anno principalmente dovuto ai fenomeni del cambiamento climatico in atto;
- l'aumento considerevole dell'impermeabilizzazione del suolo dovuto all'urbanizzazione e alle infrastrutture.

Per quanto riguarda il cambiamento climatico, nel tempo vi è stato un marcato aumento dell'intensità di precipitazione a fronte di una sensibile diminuzione della precipitazione totale e del numero di giorni piovosi durante l'anno. Questo trend è particolarmente significativo soprattutto nelle regioni del nord Italia, ma in linea generale vale per tutto il territorio nazionale.

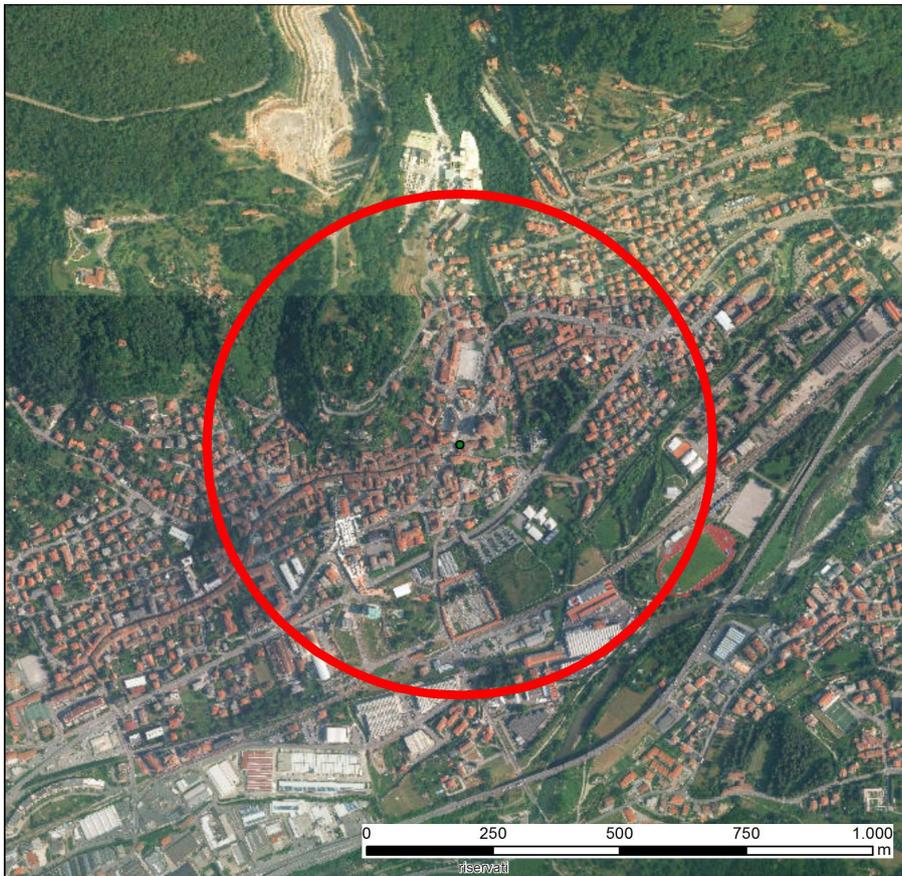
Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione, negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata in media del 20%, mentre in Italia la situazione è molto diversificata da regione a regione. È particolarmente emblematico il caso della Lombardia in cui tra il 1954 e il 2015 vi è stato un aumento di oltre il 200% delle superfici urbanizzate.

Anche l'ambito territoriale di Nembro non si è sottratto al trend di estensione delle aree urbanizzate lombarde, ben evidenziato dal raffronto tra le due cartografie riportate nel seguito, che restituiscono una situazione di espansione generalizzata dell'edificato e dell'impermeabilizzazione del fondovalle.

Questo incremento, oltre a generare un rilevante aumento dei volumi di deflusso e delle relative portate al picco, complice anche la diminuzione dei tempi di corrivazione, porta con sé ulteriori problematiche. Da una parte il restringimento (o addirittura la tombinatura) delle sezioni dei corsi d'acqua (situazione diffusa a Nembro) che attraversano i settori urbanizzati e che fungono da recettori finali, ne riduce la capacità di trasporto e di invaso, oltre che ridurne la capacità di autodepurazione e la qualità ambientale. Dall'altra, aumentano i rischi di insufficienza idraulica dei tratti di rete fognaria più vecchi, che sono stati progettati su portate e tempi di ritorno non più idonei al grado di sollecitazioni che l'estensione delle superfici impermeabili e i nuovi regimi pluviometrici impongono. Infine, con l'impermeabilizzazione del suolo, aumenta fortemente l'aliquota del deflusso superficiale, a spese dell'evaporazione e della ricarica delle falde.



Immagine mosaicata delle foto Aeree Volo GAI (Gruppo Aereo Italiano), 1954-55.



Ortofoto 2015 AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura).

4.1. Pericolosità e rischio idrogeologico

In linea generale le fasce di territorio comunale a maggiore criticità corrispondono alle zone urbanizzate di raccordo con la fascia pedecollinare, in cui l'intensa urbanizzazione andata via via consolidandosi negli ultimi 50 anni, la conseguente impermeabilizzazione dei suoli nonché la costrizione dei corsi d'acqua entro manufatti artificiali, ha di fatto creato le condizioni di un rischio pressoché generalizzato sul territorio. Al rischio intrinseco legato all'antropizzazione del territorio si aggiunge anche l'apporto del trasporto solido, che si caratterizza sia per la componente vegetale che per il detrito, legato quest'ultimo alle caratteristiche del substrato geologico locale.

Sia all'Amministrazione locale che alla popolazione deve essere evidenziato il fatto che il rischio è ineliminabile e imprescindibile, bisogna pertanto rinunciare alla falsa illusione che può dare la frase "messa in sicurezza", e prepararsi a fronteggiare danni modesti per eventi che eccedano il tempo di ritorno di progetto (messa in sicurezza in termini relativi). Proprio per questo fine si devono attuare strategie di adattamento, imparando a ridurre la pericolosità e a convivere con il rischio connesso agli eventi estremi. In generale il rischio, anche nel caso vengano attuati interventi di manutenzione sul territorio che possano ridurre, anche sensibilmente, la pericolosità, è pur tuttavia quasi fatalmente destinato ad aumentare nel tempo.

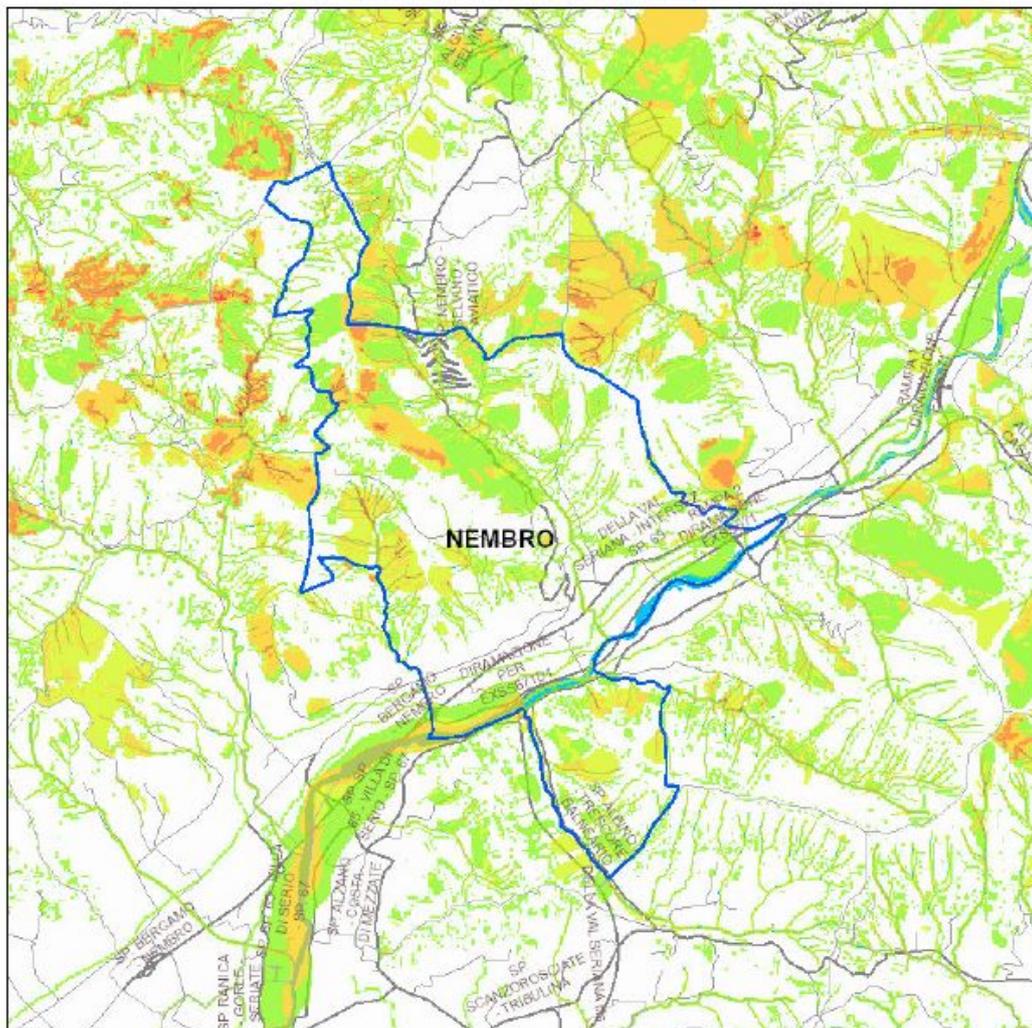
In quest'ottica è bene precisare che con il termine rischio "R" si intende la combinazione tra la pericolosità "P" (considerata come la probabilità di accadimento di un evento) e la vulnerabilità "V" (intesa come il valore degli elementi in pericolo):

$$R = P \times V$$

Se nel tempo aumenta il valore dei beni esistenti su un certo territorio (es. numero e valore delle abitazioni, attività economiche, numero e costo dei beni mobili nelle case, ecc.), pur mantenendo costante la Pericolosità, o magari anche riducendola, è evidente che il rischio, dato dal "prodotto", aumenta. La strategia di adattamento che compete alla pianificazione implica pertanto, coerentemente alle premesse enunciate, l'attuazione della mitigazione della pericolosità.

Le azioni di mitigazione, per quanto esposto necessarie, offrono anche una seconda ricaduta positiva dal punto di vista ambientale: la ricarica della falda contribuisce a migliorare la vegetazione e l'aumento dell'evapotraspirazione, pertanto contribuisce a ridurre l'effetto negativo "isola di calore" sfavorevolmente presente nelle aree di edificazione.

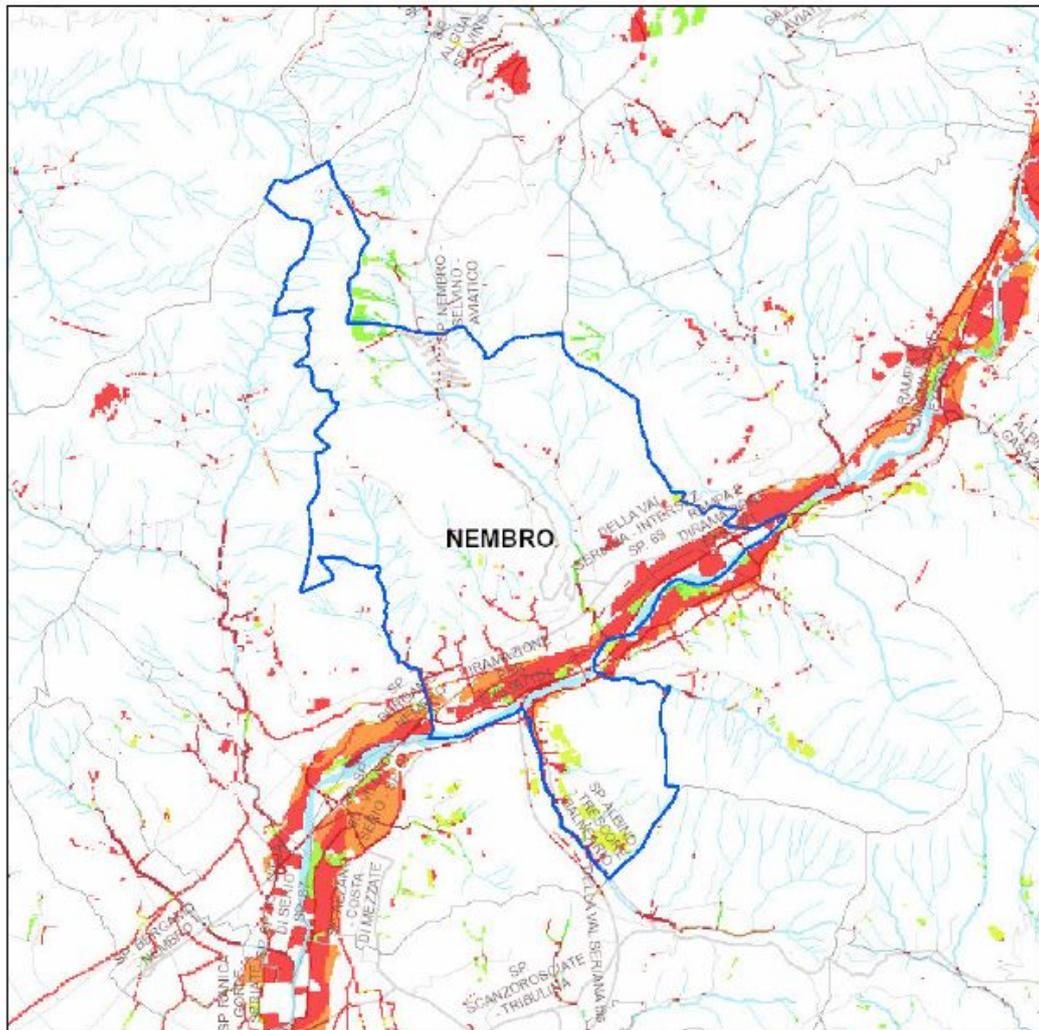
Mappa di pericolosità idrogeologica



- 0 - 0,2 assente o molto basso
- 0,2 - 0,5 basso
- 0,5 - 1,0 medio
- 1,0 - 2,0 elevato
- 2,0 - 3,0 molto elevato
- > 3,0 estremamente elevato

Scala 1:50.000

Mappa di rischio idrogeologico



- 0 - 0,1 assente o molto basso
- 0,1 - 0,5 basso
- 0,5 - 1,5 medio
- 1,5 - 5 elevato
- 5 - 10 molto elevato
- > 10 estremamente elevato

Scala 1:50.000

4.2. Allagamenti storici e conoscenze locali

Il principale obiettivo perseguito con il presente studio è stato quello di fornire un quadro sufficientemente esauriente delle problematiche legate all'idraulica della rete di drenaggio urbano della città di Nembro e del connesso reticolo idrografico superficiale, attraverso uno schema applicabile, più in generale, a gran parte delle realtà urbane e delle aree antropizzate. Per idraulica del territorio si intende quella disciplina che si occupa del governo delle acque superficiali in relazione alle peculiarità antropiche e alle condizioni fisiche del territorio in cui esse si trovano a fluire. L'idraulica del territorio è una delle più importanti discipline contenute nella più generale "domanda ambientale" della Pianificazione e Gestione sostenibile del territorio, ovvero quell'insieme di analisi e valutazioni di tipo sostanzialmente ambientale che possono e che devono dapprima informare e poi indirizzare la moderna pianificazione urbanistica.

I fenomeni di allagamento nelle aree urbanizzate non sempre sono imputabili al contesto idrogeologico e morfologico territoriale, ma sono spesso causate da criticità derivanti dall'insufficienza della rete fognaria. In Comune di Nembro, a livello generale, le criticità individuate dipendono da insufficienza della rete mista in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, che porta al sovraccarico idraulico della stessa e conseguente rigurgito. La memoria storica di eventi di allagamento è senza dubbio utile per l'individuazione di situazioni critiche che possono essere non facilmente individuabili dall'analisi territoriale, anche in considerazione del fatto che esse possono essere la conseguenza di un'urbanizzazione non sempre razionale e corretta.

Sono di seguito elencate alcune aree che sono state soggette ad allagamenti e sono state indicate dall'Amministrazione comunale e dai tecnici di Uniacque come zone di criticità. Per tali aree, cartografate nella **Tavola 3 - Individuazione delle aree a rischio** idraulico, e che spesso si sovrappongono con quelle individuate nel P.G.T., non è possibile definire un limite preciso legato al territorio.

- 1) Nel pomeriggio del 24 maggio 2019 un nubifragio ha interessato Gavarno di Nembro. La massa d'acqua ha trascinato a valle ramaglie e tronchi d'albero che hanno creato sbarramenti nell'alveo del Torrente Valle del Gavarno, causando esondazioni e conseguenti disagi ad aziende, abitazioni private e viabilità. L'evento è stato segnalato agli uffici regionali e provinciali che in seguito hanno effettuato sopralluoghi. Nel mese di novembre la Provincia di Bergamo ha organizzato un intervento di ripulitura di alcuni tratti dell'alveo, con la collaborazione di volontari della Protezione Civile e gruppi dell'A.N.A., che hanno asportato alberi pericolanti e instabili e la vegetazione spondale che poteva ostacolare il deflusso delle acque.

In particolare, si è verificata l'occlusione del tombotto a monte delle Officine della Gavarnia con esondazione nei reparti produttivi dell'azienda e sulla S.P. 35.



Livello
raggiunto
dall'acqua
per
intasamento
tombotto



Esondazione del torrente sulla S.P. 35 a monte delle Officine della Gavarnia.



S.P. 35 all'altezza del cimitero.



Ponte su via Cattaneo; a sinistra, il campo sportivo e il nuovo oratorio.

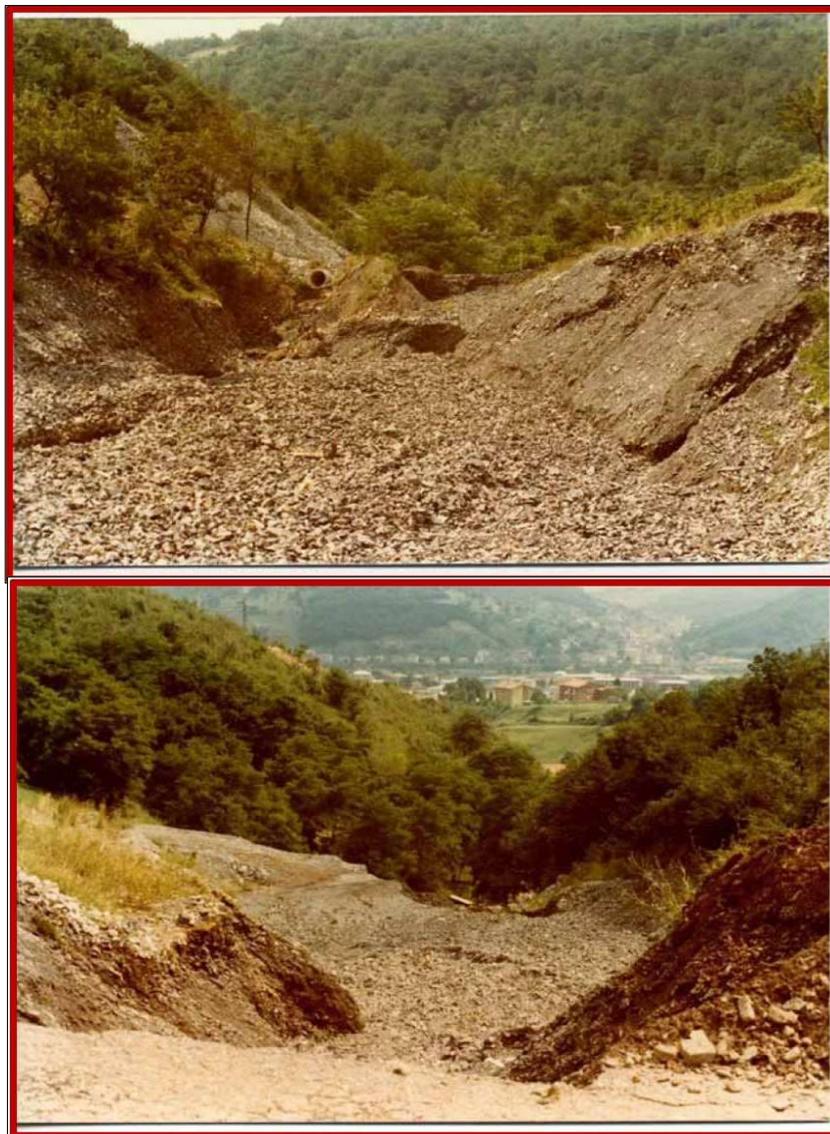
- 2) Nell'ottobre del 2018 il territorio di Nembro è stato colpito da una forte ondata di maltempo con disagio alla popolazione. Le criticità, che hanno contestualmente interessato anche il resto del territorio nazionale, sono state relative alla piena del F. Serio, con esondazione sulle piste ciclo-pedonali, e alla pioggia battente, che ha provocato uno smottamento sulla strada per Lonno. Le piogge avevano interessato già dal 26 ottobre 2018 tutto il bacino seriano anche ad alta quota, portando ad un livello di guardia del Serio nelle prime ore del mattino di domenica 28 ottobre, con allagamento di alcune piste ciclo-pedonali lungo gli argini. Il ponte romanico di via Marconi è stato chiuso due volte al transito pedonale e carrabile. In data 29 ottobre 2018 il livello del fiume è aumentato esondando su via Fermi (20-30 centimetri d'acqua), sulla strada per Gavarno e nell'area Cupola, al confine con il Comune di Albino. Il torrente Carso è invece rimasto nel suo alveo.



La piena del F. Serio nell'ottobre del 2018.

- 3) Nella porzione più occidentale del bacino del T. Lonzo, nel tratto compreso tra quota 480 m s.l.m. e il parcheggio intermedio per lo Zuccarello situato in via Case Sparse, sono presenti materiali di risulta delle vecchie cave di discarica di inerti. Nel corso del nubifragio del luglio 1977 parte del materiale detritico è stato rimobilizzato con formazione di colata detritica che ha coinvolto la parte del centro abitato, come illustrato nelle fotografie seguenti contenute nel documento redatto dal Comune di Nembro *“INDAGINE SUI RETICOLI IDRICI MINORI INTERFERENTI IL CENTRO*

ABITATO - G. Comotti, febbraio 2015”. A seguito dell’evento alluvionale sono state realizzate una serie di opere di contenimento destinate alla messa in sicurezza dell’area (briglie in cls a valle del piazzale) con realizzazione anche di un tombotto a monte del piazzale per evitare che in condizioni meteoriche eccezionali le acque meteoriche invadano la strada per il santuario; tale opera è oggetto, da parte dell’amministrazione comunale, di costante manutenzione.



Bacino del Lonzo a monte (fig. in alto) e a valle (fig. in basso) del parcheggio.

- 4) Numerose sono state le esondazioni che hanno provocato enormi problemi al ponte romanico in pietra di via Marconi, che collega il capoluogo con la frazione di Gavarno. Le cronache riportano infatti che il ponte venne distrutto da una piena nel 1591, venendo ricostruito solo una decina d'anni più tardi, con conseguente isolamento della zona. Altri dissesti si verificarono nel 1602, nel 1738, nel 1803, nel 1807 e nel 1812, anno in cui il Serio fece crollare due arcate del manufatto.
- 5) Nella valle dei torrenti Lonzo e Vallone l’area compresa tra il Colle Bastia e il Santuario dello Zuccarello è stata interessata più di 40 anni fa da una cava di quarzite che ne ha modificato sensibilmente la morfologia originaria, dando luogo localmente anche a evidenti orli di scarpata di

degradazione e/o frana. In occasione degli eventi meteorici del 1972 e del 1976 i materiali di risulta della cava (costituiti principalmente da argille e sabbie), furono trascinati a valle raggiungendo via Oriolo e via Ronchetti e creando notevoli disagi ai residenti. A seguito di tali eventi sono stati effettuati interventi di messa in sicurezza del versante (realizzazione di gabbionate a quota 490 m s.l.m.) e dell'alveo con la realizzazione di briglie di trattenuta a partire da quota 380 m s.l.m.

- 6) Le acque provenienti dal versante orientale della valle Gavarnia, in concomitanza di eventi piovosi intensi, confluivano nelle vallette dando origine a fenomeni di esondazione lungo la via Gavarno e in corrispondenza delle abitazioni presenti nelle vicinanze. A monte della loc. Barzini, a seguito di un evento alluvionale avvenuto nel 1994 che aveva coinvolto il centro abitato, sono stati messi in atto interventi di contenimento mediante la realizzazione di una briglia selettiva in cls a quota 330 m s.l.m. Più in basso, in corrispondenza della S.P. 65 (via Gavarno) è stato realizzato un nuovo by-pass che permette un deflusso più rapido e sicuro delle acque meteoriche nel torrente Gavarnia. I lavori di regimazione del corso d'acqua effettuati dalla Comunità Montana Valle Seriana nell'ambito del progetto "*Interventi di sistemazione e regimazione idraulica del torrente Gavarnia, Nembro-Villa di Serio aprile 2003*", hanno decisamente migliorato le condizioni idrauliche dell'area. Dalla località Barzini fino alla Gavarnia il sedime e i tombotti del reticolo idrico minore risultano in buone condizioni e, come riferito dai residenti di via Gavarno, dopo la realizzazione del nuovo tombotto/by-pass l'acqua del rio non ha più invaso la sede della strada provinciale. Interventi da fare riguardano la pulizia delle ramaglie e arbusti del tratto a monte dell'abitato di Barzini fino alla grande briglia di contenimento.

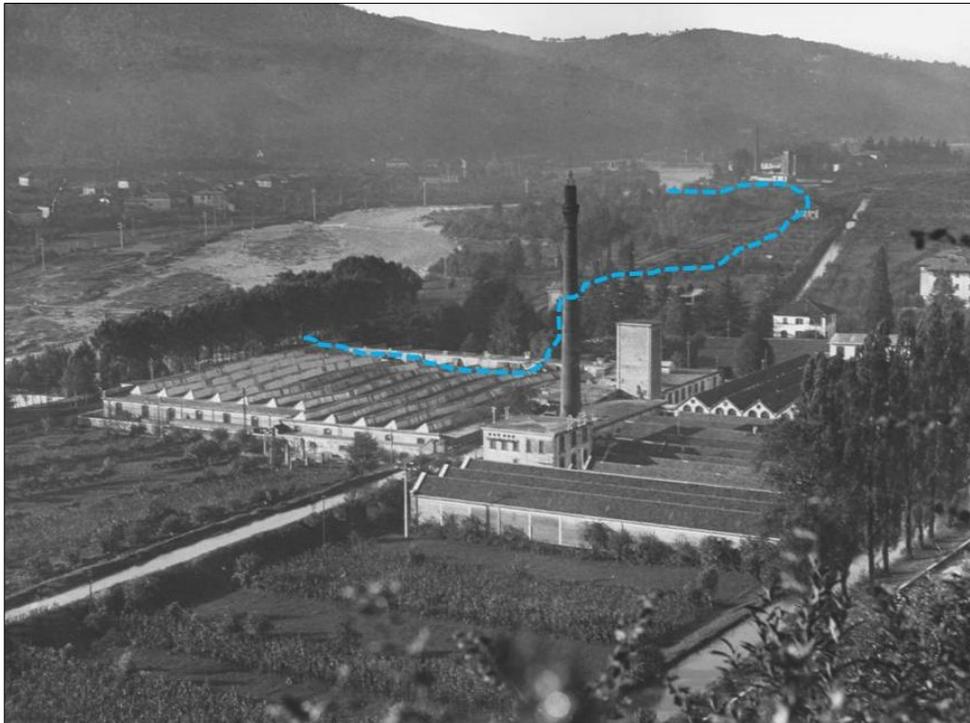




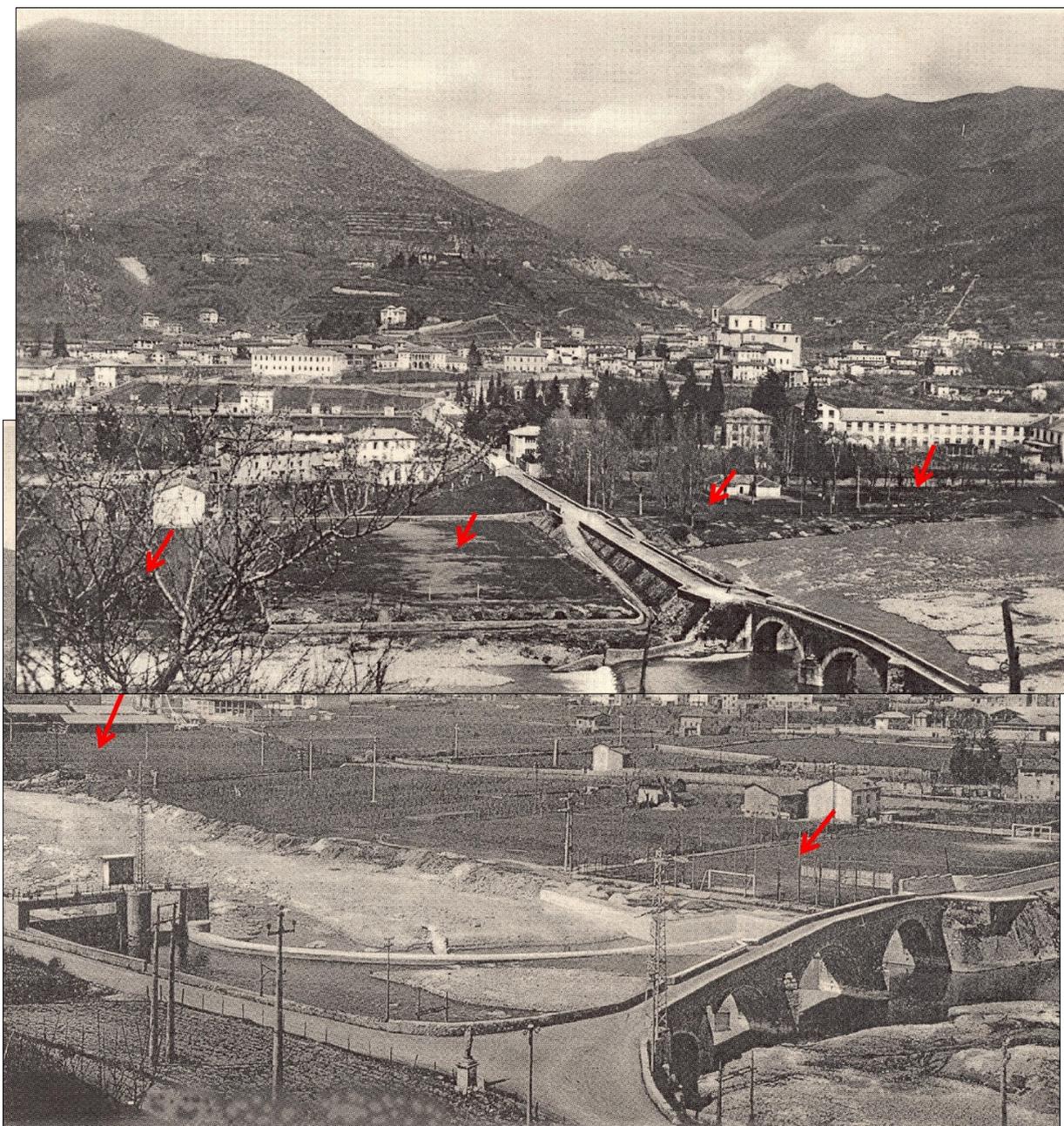
Briglia di contenimento in cls realizzata a monte della loc. Barzini (quota 330 m s.l.m.).

Altri eventi critici di piena ed esondazioni storico-documentali sul territorio comunale (desunti da cronache giornalistiche ed interviste dirette), sono stati i seguenti:

- danni ed allagamenti allo Stabilimento della Crespi - 10 luglio 1972;
- crollo dell'argine del Fiume Serio - 27 ottobre 1952;
- allagamenti sulla S.P. ex Strada Statale 671 - anno 1900 ca.



Il nubifragio del 10 luglio 1972 che si abbattè sulla media Val Seriana a Nembro causò danni per 300 milioni di lire e l'allagamento dello Stabilimento della Crespi.



Esondazione del F. Serio ed allagamenti sulla S.P. ex Strada Statale 671, anno 1900 ca.

4.3. Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio presenti lungo il reticolo secondario collinare e montano

4.3.1. *Torrente Carso*

Poco prima del ponticello sul Torrente Carso di via San Martino, si osserva un restringimento artificiale del corso d'acqua, che vede particolarmente esposto un edificio in sponda destra (la tappezzeria Arquati) il cui lato settentrionale potrebbe subire la pressione maggiore di un'ondata di piena. Anche il ponte con cui via San Martino attraversa il Carso potrebbe costituire un elemento di criticità soprattutto se la sua luce venisse più o meno parzialmente ostruita dai detriti trasportati dal torrente durante una piena. In questo caso le acque di esondazione potrebbero con ogni probabilità incanalarsi lungo via Colleoni andando a lambire gli edifici prospicienti, sia in sponda sinistra che in destra, anche se presumibilmente con tiranti idrici e velocità non particolarmente elevate.

Anche alcuni edifici in sponda sinistra mostrano qualche elemento di criticità: quello più settentrionale per la presenza di finestre a quota di scarsa sicurezza e quello meridionale per la presenza di un muro di protezione piuttosto antico realizzato in ciottoli e malta.

La parte inferiore di via Colleoni, potrebbe venire interessata da fenomeni di esondazione sul lato idrografico destro, in quanto il sinistro è protetto da un muro in pietrame e malta. In questo tratto il torrente presenta una sezione di discreta ampiezza ma le arginature sul lato destro potrebbero non essere in grado di contenere una piena di portata centenaria, soprattutto se accompagnata da fenomeni di sovralluvionamento che potrebbero alzare la quota di fondo alveo.

Un elemento di particolare criticità è la passerella di accesso al centro Daina, che sembra lasciare una luce insufficiente per garantire un deflusso adeguato di una piena centenaria, soprattutto in presenza di rilevante trasporto solido e di materiali vegetali come rami e tronchi. Inoltre, se si verificasse un'esondazione del Carso in corrispondenza della passerella Daina, è presumibile che le acque possano anche incanalarsi lungo la parte bassa di via Famiglia Riccardi.

A valle dell'attraversamento del Carso da parte di via Locatelli inizia un tratto interessato da alcuni elementi di criticità rappresentati da passerelle ed attraversamenti secondari che non paiono adeguati a consentire il deflusso di una piena centenaria. Se questi elementi di criticità venissero ostruiti anche solo parzialmente, si potrebbero verificare esondazioni soprattutto in sponda destra, lungo via Famiglia Riccardi. Tuttavia le acque di esondazione potrebbero lambire anche le abitazioni prospicienti il corso del torrente in sponda sinistra.



Tratto del T. Carso a monte dell'attraversamento di via San Martino.



Tratto del T. Carso a monte e a valle dell'attraversamento di via San Martino.



Tratto del T. Carso lungo via Colleoni con la passerella "Centro Odontoiatrico Daina".



Tratto del T. Carso lungo via Famiglia Riccardi, con le criticità rappresentate dalle passerelle.



Tratto del T. Carso lungo via Famiglia Riccardi. La passerella pedonale è stata rifatta in tempi abbastanza recenti per migliorare le condizioni del deflusso idrico.

4.3.2. *Torrente Vallogno*

Dal punto di vista idraulico si evidenzia che il lato sinistro del T. Vallogno (in Comune di Nembro) si presenta più rilevato rispetto al lato destro (a Pradalunga), probabilmente a causa di riporti artificiali. Esondazioni importanti potrebbero interessare pertanto solo il territorio di Pradalunga, mentre sul territorio di Nembro le eventuali esondazioni avverrebbero con velocità e tiranti più modesti.



T. Vallogno a monte della S.P. 65 (il comune di Nembro è sul lato destro della foto).



T. Vallogno a valle della S.P. 65 (il comune di Nembro è sul lato sinistro della foto).



Ponte della S.P. 65 sul T. Vallogno.

4.3.3. *Torrente Luio*

A valle del ponte a quota 330 m s.l.m., la strada che costeggia il Torrente Luio in Comune di Nembro può essere soggetta ad esondazioni soprattutto nel caso si verificassero ostruzioni del corso d'acqua ad opera di detriti vegetali, tronchi e trasporto solido in genere. Si tratta di un tratto caratterizzato da una rilevante vegetazione arbustiva che potrebbe costituire ostacolo al deflusso soprattutto in caso di rilevante trasporto solido.

Il tratto all'altezza del ponte a quota 305 m s.l.m. si presenta fortemente sovralluvionato e la luce del ponte fortemente ridotta. Una ulteriore riduzione della luce attuale potrebbe determinare esondazioni verso le strade limitrofe a valle del ponte, in Comune di Nembro.



Tratto del T. Luio a valle del ponte a quota 330 m s.l.m. Vista da valle a sx e vista da monte a dx.

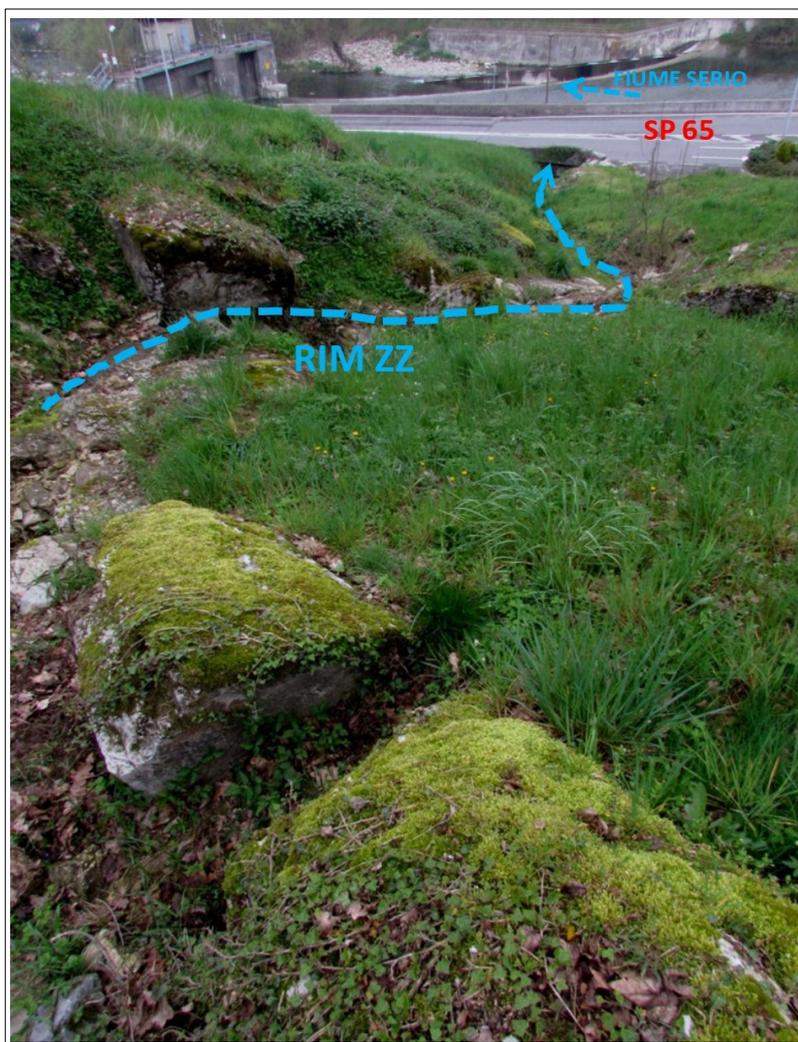


Tratto del T. Luio all'altezza del ponte a quota 305 m slm. Vista da monte a sx e vista da valle a dx.

4.4. Altre criticità idrauliche

4.4.1. I reticoli idrici minori di Gavarno

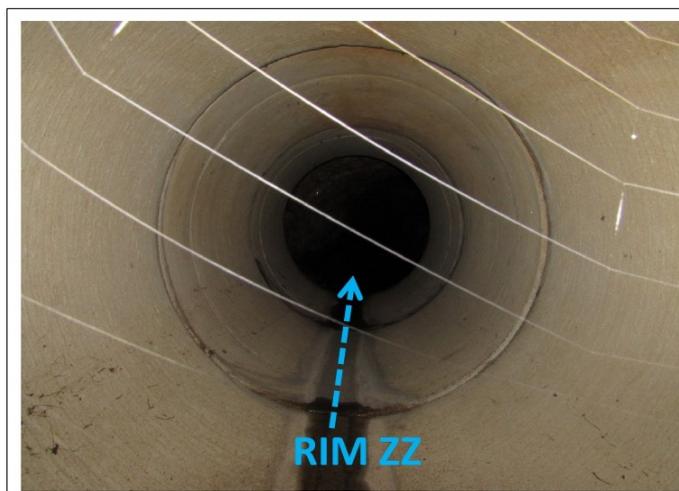
- Appena attraversato il ponte romano di via Marconi, in direzione Gavarno, il Rio Magasali prima di sfociare nel fiume Serio attraversa con un percorso tombato la S.P. 65 e la pista ciclopedonale. Questo percorso sotterraneo è costituito per il tratto verso monte da una tubazione in cls del diametro 80 cm, il lato più prossimo al fiume invece da un'antica volta in pietra. Qui lo scarico nel fiume, come già successo, rischia di essere intasato dai materiali ghiaiosi dilavati dalla parte alta del reticolo in occasione di forti precipitazioni, ma anche dai depositati alluvionali del Serio. E' molto probabile che in regimi di piena del Serio, il Rio Magasali non riesca a smaltire il flusso delle acque, l'imbuto prima del tratto tombato che attraversa la strada si riempia d'acqua e la stessa si riversi sulla superficie della provinciale.



Reticolo Idrico Minore demaniale – Rio Magasali.



Rio Magasali: inizio tombotto sotto la S.P. 65.



Tombotto sotto la S.P. 65.

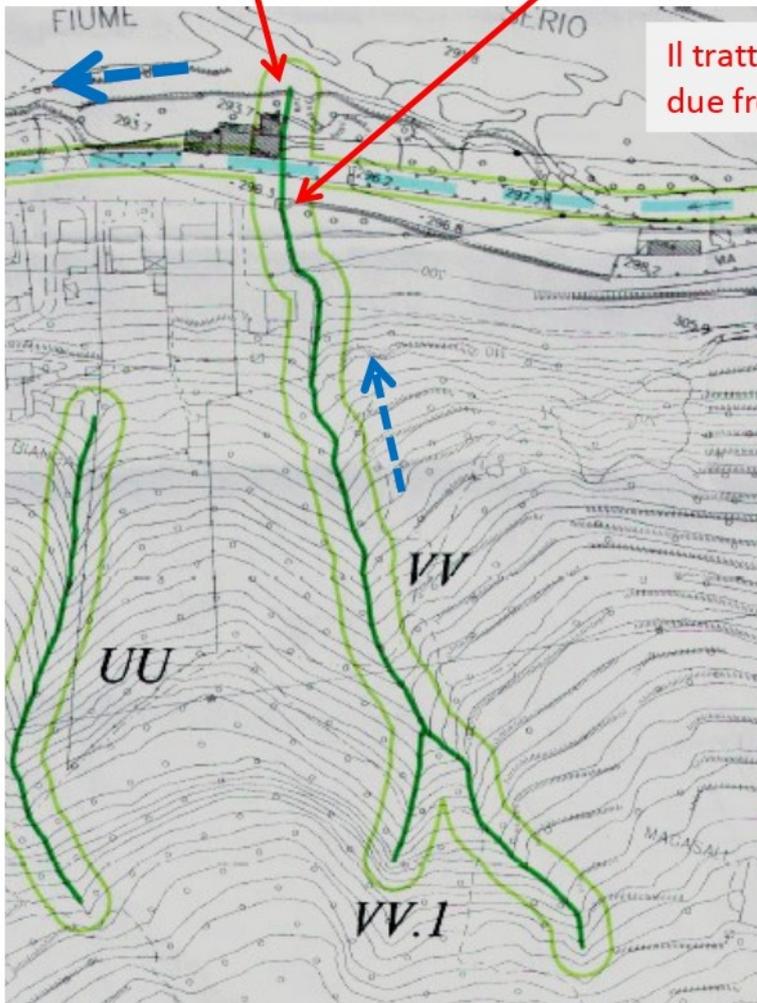


Tombotto sotto strada in cls diam. 80 cm.



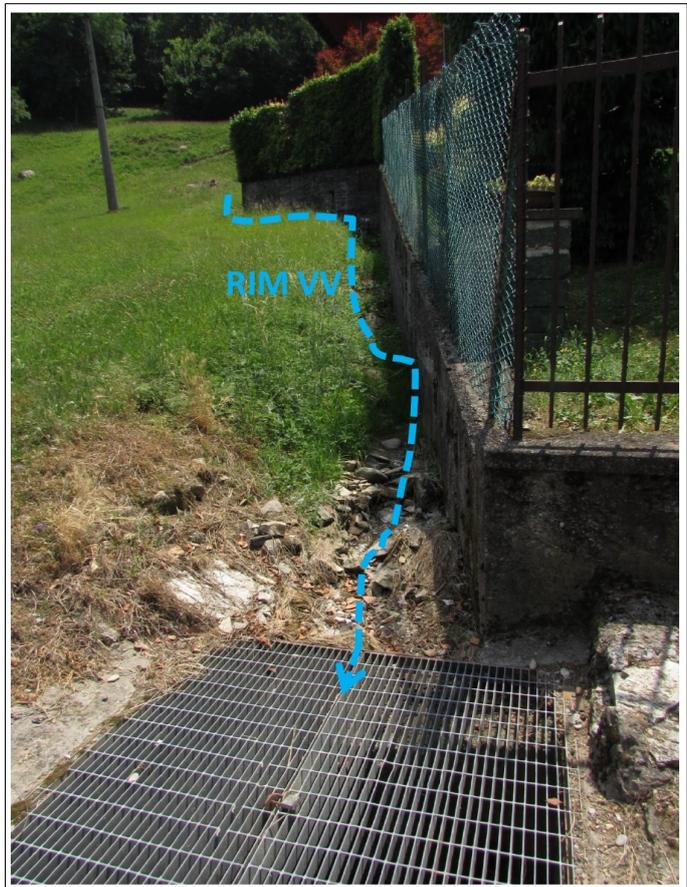
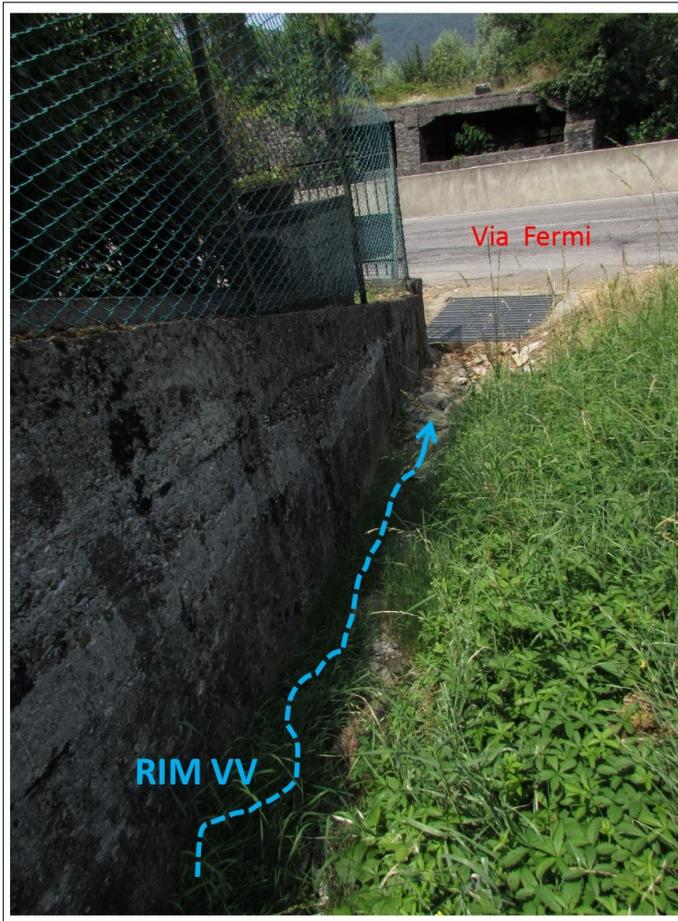
Tratto terminale del Rio Magasali, attraversamento della S.P. 36 e confluenza nel F. Serio.

- Al confine orientale della prima casa a sinistra su via Fermi, superato il ponte sul Fiume Serio in direzione Gavarno, è presente un tratto di reticolo idrico minore con alveo poco pronunciato e una griglia in corrispondenza del bordo stradale. In occasione di forti precipitazioni la griglia viene coperta da vegetali e il tubo di scarico del pozzetto viene parzialmente intasato dalla ghiaia, l'acqua fuoriesce sulla strada e il tratto di statale S.P. 65 (via Fermi) si allaga. L'acqua viene raccolta sulla provinciale da alcune caditoie localizzate sul bordo della provinciale e convogliata al pozzetto sopra accennato. Dal pozzetto con griglia l'acqua passa attraverso un tubo in cls del diametro di 40 cm sotto la strada, quindi attraversa la pista ciclopeditonale e finisce nel fiume Serio. E' molto probabile che lungo questo percorso ci siano depositi di detriti che rallentano in deflusso dell'acqua. Per tenere pulito questo tratto sotterraneo si ipotizza la realizzazione di una nuova vasca di sedimentazione di modeste dimensioni, appena a monte del pozzetto con griglia, così che possa trattenere i detriti vegetali e ghiaiosi e le acque possano defluire più velocemente.

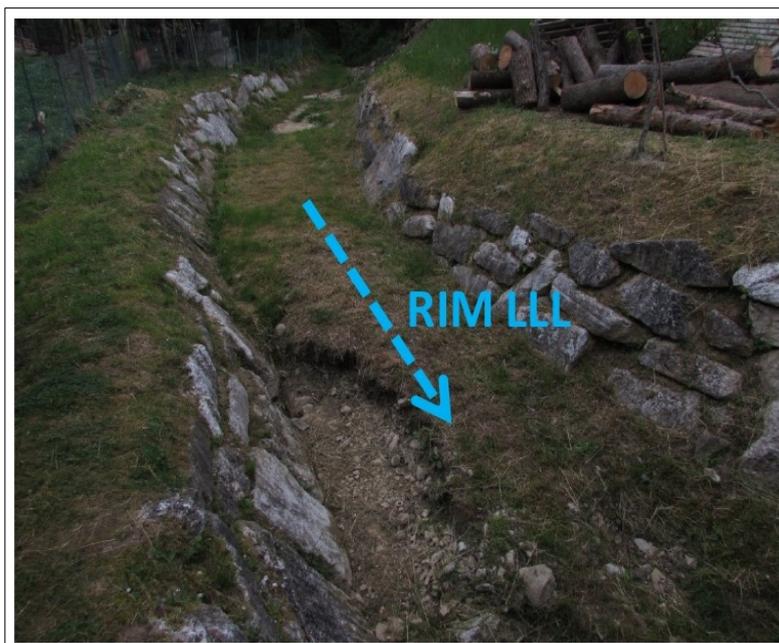


Il tratto di RIM compreso fra le due frecce risulta tombato

Reticolo Idrico Minore non demaniale: via Fermi – Gavarno.



- Nella valle del Rio Piazzola è presente un reticolo demaniale ramificato che si estende fino a quota 610 m sulle falde occidentali della Val di Coler, scendendo presso Ca' Fui, loc. Magni, le Buse (ex cave di calcare), il Palazzo, le Panse e, attraversata la S.P. 65, entra nella Gavarnia. Mediante intervento idraulico è stato rifatto l'alveo con massi ciclopici da quota 320 m s.l.m. fino alla foce nella Gavarnia. Sempre a quota 320 m s.l.m., a monte del tombotto che permette l'accesso ad abitazione privata salendo via Palazzo, si possono accumulare nel tempo depositi detritici che, ovviamente, andrebbero asportati. La stretta sezione di deflusso del Rio Piazzola ha probabilmente consigliato la creazione di un canale che fungesse da scaricatore in occasione delle forti precipitazioni meteoriche, con la funzione di raccogliere le acque dei prati presso la loc. le Panse. Il deflusso dello scaricatore deve rimanere sempre pulito nel tratto terminale.



Rio Piazzola.



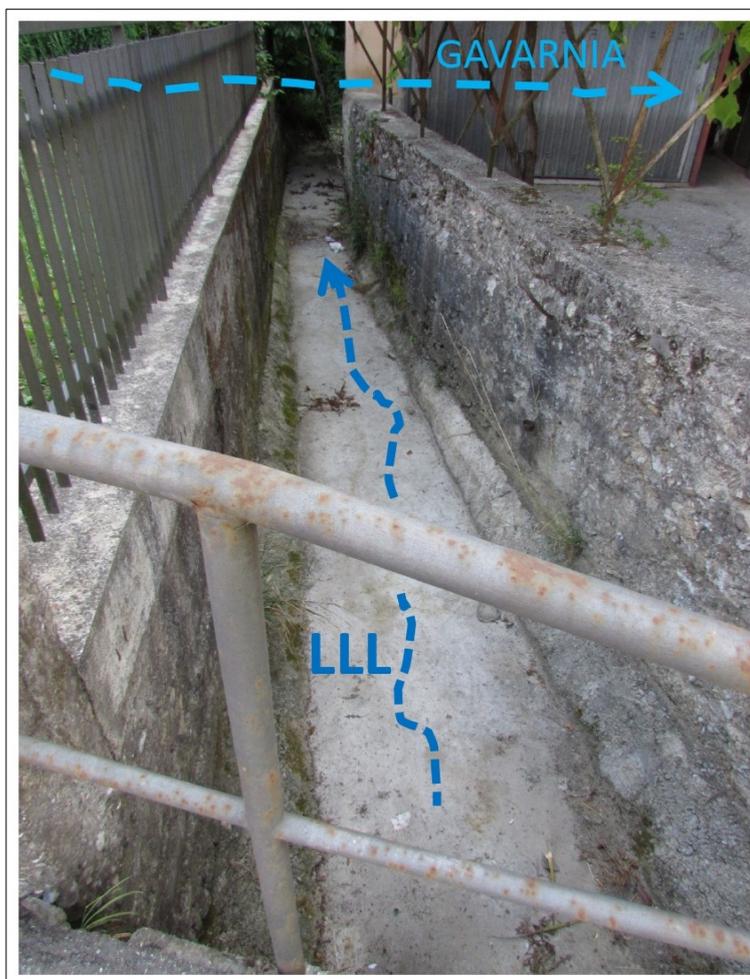
Tombotto per transito abitazione.



Alveo cementato e massi ciclopici.



Tombotto presso la S.P.65.



Ultimo tratto prima di sfociare nella Gavarnia.



Uscita scaricatore nella Gavarnia.

- Sopra la loc. Colombera, in occasioni di forti piogge l'acqua proveniente dai prati sovrastanti non viene contenuta dalla griglia/caditoia posta a metà via, ma scorre superficialmente fino alla S.P. 65. Queste acque meteoriche creano disagio per le auto che vi transitano, non essendo ricevute completamente dalle caditoie e finiscono talvolta in un cortile privato. Anche per il tratto della via Colombera non esiste un vero tracciato di sedime del reticolo, ma l'acqua scorre in superficie su tutta la larghezza della strada. In questo caso si potrebbe ipotizzare la realizzazione di un tombotto a sezione appropriata per il tratto terminale della via Colombera con opportune caditoie di raccolta acqua, convogliate sempre con un tombotto, che transiti sotto la S.P. 65 direttamente nella Gavarnia.



Scorrimento superficiale delle acque meteoriche in occasione di forti piogge.

- Nella valle della Tretaldina è presente un importante reticolo demaniale che scorre in prossimità del confine con il Comune di Scanzorosciate e presso la loc. S. Antonio di Gavarno. Il tratto di alveo posto a nord ovest della chiesa di S. Antonio deve essere periodicamente pulito dalla vegetazione arbustiva presente. Gli ultimi 30 metri, prima dell'ingresso nel torrente Gavarnia, sono stati interessati anni fa di un intervento idraulico legato anche al rifacimento di tombotti e briglia in prossimità dell'area artigianale. Gli interventi di manutenzione da prevedere riguardano la pulizia del tratto appena a monte della briglia prima del tombotto che permette di accedere al parcheggio e all'area artigianale. E' poi necessario asportare eventuali vegetali e detriti vari nel tratto che va dal tombotto sopra indicato, fino a quello che passa sotto la S.P. 65 - via Gavarno.



Reticolo Idrico Minore presso area artigianale.



Tombotto sotto la S.P. 65.

- In corrispondenza di un compluvio su terreno erboso a pochi metri dal confine amministrativo con il Comune di Scanzorosciate, è presente un tratto di reticolo idrico minore non demaniale che attraversa la S.P. 65 prima di sfociare nel Torrente Gavarnia. Lo scarico nella Gavarnia tramite un tubo in plastica del diametro di 40 cm può parzialmente intasarsi, come già successo, sia di detriti dello stesso reticolo idrico minore sia dei depositi alluvionali del reticolo principale. Gli interventi di manutenzione ordinaria consistono nel tener pulito dai vegetali l'ingresso del tombotto e liberare dai detriti lo scarico nella Gavarnia.



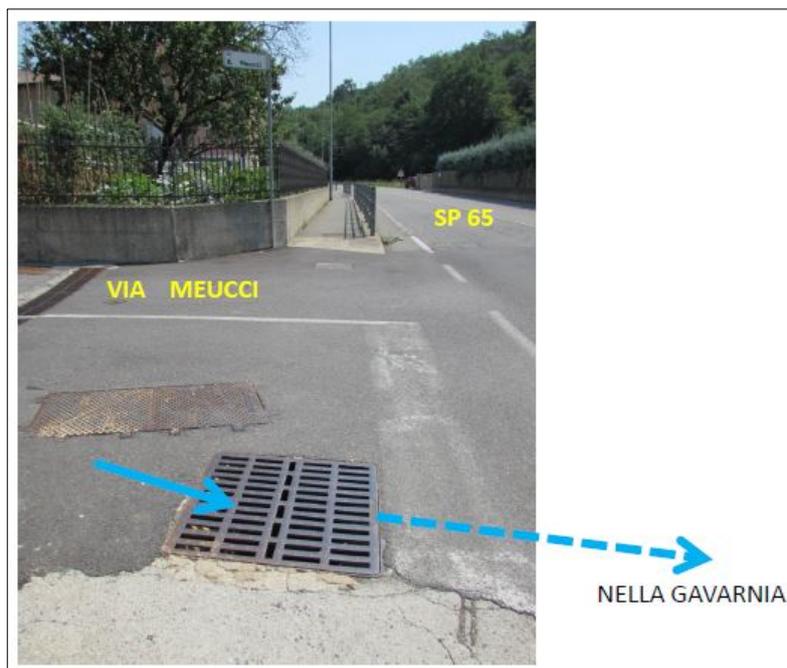
Confluenza nel Reticolo Principale (torrente Gavarnia).

- Lo scaricatore delle acque chiare e scure del Comune di Scanzorosciate confluisce nella Gavarnia in regime di troppo pieno. Esso funge da troppo pieno ed entra in funzione a seguito di forti precipitazioni nel punto dove il collettore che arriva da Scanzorosciate, monotubo, è collettato con la

tubazione delle acque nere in comune di Nembro, insufficiente a contenere anche le acque meteoriche.



- Allo sbocco di via Meucci con la S.P. 65 di via Gavarno è presente un tombotto con sezione base di circa 4 metri per 2 di altezza. Dal lato del Comune di Nembro convergono nel reticolo principale le acque meteoriche della S.P. 65 raccolte dalle bocche di lupo, il possibile sfioratore troppo pieno della fognatura e le acque chiare da via Meucci, anche se queste ultime appaiono inquinate da qualche residuo di fognatura. E' molto probabile che in occasione di carico della Gavarnia con livello di 1 metro, le acque meteoriche di via Meucci si trovino in difficoltà a defluire nello stesso reticolo e creino problematiche idrauliche.





Sezione tombotto 4 x 2 m.

4.4.2. *Zone a ruscellamento diffuso*

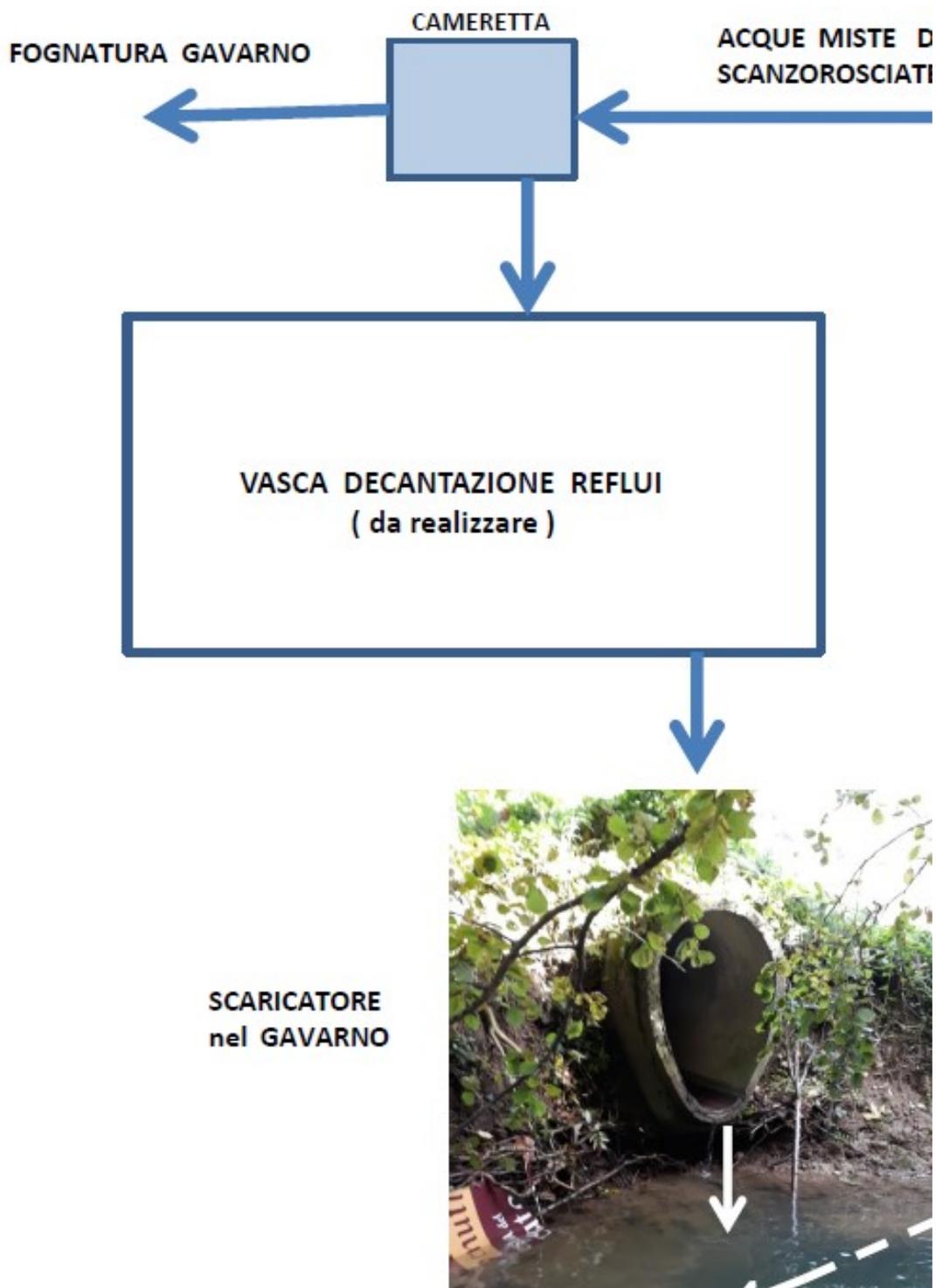
Alcune zone della fascia pedecollinare immediatamente a monte del centro abitato di Nembro e in Val Gavarnia, in loc. Colombaia bassa, sono caratterizzate da fenomeni di ruscellamento superficiale diffuso. La viabilità locale tende a intercettare il deflusso idrico disordinato proveniente dai versanti con il loro carico di detriti, con il risultato di ostacolare la circolazione durante gli eventi meteorologicamente più intensi. Nella zona di S. Faustino tali manifestazioni, evidenziate dalla presenza di piccoli solchi e avvallamenti che vengono facilmente mascherati dalla crescita della vegetazione, sono da mettere in relazione oltre che alla conformazione del versante, anche alla presenza di numerose piccole manifestazioni sorgentizie che si attivano periodicamente. Concorrono ad alimentare questi fenomeni anche le acque raccolte da una cava dismessa a cielo aperto presente appena a monte di S. Faustino; in questo caso data la ridotta sezione di deflusso che consente l'allontanamento delle acque raccolte dalla cava, si verificano anche fenomeni di trasporto solido, oltre che idrico, significativi.

4.4.3. *Accumuli detritici in alveo e rischio ostruzione tombinature*

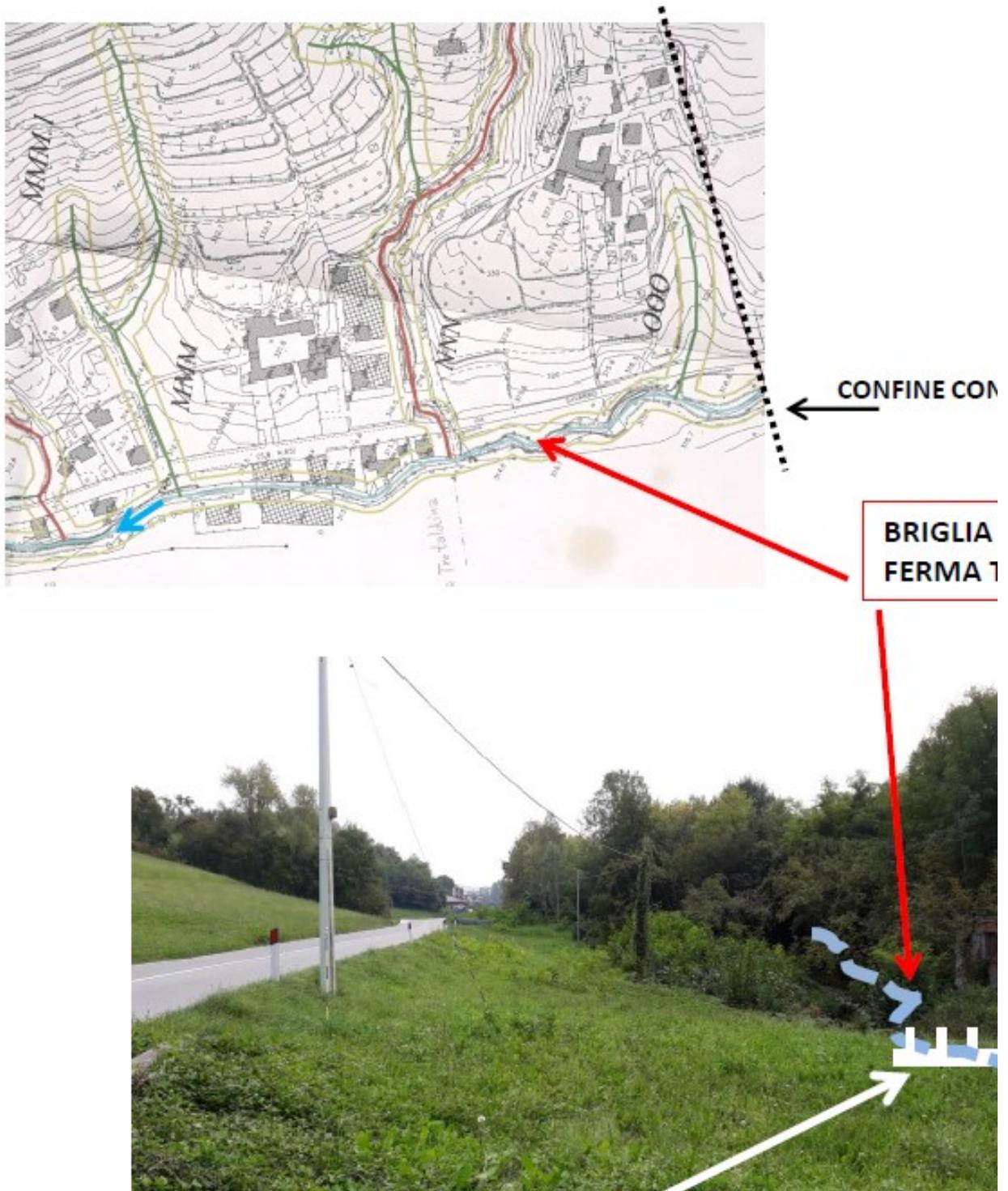
Gli accumuli detritici rischiano di ostruire gli imbocchi delle tombinature esistenti e richiedono interventi di pulizia in tempi rapidi, nonché un piano di manutenzione costante. I tratti maggiormente interessati dal fenomeno sono individuabili a monte dell'abitato nella zona tra i torrenti Luio e Carso e nel tratto terminale di alcuni incisi in val Gavarnia. Il rischio connesso al verificarsi di occlusioni d'alveo è dipendente da due fattori concomitanti, il verificarsi di piogge brevi e intense e lo stato di pulizia e manutenzione degli alvei fluviali o di vallecole a carattere soprattutto periodico. I corsi d'acqua soggetti a questo rischio sono tutti quelli che hanno una parziale tombinatura in corrispondenza dei centri abitati o degli attraversamenti stradali. Nel paese di Nembro sono soggetti a questo rischio le tombinature in corrispondenza di via Puccini, via dei Vitalba e via dello Zuccarello. Nell'abitato di Gavarno sono soggette a questo rischio via dei Barzini, via S. Antonio e la S.P. n. 65, anche se i relativi impluvi sono di lunghezza limitata.

4.5. Interventi necessari nella valle del Gavarno

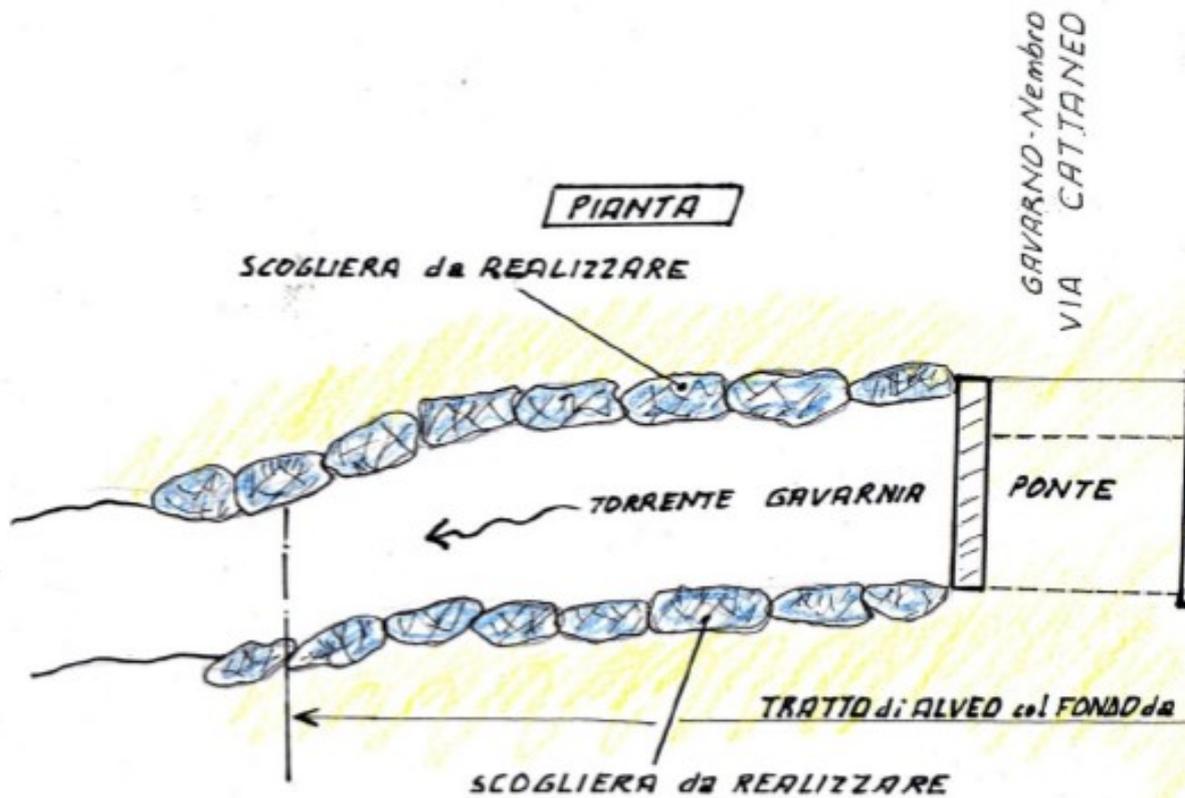
- Lo scaricatore delle acque miste posto al confine del Comune di Scanzorosciate riversa nel Torrente Gavarno, a seguito di forte precipitazioni, abbondanti reflui solidi che si depositano nelle pozze immediatamente a valle, facendo scomparire quella macrofauna acquatica caratteristica delle acque pulite. Il Comune invita l'ente competente a interporre tra scaricatore e reticolo idrico principale una vasca di deposito dei reflui per essere poi prelevati e depositati in idonee discariche.



- Realizzare una traversa selettiva ferma tronchi, sempre presso il confine con Scanzorosciate e poco a valle dello scaricatore, vista la numerosa presenza alberi marcescenti e ramaglie a monte, fino alle Bocche del Gavarno, così da evitare occlusioni a valle in occasione di forti precipitazioni (una barriera selettiva andrebbe localizzata anche più a monte oltre l'abitato di Tribulina di Scanzo – via Pederzola).



- La formazione di nuove scogliere a valle del ponte di via Cattaneo sia sulla sponda sinistra idrografica, in comune di Villa di Serio che a destra, in comune di Nembro, sono quanto mai urgenti per problemi di stabilità dei terreni e di tratti carrali e pedonali.



Torrente Gavarno: formazione di scogliera a valle del ponte di via Cattaneo.

- L'asportazione dei numerosi depositi litoidi nell'alveo del Torrente Gavarno, per riportare all'origine le sezioni dell'alveo e limitare i processi delle esondazioni (v. foto seguenti).



Torrente Gavarno: materiali solidi da asportare poco a monte della galleria emergenza Montenegrone, in corrispondenza dell'abitazione che è stata allagata. In tratteggio, i volumi da asportare.



Solidi da asportare nell'area a monte del ponte presso il cimitero.



Depositi da asportare sotto il ponte del cimitero.



Materiali da prelevare a monte e a lato del campo sportivo.



Depositi ghiaiosi da asportare in corrispondenza del campo sportivo.

I detriti vegetali nella rete, indicano il livello dell'acqua raggiunta durante l'esondazione del 24 maggio 2019 ; almeno 15/20 cm dal livello soglia



LIVELLO ESONDAZIONE

Campo sportivo lato est.



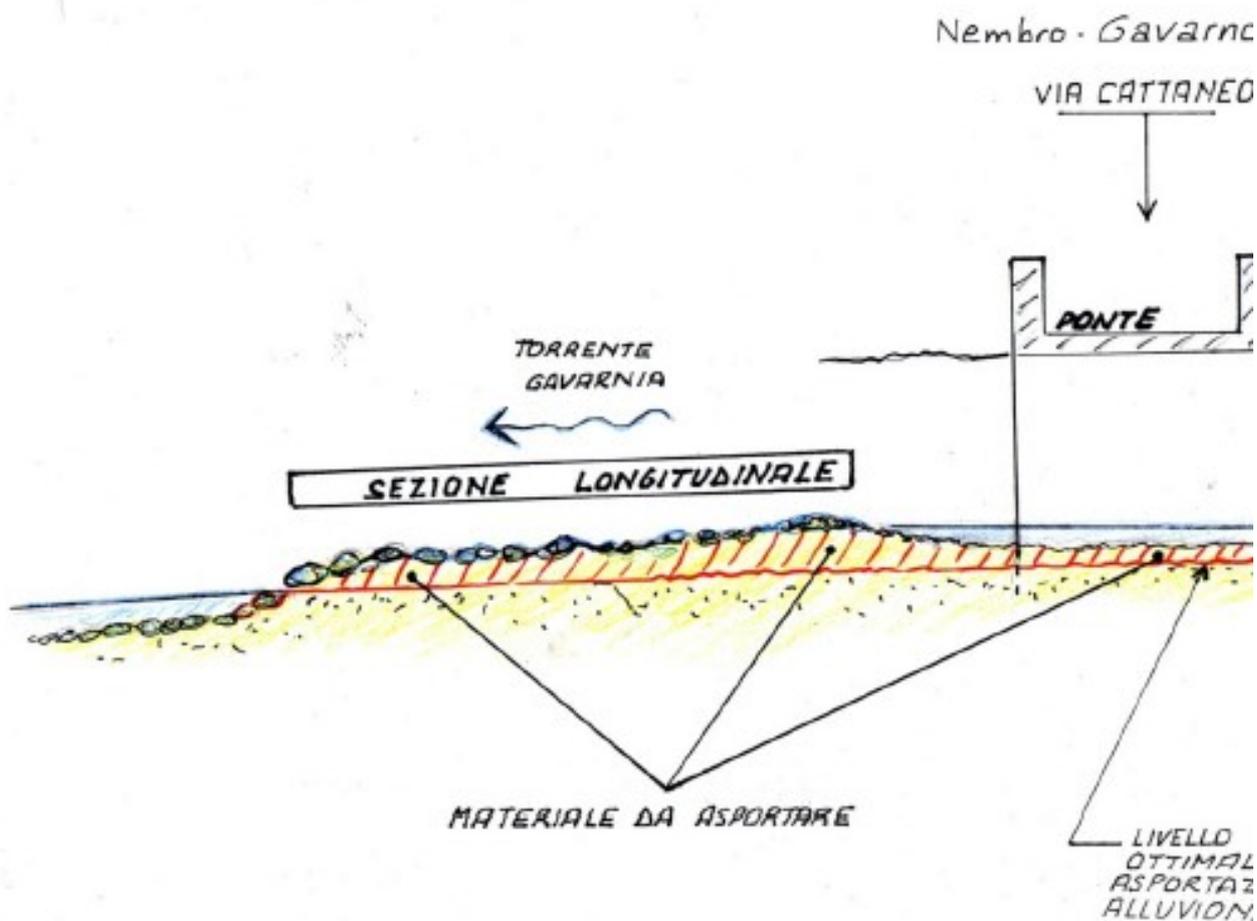
Situazione attuale a valle del ponte di via Cattaneo.



Accumuli solidi a valle del ponte di via Cattaneo.



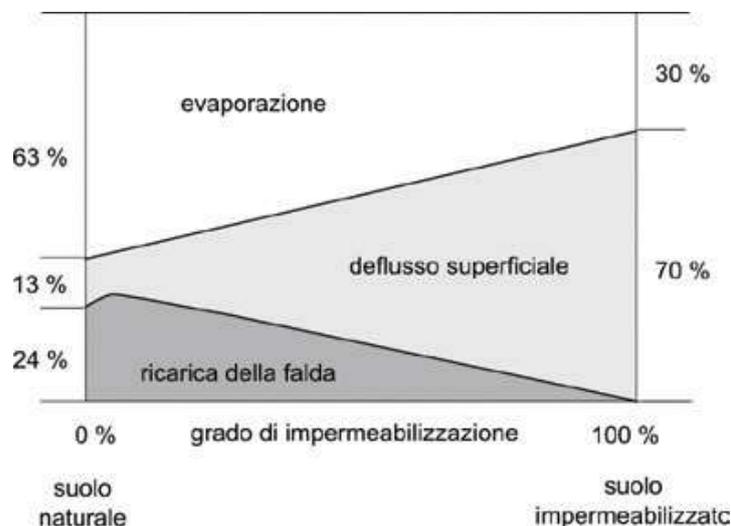
Depositi da asportare a valle del ponte di via Cattaneo.



Torrente Gavarno: volumi dei solidi da scavare nel sedime del reticolo.

5. MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA

L'impermeabilizzazione del suolo, oltre a generare un rilevante aumento dei volumi di deflusso e delle relative portate al picco, complice anche la diminuzione dei tempi di corrivazione, aumenta l'aliquota del deflusso superficiale, a spese dell'evaporazione e della ricarica delle falde, come mostrato nella figura seguente.



Modifiche del bilancio idrico provocate da insediamenti e infrastrutture, con crescente impermeabilizzazione del suolo (tratto da Di Fidio e Bischetti, 2012).

Le misure finalizzate all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica sono, in ordine decrescente di priorità:

- il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- l'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio comunale;
- lo scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui al regolamento;
- lo scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui al regolamento.

L'allegato L al regolamento, a cui si rimanda per la consultazione, elenca una serie di buone pratiche tecniche per la realizzazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche. Tali indicazioni devono comunque essere calate nel contesto geologico, idrogeologico e geomorfologico di un territorio e pertanto, prima di essere applicate, devono essere analizzati accuratamente tutti gli aspetti che possono, oltre che inficiarne la funzionalità, comportare il verificarsi di situazioni di dissesto (se non sussistono le adeguate condizioni, possono essere anche escluse).

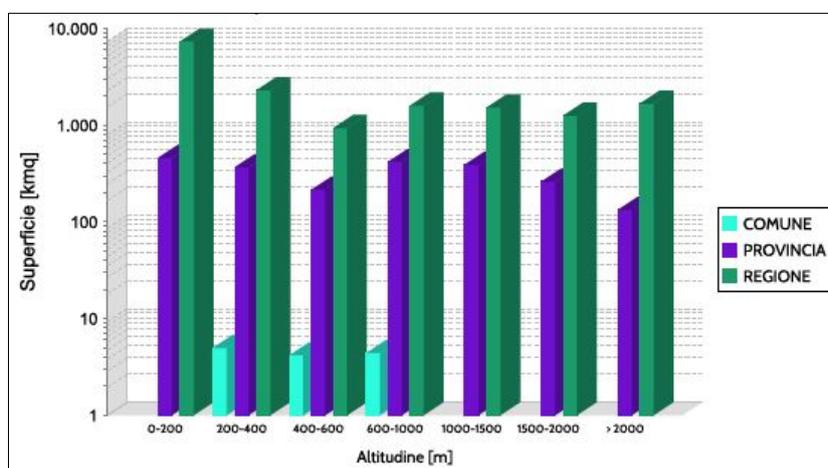
Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro il valore massimo ammissibile (u_{lim}), per le aree C di 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile

dell'intervento. Il gestore del ricevitore può imporre limiti più restrittivi qualora sia limitata la capacità idraulica del ricevitore stesso, ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

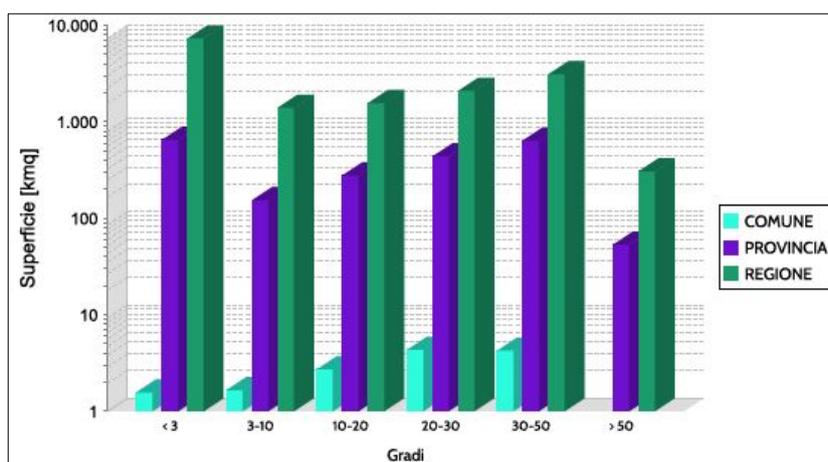
5.1. Analisi delle caratteristiche geologiche del territorio di Nembro in funzione dell'applicazione dei principi di invarianza

5.1.1. Orografia del territorio comunale

Il territorio di Nembro (v. *Tavola 1 – Orografia del territorio comunale*) si presenta prevalentemente collinare e montuoso, a connotazione tipicamente prealpina e interrotto da diversi sistemi vallivi. I principali rilievi montuosi sono costituiti dal M. Podona, M. Cereto e dal M. Valtrusa che definiscono con la Valle del Carso la porzione nord occidentale del territorio comunale, nonché dal Costone di Gavarno e dalla valle omonima che definiscono il confine sud con i comuni di Pradalunga e Scanzorosciate.



Comune di Nembro: classi di altitudine - dati statistici desunti dal DTM 5x5m modello digitale del terreno.
Fonte: D.G. Territorio e Protezione Civile, Struttura Sistema Informativo Territoriale integrato (2015).



Classi di pendenza.

Valle del Luio

La valle del Luio, situata al confine tra gli abitati di Nembro e Alzano Lombardo, si sviluppa sulla sponda idrografica destra del F. Serio e presenta andamento prevalente nord-sud. Qui gli affioramenti rocciosi, concentrati in corrispondenza degli incisi fluviali, stradali o in prossimità delle cascate e baite, sottolineano la presenza di un substrato generalmente affiorante o subaffiorante in cui lo spessore della copertura eluvio-colluviale risulta in genere limitato. Non vi sono particolari problematiche di dissesto ad eccezione di piccoli franamenti localizzati (es. Loc. Grumello) e depositi detritici di natura antropica a monte dell'azienda agricola di Benigni Mattia, a cui si associano anche fenomeni di degrado da pascolamento.

Valle dei torrenti Lonzo e Vallone tra il Colle Bastia e il Santuario dello Zuccarello

Le valli dei torrenti Lonzo e Vallone, situate in destra idrografica del F. Serio, scorrono con andamento prevalente nord-sud nella zona tra il Colle Bastia e il centro abitato di Nembro. In entrambi i bacini il substrato roccioso è diffusamente affiorante, in particolar modo in corrispondenza del Torrente Vallone dove è presente la Formazione delle Radiolariti sia lungo l'inciso fluviale principale, sia lungo i sentieri che conducono al Colle Bastia. In corrispondenza dei ripidi versanti a valle della strada comunale per Lonno, si nota la presenza affioramenti rocciosi fortemente disarticolati e accumuli detritici che coinvolgono principalmente le rocce calcaree appartenenti alla Formazione di Domaro (calcari micritici grigio chiari).

5.1.2. Inquadramento geomorfologico

I processi geomorfologici sul territorio di Nembro sono principalmente legati all'azione della gravità sui versanti montuosi, alla quale si abbina quella dell'acqua sia incanalata sia diffusa. I principali elementi geomorfologici legati all'azione delle acque superficiali sono riferibili all'attività del Fiume Serio, del Torrente Gavarnia e in minor misura dei Torrenti Luio e Carso.

I processi di erosione dei versanti sono presenti principalmente sul versante della valle a nord del F. Serio, mentre le aree soggette a crollo di masse rocciose sono ubicate all'interno della valle del Carso. Le aste torrentizie a fondo arrotondato prevalgono nella valle del Carso, mentre nella valle del Luio prevalgono le incisioni a V, sia a destra che a sinistra. Il corso del F. Serio è accompagnato da terrazzi di varia origine.

Nella valle della Gavarnia l'impronta geomorfologica principale è rappresentata dalla presenza del Torrente Gavarnia, caratterizzato da versanti abbastanza uniformi, movimentati da incisioni di brevi vallette a fondo arrotondato che confluiscono nel torrente principale. L'acclività non è elevata e ciò ha consentito il formarsi e il permanere di una coltre colluviale che ricopre generalmente il substrato roccioso; depositi colluviali addolciscono anche il raccordo con il fondovalle presso la località Rinnovata dove comunque affiora, anche se in modo discontinuo, il substrato roccioso.

5.1.3. Il reticolo idrografico

Oltre al Fiume Serio, il territorio comunale di Nembro è caratterizzato dalla presenza di un reticolo idrico montano, con aste appartenenti sia al reticolo principale che al reticolo minore. I corsi d'acqua naturali a

regime perenne sono il F. Serio e i torrenti Carso, Luio, Lonzo e Gavarnia. Essi sono alimentati da numerosi corsi d'acqua secondari dipendenti a regime stagionale.

Il Fiume Serio divide in due porzioni il territorio comunale: la parte nord occidentale è la più estesa territorialmente e anche la più antropizzata e giunge con la località Salmezza sotto la Corna Bianca al confine con il Comune di Zogno (Valle Brembana); la parte sud orientale è per contro meno estesa e comprende esclusivamente la frazione di Gavarno Rinnovata. Le due aree sono geograficamente divise dal Serio, che qui presenta un alveo molto ampio e caratterizzato da diversi ordini di terrazzi fluviali e fluvioglaciali. Il bacino del Serio presenta fenomeni erosivi localizzati sia lungo l'asta principale sia lungo gli affluenti.

Il bacino imbrifero del Fiume Serio si suddivide in 4 tratti differenti:

1. tratto dalla sorgente a Ponte Nossà;
2. tratto da Ponte Nossà a Nembro;
3. tratto da Nembro e Romano di Lombardia;
4. tratto da Romano di Lombardia a Mozzanica.

Il Serio nasce a quota 2630 m s.l.m. circa, da sorgenti poste tra il Pizzo di Coca e il Monte Torena che alimentano il Lago Superiore del Barbellino, situato a quota 2129 m s.l.m., e dopo un percorso di 124 km sfocia nel Fiume Adda a Bocca Serio (CR) a quota 48 m s.l.m.. Il tratto montano è caratterizzato da un'elevata pendenza: dalle sorgenti a Ponte Nossà il Serio percorre poco più di 30 km perdendo oltre 1600 m di quota; successivamente, nel tratto pedemontano, la pendenza diventa via via più aggradata fino a raggiungere il tratto di pianura, nei pressi di Gorle.

In comune di Mozzanica, a quota 96 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 80 km, il Serio attraversa il confine provinciale e termina il suo corso nella Provincia di Cremona. Il bacino imbrifero ha una superficie di 1256 km² della quale le aree glaciali rappresentano una frazione trascurabile, essendo nel complesso meno di 1 km². Il fiume è alimentato prevalentemente dalle piogge e, in primavera, dallo scioglimento delle nevi; il regime idrologico mostra le portate massime in tarda primavera, nei mesi di maggio e giugno, e le portate minime in autunno, nei mesi di settembre e ottobre. Il regime delle portate è fortemente artificializzato dal pesante sfruttamento delle acque a fini idroelettrici nel bacino montano e irrigui in pianura, che causano l'asciutta di alcuni tratti nei periodi di magra. I principali affluenti sono in sponda destra i torrenti Fiumenero, Valgoglio, Acqualina, Nossana, Riso, Vertova, Albina, Carso e Nese; in sponda sinistra i torrenti Bondione, Rino, Ogna, Romna, Valle Rossa e Luio.

Il Torrente Luio rappresenta per circa la metà del suo percorso il confine comunale con il Comune di Alzano Lombardo, con il quale condivide anche il bacino idrografico.

Il Torrente Carso è il più importante dei torrenti che scorrono in Comune di Nembro. Gran parte del bacino idrografico sotteso appartiene al territorio comunale di Nembro, a meno di una piccola parte condivisa con il Comune di Selvino. Il ramo principale del torrente si sviluppa lungo la valle omonima iniziando dalle pendici meridionali del M. Podona. Sulla sinistra orografica si hanno due discreti affluenti in corrispondenza della valle Pendessi il cui sviluppo è prevalentemente nel territorio del Comune di Selvino e della valle dei Fichi sopra l'abitato di Trevasco S. Vito.

Il Torrente Lonzo è l'unico dei torrenti che scorrono nel Comune di Nembro il cui bacino si trova completamente nel territorio comunale. Il bacino del Lonzo si sviluppa a partire dal M. Valtrusa e si

sviluppa tra la località Piaio e l'area dello Zuccarello. Il corso del ruscello è tombinato nel tratto che attraversa il centro abitato fino alla confluenza con il Fiume Serio.

Il Torrente Gavarnia ha un pattern fluviale asimmetrico con uno sviluppo prevalente sul fianco orografico destro. Il bacino inizia dalle Bocche del Gavarno in Comune di Scanzorosciate e solo nel tratto finale, cioè alla confluenza con il F. Serio, interessa il Comune di Nembro.

Ad eccezione dei torrenti Carso e Gavarnia che fino alla confluenza nel F. Serio si presentano a cielo aperto, tutti gli altri corsi d'acqua presenti sul territorio comunale appena a monte del centro abitato di Nembro e della frazione Gavarnia risultano intubati nel loro tratto terminale; le acque vengono convogliate o verso il F. Serio o verso il T. Gavarnia.

La morfologia del territorio di Nembro, caratterizzato da pendii acclivi e da un ampio fondovalle, favorisce un rapido deflusso delle acque meteoriche all'interno dei corsi d'acqua citati e verso valle. Le aree esondabili dei corsi d'acqua, ad eccezione del Serio, sono dunque concentrate lungo le aste stesse, nelle aree in cui la pendenza diminuisce formando delle fasce sub-pianeggianti di limitata estensione.

5.1.4. *Il Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca*

In Comune di Nembro, il reticolo idrico di bonifica di competenza del Consorzio Media Pianura Bergamasca comprende i tracciati delle rogge Morlana, Serio e Borgogna Pradalunga.

Per la bassa Val Seriana il Consorzio non ha compiuto studi o relazioni idrauliche e, per quanto di sua conoscenza, non ha riscontrato criticità particolari oltre a quelle già individuate nel P.G.R.A.

La Roggia Borgogna Pradalunga, tombinata in Comune di Nembro, è un canale artificiale che alimenta una piccola centrale idroelettrica. Dopo la vasca di carico in Comune di Albino, essa si sviluppa sul versante destro della valle seguendone l'andamento orografico, con il Serio che scorre parallelamente alla sua sinistra. In questo primo tratto le acque sono unite a quelle della Roggia Morlana, dalla quale si divide dopo meno di un chilometro a nord dell'abitato di Nembro, presso le antiche bocche di presa della stessa Morlana. Qui, tramite un sifone, le acque passano al di sotto del letto del Serio e riemergono sul lato orografico sinistro della valle, presso la zona nord dell'abitato di Pradalunga. Le acque si immettono nel bacino creato dallo sbarramento posto in territorio di Nembro, a monte della frazione di Gavarno, presso il ponte romanico.

La Roggia Serio è una roggia di derivazione del Fiume Serio che svolge un'importante ruolo di approvvigionamento per le coltivazioni della pianura bergamasca, oltre che, localmente, un'importante funzione di scolo delle acque di gronda.

La Roggia Morlana ha origini che risalgono tra la fine del XII e l'inizio del XIII secolo. La città di Bergamo aveva la necessità di dotarsi di un sistema irriguo che potesse soddisfare le esigenze dei propri possedimenti nelle campagne circostanti e fu così che si arrivò alla costruzione di un canale artificiale che prelevasse le acque dal Fiume Serio. Per secoli la Morlana venne utilizzata prevalentemente per fini irrigui e per la movimentazione di magli e mulini, fino a quando, a partire dal termine del XIX secolo, cominciarono a sorgere le prime industrie. Queste vennero edificate lungo il corso dello stesso canale al fine di sfruttarne la potenza idrica utile a far funzionare i macchinari di opifici e industrie, pertanto l'importanza della roggia crebbe notevolmente, contribuendo al boom economico della Val Seriana. La

Roggia Morlana nasce in Comune di Albino dallo sbarramento sul Serio posto nei pressi del ponte romanico che collega il capoluogo seriano con Pradalunga e la Valle del Luio. Dopo lo sbarramento le acque vengono convogliate in una vasca di carico, che alimenta anche la Roggia Serio e la Roggia Borgogna Pradalunga. Dopo meno di un chilometro, interrato nella seconda parte, la roggia raggiunge le antiche bocche di presa, poste poco dopo il confine tra Albino e Nembro, nei pressi del ponte ciclopedonale Honneger che collega la zona con Pradalunga.

5.1.5. Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico il territorio di Nembro è caratterizzato dalla presenza di un sottosuolo in parte roccioso e in parte costituito da terreni sciolti.

La permeabilità di un ammasso roccioso è legata alle famiglie di discontinuità che lo pervadono e/o dalla presenza di fenomeni carsici e viene definita permeabilità secondaria. Nei depositi sciolti la permeabilità è definita primaria ed è dipendente dalle caratteristiche tessiturali del terreno. La conducibilità idraulica lungo il fondovalle del Fiume Serio e nei depositi fluvio-glaciali varia da alta a medio alta.

L'ammasso roccioso che costituisce i rilievi di Nembro è formato da rocce di età triassica che costituiscono un importante serbatoio della risorsa idrica. La presenza di molteplici sorgenti sulle pendici montane sono la testimonianza di un'importante circolazione idrica nell'ammasso roccioso, che avviene sia per fessurazione che per carsismo. In presenza di substrato roccioso (es. litotipi delle Marne di Bruentino e della Maiolica), la permeabilità è molto ridotta.

5.2. Applicazione delle misure strutturali

Con l'entrata in vigore del regolamento e quindi la necessaria applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica, si tenderà ad una progressiva riduzione delle portate di acque meteoriche nella rete di fognatura mista, con le seguenti modalità:

- riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale;
- scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale;
- scarico in fognatura.

Essendo il comune di Nembro compreso nell'area di criticità idraulica C, ovvero a bassa criticità idraulica, le portate meteoriche scaricabili nel corpo recettore devono avere valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro il valore massimo ammissibili (u_{lim}) pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

L'applicazione sistematica del regolamento porterà, pertanto, ad una riduzione progressiva della pressione da parte delle acque meteoriche nella rete di acque miste, riducendo l'effettiva superficie

scolante impermeabile servita, e quindi ad una riduzione della frequenza di allagamenti nell'ambito urbano.

In Comune di Nembro, le principali misure strutturali che devono essere strutturate per gli ambiti di nuova trasformazione sono articolate in funzione delle caratteristiche del territorio, in:

- vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali;
- pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione.

Ad oggi, nel Piano investimenti di Uniacque S.p.A., non sono presenti interventi strutturali a carico della rete di drenaggio che interessano direttamente o indirettamente il territorio comunale di Nembro.

Vista la conformazione del territorio e gli esigui spazi limitrofi ai corsi d'acqua principali, ad esclusione del Fiume Serio, non sono state individuate aree per la realizzazione di misure strutturali.

5.2.1. Precipitazione di progetto

Per quanto riguarda la stima delle dimensioni di massima delle opere da realizzare, si è proceduto computando la superficie urbanizzata del territorio e considerando i seguenti dati:

Superficie impermeabile Nembro (DUS AF 5 – 2015)				
COD5	tipo	area_tot	peso	sup_imperm
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso	81236,3051056	1	81236,3051056
1121	Tessuto residenziale discontinuo	1453042,4067	0,8	1162433,92536
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	182946,341746	0,5	91473,170873
1123	Tessuto residenziale sparso	80402,1696773	0,3	24120,65090319
12111	Insediamenti industriali, artigianali e commerciali	697031,292171	1	697031,292171
12122	Impianti di servizi pubblici e privati	77113,7794731	1	77113,7794731
12124	Cimiteri	16516,9300452	1	16516,9300452
1221	Reti stradali e spazi accessori	135984,534209	1	135984,534209
131	Cave	124566,469098	0	0
133	Cantieri	6837,86101099	1	6837,86101099
134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate	24510,6773623	0,5	12255,33868115
1411	Parchi e giardini	131096,37275	0,3	39328,911825
1412	Aree verdi incolte	22241,4504104	0	0
1421	Impianti sportivi	80419,0380678	0,9	72377,13426102
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive	19399,8834801	0,3	5819,96504403
2111		158254,541684	0	0
2112		108922,970838	0	0
21141		8294,89325158	0	0
21142		17587,1385018	0	0
2115		11212,7145106	0	0
221		122948,841818	0	0
2242		23153,2078634	0	0
2311		1541698,71298	0	0
2312		774314,198445	0	0
31111		8192898,26416	0	0
31121		120871,592181	0	0
3113		44359,4468976	0	0
31311		87156,7119997	0	0
3211		4534,45000254	0	0
3222		76493,4290826	0	0
3241		483968,288583	0	0
3242		33459,4735529	0	0
331		15493,4890622	0	0
511		102623,536159	0	0
5122		2935,57862796	0	0
		15064526,9915077		2422529,79896228 mq
		15,0645269915		2,422529799 kmq

La superficie coperta risulta pari a 2.422.530 m² (Fonte Dusaf 2015, stimata sulle % di copertura delle aree edificate).

Sia il metodo delle sole piogge che la procedura dettagliata presumono il calcolo della precipitazione di progetto attraverso l'utilizzo delle linee segnalatrici di pioggia come dato di input per il calcolo del volume di laminazione. I parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia: <http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>.

I parametri forniti si riferiscono alla curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

$$h = a_I \cdot w_T \cdot D^n$$

con:

- $h [mm]$ = altezza di pioggia
- $a_I [mm/ora^n]$ = coefficiente pluviometrico orario
- $D [ore]$ = durata pioggia
- $n [-]$ = parametro di scala
- $w_T [-]$ = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno $T [anni]$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{\kappa} \cdot \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^\kappa \right\}$$

- $\varepsilon, \alpha, \kappa [-]$ = parametri delle leggi probabilistiche GEV (*Generalized Extreme Values*)

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'erosione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie.

Gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'art. 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

- $T 50 \text{ anni}$ = tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
- $T 100 \text{ anni}$ = tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori di un'ora, per le durate inferiori a un'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

I metodi proposti dalla normativa per il calcolo del volume di laminazione fanno riferimento alle linee segnalatrici di pioggia a due parametri a e n la cui espressione è: $h = a \cdot D^n$

con:

- $h [mm]$ = altezza di pioggia
- $D [ore]$ = durata di pioggia
- $n [-]$ = parametro di scala
- $a [mm/ora^n]$ = parametro della linea segnalatrice di pioggia

$$a = a_1 \cdot w_T$$

con:

- $w_T [-]$ = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno $T [anni]$
- $a_1 [mm/ora^n]$ = coefficiente pluviometrico orario

In alternativa a tali precipitazioni di progetto, possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità.

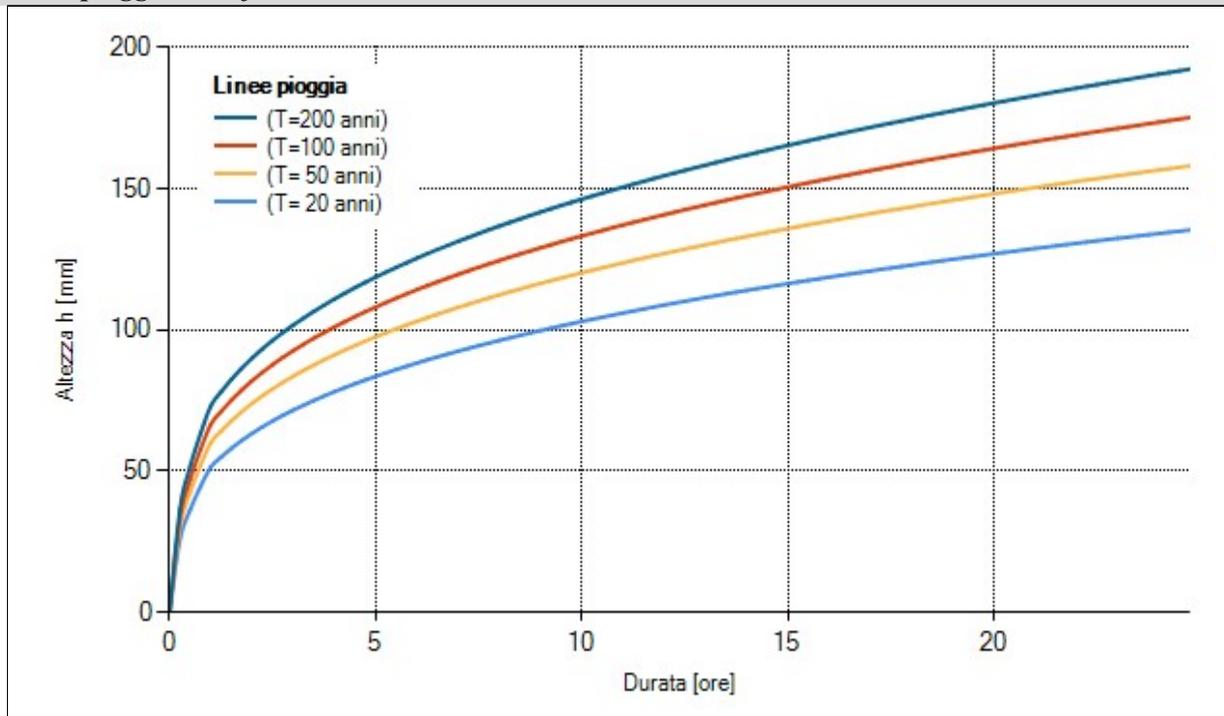
Si riportano di seguito i risultati complessivi del calcolo.

Comune di **Nembro** Provincia **Bergamo**
 Livello di criticità **Area C - criticità bassa** Q. massima scaricabile **20** l/(s*ha,imp)

Dati geografici

Coefficiente pluviometrico orario	a_1	29,65	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3018	-
GEV – Parametro alfa	α	0,3031	-
GEV – Parametro kappa	k	-0,0081	-
GEV – Parametro epsilon	ϵ	0,8222	-

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia – Risultati tabellari

<i>Durata</i> <i>[ore]</i>	<i>T= 20 anni</i> <i>h [mm]</i>	<i>T= 50 anni</i> <i>h [mm]</i>	<i>T= 100 anni</i> <i>h [mm]</i>	<i>T= 200 anni</i> <i>h [mm]</i>
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	51,39	60,00	66,50	73,01
2	63,35	73,97	81,97	89,99
3	71,60	83,59	92,64	101,71
4	78,09	91,18	101,05	110,93
5	83,53	97,53	108,09	118,66
6	88,26	103,05	114,20	125,37
7	92,46	107,95	119,64	131,35
8	96,27	112,39	124,56	136,75
9	99,75	116,46	129,06	141,69
10	102,97	120,22	133,23	146,27
11	105,98	123,73	137,12	150,54
12	108,80	127,02	140,77	154,55
13	111,46	130,13	144,21	158,33
14	113,98	133,07	147,47	161,91
15	116,38	135,87	150,58	165,31
16	118,67	138,54	153,54	168,56
17	120,86	141,10	156,37	171,68
18	122,96	143,56	159,10	174,66
19	124,98	145,92	161,71	177,54
20	126,93	148,20	164,24	180,31
21	128,81	150,39	166,67	182,98
22	130,64	152,52	169,03	185,57
23	132,40	154,58	171,31	188,08
24	134,11	156,58	173,53	190,51

Con un coefficiente di deflusso pari a 1, utilizzando una media dei valori a ed n forniti da ARPA Lombardia, si desume un volume specifico di invaso di 400 m³/ha.

Con un tempo di ritorno di 50 anni, ne risulta una stima di circa 151.210 m³ di acque meteoriche da gestire mediante i principi di invarianza idraulica in occasione di un evento critico; con un tempo di ritorno di 100 anni, ne risulta invece una stima di circa 175.190 m³.

Si vuole sottolineare che tali stime sono del tutto preliminari in quanto per un calcolo preciso è necessario conoscere con precisione la reale superficie impermeabilizzata, qui stimata con i dati DUSAF 2015 e considerando i casi più penalizzanti, oltre che le eventuali misure di laminazione già applicate anche da parte dei privati. Pertanto, seppure indicativi, i valori stimati non devono essere utilizzati per procedere ad alcun grado di progettazione o stima economica.

5.2.2. Tempo di svuotamento

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore.

Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto deve valutare il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

5.3. Misure non strutturali: il drenaggio urbano sostenibile

Le misure non strutturali finalizzate all'attuazione del principio di invarianza idraulica e idrologica comprendono le azioni atte alla riduzione delle condizioni di rischio, quali ad esempio le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale, oltre che all'estensione dell'applicazione di adeguate soluzioni tecniche anche all'interno del tessuto urbano esistente.

Il drenaggio urbano sostenibile è un sistema di gestione delle acque meteoriche urbane costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici recettori mediante il controllo delle acque meteoriche e ridurre il degrado qualitativo delle acque. Lo scopo finale è quello di ristabilire un equilibrio nel deflusso delle acque superficiali dal punto in cui avvengono le precipitazioni, al recapito finale, più prossimo possibile a quello naturale, pre-urbanizzazione.

Negli ambiti già urbanizzati e infrastrutturati la gestione delle acque meteoriche è in larga parte basata sulla raccolta all'interno di caditoie e il loro convogliamento verso i collettori di smaltimento delle acque bianche i quali poi recapitano in bacini o in corsi d'acqua superficiali. Le portate dei recapiti finali assumono valori notevolmente superiori rispetto a quelli naturali, causando spesso allagamenti a per carenze infrastrutturali che si sono assommate negli anni.

Il drenaggio urbano sostenibile ha il fine di regolare l'afflusso delle acque meteoriche mediante l'applicazione di tipologie costruttive quali regolatori di portata, laminazione, filtrazione e infiltrazione.

L'allegato L al regolamento riporta alcune di queste buone pratiche costruttive. Un esempio di tali pratiche sono i **fossi vegetati**, ovvero aree depresse e/o avvallamenti posizionati a lato delle superfici impermeabilizzate dove l'acqua non è sempre presente. Queste strutture possono essere utilizzate come elemento di collegamento a una rete di collettamento predisposta e possono essere realizzati a lato delle strade e parcheggi e sono facilmente inseribili nel contesto urbano e richiedono una manutenzione minima delle specie, la rimozione periodica dei detriti oltre alla gestione di eventuali problemi di scorrimento. Si pensi alla possibilità di convertire le aiuole lungo le strade e i marciapiedi o le aree interne alle rotatorie, questo accorgimento convoglierebbe le acque al di fuori del manto stradale contrariamente a quanto abitualmente succede. Tali strutture avrebbero una prima funzione di laminazione e di filtrazione delle acque prima di convogliarle nel sistema di smaltimento esistente, alleggerendone le portate.



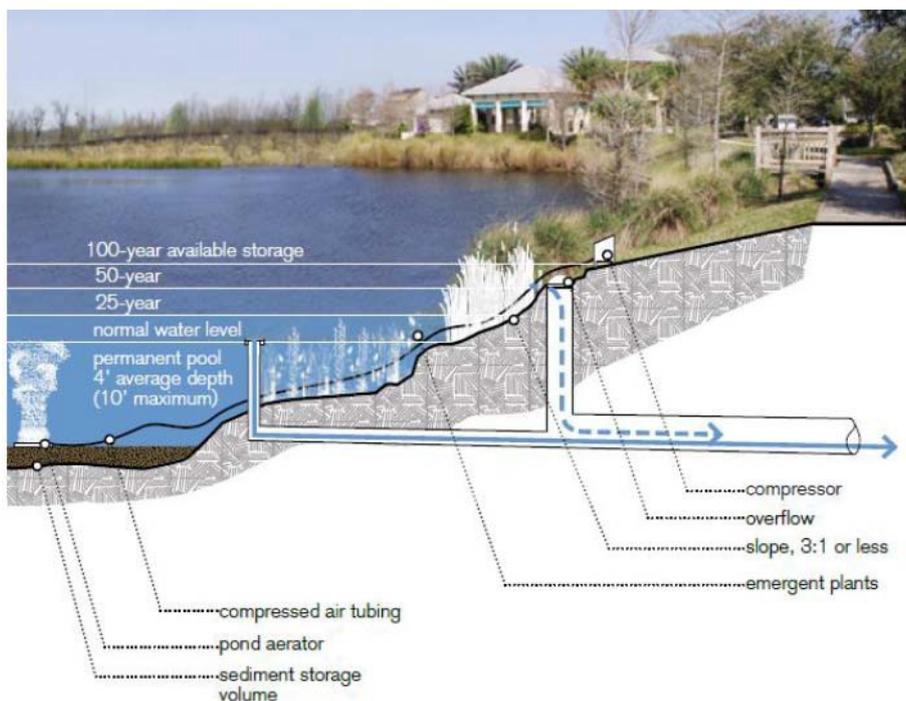
Esempio di fosso vegetato a Nottingham (UK) tratto dal “Manuale di drenaggio urbano” (Regione Lombardia, ERSAF, Gibelli, 2015)



Esempio di fosso vegetato in California (USA) tratto dal “Manuale di drenaggio urbano” (Regione Lombardia, ERSAF, Gibelli, 2015)

La **forestazione urbana** è un altro modo di pensare la città come un sistema socio-ecologico: basti pensare che la biodiversità è maggiore in città rispetto che in una vera e propria foresta, per cui rappresenta un sistema complesso e molto interessante. E’ “forestazione urbana” anche la costruzione di piccoli parchi di quartiere (i cosiddetti **pocket park**), talvolta sono spazi esistenti ma usati in un nuovo paradigma. Sono una tipologia di giardini pubblici che hanno come caratteristica fondamentale quella di non essere stati previsti o pianificati nel progetto originale di un disegno urbano, ma di essere stati creati successivamente sulla base dell’iniziativa di liberi cittadini, o come risultato di una scelta e di una ricognizione dell’amministrazione pubblica.

Le **vasche naturalizzate di laminazione (bacini di accumulo e ritenzione)** sono invasi a fondo semi-permeabile che possono essere ricavati da depressioni artificiali nel terreno, quindi a cielo aperto. E’ indispensabile la formazione di una capacità di accumulo, pertanto esse fungono da volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.



Laghetto di accumulo e ritenuta.

In tali bacini le pareti e il fondo devono essere ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti. In generale essi sono in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi di assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica. In particolar modo in quei dispositivi in cui sono presenti particelle argillose queste ultime forniscono un grande aiuto per l'adsorbimento di inquinanti. La vegetazione invece garantisce la stabilità del suolo e partecipa all'azione di trattenimento degli inquinanti. Per lo svuotamento dei bacini è solitamente richiesta l'installazione di elettropompe. All'interno dell'area devono essere effettuate delle piantumazioni di essenze arbustive e arboree che hanno la funzione di consolidare le sponde in terra: specie di piante appartenenti al genere Salix, aceri, pioppi, castagni, querce, biancospini, ecc.

5.4. Incentivazione per l'applicazione dei principi di invarianza

Il dispositivo normativo prevede, qualora non vi siano le condizioni per la realizzazione degli interventi volti al raggiungimento degli obiettivi di invarianza idrologico-idraulica, la possibilità di compensazione monetaria. La monetizzazione è consentita per i soli interventi edilizi di cui all'art. 3, comma 2, per i quali sussiste l'impossibilità a ottemperare ai disposti del regolamento, non è consentita invece per gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, di cui all'art. 3, comma 3.

Ai sensi della lett. g) del comma 5 dell'art. 58 bis della L.R. 12/2005, il valore della monetizzazione è pari al volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lett. e), n. 3, moltiplicato per il costo unitario parametrico di una vasca di volanizzazione o di trattenimento o anche disperdimento, che è assunto pari a 750 euro per mc di involucro, come dettagliato nell'allegato M.

Il Comune può anche promuovere l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica e idrologica per gli interventi ricadenti all'interno delle aree individuate nei P.G.T. come ambiti di rigenerazione urbana e territoriale ai sensi della L.R. 12/2005.

Per incentivare tale buona pratica è possibile:

- promuovere un'incentivazione urbanistica da prevedere nel documento di piano ai sensi dell'art. 11 - comma 5 della L.R. 12/2005 e più precisamente:
 - incentivi da riconoscere come diritti edificatori utilizzabili in appositi ambiti individuati nel P.G.T., qualora espressamente previsto nel documento di piano;
 - incentivi da utilizzare sull'edificio dal quale si crea l'incentivo volumetrico, purché l'ampliamento non alteri la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio originale;
- riduzione degli oneri di urbanizzazione o anche del contributo di costruzione.

Tali scelte devono essere valutate in sede di redazione degli aggiornamenti del Documento di Piano del P.G.T. e del Regolamento Edilizio.

6. REGOLE E STRUMENTI DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Il Comune di Nembro dovrà introdurre, nel Regolamento Edilizio, i principi di gestione del rischio idraulico in relazione alle trasformazioni del territorio.

Nei paragrafi successivi si forniscono regole generali ed elementi tecnici per la valutazione delle opere di mitigazione del rischio idraulico, connesso alle impermeabilizzazioni e alle criticità riscontrate. Tali prestazioni sono riconducibili a due meccanismi di controllo “naturale” delle piene:

- l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso);
- la laminazione, la quale si manifesta nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

I principi di corretta gestione del rischio idraulico sul territorio, e in particolare il criterio dell'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni delle superfici, prevedono la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo attraverso il potenziamento del secondo meccanismo.

A tal fine, predisporre nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti prima che si verifichi deflusso dalle aree stesse fornisce un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone (nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi) l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce, invece, automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.

6.1. I progetti di invarianza idraulica e idrologica

In passato gli interventi di contenimento delle portate meteoriche è avvenuto quasi esclusivamente nell'ambito di infrastrutture pubbliche gestite dai comuni o dai gestori del Servizio Idrico Integrato. Il recepimento del Regolamento Regionale per l'invarianza idraulica e idrologica nel Regolamento Edilizio comunale consentirà di limitare gli afflussi meteorici all'origine e all'interno degli stessi insediamenti, di applicare i criteri di invarianza già in fase progettuale e di definire le misure di compensazione atte a contenere i maggiori volumi delle meteoriche e le infrastrutture necessarie.

Per ogni intervento sottoposto al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica il Progettista delle opere o il Direttore Lavori è tenuto a compilare il modulo dell'allegato D al regolamento (“*Modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica*”) e a inviarlo all'indirizzo invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it. Il modulo D deve essere firmato digitalmente e compilato a lavori conclusi in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera. L'obbligo di trasmissione del modulo all'indirizzo PEC si applica fino alla data di effettiva disponibilità dell'apposito applicativo informatico regionale; una volta disponibile tale applicativo, l'obbligo di trasmissione del modulo è assolto tramite la relativa compilazione nello stesso applicativo.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica.

I contenuti del Progetto di invarianza idraulica e idrologica devono essere i seguenti:

- Relazione Tecnica;
- Documentazione progettuale;
- Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Gli interventi che richiedono le misure di invarianza idraulica e idrologica nell'ambito degli interventi edilizi di cui al D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), ai sensi dell'art. 58-bis della L.R. 12/2005 e dell'art. 3 del R.R. 8/2019, sono i seguenti:

- interventi di ristrutturazione edilizia, come definiti dall'art. 3, comma 1, lett. d) del D.P.R. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; ai fini del regolamento, non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'art. 14, comma 6, del D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE);
- interventi di nuova costruzione, così come definiti dall'art. 3, comma 1, lett. e), del D.P.R. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- interventi di ristrutturazione urbanistica, così come definiti dall'art. 3, comma 1, lett. f), del D.P.R. 380/2001;
- interventi relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'art. 6, comma 1, lett. e-ter), del D.P.R. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:

- di estensione maggiore di 150 mq;
- di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);
- interventi pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:
 - di estensione maggiore di 150 mq;
 - di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c).

Sono inoltre soggetti all'applicazione del regolamento gli interventi relativi alla realizzazione:

- di parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:
 - estensione maggiore di 150 mq;
 - estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) dell'elenco precedente;
- di aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui all'elenco precedente o alla lettera a).

Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono **esclusi** dall'applicazione del regolamento:

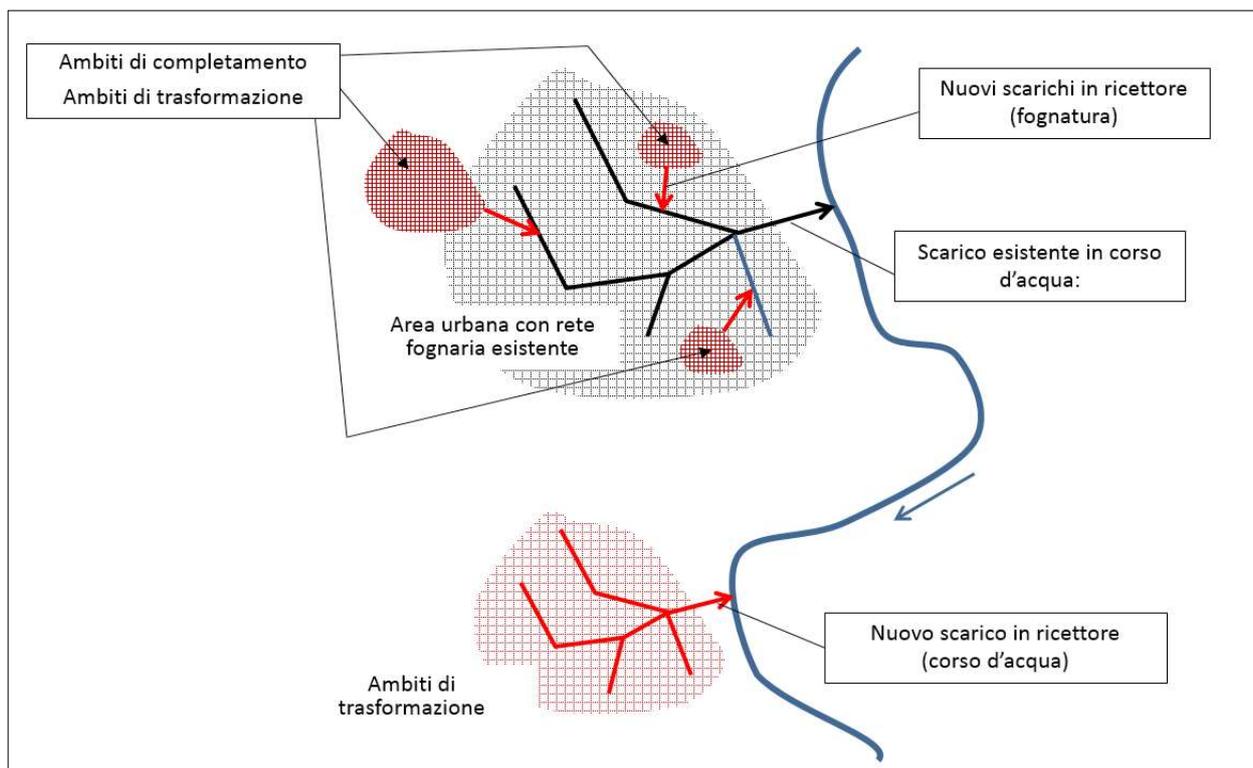
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'art. 2 del R.R. n. 7 del 24 aprile 2006 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotonde di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 (Nuovo codice della strada);
- gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'art. 2 del R.R. 7/2006, per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 285/1992;
- la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale», così classificate ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 285/1992.

Non sono soggetti all'applicazione del regolamento:

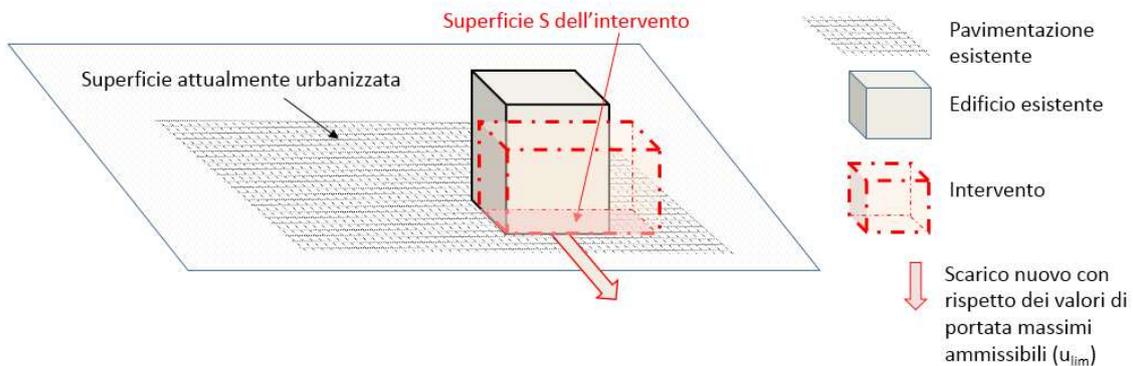
- a) gli interventi di cui all'art. 3, comma 1, lett. a), b) e c), del D.P.R. 380/2001:
- "interventi di manutenzione ordinaria" - gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;
 - "interventi di manutenzione straordinaria" - le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino modifiche delle destinazioni di uso. Nell'ambito degli interventi di manutenzione straordinaria sono ricompresi anche quelli consistenti nel frazionamento o accorpamento delle unità immobiliari con esecuzione di opere anche se comportanti la variazione delle superfici delle singole unità immobiliari nonché del carico urbanistico purché non sia modificata la volumetria complessiva degli edifici e si mantenga l'originaria destinazione d'uso;

- "interventi di restauro e di risanamento conservativo" - gli interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano anche il mutamento delle destinazioni d'uso purché con tali elementi compatibili, nonché conformi a quelle previste dallo strumento urbanistico generale e dai relativi piani attuativi. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;
- b) gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ripristino di edifici crollati o demoliti di immobili sottoposti a vincoli ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004, solo se tali interventi non aumentano la superficie coperta dell'edificio crollato o demolito;
- c) gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque;
- d) le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua, fontane, ad esclusione delle opere realizzate ai fini del regolamento.

Di seguito vengono proposti degli schemi esemplificativi di interventi cui applicare o meno le misure di invarianza idraulica e idrologica.

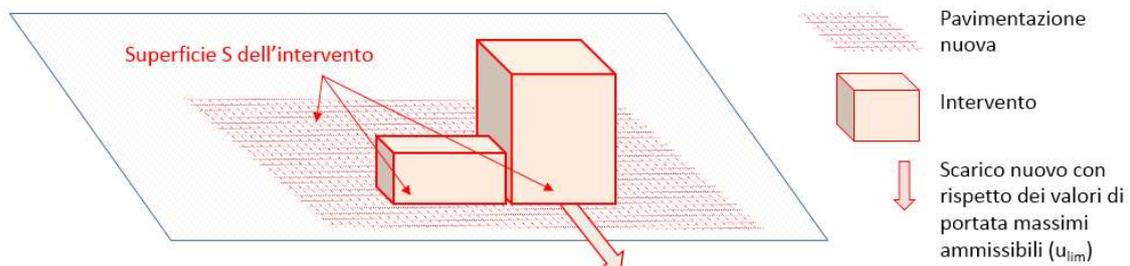


1. Interventi di **ristrutturazione edilizia** [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito



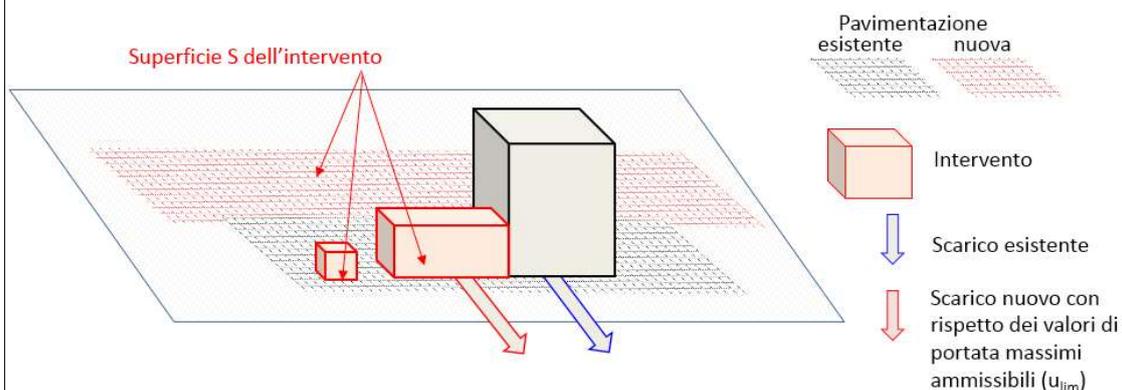
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



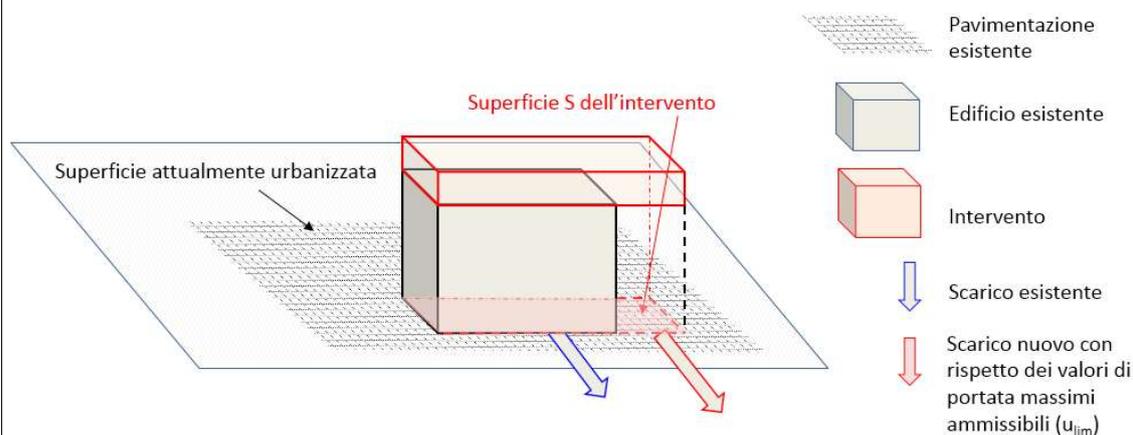
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

- 3.** - Interventi di **nuova costruzione** consistenti in **ampliamenti** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]
- **Pavimentazioni, finitura di spazi esterni** [articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001]
 - **Parcheggi, aree di sosta, piazze**
 - **Aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**
 - **Interventi pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale



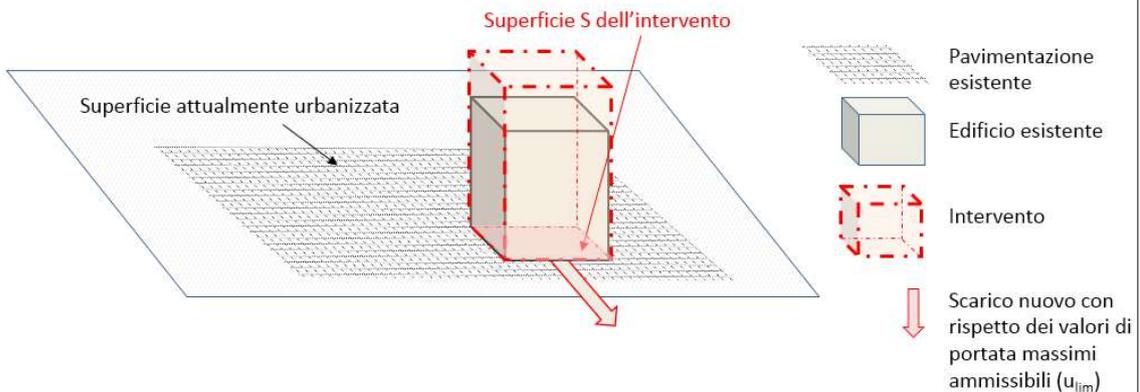
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata del nuovo scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

4. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in **sopraelevazioni che aumentano la superficie coperta dell'edificio**



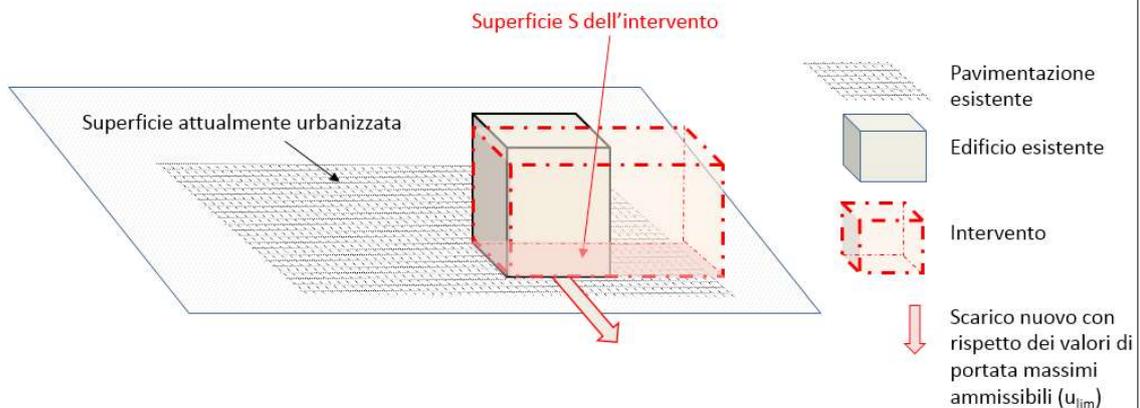
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata del nuovo scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

5. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume



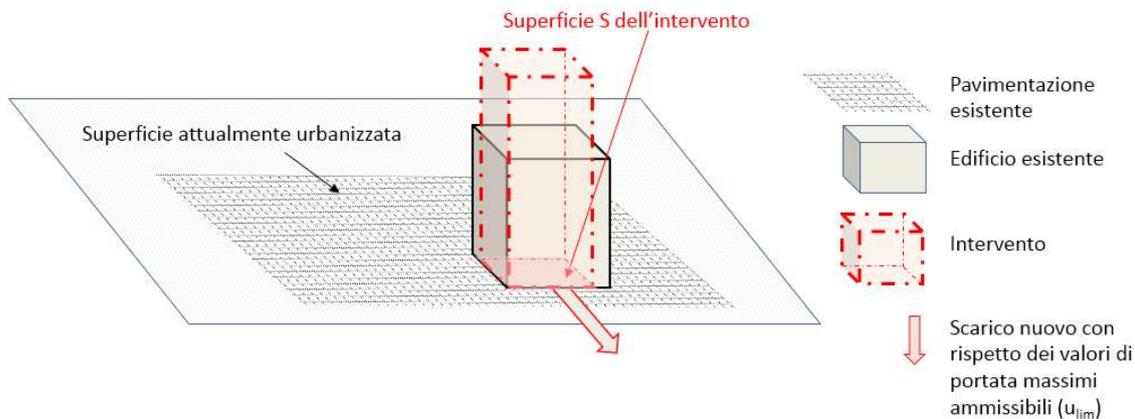
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

6. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume



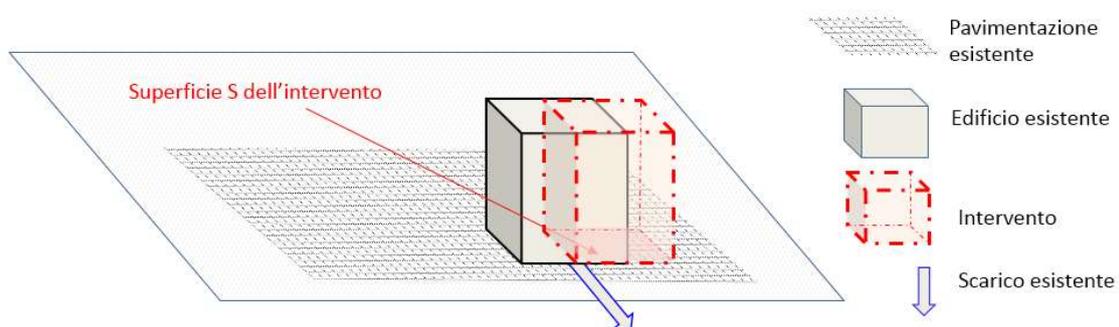
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

7. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e) del d.p.r. 380/2001] derivanti da una demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento di volume



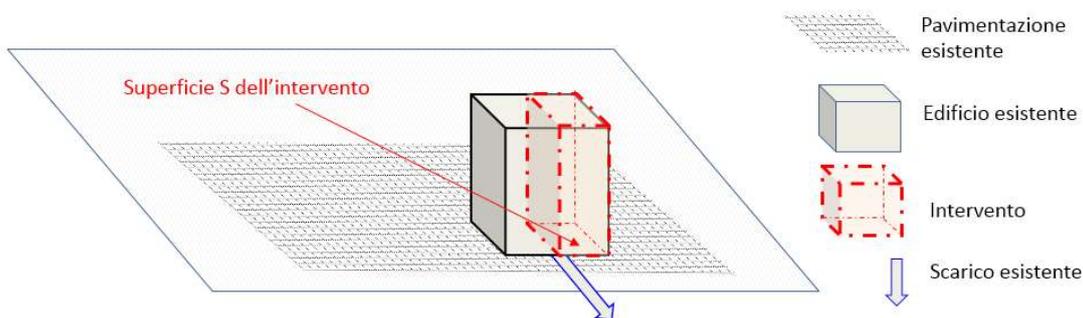
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

8. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella *demolizione parziale e ricostruzione con aumento di volume*



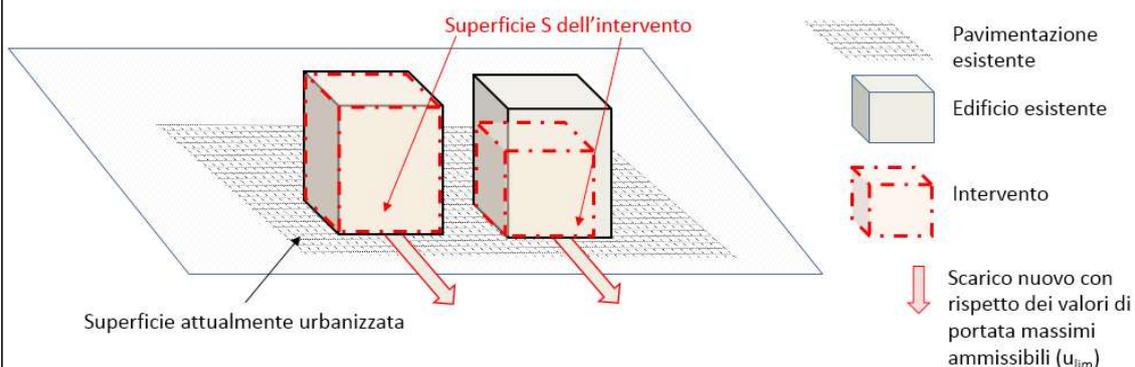
1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

9. Interventi di *ristrutturazione edilizia* [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella *demolizione parziale e ricostruzione senza aumento del volume*



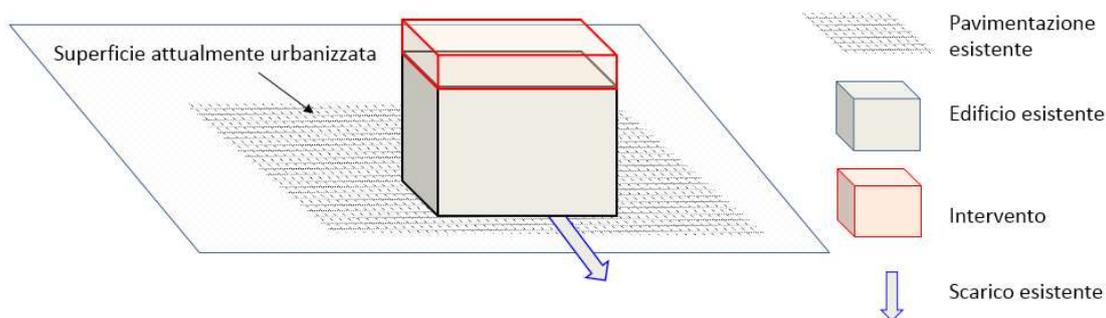
Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

10. Interventi di *ristrutturazione edilizia* [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], che consistono nella *demolizione totale e ricostruzione senza aumento di volume e senza aumento della superficie coperta dell'edificio demolito*

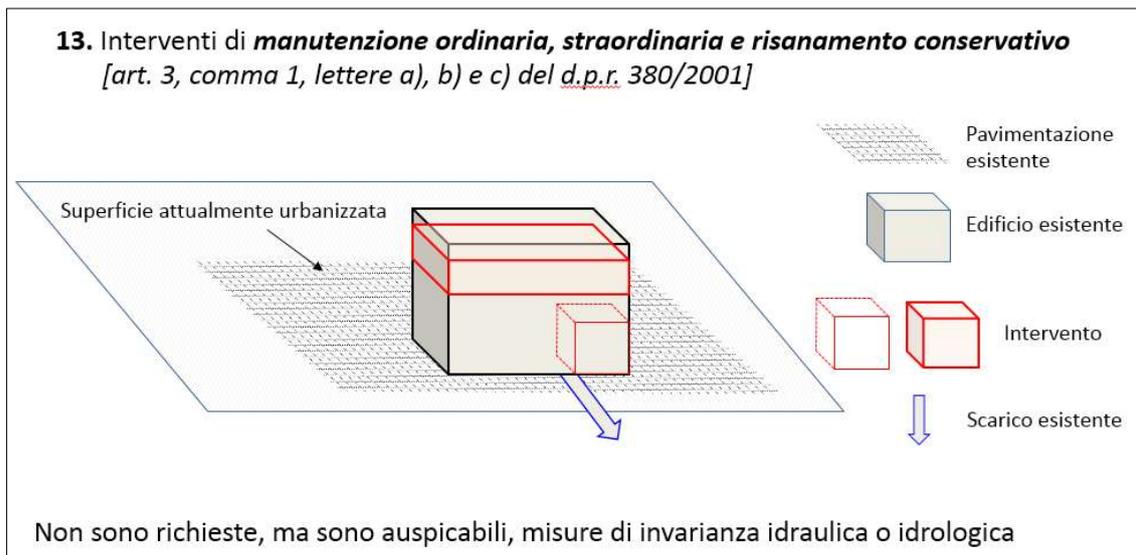


Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

12. Interventi di *nuova costruzione* [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001] consistenti in *sopraelevazioni che non alterano la superficie coperta dell'edificio*



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

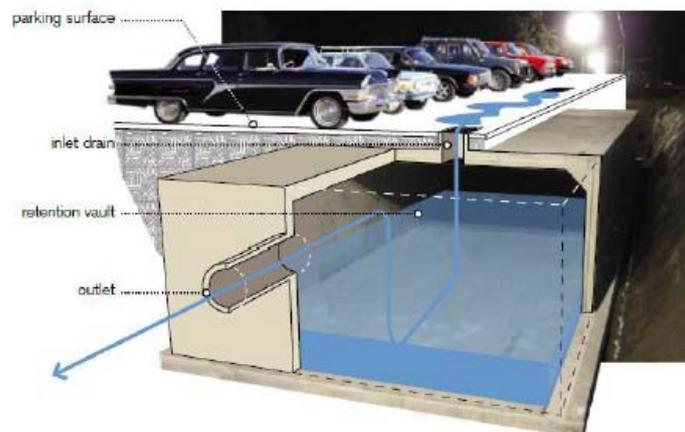


6.2. Dispositivi di compensazione o volumi di invaso

Ai fini del regolamento, si elencano di seguito alcuni dei dispositivi di compensazione che sono maggiormente utilizzati nel campo delle costruzioni e che possono essere utilizzati ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica.

- Vasche volano

Le vasche volano sono opere che permettono l'accumulo temporaneo in caso di eventi meteorici. Generalmente sono costituite da un comparto destinato a contenere le acque di prima pioggia e un comparto destinato a contenere le acque di seconda pioggia. Le prime corrispondono al primo dilavamento delle superfici e per il loro carico inquinante vengono veicolate, a fine evento meteorico, verso la depurazione. Le seconde per le loro caratteristiche qualitative possono essere smaltite ad un recapito diverso dalla fognatura, in questo caso la vasca ha una vera e propria funzione di laminazione delle portate prima dell'avvio allo scarico verso il recettore. Oltre ad asservire alla funzione di laminazione di volumi significativi, la vasca volano favorisce la sedimentazione dei solidi sospesi. Questo punto a favore richiede ovviamente una periodica pulizia del fondo ed è auspicabile l'installazione di un sistema di lavaggio.



Esempio di vasca volano interrata

- Bacini di detenzione

Sono superfici progettate per trattenere il deflusso delle acque piovane. Possono essere completamente svuotati a seguito dell'evento meteorico oppure possedere parte del loro volume permanentemente riempito d'acqua ad esempio per funzioni ricreative e paesaggistiche. In genere sono realizzati in depressioni naturali e/o artificiali del terreno ed opportunamente impermeabilizzati.

- Supertubi

Uno dei principi base per il mantenimento degli equilibri idraulici di una zona riguarda la gestione dei volumi di laminazione. Con l'incremento sempre maggiore delle aree impermeabili si rendono necessari volumi sempre maggiori in spazi sempre più ridotti per via dell'incremento del consumo di suolo. Alla luce di queste considerazioni, la ricerca dei volumi di laminazione deve essere concentrata in diversi piccoli interventi piuttosto che nella realizzazione di grandi opere. Buona pratica realizzativa per muovere in questa direzione è la posa di condotte sovradimensionate rispetto a quanto sarebbe sufficiente allo scolo e al trasporto delle acque stesse. Si ricaveranno, quindi, i volumi necessari alla laminazione all'interno delle tubazioni stesse mitigando la necessità dimensionale delle grandi opere d'invaso. Aumentando la dimensione delle condotte si otterrà ovviamente una riduzione della velocità di scorrimento con conseguente deposito di materiale all'interno. Per mantenere il sistema in piena efficienza si renderanno necessarie periodiche operazioni di pulizia.



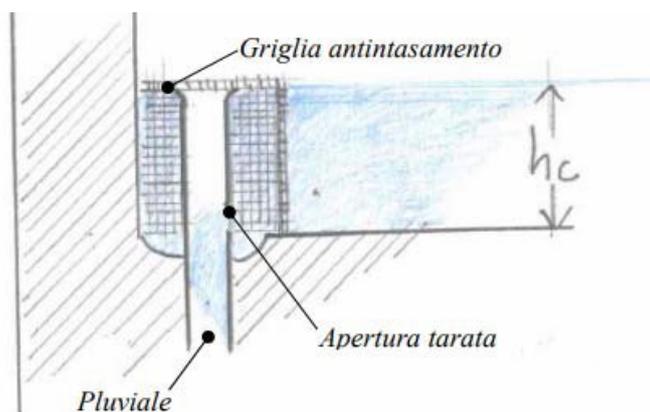
Schema esemplificativo.

- Invasi integrati nelle coperture

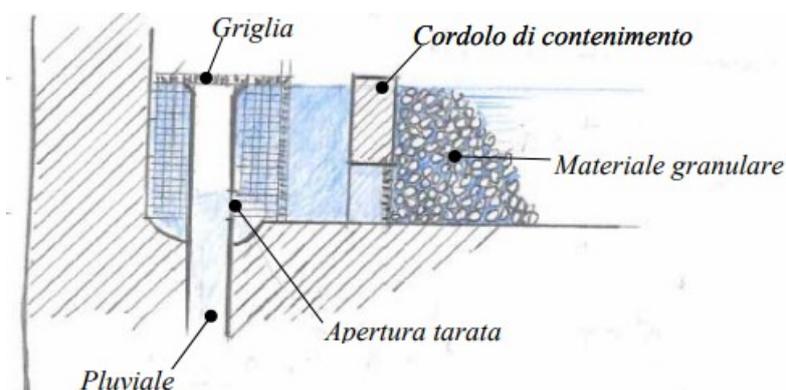
Mediante l'innalzamento delle murature di contenimento, si possono realizzare volumi d'invaso utili alla riduzione delle portate scaricate. Al fine di realizzare un volume di laminazione integrato nella copertura degli edifici, è necessario che la copertura stessa sia dotata di sistemi di scolo tali da scaricare complessivamente una portata massima proporzionale alla superficie della copertura. Possono essere realizzati invasi nelle coperture del tipo "a cielo aperto", "a cielo aperto filtranti" e "a verde".

Nel primo caso la copertura scola nei pluviali attraverso aperture tarate in relazione alla portata uscente. In ogni pluviale dovrà scolare una portata massima proporzionale alla superficie della copertura di pertinenza del pluviale considerato. Un sistema di questo tipo richiede, oltre ad una corretta

progettazione preliminare, la verifica periodica del funzionamento e, approssimativamente dopo ogni evento meteorico, la pulizia del piano e della griglia oltre che delle aperture dei pluviali.



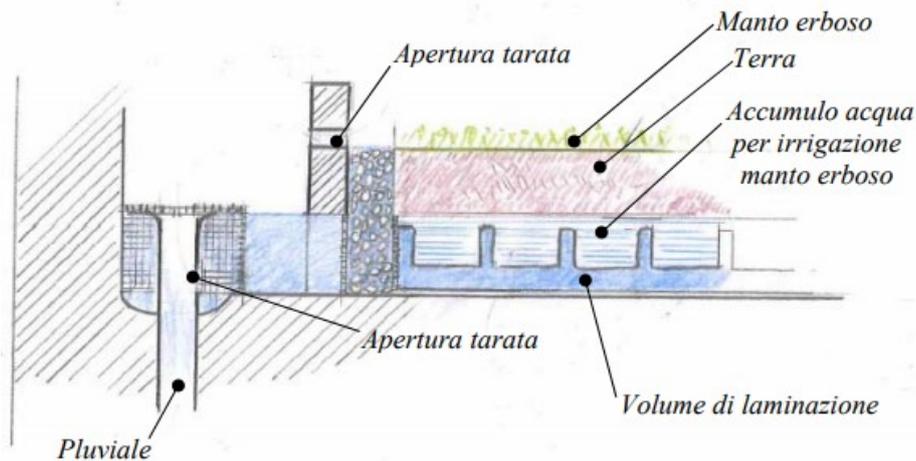
Al fine di ridurre le manutenzioni periodiche, può essere installato il sistema "a cielo aperto filtrante". A monte della griglia e di un cordolo di contenimento, viene posato il filtro in materiale granulare che permetterà di trattenere buona parte dei sedimenti e dilazionare le manutenzioni nel tempo.



La terza e ultima tipologia è composto sostanzialmente da 3 strati sopra il coperto:

- un primo strato costituito da un elemento di materiale plastico con spazi costituenti un volume di accumulo dell'acqua al fine di irrigare il soprastante strato verde e con spazi costituenti un volume di laminazione;
- un secondo strato di terriccio;
- un terzo strato erboso.

Il volume di laminazione e quello d'invaso dipendono dalle caratteristiche funzionali del primo strato e andranno calcolate sulla base dei dati forniti dal produttore dell'elemento in questione. Al fine di evitare che un'attenuata infiltrazione nel terreno riduca sensibilmente il volume di laminazione, il cordolo di contenimento del "pacchetto" sopra il coperto dovrà superare lo strato erboso di un'altezza che raggiunga l'altezza media massima dell'acqua eventualmente invasata sullo strato erboso. Tale cordolo dovrà inoltre essere dotato di aperture per permettere lo scolo delle acque in eccesso. Quest'ultima soluzione è annoverabile tra le installazioni chiamate tetti verdi e richiede quindi delle manutenzioni adeguate alla vegetazione presente, oltre alle pulizie di griglie e pluviali.



I dispositivi di compensazione:

- sono dotati di piano di manutenzione e le loro prestazioni devono essere monitorate nel tempo;
- devono essere muniti di eventuali dispositivi di troppo pieno di sicurezza con recapito in rete di smaltimento superficiale con quota d'innesco superiore a quella della tubazione entrante;
- devono svuotarsi entro 48 ore onde ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Il mantenimento dei principi di invarianza idraulica richiede il controllo delle portate confluite verso i ricettori finali con conseguente aumento della necessità d'infiltrazione o di accumulo delle acque in eccesso. Indipendentemente dal metodo di raccolta, lo scarico richiederà di essere regolato mediante manufatti appositamente tarati o progettati. L'obiettivo in fase di scelta e progettazione dei sistemi da impiegare è necessario che vada nella direzione richiesta dai principi d'invarianza idraulica, pertanto si rende necessario garantire il mantenimento, l'infiltrazione e solo alla fine lo scarico. Oltre ai manufatti di regolazione dello scarico vi è ovviamente l'installazione di sistemi di pompaggio nel caso di portate basse, manufatti di sfioro e parzializzazione degli scarichi e ogni altra opera tratta di letteratura fognaria.

6.3. Dispositivi idraulici

I dispositivi idraulici sono sistemi di infiltrazione facilitata le cui acque di origine meteorica non necessitano di un trattamento e sono da adottarsi come misura complementare ai fini della laminazione delle piene, in particolare nelle zone non soggette a rischio di inquinamento della falda e laddove tale soluzione progettuale possa essere ritenuta efficace e non provochi alterazioni idrogeologiche nel rispetto della vigente normativa ambientale.

Ai fini del regolamento, si elencano di seguito alcuni dei dispositivi idraulici che sono maggiormente utilizzati nel campo delle costruzioni e che si possono utilizzare per il rispetto dell'invarianza idraulica.

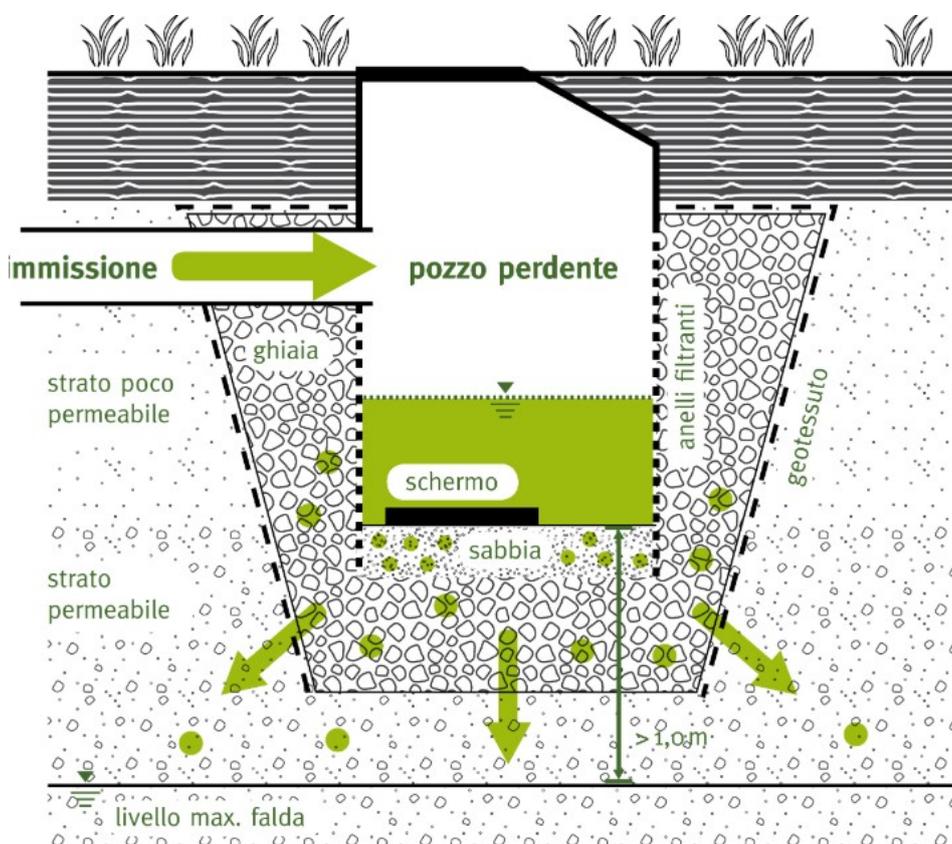
- Pozzi drenanti

La tecnica dei pozzi perdenti (o anche detti pozzi d'infiltrazione) è adatta al caso di suoli generalmente poco permeabili e può essere adoperata per interventi a piccola scala. Sono adatti per centri abitati con limitata superficie a disposizione in quanto necessitano di uno spazio molto contenuto, inferiore all'1% della superficie drenata. In essi possono essere convogliate solamente acque meteoriche scarsamente inquinate, previo pretrattamento che deve comprendere almeno un'efficace sedimentazione. I pozzi

perdenti presenti sul mercato sono formati da un insieme di anelli fenestrati in calcestruzzo vibrocompresso sovrapponibili e impilabili tramite un sistema denominato “a bicchiere”. I diametri degli anelli tipicamente in commercio oscillano tra i 100 e i 200 cm con un’altezza del singolo modulo variabile tra i 13 e i 50 cm. La capacità di invaso varia tipicamente da 300 fino a 9000 litri. Di seguito sono elencate alcune caratteristiche dei pozzi perdenti attualmente in commercio e l’entità delle superfici drenate.

Caratteristiche pozzo perdente	Altezza complessiva del pozzo	Capacità (l)	Superficie scolanti servite (m ²) in presenza di un terreno con permeabilità:		
			Bassa	Media	Alta
Pozzo perdente Diam. 100	2-3	1576-2358	175-260	280-420	700-1045
Pozzo perdente Diam. 125 carrabile leggero	2-3	2452-3678	315-475	510-760	1270-1900
Pozzo perdente Diam. 150 carrabile leggero	2-3	3532-5298	390-590	630-940	1570-2350
Pozzo perdente Diam. 200 carrabile leggero	2-3	6280-9420	690-1050	1100-1675	2740-4180

Intorno alla parete forata del pozzo si pone uno strato di pietrisco/ghiaia per uno spessore in senso orizzontale di circa 80-100 cm e di granulometria crescente procedendo verso le pareti del pozzo, in modo da facilitare il deflusso delle acque ed evitare l’intasamento dei fori disperdenti. Si può posizionare uno strato di “tessuto non tessuto” tra il dreno circostante e il pozzo per prevenire eventuali occlusioni e quindi modificare la capacità filtrante.

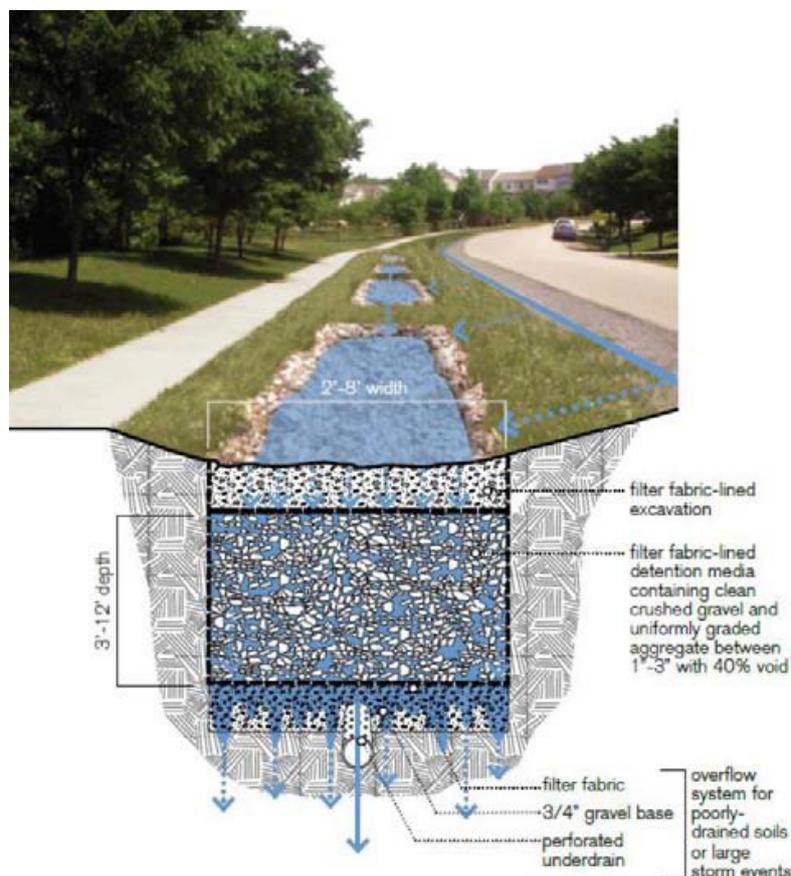


Schema tipo di realizzazione pozzo perdente.

Prima del posizionamento è bene verificare che la falda sia posta ad almeno 2 m dal fondo del pozzo perdente. Non devono essere presenti falde utilizzate per l'approvvigionamento di acque potabili e domestiche. I pozzi perdenti vanno posizionati lontani da fabbricati e aree pavimentate che ostacolano l'aerazione del terreno. È buona norma che siano posti a una distanza minima di 50 m da qualsiasi condotta, serbatoio e qualunque opera destinata al servizio di acqua potabile. Evitare il posizionamento dei pozzi in zone sensibili quali la presenza di rocce fratturate o terreni soggetti ad occhi pollini. In caso di posa di due o più pozzi perdenti in batteria, si dovrà mantenere una distanza minima tra intradossi pari a quattro volte il diametro degli stessi. A monte, dovrà essere posizionato un sifone/pozzetto deviatore, in modo da poter servire alternativamente i pozzi. I pozzi perdenti che scaricano reflui industriali o liquami devono essere preceduti da un sistema di trattamento e depurazione delle acque così da ottenere reflui con parametri previsti dalle normative vigenti.

- Trincee drenanti o di infiltrazione

Le trincee filtranti sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso e sabbia, realizzate con lo scopo di favorire l'infiltrazione dei volumi di run-off (attraverso la superficie superiore della trincea) e la loro successiva filtrazione nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea). Le acque filtrate nella trincea si infiltrano nel terreno sottostante: la trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 ore successive alla fine dell'evento meteorico e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento. Una trincea filtrante non ha solo la funzione di trattenere i volumi di run-off, ma contribuisce anche al mantenimento del bilancio idrico di un sito e alla ricarica delle falde sotterranee (l'efficienza depurativa del sistema deve essere tale da evitare rischi contaminativi).

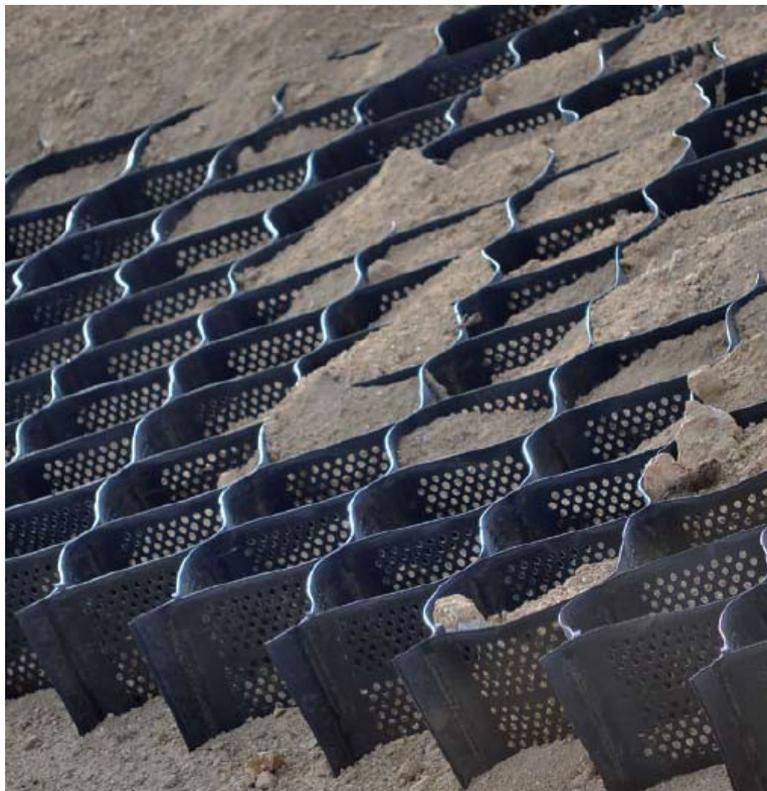


Schema tipo di trincea filtrante.

Può essere presente anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea. Le trincee possono essere riempite interamente con ghiaia senza essenze erbacee oppure possono essere riempite di ghiaia per la metà inferiore e di terreno estremamente permeabile nella parte superiore. La seconda tipologia può essere vegetata con la presenza di prato o tramite essenze vegetali erbacee e arbustive ad alto valore decorativo. Le trincee sono altresì in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia attraverso meccanismi assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica oltre che di contribuire al mantenimento del bilancio idrico di un sito e alla ricarica delle falde sotterranee (l'efficienza depurativa del sistema deve essere tale da evitare rischi di contaminazione). Le trincee d'infiltrazione sono generalmente realizzate per l'accumulo dei deflussi dalle superfici impermeabili limitrofe ad esse ma possono inoltre essere realizzate per il convogliamento delle acque meteoriche in eccesso derivanti dai tetti verdi o dagli impianti per il recupero delle acque meteoriche. Tale dispositivo è tuttavia inadatto in terreni caratterizzati da carsismo, a meno di eseguire accurate indagini geologiche e geotecniche, e in terreni fortemente argillosi a causa della loro scarsa permeabilità.

- Sistemi modulari geocellulari

Si tratta di moduli plastici leggeri con struttura a nido d'ape a forma di parallelepipedo ottenuti mediante assemblaggio di fogli di PVC opportunamente sagomati mediante termoformatura. Il sistema di drenaggio consiste nell'assemblare questi pacchi modulari (in affiancamento e in sovrapposizione) per creare strutture interrato come ad esempio: vasche di infiltrazione (se avvolte da un geotessile); vasche di laminazione o accumulo (se avvolte da una geomembrana). La distribuzione dell'acqua all'interno dei moduli è garantita da un tubo forato, avvolto da un geotessile e collocato in una trincea riempita di ghiaietto drenante. Per motivi logistico-costruttivi la tubazione può anche essere inserita al di sotto o al di sopra della vasca, all'interno di uno strato drenante in ghiaia.



Sistema modulare geocellulare.

Le dimensioni tipiche delle unità attualmente in commercio hanno una lunghezza di circa 1.2 m, una larghezza che oscilla tra 0.6 e 0.8 m e una profondità che varia tra 0.4 e 0.6 m. Il modulo è in grado anche di svolgere una parziale funzione di accumulo dell'acqua infiltrata che per le dimensioni citate pocanzi varia tra 100 e 500 l. La percentuale dei vuoti media stimata del modulo supera il 90%. Nel caso della preparazione di un bacino costituito da sistemi modulari geocellulari predisposti per l'infiltrazione in prossimità di un edificio, la distanza minima tra l'edificio ed il bacino deve essere di almeno 5 m. Nel caso della preparazione di un bacino costituito da sistemi modulari geocellulari predisposti per l'infiltrazione la distanza minima tra la falda acquifera e la base del bacino deve essere almeno di 1 m. La forma della struttura alveolare deve essere cubica in modo da poter facilmente applicare il geotessile e la membrana, agganciare i moduli fra loro ed avere una pressione omogenea del terreno sui moduli. La scelta dell'altezza del bacino deve essere effettuata in funzione del tipo e della struttura del terreno e della destinazione d'uso dell'area sovrastante.

I dispositivi idraulici:

- sono dotati di piano di manutenzione e le loro prestazioni devono essere monitorate nel tempo;
- devono essere dotati di pozzetto di decantazione che preceda il sistema di infiltrazione;
- devono essere muniti di eventuali dispositivi di troppo pieno di sicurezza con recapito in rete di smaltimento superficiale con quota d'innescio superiore a quella della tubazione entrante;
- devono svuotarsi entro 48 ore onde ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Nel territorio di Nembro sarà vietato ricorrere all'infiltrazione per lo smaltimento delle acque meteoriche mediante uso di dispositivi idraulici, come indicato nella **Tavola 4 – Misure di invarianza idraulica e relativa disciplina del territorio**, nelle aree di frana attiva e nelle zone di tutela assoluta e di rispetto della risorsa idropotabile (sorgenti captate a scopo idropotabile e pozzi acquedottistici).

In base a quanto previsto all'art. 94 del D.Lgs 152/2006 "*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*", nelle zone di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività: "...d) *dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;...*".

6.4. Buone pratiche costruttive

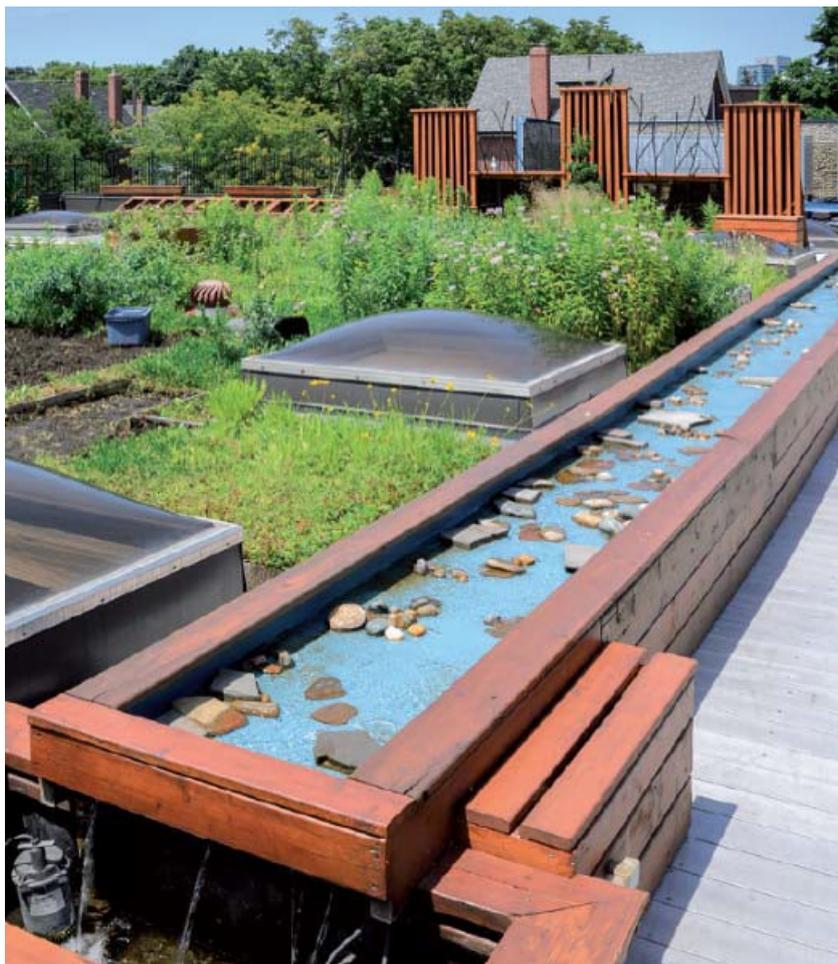
L'adozione delle buone pratiche costruttive ai fini dell'invarianza idraulica mira principalmente al controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche superficiali che si originano da una superficie drenante a seguito di una sollecitazione pluviometrica. Tali interventi sono in genere realizzati a monte della rete di drenaggio e servono principalmente ad attenuare volumi e picchi di piena. Le buone pratiche costruttive si manifestano pertanto attraverso una minore impermeabilizzazione del suolo, agevolano l'evapotraspirazione nonché l'infiltrazione delle acque meteoriche superficiali nel suolo.

Di seguito si elencano alcune delle buone pratiche costruttive maggiormente utilizzate nel campo delle costruzioni-

- Tetti verdi

Le coperture rinverdate, rispetto a quelle di tipo tradizionale, oltre a consentire il controllo qualitativo (filtrazione) e quantitativo (assorbimento, detenzione, evapotraspirazione) delle acque di pioggia, hanno

il pregio di migliorare sotto l'aspetto ambientale ed estetico il contesto urbano in cui si inseriscono nonché aumentare l'assetto coibentante dell'abitazione e ridurre le dispersioni energetiche. I criteri di progettazione sono essenzialmente collegati alla pendenza delle coperture (la situazione ottimale si ha con pendenze limitate o nulle) e alla propensione e/o disponibilità da parte del proprietario all'esecuzione degli interventi di gestione e manutenzione delle coperture (irrigazione, concimazione, tagli, ecc.). La riduzione dei deflussi dipende dalla pendenza delle coperture, dal substrato utilizzato, dalla struttura e dallo spessore degli strati, nonché dall'intensità e dalla durata della precipitazione. In via approssimativa, i coefficienti di deflusso dei tetti verdi variano in relazione allo spessore del substrato utilizzato per il rinverdimento. Un'analisi della letteratura ha mostrato che si possono ottenere anche valori del coefficiente di deflusso che arrivano fino a 0.25.



Esempio di tetto verde piano.

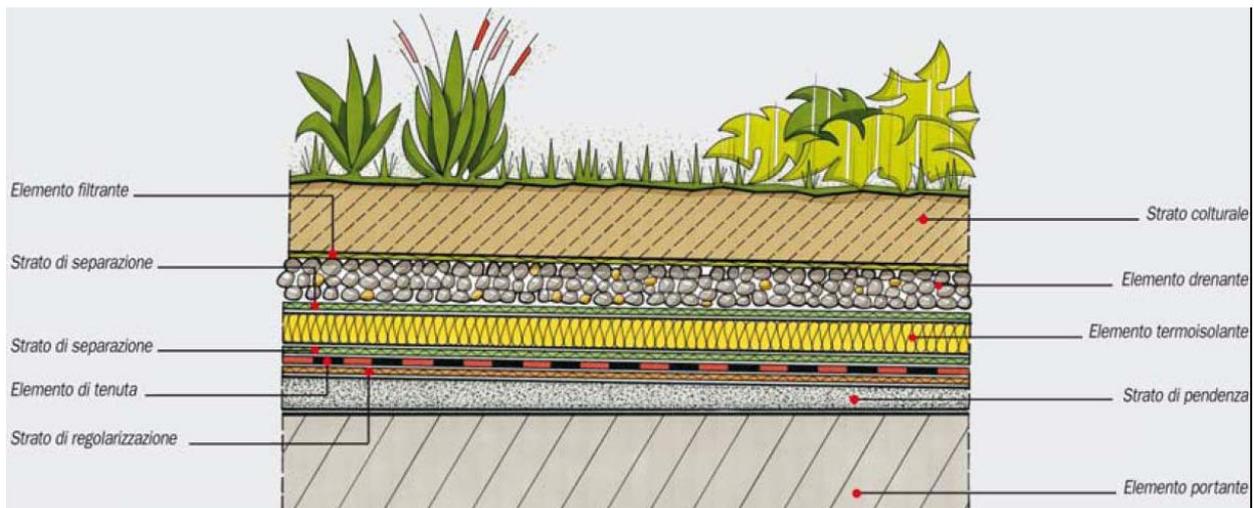
In relazione alle caratteristiche tecnico-costruttive degli edifici ed agli usi previsti, si distingue tra rinverdimento estensivo e intensivo. I rinverdimenti estensivi sono sistemazioni prossime alle condizioni naturali, ampiamente in grado di mantenersi e svilupparsi autonomamente; lo spessore del substrato è pari a 2-10 cm e hanno una modesta spesa di manutenzione. I rinverdimenti intensivi possono essere semplificati, con spessore del substrato compreso tra 10 e 20 cm e spese di manutenzione medie con la necessità di periodica irrigazione, oppure intensivi con substrato maggiore di 20 cm e spese di manutenzione alte anche in relazione alla presenza di piante erbacee alte, arbusti ed in qualche caso anche alberi. In entrambe le tipologie, il substrato di coltivazione deve presentare elevata permeabilità e basso peso specifico. A titolo di esempio, un substrato per tetti verdi può essere composto dal 40%

terreno di coltivazione, 30% terriccio vegetale e 30% da argilla espansa. Peso specifico medio di 2100 kg m-3.



Tetto verde in falda.

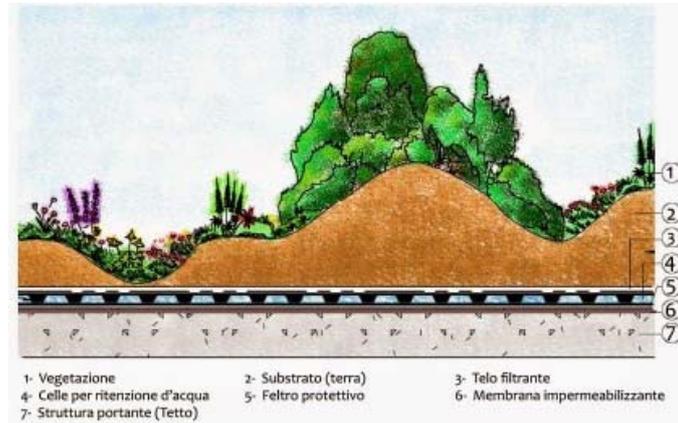
Le coperture a verde pensile contribuiscono alla gestione delle acque piovane, riproducendo una varietà di processi idrologici associabili ai terreni naturali. Le piante catturano la pioggia, l'assorbono attraverso l'apparato radicale e favoriscono i processi di evapotraspirazione, riducendo così i volumi di deflusso. Il verde pensile è quindi particolarmente efficace nel caso di eventi intensi di breve durata ed è stato dimostrato che, in climi temperati, è in grado di determinare un dimezzamento annuale dei volumi di dilavamento. Tuttavia se il drenaggio non viene correttamente dimensionato possono verificarsi problematiche di smaltimento delle acque. Le coperture devono quindi prima di tutto essere in grado di assolvere in modo impeccabile alle funzioni di captazione e deflusso delle acque piovane senza incorrere in allagamenti e infiltrazioni.



Tetto verde estensivo.

Le coperture a verde pensile riducono i picchi di deflusso dalle coperture durante gli eventi piovosi dilazionando nel tempo le acque di scorrimento grazie ad un effetto di detenzione. Questa caratteristica è

descritta dal coefficiente di deflusso, ossia la percentuale di acqua che fuoriesce da un sistema rispetto a quella ricevuta, in un arco di tempo definito e in condizioni critiche per intensità di pioggia e saturazione di del sistema. Il coefficiente di deflusso viene quindi comunemente utilizzato per calcolare la quantità massima di acqua scaricata da una copertura. Una volta definita la quantità totale di acqua da smaltire verrà definito il numero ed il diametro nominale degli scarichi, seguendo la procedura UNI EN 12056-3:2001, distribuendoli omogeneamente sulla copertura. Occorre in particolare verificare che la capacità drenante del sistema sia adeguata facendo riferimento alle sezioni dove il drenaggio risulta più critico a causa della lunghezza o del coefficiente di deflusso complessivo più elevato.



Tetto verde intensivo.

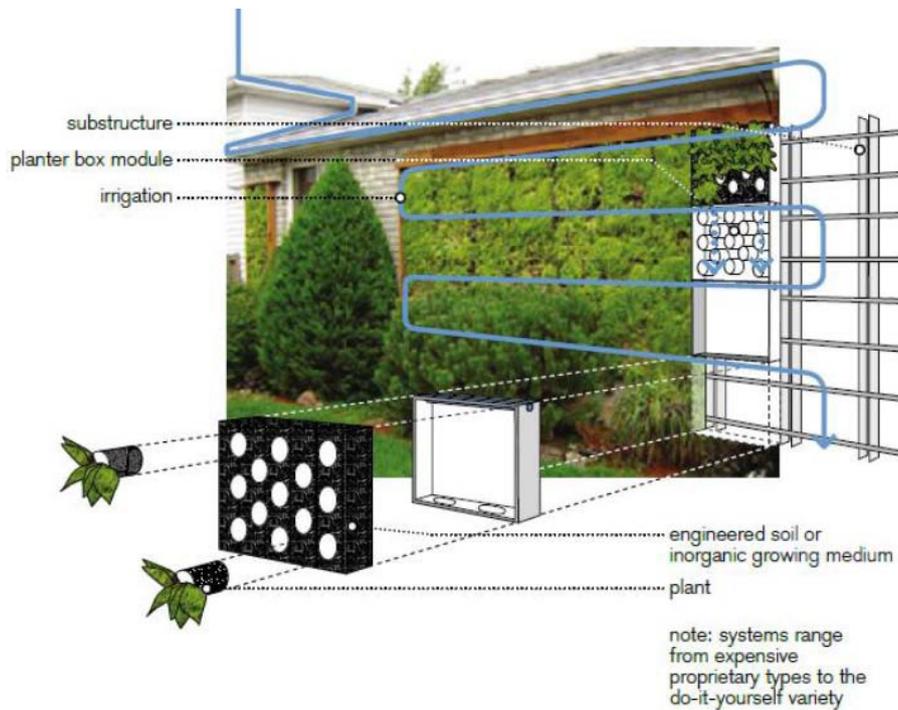
Nei casi in cui gli enti pubblici definiscano un limite massimo della portata di scarico che è possibile immettere nei corpi riceventi sarà possibile utilizzare l'equazione razionale per definire la portata di scarico attesa dalla copertura a verde pensile.

Caratteristiche	Rinverdimento estensivo	Rinverdimento intensivo semplificato	Rinverdimento intensivo
Spessore del substrato	2 - 10 cm	10 - 20 cm	20-100 cm e oltre
Vegetazione	estremamente frugale e bassa (per es. <i>Sedum</i>)	piante erbacee alte tappezzanti	piante erbacee e legnose
Carico sul tetto	60-240 kg m ²	180-300 kg m ²	300-400 kg m ²
Manutenzione	Minima	Media (sfalcio, irrigazione se necessaria)	intensiva, uso paragonabile a quello dei giardini

Caratteristiche fondamentali delle diverse forme di coperture rinverdate.

- Pareti verdi

Le pareti vegetate sono tipologie di rivestimento esistenti ed utilizzate per lo più per via degli effetti sulla regolazione della temperatura dell'edificio e presentano una scarsa rilevanza riguardo la gestione delle acque meteoriche. Questi sistemi impiantistici muovono comunque nella direzione d'interesse idrico, seppur in scarsa misura, e sono da annoverare tra quelli utilizzabili. Mediante supporti ancorati alla struttura verticale, vengono installati singoli arbusti e relativi terreni. Questi sistemi modulari riescono ad assorbire parte delle acque piovane ma rimane la necessità d'irrigazione durante i periodi di secca.



Esempio di struttura a Parete Verde.

- Cisterne domestiche

Sono sistemi di raccolta e recupero dell'acqua piovana in genere collegati alle grondaie dei tetti. In genere sono di piccole dimensioni, possono essere interrate e conservano l'acqua piovana per utilizzi non potabili (ad es. giardinaggio).

- Cisterne di raccolta

Si tratta di sistemi di raccolta e recupero dell'acqua piovana applicati a superfici impermeabili aventi maggiori estensioni rispetto a quelle associate alle cisterne domestiche. Possono essere interrate ed i volumi idrici raccolti vanno riutilizzati a scopi non potabili. Possono contribuire in maniera significativa alla mitigazione delle piene.



Cisterne sotterranee, in serie.

7. ATTUAZIONE DELLE POLITICHE DI INVARIANZA A SCALA COMUNALE E RELATIVA DISCIPLINA DEL TERRITORIO

7.1. Misure strutturali

Le misure strutturali, prevalentemente riferite a problematiche della rete di smaltimento, consistono in opere quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda e vie d'acqua superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, atte a risolvere anche parzialmente le criticità idrauliche descritte precedentemente.

Tali misure devono essere individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato.

7.2. Misure non strutturali

Le misure non strutturali sono azioni volte a ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti al rischio idraulico e l'entità dei danni conseguenti ad un evento di piena, che vengono messe in atto senza ricorso ad opere vere e proprie, ma facendo affidamento a provvedimenti normativi di carattere urbanistico/edilizio, regole comportamentali, fino anche a procedure di protezione civile.

La definizione di tali misure richiede un coordinamento con la pianificazione comunale di carattere urbanistico e di emergenza.

Tutti i nuovi interventi infrastrutturali ed edilizi dovranno:

- tendere a minimizzare l'impermeabilizzazione delle superfici e adottare, attraverso specifica ricerca, analisi e studio a cura del progettista, le soluzioni e i materiali più efficaci per la riduzione del carico idraulico generato dalla costruzione delle opere;
- prediligere, in tutti i casi ove compatibile con i livelli di falda e con la natura litologica del terreno, sistemi di dispersione delle acque pluviali nel primo sottosuolo (eventualmente dopo trattamento primario per la rimozione di sedimento o composti oleosi) mediante pozzi disperdenti, trincee e tubazioni drenanti, ecc.;
- prevedere il modellamento planoaltimetrico delle aree a verde pertinenziale delle residenze così da agevolare il rallentamento e l'assorbimento delle acque e, quando possibile, anche il modellamento planoaltimetrico dei cortili e dei piazzali di manovra, ancorchè pavimentati, così da contribuire all'azione di laminazione e ritardo dei deflussi;
- programmare ciclici interventi di manutenzione delle opere realizzate per garantire il mantenimento delle caratteristiche prestazionali originarie.

In aggiunta alle misure non strutturali e alle opere di laminazione eventualmente necessarie per conseguire i principi di invarianza idraulica e idrologica, per gli interventi edilizi di tipo residenziale a bassa densità abitativa e con disponibilità di cortili o verde pertinenziale, dovrà essere incentivata l'installazione di serbatoi / vasche di accumulo delle acque pluviali provenienti dalle coperture degli edifici per consentirne il riuso per scopi compatibili quali l'innaffiamento, il lavaggio ed altrui usi, comunque non di carattere potabile, nell'ottica di un contenimento dei consumi idrici e di un contributo alla riduzione dei deflussi.

In relazione alle caratteristiche delle reti di smaltimento pubbliche esistenti e in previsione di possibili interventi di ammodernamento e separazione delle stesse, tutti i nuovi interventi edilizi dovranno realizzare preferibilmente sistemi di raccolta delle acque di tipo duale, ossia con reti separate per acque bianche (pluviali non contaminate) ed acque nere (acque di scarico civile o pluviali contaminate es. da vasche di prima pioggia).

Per ogni intervento urbanistico soggetto a convenzione pubblica, dovrà essere previsto uno specifico accordo con il gestore del servizio idrico integrato, per la puntuale definizione degli interventi di adeguamento e/o potenziamento delle infrastrutture fognarie, necessari a conseguire la completa sostenibilità degli incrementi del carico idraulico previsti.

E' auspicabile inoltre che a carico del singolo cittadino sia promossa la consapevolezza sul grado di rischio del territorio di residenza e l'osservanza delle disposizioni di protezione civile contenute nello specifico piano, con particolare riferimento alla localizzazione delle aree di emergenza e alle misure comportamentali indicate dal piano stesso.

7.3. Ambiti ostativi all'uso di pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione

L'utilizzo di strutture di infiltrazione quali pozzi disperdenti come misure di invarianza idrologica è contemplato e auspicato dal R.R. n. 7 del 2017, tuttavia possono sussistere condizioni tecniche e/o normative ostative all'utilizzo di tali strutture. Nello specifico, per il territorio comunale di Nembro, si individuano i seguenti ambiti cartografati nella Tavola 3 - Individuazione delle aree a rischio idraulico e nella Tavola 4 - Misure di invarianza idraulica e relativa disciplina del territorio:

- *Zone di rispetto delle opere di captazione idropotabile.*
All'interno di tali aree è vietata la realizzazione di pozzi disperdenti, così come esplicitamente indicato dall'art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., che disciplina le aree di salvaguardia dei pozzi per acqua destinata al consumo umano.
- *Aree di versante da acclivi a molto acclivi potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico e fenomeni alluvionali con trasporto in massa: > 30 gradi – balze e pareti rocciose, impluvi molto incisi lungo le principali aste torrentizie del comparto collinare.*
All'interno di tali aree vige il divieto di dispersioni incontrollate di acque, in particolar modo nelle immediate vicinanze dei cigli di scarpata.
- *Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:* aree di frana attiva (Fa), aree interessate da evidenze di deformazione gravitativa DGPV, aree interessate da distacco, rotolamento e accumulo di blocchi, aree di cava attiva e/o inattiva caratterizzate da pareti ripide con possibilità di distacchi rocciosi, doline, aree carsiche.

All'interno di tali aree è vietato l'utilizzo di pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione di alcun tipo.

7.4. Ambiti di attenzione per pozzi disperdenti e strutture di infiltrazione

All'interno del territorio comunale di Nembro sono state individuate e cartografate le seguenti aree, non del tutto favorevoli alla possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo:

- *Aree caratterizzate da terreni con scarsa qualità geotecnica,*
- *Aree a ruscellamento diffuso.*

L'infiltrazione d'acqua all'interno di queste aree comporta un ulteriore peggioramento a causa dell'imbibimento che ne deriva, con conseguenze negative per la stabilità di eventuali opere su di esso fondate.

All'interno di tali aree non è preclusa o vietata la possibilità di infiltrare acque pluviali nel sottosuolo, tuttavia l'uso dei dispositivi idraulici deve essere attentamente valutato: prima di ricorrere all'infiltrazione per lo smaltimento delle acque meteoriche, è necessario svolgere adeguati approfondimenti geologici e idrogeologici, l'utilizzo di queste aree pertanto deve essere subordinato alla definizione di un modello geologico e idrogeologico specifico, che ne definisca le modalità di utilizzo o anche l'eventuale esclusione.

Le indagini e gli approfondimenti devono definire le caratteristiche granulometriche dei terreni, la loro porosità, la stratigrafia del sottosuolo e la soggiacenza della falda superficiale. Questi aspetti devono essere valutati e approfonditi in fase di analisi di ciascuna area di progetto mediante la realizzazione di indagini geognostiche ad hoc (analisi granulometriche, prove di infiltrazione, ...) da definire a discrezione del professionista incaricato.

Le indagini e gli approfondimenti devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

7.5. Superfici di trasformazione e ubicazione dei dispositivi

I volumi di invaso e gli eventuali dispositivi idraulici devono essere preferibilmente ubicati all'interno delle stesse aree o lotti oggetto della trasformazione.

Nel caso in cui gli invasi e/o i dispositivi idraulici debbano, per motivi di ottimizzazione del sistema di scolo e/o per motivi di natura urbanistico-territoriale e/o ambientale essere ubicati all'esterno di tali aree o lotti, ciò è ammissibile se e solo se tali localizzazioni siano già state preliminarmente individuate dallo strumento pianificatorio vigente qualora necessario.

L'individuazione puntuale delle superfici destinate alla realizzazione degli interventi per il mantenimento del principio dell'invarianza idraulica (dispositivi idraulici ed invasi) può avvenire anche durante la fase di predisposizione dei piani attuativi, se e solo se tali aree sono interne al perimetro di piano attuativo stesso.

7.6. Dimensionamento e criteri progettuali delle opere di adeguamento fognario

Il dimensionamento delle opere di adeguamento della rete fognaria deve essere fatto ricorrendo all'implementazione di modelli idraulici mediante software adeguati e, in genere, per eventi con tempo di ritorno delle piogge pari a $T = 10$ anni e con limitazione delle portate scaricate compatibilmente con la capacità ricettiva dei collettori intercomunali, oltre che dei criteri del P.T.U.A.

L'adozione della tecnologia "no-dig" con risanamento di tipo conservativo, accompagnata dalla preventiva effettuazione della video ispezione interna di tratti di condotti fognari oramai datati, è uno strumento molto utile per limitare l'impatto di interventi a "cielo aperto" in zone più sensibili o con

maggior difficoltà operativa, nei casi in cui si prevede il potenziamento idraulico quale soluzione tecnica alle problematiche riscontrate.

La laminazione delle portate, in alternativa alle tradizionali vasche volano, può essere effettuata mediante invasi fuori rete denominati “tombotti”, costituiti da condotti scatolari aventi funzioni di accumulo con svuotamento a gravità. In questo modo si possono ottenere sensibili effetti di attenuazione dei colmi d’onda mettendo in campo azioni aventi minore impatto urbanistico rispetto alle tradizionali vasche volano con svuotamento mediante pompaggio.

Occorre prevedere, per gli interventi di estensione della pubblica rete di fognatura, un sovradimensionamento delle tubazioni e l’inserimento di paratoie di regolazione a monte dei punti di scarico nella fognatura esistente, in modo da ottenere una “laminazione in rete” tale da contribuire a limitare le attuali portate addotte al sistema fognario verso valle.

Per ciascun intervento è necessario definire un fattore di priorità di tipo oggettivo, da cui far conseguire una programmazione delle opere più rispondente alle effettive necessità.

Per gli insediamenti nuovi o da ristrutturare, le portate meteoriche devono essere smaltite in loco e non immesse nel pubblico reticolo di fognatura mentre, laddove non è attuabile la totale dispersione in loco, deve essere prevista la realizzazione di vasche per le acque di prima pioggia.

Per la ricostruzione dei condotti di grande diametro devono essere previste nuove tubazioni a sezione circolare, in cemento armato con giunti a bicchiere dotati di guarnizioni che garantiscono sia la perfetta tenuta idraulica, preservando le falde da eventuali contaminazioni per infiltrazione nel sottosuolo, che la resistenza statica. Il rivestimento interno tramite idonee protezioni (resine epossidiche o poliuretatiche) potrà scongiurare l’aggressione chimica della matrice cementizia del condotto da parte dei reflui in transito.

Per le sezioni di medio/piccolo diametro si può dare preferenza al grès ceramico o, in subordine, al PEAD o PVC.

Per quanto riguarda i tratti che attraversano le fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile, dovranno essere impiegati tubi in grès rinfiancati completamente con calcestruzzo oppure tubazioni con giunti flangiati o totalmente impermeabili.

Per le camerette di ispezione e per i vari manufatti devono essere previste modalità costruttive che assicurino la perfetta tenuta idraulica e la protezione delle pareti interne, come indicato per le tubazioni. Dovranno inoltre essere facilmente accessibili, al fine di consentire le normali operazioni di manutenzione.

Le opere di laminazione delle piene possono essere realizzate mediante la posa di condotti scatolari prefabbricati in cemento armato di grande sezione, collegati ai condotti cui andranno asserviti mediante semplici soglie di sfioro; tali condotti non avranno quindi impatto sull’ambiente circostante e si svuoteranno a gravità al termine dell’evento meteorico, in quanto verranno dotati di leggera pendenza verso la soglia di sfioro e quindi verso i condotti da asservire.

Le vasche volano vere e proprie dovranno essere disconnesse rispetto al resto del sistema di drenaggio perché dotate di opere elettromeccaniche per il loro svuotamento. Esse dovranno avere struttura in

cemento armato e dovranno essere coperte ed interrato, onde attenuarne l'impatto ambientale e paesaggistico. Al di sopra delle vasche potranno essere realizzate strutture di interesse pubblico, quali ad esempio parcheggi.

7.7. Efficacia dell'azione di laminazione e verifiche idrauliche consigliate in sede di dimensionamento degli interventi

Ai fini del dimensionamento di dettaglio dei volumi di laminazione e delle luci di scarico, ferma restando la possibilità di effettuare studi idrologici e idraulici di maggiore approfondimento, si consiglia di ricorrere all'equazione di continuità del volume di invaso considerando come portata in ingresso l'idrogramma calcolato per il lotto con il metodo cinematico per assegnata durata di pioggia e tempo di ritorno, e come portata in uscita quella necessaria a soddisfare la percentuale di riduzione del colmo di piena.

I volumi di invaso devono essere di regola realizzati come aree di espansione poste a monte del punto di scarico.

E' da evitare, ove possibile, il caso di volumi depressi rispetto al punto di scarico, nel qual caso si verificherebbe un riempimento e la successiva necessità di scolo meccanico.

I volumi di invaso sono da considerare come zone periodicamente allagabili, che però vengono mantenute drenate in condizioni di tempo asciutto. Ciò previene, fra l'altro, problemi di tipo igienico-sanitario connessi al trattenimento e allo stoccaggio delle acque.

Di regola è preferibile, laddove sussistano le condizioni, la realizzazione di volumi allagabili in aree verdi con superfici in terreno naturale, associate a un uso ricreativo e a una sistemazione paesaggistica compatibili con il periodico allagamento; ciò al fine di contenere il più possibile i rischi di malfunzionamento e gli oneri relativi alla fase di realizzazione.

In ogni caso va privilegiata la scelta progettuale che porti alla realizzazione di volumi atti alla laminazione, ma che possano svolgere funzioni plurime e tali da non porsi unicamente come elementi "sottrattori" di ulteriori spazi a terra (ad esempio si può prevedere il posizionamento di parcheggi sopra a vasche interrate). Tali opere possono essere poste sia in serie che in parallelo nei confronti della rete di drenaggio: la differenza consiste nel fatto che nel primo caso operano una laminazione delle piene in presenza di qualsiasi condizione di deflusso, mentre nel secondo entrano in funzione solo quando la portata supera valori prefissati in corrispondenza dei quali il deflusso viene deviato al volume di invaso.

In generale, le modalità di invaso e svaso dei volumi di laminazione deriveranno da specifiche valutazioni sull'assetto morfologico ed altimetrico delle aree disponibili. In particolare, nel caso di invaso e laminazione in aree verdi morfologicamente depresse, qualora tali aree siano caratterizzate da forma stretta e allungata, al fine di ottimizzare lo sfruttamento del volume a disposizione e garantire nel contempo efficacia e omogeneità di svuotamento evitando la formazione di ristagni, è consigliabile l'adozione di un sistema di alimentazione e svuotamento dell'invaso diffuso sull'intero perimetro della depressione, o quantomeno lungo un lato maggiore della stessa. Si potrà all'uopo predisporre una serie di caditoie, opportunamente interdistanziate, adibite alla fuoriuscita delle portate meteoriche in fase di riempimento dell'invaso ed alla raccolta efficace e smaltimento delle stesse in fase di svuotamento.

Per le vasche interrate, esigenze gestionali-manutentive privilegiano volumi suddivisi in comparti separati, resi comunicanti mediante sfioratori. In questo modo, infatti, gli invasi più frequenti interessano solo una parte della vasca, mentre solo per eventi pluviometrici più rilevanti vengono via via utilizzati gli altri comparti. Le operazioni di pulizia e manutenzione devono naturalmente essere frequenti nel comparto di invaso più ricorrente, mentre possono essere più diradate, e addirittura occasionali, negli altri comparti.

7.8. Piano di manutenzione degli interventi di invarianza

La manutenzione è fondamentale per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche; serve ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più lungo, permettendo di intervenire periodicamente nell'individuazione di eventuali malfunzionamenti che, se trascurati, ne potrebbero pregiudicare irrimediabilmente le funzioni.

A seconda delle tipologie di elementi di drenaggio si presentano ovviamente livelli differenti di complessità nella manutenzione. La prima e più semplice distinzione riguarda sicuramente gli interventi ordinari, da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito, dagli interventi straordinari, necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici o di altra natura (per esempio sversamenti o incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente le strutture.

Gli interventi di manutenzione ordinaria che dovranno essere atti anche a mezzo di un semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti a seguito di ogni evento meteorico che li vede coinvolti sono i seguenti:

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, captazione, rilascio, ecc.).

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio sono i seguenti:

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione di problemi di intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, captazione, rilascio, ecc.).

Per quanto riguarda gli interventi che prevedono la rimozione dei sedimenti, occorrerà prevedere adeguate operazioni di pulizia ad-hoc in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche del sedimento e alla sua potenzialità inquinante.

Rispetto a quanto descritto, risulta evidente che a seconda del livello e complessità degli interventi di manutenzione gli stessi potranno essere svolti da operai generici (rimozione detriti), da tecnici esperti (ripristino di impianti di sollevamento) o comunque formati a svolgere mansioni specifiche. Tutto ciò dovrà essere realizzato seguendo un programma di manutenzione periodico strutturato secondo un piano nel quale siano individuate le diverse attività da svolgere e i relativi soggetti incaricati. Per tale ragione nelle schede di manutenzione dovranno essere indicati anche i nomi dei progettisti e degli esecutori delle opere che potranno, in caso di dubbio, indicare la modalità migliore di intervento nel caso non sia già indicata nel programma periodico.

Lo stato della rete fognaria dovrà essere verificato per circa 1/10 della sua estensione totale e, in caso di necessità, si potrà prevedere l'intervento dei tecnici del Servizio Idrico Integrato per la pulizia o lo spurgo delle condotte.

Per le vasche naturalizzate di laminazione, ogni volta che il bacino è stato riempito a seguito di un evento straordinario che ne pregiudica l'utilizzo, gli interventi di manutenzione straordinaria prevedono la rimozione e lo smaltimento dei sedimenti trasportati durante l'evento di piena, la pulizia del fondo e delle sponde, la manutenzione delle opere civili.

I costi di gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere sono a carico del titolare.

7.9. Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti

La Legge Regionale 10 marzo 2017 n. 7 “*Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti*” promuove il recupero dei vani e locali seminterrati ad uso residenziale, terziario o commerciale, con gli obiettivi di incentivare la rigenerazione urbana, contenere il consumo di suolo e favorire l'installazione di impianti tecnologici di contenimento dei consumi energetici e delle emissioni in atmosfera.

Come proposto dalla norma all'art.1 - comma 2 – lett. a), limitatamente alla funzione residenziale il locale può essere considerato seminterrato solamente qualora il soffitto si trovi ad una quota pari o superiore a 1,20 m rispetto al terreno posto in aderenza all'edificio.

La citata legge regionale prevede in particolare all'art. 4 “*Ambiti di esclusione, adeguamento comunale e disposizione transitoria*”, che i comuni, in relazione a specifiche esigenze di tutela paesaggistica o igienico-sanitaria, di difesa del suolo e di rischio idrogeologico in particolare derivante dalle classificazioni del Piano di Gestione Rischio Alluvioni nel bacino del fiume Po (P.G.R.A.), possano disporre l'esclusione di parti del territorio dall'applicazione delle disposizioni della legge.

Per il Comune di Nembro possono determinare situazioni di rischio nell'utilizzo di spazi seminterrati le aree interessate da esondazione/allagamenti e le aree potenzialmente interessate da alluvioni come definite nel P.G.R.A.: tali aree sono riportate nella ***Tavola 4 – Misure di invarianza idraulica e relativa disciplina del territorio.***

7.10. Aree di rispetto cimiteriali

All'interno di tali aree per limitare i volumi di acque meteoriche percolanti nel sottosuolo sarà necessario

raccogliere, con un idoneo sistema di canalizzazioni, le acque piovane provenienti dai piazzali, dai viali e dai tetti dei fabbricati; il recapito delle acque meteoriche dovrà essere concordato con ARPA.

Sempre al fine di non incrementare localmente la ricarica della falda si suggerisce, qualora l'Ente sia d'accordo, il recapito in fognatura, evitando, per quanto possibile, le dispersioni nel sottosuolo.

7.11. Aree Fa

Per le porzioni di territorio ricadenti nelle zone in dissesto individuate dal P.A.I. valgono le prescrizioni contenute nell'art. 9 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. e in particolare il comma 2. Nelle aree Fa, salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12/10/2000, n. 279, convertito in L. 11/12/2000, n. 365, sono esclusivamente consentiti:

- a) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 05/08/1978, n. 457;
- c) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- d) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- e) le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- f) le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- g) la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

7.12. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)

Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;
- c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue;

- d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; Le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;
- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

Sono di contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;
- e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
- h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
- i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, lett. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;
- l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;
- m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

7.13. Fascia di esondazione (Fascia B)

Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella Fascia B sono vietati:

- a) una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente paragrafo 7.12;
- c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono di contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente paragrafo 7.12:

- a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;
- c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
- e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

7.14. Fascia di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, lett. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

7.15. Vincoli P.G.R.A.

Nelle more del completamento delle specifiche varianti al P.A.I. a scala di asta fluviale per le aree esondabili del reticolo principale RP individuate dal P.G.R.A., si applicano le seguenti norme:

- a) nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme di cui al "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle Norme di Attuazione (N.d.A.) del P.A.I. (art. 29);
- b) nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del P.A.I. (art. 30);
- c) nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni previste per la fascia C di cui all'art. 31 delle N.d.A. del P.A.I. (art. 31).

Le aree allagabili non sostituiscono le fasce fluviali, rappresentano invece un aggiornamento e un'integrazione della parte di fascia tracciata principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle tre piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio e aggiornando i livelli di piena e le portate.

8. CONCLUSIONI

Qualora si attui il regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2 del Regolamento, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F al Regolamento.

I contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica devono essere commisurati alla complessità dell'intervento da progettare. Le indicazioni in merito alla disciplina del territorio di cui agli artt. precedenti non costituiscono deroga alle norme di cui al Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)".

Per gli interventi edilizi definiti dal regolamento, la relazione d'invarianza idraulica e idrologica che i progettisti devono consegnare deve essere articolata nei seguenti punti:

- calcolo del volume di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori;
- proposte di soluzione per la gestione delle acque meteoriche nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica;
- progetto di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario, completo di planimetrie, profili, sezioni e particolari costruttivi;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Il presente studio costituisce un elemento essenziale e fondamentale non solo per gli aspetti specifici del rischio idraulico e idrogeologico, ma anche per gli aspetti inerenti la pianificazione di emergenza, che deve sempre essere coerente e adeguata con le valutazioni specialistiche contenute nel presente studio. E' fondamentale pertanto che i piani di emergenza recepiscano le indicazioni del presente studio in relazione agli scenari di pericolosità, approfondiscano le possibili condizioni di rischio degli edifici esistenti e vengano puntualmente aggiornati in merito a tali situazioni, con particolare attenzione, nel contesto specifico, agli scenari di frana e dissesto e a quelli del rischio alluvione, come previsto e prescritto anche dal P.G.R.A. e dalla D.G.R. 6738/2017.

Nelle aree a maggior rischio devono sempre essere adottate tutte le misure per la salvaguardia delle persone, sia tramite un'adeguata informazione preventiva che tramite opportune procedure di allertamento e di gestione delle criticità.

Le informazioni o i dati deducibili dagli elaborati descrittivi o dalla cartografia allegata al presente documento hanno puramente una funzione di supporto alla pianificazione urbanistica e territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche, pertanto non possono essere utilizzati per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini di approfondimento o di quanto previsto dal Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7.