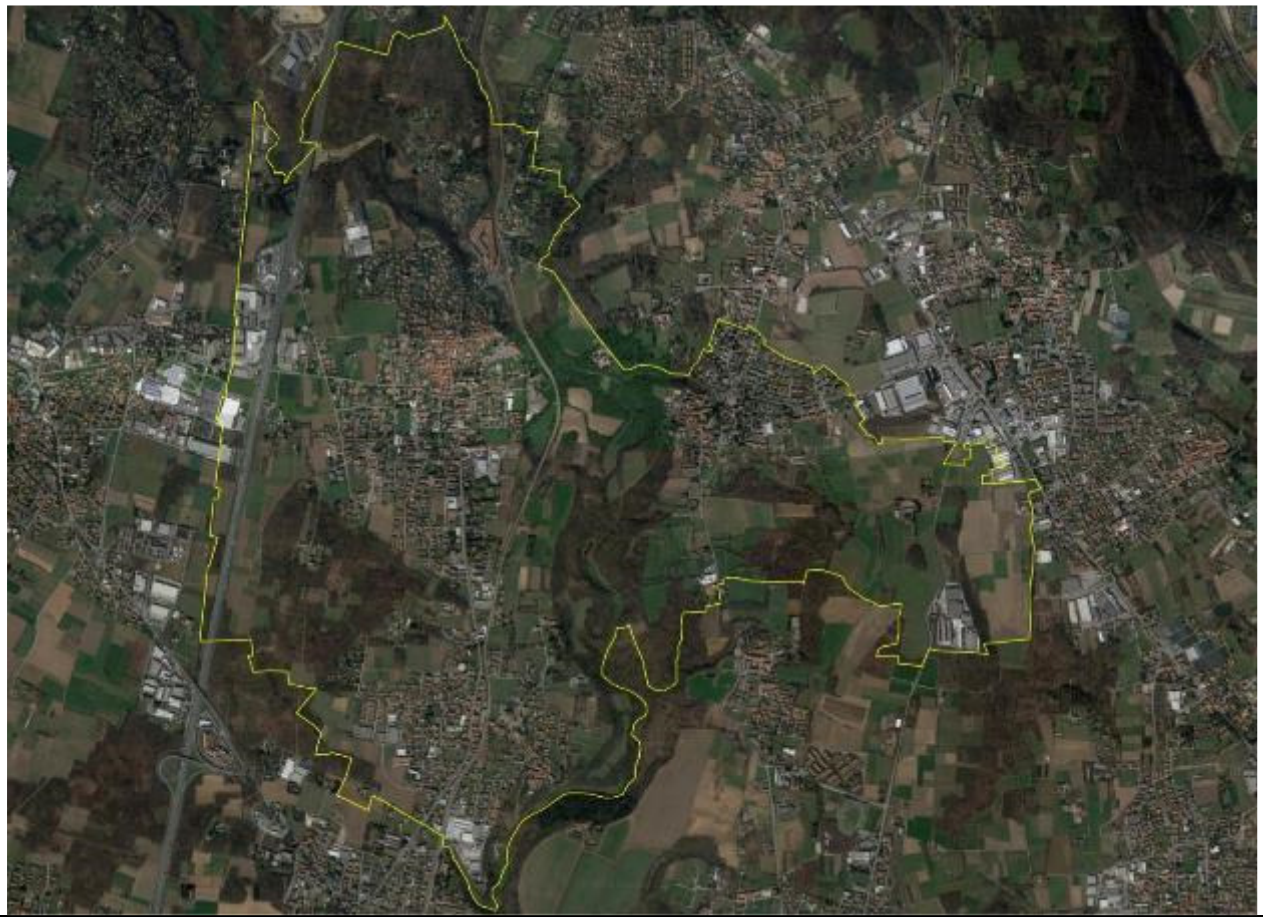
Comune di Cadorago

Largo Clerici, 1

20071 Cadorago (CO)



Progetto

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO

AI SENSI DEL R.R. N. 7 DEL 23.11.2017

"REGOLAMENTO RECANTE CRITERI E METODI PER IL RISPETTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA AI SENSI DELL'ART. 58 BIS DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N. 12"

Oggetto

RELAZIONE TECNICA

Data:	11 dicembre 2019
Riferimento:	2018 163-170
Revisione:	01

allegata alla delibera di approvazione C. C. n° del / /

il progettista

firmato digitalmente

il responsabile del settore

Viger Srl
CF, P. Iva n. 02748500135
Sede legale:
via Morazzone, 21
22100 Como

Sede amministrativa e gestionale:
via Benvenuto Cellini, 16/C
22071 Cadorago (CO)

Autore: Viger

mod: nnn-95 rel_tecnica 09.dot

Indice

1. PREMESSA 3

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 5

1.2 INVARIANZA IDRAULICA NEL PGT 6

1.2.1. AMBITI DI ESCLUSIONE 6

1.2.2. DEFINIZIONI 6

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO 9

2.1 GEOLOGIA 9

2.2 GEOMORFOLOGIA 14

2.3 IDROGEOLOGIA 15

2.3.1. PIEZOMETRIA 16

2.3.2. GRADO DI VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO 16

2.3.3. ANALISI DELLA PERMEABILITÀ 19

2.3.4. STIMA DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE 19

2.4 RICETTORI NATURALI 21

2.4.1. RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE 21

2.4.2. RETICOLO IDROGRAFICO MINORE 22

2.5 CARATTERISTICHE DEL SUOLO 23

2.5.1. BANCA DATI DUSAF 23

2.5.2. BANCA DATI ERSAF 25

2.6 DATI METEOROLOGICI 31

2.6.1. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA 31

2.7 EVENTI STORICI 36

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 37

3.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO 37

3.1.1. PTCP 37

3.1.2. PGT 39

3.1.3. AMBITI DI TRASFORMAZIONE 39

3.2 USO DEL SUOLO 39

3.2.1. AREE PRODUTTIVE 39

4. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURE 41

4.1 SERVIZI SOTTOSUOLO 41

4.2 SERVIZIO IDRICO INTEGRATO 41

5. ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ RISCHIO IDRAULICO LEGATO ALL'INVARIANZA 43

5.1 DATI BIBLIOGRAFICI 43

5.1.1 DELIMITAZIONE AREE A RISCHIO IDRAULICO CARTOGRAFATE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA AI SENSI DELL'ART. 14 COMMA 8 LETTERA A) PUNTO 1 DEL R.R. N. 7 DEL 23 NOVEMBRE E SS.MM.II. 43

5.1.2 DELIMITAZIONE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA CARTOGRAFATE PAI – PGRA AI SENSI DELL'ART. 14 COMMA 8 LETTERA A) PUNTO 1 DEL R.R. N. 7 DEL 23 NOVEMBRE E SS.MM.II. 43

5.1.3 COMPONENTE GEOLOGICA A SUPPORTO DEL P.G.T.: CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 44

5.1.4 INTERAZIONE TRA AREE URBANE E RICETTORI 45

5.2 DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E SS.MM.II. 49

5.3 LIVELLI PIEZOMETRICI E GRADO DI SOVRACCARICO DELLA RETE 54

6. LA MITIGAZIONE 55

6.1 INFILTRAZIONE E MORFOLOGIA 55

6.2 MISURE STRUTTURALI 57

6.2.1. PROGETTO "PIODA 2.020 - AZIONI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ PAESISTICO–AMBIENTALE E GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE IN AMBITO URBANO E PERIURBANO TRA LA VALLE DEL TORRENTE LURA E DEL TORRENTE SEVESO" 60

6.3 MISURE NON STRUTTURALI 64

6.3.1. PROGETTO STRATEGICO DI SOTTOBACINO DEL TORRENTE LURA 66

6.4 CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI SCARICHI NEI RICETTORI 71

7. CONCLUSIONI 72

AUTORI 74

BIBLIOGRAFIA 75

ALLEGATI 76

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la prima revisione del "Documento semplificato di rischio idraulico" redatto ai sensi del R.R. n. 7/2017 a cura dello Scrivente e consegnato alla Committenza nel mese di Aprile 2019.

La necessità di integrare il documento nasce dalla pubblicazione sul B.U.R.L. Supplemento n. 17 del 24 Aprile 2019 dei recenti aggiornamenti normativi, nello specifico del R.R. 19 Aprile 2019 n. 8 "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")".

Con Determinazione del Responsabile Servizio Edilizia Privata – Urbanistica n. 539/32 del 27.11.2018, il Comune di Cadorago ha incaricato la Scrivente Società di redigere il *"Documento semplificato del rischio idraulico comunale"*, secondo quanto previsto dal *"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale del 11 marzo* 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)", Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017, così come modificato dal Regolamento Regionale n. 8 del 19/04/2019.

Il Regolamento Regionale ha il fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo, riequilibrare progressivamente il regime idrologico e idraulico naturale, conseguire la riduzione quantitativa dei deflussi, l'attenuazione del rischio idraulico e la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento.

Il regolamento definisce, in attuazione dell'Art. 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), *criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica,* che devono essere anche utilizzati dai regolamenti edilizi comunali per disciplinare le modalità per il conseguimento dei principi stessi, e specifica altresì gli interventi ai quali applicare tale disciplina ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 2, della L.r. 12/2005.

In considerazione della suddivisione del territorio regionale in ambiti omogenei per tipologia di aree in funzione della criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori (art. 7 del R.R. 7/2017) il Comune di

Cadorago è classificato come ***area A, ovvero ad alta criticità idraulica***. Infatti, secondo quanto riportato nell'Allegato B del R.R. 7/2017, il territorio comunale di Cadorago ricade nel bacino idrografico del Torrente Lura (Reticolo Idrico Principale) considerato ad alta criticità idraulica.

Tale suddivisione si applica altresì anche per l'attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), di cui all'art. 45 della l.r. 26/2003.

Occorre evidenziare che secondo quanto previsto dall'Art. 14, comma 1, del R.R. 7/2017, i comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica, quale il territorio di Cadorago, sono tenuti a redigere inoltre lo "*Studio comunale di gestione del rischio idraulico"*, secondo i contenuti previsti dall'Art. 14 comma 7 del R.R. 7/2017.

Gli esiti dello studio comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'art. 5 comma 3 della L.R. 31/2014. [1]

L'art. 14 comma 5bis del R.R. n. 8/2019 specifica, inoltre, che lo studio comunale di gestione del rischio idraulico è da aggiornare ogniqualvolta il quadro di riferimento assunto nello stesso subisca una modifica a seguito di aggiornamenti conoscitivi, eventi naturali o interventi antropici.

Sia il presente documento semplificato del rischio idraulico comunale che lo studio comunale di gestione del rischio idraulico devono rappresentare le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e le conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

Per la redazione del presente studio si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti documenti:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. del Comune di Cadorago;
- PGT del comune di Cadorago;
- Variante generale del PGT di Cadorago del 2018;
- PGRA;
- Documento di Polizia idraulica;
- Dati disponibili sulla rete fognaria (forniti da Lura Ambiente S.p.A.);
- DUSAF;
- ERSAF.

1 Il recepimento dovrà pertanto avvenire alla prima variante utile (necessaria a seguito della scadenza del Documento di Piano), a valle dell'avvenuta integrazione del PTR e all'adeguamento del PTCP, da parte degli organi sovraordinati. Nulla osta che il recepimento possa avvenire, anticipatamente, anche in occasione di una variante ex art 5 comma 4 L.r. 31/14, secondo i limiti in essa stabiliti.

I dati reperiti in letteratura sono stati integrati sulla base di specifici sopralluoghi in sito e di informazioni riconducibili alla memoria storica dei luoghi ottenute mediante colloqui con gli uffici comunali.

La definizione delle misure strutturali e non strutturali descritte nel presente documento finalizzate all'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, sono state preventivamente condivise con l'Amministrazione ed i competenti uffici comunali.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- 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 58bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio")
- D.g.r. n. XI/470 del 02/08/2018: "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"
- D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"
- D.g.r. n. X/7581 del 18/12/2017: "Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)
- D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017: "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"
- L.R. n. 14 del 26/05/2016: "Legge di semplificazione 2016"
- L.R. n. 4 del 15/03/2016: "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"
- D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374"
- L.R. n. 12 del 11/03/2005: "Legge per il governo del territorio" (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16)

1.2 INVARIANZA IDRAULICA NEL PGT

Il Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 definisce:

a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, ai sensi dell'articolo 7;
b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell'articolo 8;
c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (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), nonché tra le disposizioni del presente regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa l.r. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5, e 14;
d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;
e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'allegato L;
f) meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15;
g) la possibilità, per i Comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

1.2.1. AMBITI DI ESCLUSIONE

COMMA ABROGATO DAL R.R. 8/2019

1.2.2. DEFINIZIONI

Secondo quanto riportato all'Art. 2 del R.R. 7/2017, ai fini dello studio dell'invarianza idraulica e idrologica, si applicano le seguenti definizioni:

a) *invarianza idraulica:* principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle

preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;

b) *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, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005;

c) *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, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della l.r. 12/2005;

d) *LETTERA ABROGATA DAL R.R. 8/2019*

e) *acque meteoriche di dilavamento:* la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;

f) *acque di prima pioggia*: quelle 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 delle acque meteoriche;

g) *acque di seconda pioggia*: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;

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

i) *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;

j) *superficie scolante impermeabile:* superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

k) *superficie scolante impermeabile dell'intervento:* superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

l) *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;

m) *ricettore:* corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;

n) *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. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'assetto morfologico dell'area risulta pesantemente condizionato dall'azione modellatrice esercitata in età pleistocenica dalla lingua glaciale dell'Adda che, dopo aver percorso la Valtellina ed il solco del Lario, si insinuava attraverso la soglia di Camerlata e si espandeva poi a ventaglio in direzione sud – sud-ovest, verso l'alta pianura, fino a raggiungere in questo settore, nella fase di massima espansione, la zona di Fenegrò-Cirimido.

I sedimenti deposti dal fronte glaciale nelle fasi di ritiro delle varie pulsazioni andarono a formare l'ampio apparato dell'Anfiteatro Morenico del Lario, costituito da una serie di cerchie collinari concentriche intervallate da piane intramoreniche e solcate in più punti dalle incisioni radiali operate dapprima dagli scaricatori glaciali e, quindi, dalle aste fluviali.

Il territorio indagato è caratterizzato da lunghe fasce collinari, con un profilo trasversale più o meno arrotondato, interrotte dall'incisione del Torrente Lura attraverso la quale transitarono le fiumane detritiche durante la fusione dei ghiacciai.

2.1 GEOLOGIA

Il territorio di Cadorago si colloca immediatamente a nord della cerchia principale di Fenegrò-Cirimido-Lomazzo, nel settore interessato dalle cerchie interne dell'apparato rissiano, costituite da accumuli caotici di blocchi e ciottoli eterometrici immersi in abbondante matrice limo-argillosa, ricoperti da un orizzonte di alterazione di colore giallo-ocraceo e spessore metrico (**depositi glaciali**).

I pianalti che delimitano i rilievi morenici sono invece prevalentemente occupati dai depositi delle piane diluviali wurmiana e rissiana (**depositi fluvioglaciali**). I primi, presenti nei ripiani terrazzati che bordano il

fondovalle del Lura, sono costituiti perlopiù da sabbie e ghiaie, mentre i secondi, presenti nei pianalti esterni al solco vallivo ed assai più diffusi, sono rappresentati da sabbie, ghiaie ed argille, con la frazione fine limo-argillosa che tende a prevalere nettamente sulle altre nella coltre pedogenetica di colore giallo-ocraceo, il cui spessore risulta generalmente compreso tra 2 e 5 metri.

Lembi di limitato spessore di depositi alluvionali di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa si rinvengono lungo l'alveo del Lura (**alluvioni recenti e attuali**).

Lungo i tratti più acclivi del versante destro della valle del Lura sono talora visibili in affioramento anche i litotipi ascrivibili al periodo Interglaciale Gunz-Mindel, rappresentati da conglomerati più o meno compatti, a cemento calcareo ("**Ceppo**").

Sulla base di quanto riportato nella componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T. del Comune di Cadorago, di seguito vengono descritte le *litofacies* della successione continentale neogenico-quaternaria subaffiornati.

1. CEPPO DI PORTICHETTO (PHE) (*Piacenziano-Calabriano*)

Conglomerati costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice e localmente a supporto clastico e arenarie con buon grado di cementazione (corrisponde al "Ceppo" degli autori precedenti). I clasti hanno dimensioni modali comprese tra 15 e 20 centimetri; forma principalmente subarrotondata, talvolta subangolosa, e petrografia generalmente poligenica con predominanza di litotipi carbonatici.

Nell'area d'interesse il Ceppo di Portichetto affiora lungo la valle del Lura, dove si registrano rapporti di eterotopia con il ceppo della Bevera, formando pareti verticali di altezza localmente superiore ai 10 metri.

2. SUPERSINTEMA DI BESNATE (BE) *(Pleistocene medio-sup)*

È costituito da depositi glaciali e fluvioglaciali e corrisponde al Würm e al Riss degli autori precedenti. È stato suddiviso in quattro unità informali, distinte sulla base dei caratteri morfologici e sul diverso grado di alterazione dei depositi: unità di Guanzate, unità di Cadorago, unità di Minoprio e unità

di Bulgarograsso.

L'unità è coperta in discordanza dai depositi fluvioglaciali del sintema di Cantù, dai depositi del sintema del Po e da quelli del supersintema di Venegono; la superficie limite inferiore è una superficie di erosione priva di caratteristiche peculiari.

2.1. Unità di Guanzate (BEZ)

Ghiaie medio grossolane massive identificabili come depositi fluvioglaciali, occasionalmente a debole isorientazione, a supporto di matrice costituita da sabbie grossolane; clasti con dimensioni modali centimetriche, di forma sia subarrondata che subangolosa. I clasti hanno dimensioni variabili da centimetriche a pluridecimetriche, caratterizzati da petrografia poligenica con predominanza di clasti metamorfici, di cui più del 50% risultano alterati, e in percentuale nettamente minore clasti carbonatici decarbonatati e argillificati, ignei alterati e sani.

2.2. Unità di Cadorago (BEE)

Ghiaie medio grossolane massive e localmente isorientate identificabili come depositi fluvioglaciali, a supporto principalmente di matrice e raramente a supporto clastico. I clasti si presentano eterometrici, con dimensioni da millimetriche a pluridecimetriche e forma da subarrotondata a subangolosa.

L'unità di Cadorago affiora lungo la Valle della Lura e lungo la Valle del Seveso.

Delle quattro unità in cui è stato suddiviso il supersintema di Besnate, questa è quella meglio conservata: le morene sono sempre ben evidenti e rilevate rispetto alle aree circostanti, seguibili con buona continuità.

2.3. Unità di Bulgarograsso (BXE)

Ghiaie a supporto di matrice sabbiosa e localmente a supporto clastico, debolmente stratificate e gradate, identificabili come depositi fluvioglaciali. I clasti hanno dimensioni da millimetriche a decimetriche (massimo 30 centimetri), forma da subarrotondata a subangolosa e bassa sfericità.

Presenza anche di diamicton massivi a supporto tra matrice (sabbie grossolane) e clastico identificabili come till di ablazione, con clasti carbonatici argillificati e decarbonatati, metamorfici non alterati e con cortex di alterazione.

È infine individuabile dei diamicton massivi a supporto di matrice sabbiosa, sovraconsolidati, con clasti-carbonatici alterati; tale deposito è identificabile come till di alloggiamento.

L'unità di Bulgarograsso rappresenta il più arretrato degli eventi glaciali e i suoi depositi sono perlopiù erosi e coperti dall'evento successivo: le morfologie risultano frammentate con morene spesso isolate all'interno delle piane fluvioglaciali.

3. SUPERSINTEMA DEI LAGHI: SINTEMA DI CANTÙ (LCN) (*Pleistocene superiore*)

È costituito da depositi fluvioglaciali, glaciali, di contatto glaciale, deltizi e lacustri, e corrisponde in parte al Würm degli autori precedenti. Nel lobo occidentale è stato possibile riconoscere all'interno del sintema di Cantù tre subsintemi distinti, sulla base dei caratteri morfologici e sedimentologici, dal

più esterno al più interno: subsintema di Fino Mornasco, subsintema di Cucciago, subsintema della Cà Morta.

La superficie limite superiore è in genere coincidente con la superficie topografica ed è caratterizzata da alterazione da scarsa ad assente, con profondità di decarbonatazione limitata a 1-1.5 m e copertura loessica assente.

3.1. Subsintema di Fino Mornasco (LCN1)

All'interno del territorio comunale di Cadorago è rappresentato da depositi fluvioglaciali affioranti lungo la valle del Lura e costituiti da ghiaie grossolane con aumento della granulometria verso l'alto e livelli cementati. I clasti appaiono arrotondati spesso embricati, con blocchi meno arrotondati, e locale presenza di stratificazione incrociata.

4. SUPERSINTEMA DI VENEGONO (VE)

L'età di tale unità non è definibile in relazione ad un singolo evento deposizionale. I depositi di questa unità, che sono rimaneggiati lungo versante o in ambiente fluviale, coprono tutte le unità a partire dal supersintema del Bozzente, quindi hanno come età massima quella dei corrispondenti eventi glaciali).

Il supersintema di Venegono è costituito essenzialmente da depositi di versante e in misura minore da depositi fluviali, appartenenti a più eventi sedimentari indistinguibili sul terreno.

4.1 Depositi fluviali

Presenza di limi debolmente sabbiosi con livelli centimetrici alternati costituiti da ghiaie fini, ghiaie fini e sabbie grossolane a supporto di matrice costituita da limi sabbiosi e/o ghiaie poligeniche poco alterate o con una patina di alterazione superficiale.

4.2 Depositi di versante

Ghiaie massive a supporto di matrice costituita da limi sabbiosi e/o ghiaie massive a supporto di clasti di dimensione decimetriche e origini ignee e metamorfiche.

L'area di affioramento di questa unità è estesa a tutto il territorio dell'Anfiteatro morenico del Lario, ad eccezione delle aree in cui sono presenti i depositi appartenenti al sintema di Cantù, e comprende depositi

che non sono più in posizione primaria e soprattutto depositi colluviali. Costituisce gran parte delle coperture dei principali versanti, dei fondovalle appiattiti di molti corsi d'acqua temporanei o abbandonati.

5. SINTEMA DEL PO (POI) (*Pleistocene sup. - Olocene*)

Depositi fluviali costituiti da ghiaie ben selezionate con ciottoli arrotondati ed embricati, a supporto di matrice, con alterazione assente, e da ghiaie fini con sabbie grossolane a supporto di clasti e matrice abbondante.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica, mentre la superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone il sintema del Po a contatto con le unità più antiche.

All'interno del Comune di Cadorago l'unità affiora lungo l'asta del torrente Lura. La morfologia risulta ben espressa nelle piane fluviali di maggiori dimensioni (Valle del Seveso, Valle della Lura, Valle di Brenna, Valle del Terrò, Valle del Lambro) mentre tende a diventare scarsamente significativa nelle aste più ridotte.

Di seguito si riporta l'immagine dell'Allegato 1a *"Geologia e Geomorfologia"* allegato allo studio geologico, idrogeologico e sismico a supporto del P.G.T. del Comune di Cadorago in corso di approvazione.

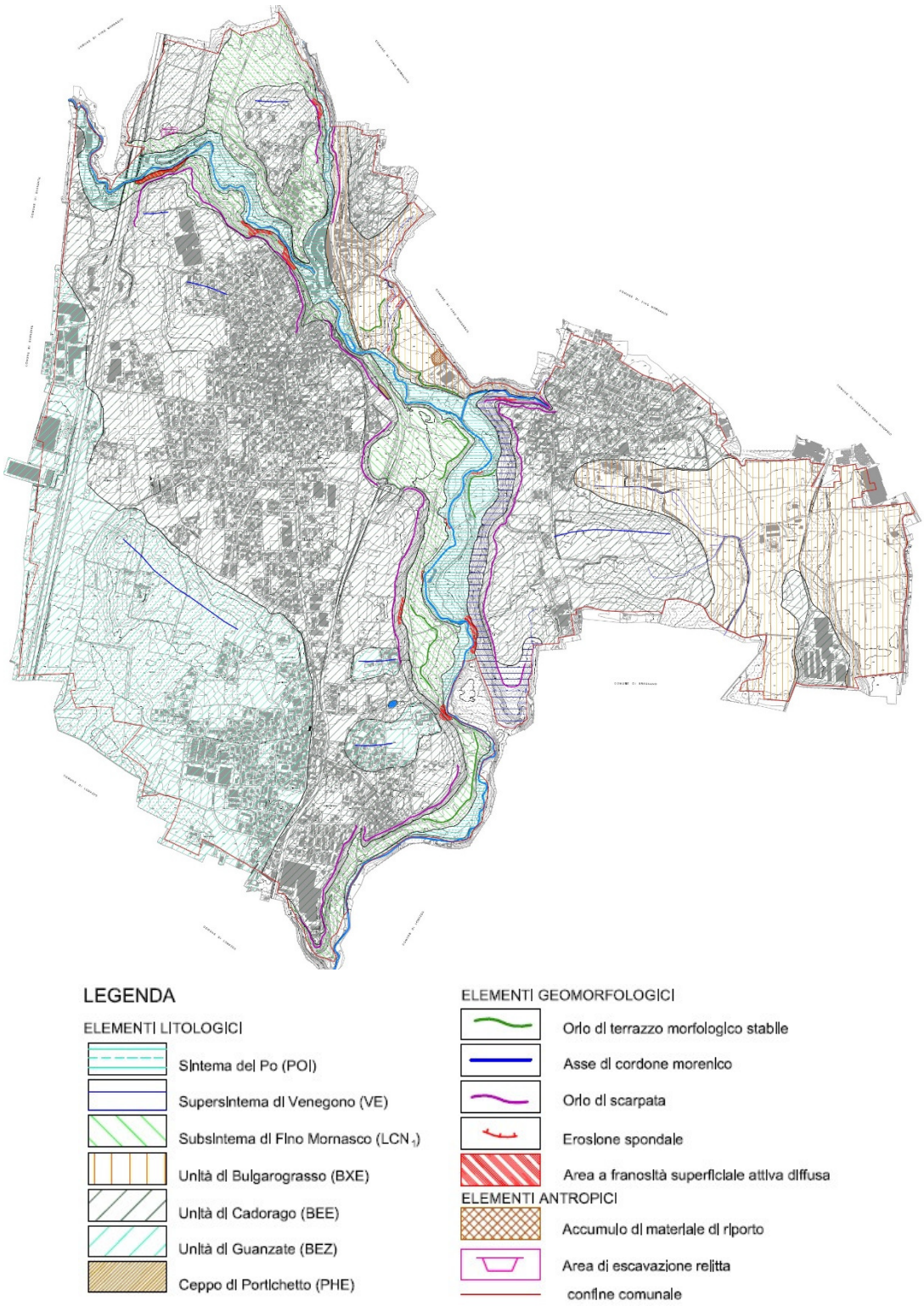


Figura 1: Allegato 1a "Geologia e Geomorfologia" (Fonte: "Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", Cogeo, Dicembre 2018 – *in corso di approvazione*)

2.2 GEOMORFOLOGIA

In accordo con quanto presente nella componente geologica a supporto del P.G.T. del Comune di Cadorago, nell'area indagata sono individuabili morfologie legate all'azione glaciale, fluviale, gravitativa e di ruscellamento superficiale.

Con riferimento alle morfologie legate all'attività glaciale, gli elementi più significativi sono rappresentati dagli assi dei cordoni morenici e dagli orli di terrazzi inattivi individuati nell'ambito delle piane fluvioglaciali (indicati solo per dislivelli superiori ai 4 m).

Per quanto concerne le forme legate alla gravità, le evidenze più rappresentative sono rappresentate dagli orli di scarpata localizzati in corrispondenza dell'incisione del Torrente Lura e dei suoi principali affluenti; ad essi risultano localmente associate aree a franosità superficiale attiva diffusa a carico delle coltri di copertura, interessate negli anni da fenomeni gravitativi, perlopiù di entità contenuta, dei quali non esiste peraltro documentazione analitica.

Relativamente alle morfologie connesse alla dinamica dei corsi d'acqua, prevalgono i processi erosivi, come evidenziato dai fenomeni di ruscellamento concentrato e di erosione spondale diffusi lungo i principali fianchi vallivi.

In corrispondenza delle depressioni morfologiche che caratterizzano alcuni settori della valle del Lura ed il pianalto posto ad Est di Bulgorello, si individua la presenza di aree palustri, legate a fenomeni di ristagno idrico.

Nell'ambito del territorio comunale di Cadorago, si individua inoltre la presenza di forme di origine antropica, rappresentate da aree riquotate, in tempi più o meno recenti, mediante la messa a dimora di inerti provenienti da scavi e demolizioni, e da aree estrattive relitte. Nell'ambito della redazione nello stretto ambito d'indagine la morfologia dominante risulta modellata dai ghiacciai rissiani e würmiani e dall'azione delle acque di scorrimento superficiale.

In particolare, sul territorio comunale sono state riconosciute le seguenti forme:

2.3 IDROGEOLOGIA

Secondo quanto riportato nella componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T., l'assetto idrogeologico dell'area indagata (Figura 2) e, conseguentemente, le modalità di circolazione idrica sotterranea, sono strettamente connessi alla natura litologica ed allo spessore dei depositi che ne costituiscono la sequenza stratigrafica tipo.

La base della serie è rappresentata da limi argillosi varvati, da grigi a giallastri, con fossili e intercalazioni lenticolari sabbioso-ghiaiose ("Villafranchiano"). Si tratta di sedimenti marini deltizi e di piana costiera, depositati al di sopra del substrato roccioso pre-quaternario; lo spessore che li contraddistingue è quindi molto variabile, anche a causa della loro successiva re-incisione ad opera degli scaricatori glaciali. Nell'ambito dei corpi lenticolari sabbioso-ghiaiosi, piuttosto rari nella zona in esame, si rileva talora la presenza di riserve idriche sfruttabili; tuttavia la natura prevalentemente limoso-argillosa del deposito, se da un lato garantisce alle lenti acquifere una buona protezione dagli inquinamenti, dall'altro ne determina notevoli difficoltà di ri-alimentazione e, quindi, generalmente una limitata produttività.

Quest'unità, dopo una fascia di transizione (ghiaia, sabbia e ciottoli con argille) di spessore variabile, è sovrastata dal potente accumulo di sedimenti ascrivibili all'Interglaciale Gunz-Mindel, rappresentati da ghiaie e sabbie acquifere, seguite superiormente da conglomerati a cemento calcareo, sovente molto compatti ("Ceppo").

Le unità più superficiali sono rappresentate, oltre che dai limitati e sottili lembi alluvionali presenti lungo l'alveo del Torrente Lura, dalle coltri di depositi glaciali e fluvioglaciali.

La struttura idrogeologica tipica della zona, evidenzia la presenza di tre orizzonti acquiferi principali.

- Il **primo acquifero** è costituito dai depositi recenti, direttamente alimentati dalle acque di infiltrazione, localizzati lungo la valle del Torrente Lura e, in ragione degli spessori generalmente esigui, presenza una limitata rilevanza in ordine al reperimento di risorse idriche significative.
- Il **secondo acquifero** è rappresentato dagli orizzonti ghiaioso-sabbiosi presenti alla base dei conglomerati del Ceppo ("Acquifero sotto il Ceppo"), a contatto con l'acquiclude costituito dai limi del Villafranchiano e costituisce la principale fonte di attingimento sfruttata nella zona. Questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità da discreta a buona (k = 0.005-0.015 cm/s) e da uno spessore talora apprezzabile (fino a 30 m).
- Il **terzo acquifero** (attualmente non individuato e sfruttato dalle perforazioni della zona) è infine rappresentato dalle lenti ghiaioso-sabbiose presenti all'interno dell'unità villafranchiana. Contraddistinto da un buon grado di protezione dagli inquinamenti, presenta, per contro, notevoli difficoltà di ri-alimentazione

a causa della scarsa estensione e continuità dei livelli acquiferi e della bassa permeabilità dei sedimenti limo-argillosi in cui sono confinati.

2.3.1. PIEZOMETRIA

La morfologia della superficie piezometrica dell'acquifero superiore, ricostruita nell'ambito dello studio geologico a supporto del P.G.T., è caratterizzata, globalmente, da una direzione preferenziale di scorrimento da nord a sud, con cadenti piezometriche variabili dal 30 al 10 per mille.

Dopo i valori di minima soggiacenza registrati nel corso dell'anno 2014 (+4-6 m rispetto al 1990), particolarmente piovoso, si rileva negli ultimi anni una lieve tendenza all'abbassamento dei livelli piezometrici. Le oscillazioni stagionali non risultano particolarmente marcate, con differenze tra le punte massime e minime contenute mediamente in 1.5 m, distribuite in modo irregolare nei mesi dell'anno.

A livello comunale, le quote piezometriche decrescono da circa 280 m s.l.m.(nord) a 220 m s.l.m.(sud), con un livello piezometrico posto ad una profondità di circa 60 metri dal piano campagna.

2.3.2. GRADO DI VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

La classificazione del grado di vulnerabilità dell'acquifero esprime una caratteristica idrogeologica che indica la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato a partire dalla superficie topografica, raggiunge la falda e la contamina. Nell'ambito dello studio geologico a supporto del P.G.T. del Comune di Cadorago, è stata applicata la metodologia definita con l'acronimo anglosassone C.E.E. (Zampetti, 1983). Tale metodo è basato su una valutazione semplificata del tempo di transito o TOT (*time of travel*) che impiega un eventuale contaminante per attraversare la zona non satura e raggiungere la falda idrica. Tale intervallo di tempo a sua volta è funzione della profondità dell'acquifero e della permeabilità dei livelli sovrastanti la vulnerabilità varia in funzione inversa al tempo di transito.

Zampetti distingue quattro classi di vulnerabilità:

- **V1p**: zone a vulnerabilità debole o molto debole, corrispondenti a tempi di permanenza lunghi, superiori ai 20 anni;
- **V2p**: zone a vulnerabilità media, corrispondenti a tempi di permanenza media da 1 a 20 anni;
- **V3p**: zone a vulnerabilità elevata, corrispondenti a tempi di permanenza corti, da 1 settimana ad 1 anno;
- **V4**: zone a vulnerabilità molto elevata, corrispondenti a tempi di permanenza inferiori ad una settimana;
- **V4bp**: zone carsiche o fessurate, senza protezione superficiale.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Cadorago, si rileva che l'incisione valliva del Torrente Lura è caratterizzata da condizioni di vulnerabilità alta, legate alla limitata soggiacenza della falda (25-30 m) ed alla presenza di depositi grossolani ad elevata permeabilità sin dalla superficie (tempo di permanenza nel mezzo non saturo da 1 settimana a 1 anno: V3).

Alla restante parte del territorio di Cadorago può essere assegnata una vulnerabilità medio-bassa in ragione dell'elevata soggiacenza della falda (70-90 m) e della presenza di spesse coltri superficiali di alterazione di natura prevalentemente argillosa (tempo di permanenza da 1 a 20 anni: V2).

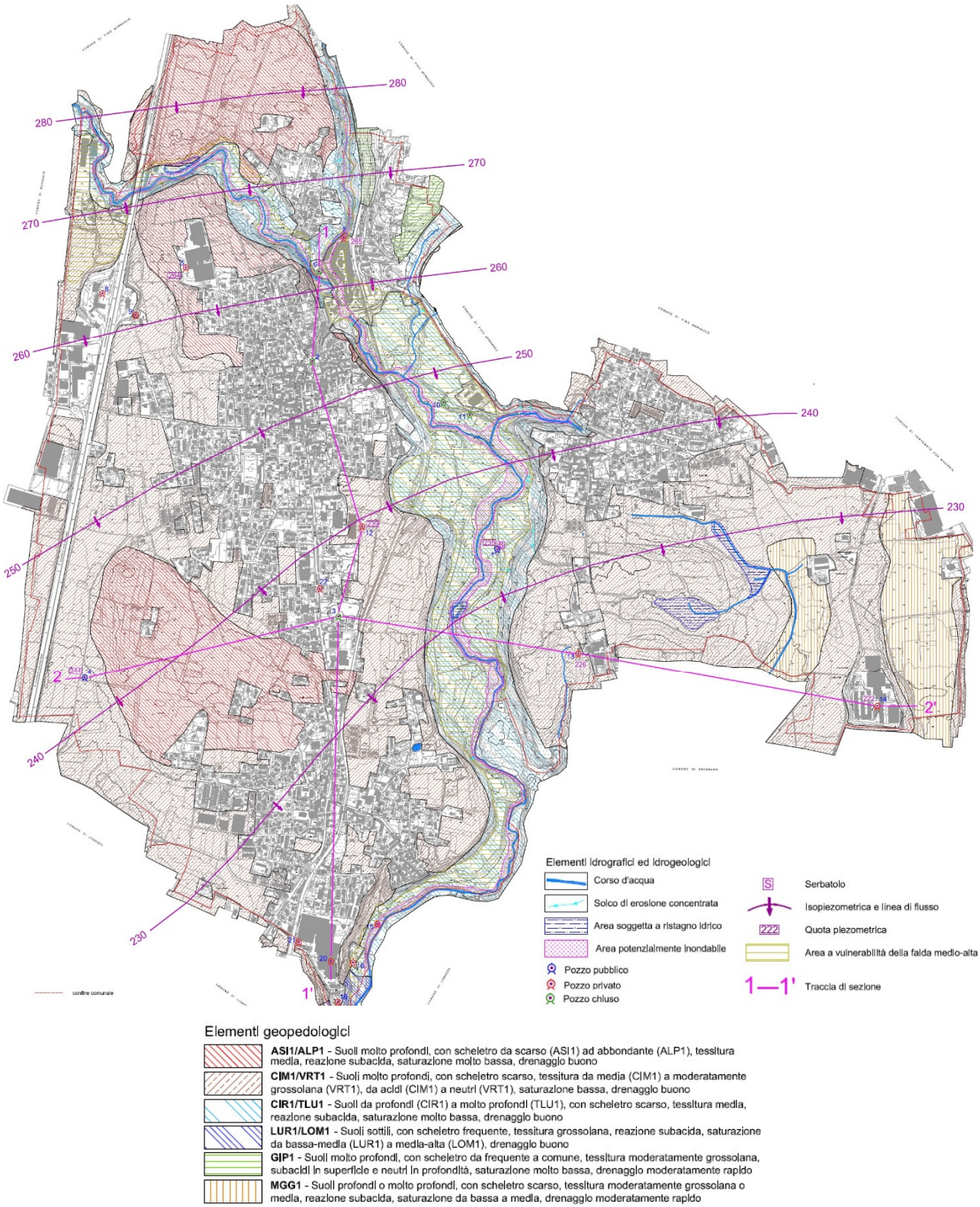


Figura 2: Allegato 1b "Idrogeologia e pedologia" (Fonte: "Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", Cogeo, Dicembre 2018 – *in corso di approvazione*)

2.3.3. ANALISI DELLA PERMEABILITÀ

Secondo quanto riportato all'Art. 3 del R.R. 7/2017 *"Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica"*, comma 4, la riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione o all'impermeabilizzazione.

In accordo con quanto esplicato nella componente geologica a supporto del PGT di Cadorago, sono state individuate due macroaree a seconda delle caratteristiche geomorfologiche e litologiche omogenee.

Si distinguono:

- **Terreni con permeabilità variabile da media a ridotta:** in questa classe ricadono i depositi glaciali caratterizzati da alternanze di livelli in cui le granulometrie grossolane prevalgono sui livelli più fini. Indicativamente, il coefficiente di permeabilità k risulta variabile tra 10-4 e 10-2 cm/s.
- **Terreni con permeabilità variabile da media ad elevata:** in questa classe ricadono i depositi alluvionali attuali e recenti costituiti prevalentemente da materiali grossolani in matrice sabbiosa e con frazione fine scarsa o assente. Indicativamente il coefficiente di permeabilità k risulta superiore a 10-2 cm/s.

2.3.4. STIMA DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente complessa e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita dei fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia. Solitamente, si utilizzano valori di riferimento, ricavati dalla letteratura scientifica, sono spesso adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Sulla base di altri studi, è possibile dedurre che il valore del coefficiente di deflusso in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. È possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili.

Tale coefficiente tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio (cr) della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;
- il fattore di trattenuta del terreno (cd), funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta (he) e l'altezza di pioggia totale (h));

- il fattore di laminazione (cl), che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

Sulla base di quanto definito nel documento *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è possibile utilizzare le seguenti tabelle come riferimento bibliografico per l'assegnazione dei coefficienti di deflusso.

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

Tabella 1: Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivatc	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Tabella 2: Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

La stima del valore appropriato del coefficiente di deflusso richiede una notevole esperienza, integrata con dati e osservazioni sperimentali su eventi di piena nella regione idrologica di interesse.

2.4 RICETTORI NATURALI

Le informazioni sotto presentate sono state recepite dal documento relativo alla "Determinazione reticolo idrico principale e minore ai sensi d.g.r. 25.01.02 n. 7/7868 e d.g.r. 01.08.03 n. 7/13950".

2.4.1. RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE

L'elemento idrografico di spicco è rappresentato dal Torrente Lura, il cui corso presenta sviluppo sostanzialmente Nord-Sud.

Il sistema idrografico su cui è impostato il bacino del torrente nasce sulle alture moreniche ad ovest di Como e, dopo aver attraversato la piana di Bulgarograsso, inizia ad incidere i depositi morenici rissiani con abbassamenti delle quote sino a 30 metri e la formazione di diversi ordini di terrazzi minori.

Il solco fluviale non presenta una morfologia particolarmente esasperata, con andamento debolmente sinuoso eccetto alcuni tratti decisamente più meandrificati, con argini parzialmente rialzati rispetto alla piana alluvionale, localmente rinforzati da opere di difesa spondale.

Il tratto iniziale del Lura in Cadorago è caratterizzato dall'attraversamento della sede autostradale a nord-ovest del confine comunale, che ha richiesto la realizzazione di una serie di opere di difesa spondale per la conservazione del tracciato del corso d'acqua, in uno scenario che mostra i tipici fenomeni di erosione spondale.

Il Lura acquisisce sempre maggiore rilevanza idrografica con solco fluviale di magra ben disegnato e non presenta ulteriori elementi degni di particolare attenzione sino all'ingresso nell'ambito urbanizzato di Cadorago, anticipato da un attraversamento di una linea di distribuzione. L'estrema vicinanza del corso d'acqua ad alcune propaggini del comparto urbanizzato (in corrispondenza del toponimo Piscina) pone in evidenza una situazione di degrado ambientale dove un muro di sostegno ed una tubazione di scarico compromettono la qualità dei luoghi.

La confluenza con il primo elemento del reticolo idrico di Cadorago avviene in prossimità di un importante insediamento produttivo dove l'antropizzazione è spiccata ed il tracciato di immissione individuato a livello catastale è diverso da quello riscontrabile dalla lettura del sedime urbanizzato.

A valle del ponte ferroviario il Lura riprende elementi di naturalità più spiccata in sponda destra, perturbata in sinistra per fenomeni di degrado ambientale ed insediamenti antropici alla confluenza con un secondo elemento del reticolo minore, che in passato aveva subito un tentativo di canalizzazione.

Un attraversamento stradale protetto da opere di difesa spondale anticipa una brusca variazione di tracciato del torrente con dissesto sommitale di versante, situazione che si riproduce anche più a valle con crollo di materiali in alveo e ripetute ostruzioni vegetali con interazioni con il regime idraulico del corso d'acqua.

2.4.2. RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

Le aste ascritte al Reticolo Idrico Minore sono tutte rappresentate da affluenti di sinistra del Torrente Lura:

- **Roggia Livescia**: ha origine da fontanili localizzati al confine tra i comuni di Villaguardia e Cassina Rizzardi, prosegue nel territorio di Fino Mornasco, per poi entrare nel Comune di Cadorago e confluire nel Lura in corrispondenza della zona industriale posta immediatamente a nord dell'intersezione tra Via Roma e Via Marconi.

  Il regime idraulico di questo corso d'acqua è prettamente torrentizio, caratterizzato cioè da periodi di piene e di magre che si alternano in funzione delle precipitazioni meteoriche, con una portata residua (di magra) che viene garantita dal ritardo con cui l'acquifero rilascia l'acqua d'infiltrazione.
- Proseguendo verso meridione, si individuano altri **due rivi**, con modesti rami tributari provenienti dal territorio comunale di Fino Mornasco, il secondo dei quali scorre in una valle molto incisa, che si snoda, con andamento subparallelo ad un lungo tratto della S.P. 26, immediatamente ad ovest dell'abitato di Bulgorello.
- Nell'ambito dell'esteso pianalto collocato nel settore orientale del territorio comunale, tra l'abitato di Bulgorello ed il confine con il Comune di Vertemate con Minoprio, si sviluppa un reticolo di fossi, a ridottissima pendenza, che regimano anche depressioni morfologiche soggette a fenomeni di impaludamento e che confluiscono a formare la **Roggia Murella**. Quest'ultima prosegue in direzione sud nel territorio di Bregnano, per poi confluire nel Lura.

2.5 CARATTERISTICHE DEL SUOLO

La conoscenza delle dinamiche relative all'uso del suolo risulta estremamente importante per la pianificazione territoriale in quanto consente di acquisire lo stato attuale dei luoghi come risultante delle modificazioni intervenute in passato e di monitorare quelle in atto, prefigurando anche quelle future.

A partire dall'analisi effettuata negli anni '90, nell'ambito del Programma Europeo Corine Land Cover, Regione Lombardia ha realizzato uno strumento di analisi e monitoraggio dell'uso del suolo omogeneo su tutto il territorio nazionale indicato con l'acronimo DUSAF (*Destinazione d'Uso del Suolo Agricolo e Forestale*).

Nel paragrafo seguente si riporta una breve sintesi dei dati attualmente disponibili per quanto concerne i livelli informativi relativi all'uso del suolo per l'aggiornamento DUSAF 5.0 del 2015 realizzato sulla base della fotointerpretazione delle aerofotogrammetrie Agea; la consultazione dei suddetti dati è avvenuta nell'ambito dell'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale della Lombardia (IIT) tramite il GEOPortale di Regione Lombardia (www.cartografia.regione.lombardia.it).

I dati relativi alle ortofoto 2015 potrebbero in parte differire in merito alla classificazione delle aree rispetto alle precedenti versioni dei DUSAF in relazione al maggior dettaglio delle ortofoto 2015.

2.5.1. BANCA DATI DUSAF[2]

La banca dati è relativa all'uso del suolo del progetto DUSAF (*Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali*) per tutte le province della Lombardia, ed è realizzata sulla base delle aerofotogrammetrie AGEA 2015 e comprende i livelli informativi relativi a uso del suolo (elementi poligonali) e filari/siepi (elementi lineari).

Nel presente studio viene utilizzata tale base informativa, poiché restituisce una lettura della tipologia della natura del suolo (se naturale, agricolo, antropizzato, etc.) e permette di capire il grado di utilizzo e di sfruttamento, restituendo anche la distribuzione geografica dei vari tipi di terreno all'interno del territorio comunale.

La legenda DUSAF classifica il territorio nelle seguenti n. 5 classi: classe 1 – aree antropizzate, classe 2 – aree agricole, classe 3 – territori boscati e ambienti semi-naturali, classe 4 – aree umide, classe 5 - corpi idrici.

Di seguito, vengono riportati un diagramma a torta di sintesi dei dati DUSAF utilizzati per l'analisi dell'uso del suolo del territorio comunale e la tabella con dettaglio delle principali classi di uso del suolo presenti

2 La legenda DUSAF è strutturata gerarchicamente in 5 livelli di approfondimento; ove i livelli dal 1° al 3° sono generali e definiti in modo conforme alla classificazione Corine Land Cover *per rendere possibile il confronto interregionale, mentre il 4° e 5° livello sono locali, rappresentano le specificità del territorio lombardo e la loro definizione è resa possibile dal ricorso a banche dati ausiliarie di sostegno al fotointerprete. Nel dettaglio, il primo dei suddetti livelli comprende le 5 maggiori categorie di copertura (aree antropizzate, aree agricole, territori boscati e ambienti seminaturali, aree umide, corpi idrici), progressivamente dettagliate al secondo e terzo livello. La cartografia DUSAF viene aggiornata periodicamente con cadenza circa biennale, mediante l'interpretazione di foto aeree rese disponibili da AGEA, secondo il criterio dell'invarianza della struttura geometrica laddove non siano evidenziate variazioni.*

all'interno del territorio comunale e della percentuale di superficie comunale da esse occupata.

Per quanto concerne la rappresentazione cartografica dei dati acquisiti e sintetizzati come precedentemente descritto si rimanda alla "*Tavola 2- Rappresentazione dell'uso del suolo*".

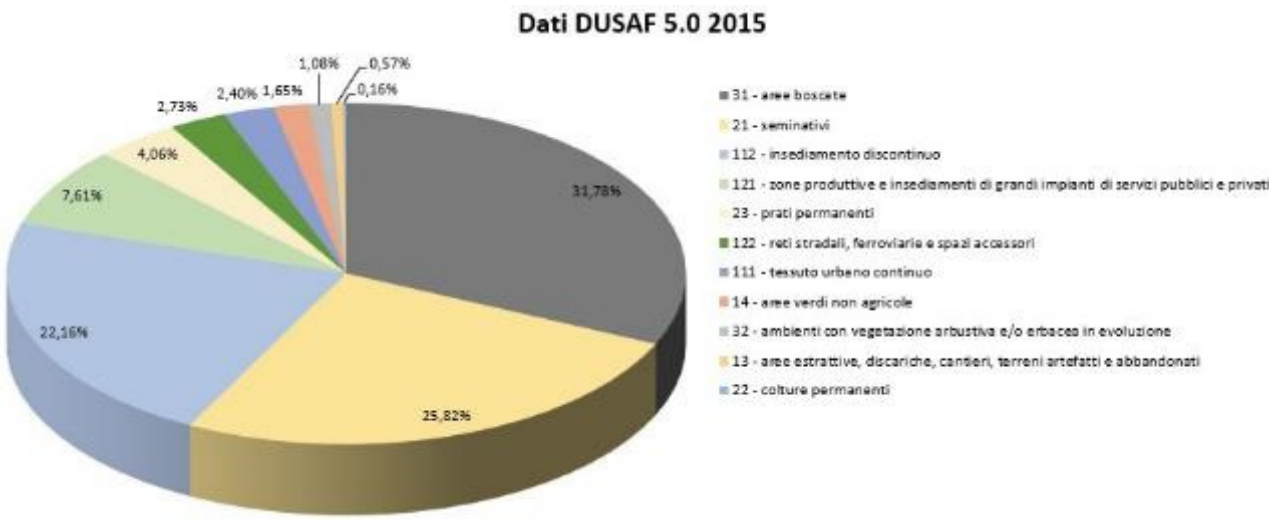


Figura 3: Classi di uso del suolo rappresentate all'interno del territorio comunale
(rielaborazione dati DUSAF 5.0 2015)

Sulla base di quanto riportato nel documento *"Uso del suolo in Regione Lombardia – Atlante descrittivo"* (redatto da Regione Lombardia) e nel dettaglio delle descrizioni della legenda DUSAF, di seguito si forniscono delle sintetiche descrizioni delle tre classi predominanti di uso del suolo (elencate in ordine di predominanza decrescente) all'interno del territorio comunale di Cadorago; nel dettaglio:

- *Aree boscate (31,78%):* nelle aree boscate, che sono per lo più concentrate nelle porzioni settentrionale, meridionale ed orientale del territorio comunale, predominano i "boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo (codice 31111)";
- *Seminativi (25,82%):* sono dislocati nella parte centro-orientale e in quella occidentale del territorio comunale in prossimità del confine comunale con Guanzate; si tratta di terreni interessati da coltivazioni erbacee soggetti all'avvicendamento o alla monocoltura (ad esclusione dei prati permanenti e dei pascoli), terreni a riposo, terreni delle aziende orticole e floricole speciali, orti familiari (esclusi quelli interni alle residenze private), seminativi in aree irrigue;
- *Insediamento discontinuo (22,16%):* si tratta degli spazi caratterizzati dalla presenza significativa di edifici; in generale, edifici, viabilità e superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non

trascurabili (coprendole per una estensione compresa tra il 10 e l'80%).

Pertanto, sulla base dell'analisi condotta è possibile considerare il territorio di Cadorago mediamente urbanizzato (circa il 35% dell'intero territorio comunale).

Livelli DUSAF 5.0	% di superficie occupata
31 - aree boscate	31,78%
21 - seminativi	25,82%
112 - insediamento discontinuo	22,16%
121 - zone produttive e insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati	7,61%
23 - prati permanenti	4,06%
122 - reti stradali, ferroviarie e spazi accessori	2,73%
111 - tessuto urbano continuo	2,40%
14 - aree verdi non agricole	1,65%
32 - ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione	1,08%
13 - aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati	0,57%
22 - colture permanenti	0,16%
Totale	**100%**

Tabella 3: Classi di uso del suolo e relativa percentuale di superficie del territorio comunale occupata (rielaborazione dati DUSAF 5.0 2015)

2.5.2. BANCA DATI ERSAF

Di seguito si presentano gli estratti delle carte pedologiche elaborate da ERSAF in scala di riconoscimento 1:250.000 che consentono l'inquadramento generale delle caratteristiche pedologiche del territorio comunale di Cadorago e delle problematiche connesse con l'utilizzazione della risorsa suolo.

Questi dati sono stati acquisiti mediante consultazione del Geoportale di Regione Lombardia.

Le carte pedologiche sono elaborati complessi che rappresentano la distribuzione geografica dei suoli e ne descrivono i principali caratteri chimico-fisici e le qualità, fornendo informazioni utili a valutare l'idoneità di un territorio ad essere utilizzato per molteplici attività (agricoltura, selvicoltura, urbanistica, industria, viabilità, impianti vari, ricreazione...), costituendo un importante ausilio nella gestione e pianificazione territoriale.

Indicatori di qualità dei suoli

Gli indicatori di qualità dei suoli sono parametri che descrivono le proprietà chimiche, fisiche e idrologiche dei suoli di maggiore interesse per la rappresentazione cartografica e l'interpretazione a fini applicativi. L'analisi del suolo è un passaggio importante per poterne definire le proprietà.

La qualità dei suoli si valuta sulla base delle *proprietà chimiche, fisiche ed idrologiche* che essi possiedono.

Al fine di definire il grado di permeabilità dei suoli e di valutare quanto la differente tipologia di suolo possa determinare un grado di influenza sul deflusso superficiale delle acque, nell'ambito del presente studio si è posta particolare attenzione, ove disponibili, alle caratteristiche fisiche e idrologiche dei suoli presenti all'interno del territorio comunale di Cadorago; di seguito si fornisce pertanto una sintetica descrizione delle proprietà in oggetto.

Proprietà fisiche

- *tessitura:* distribuzione percentuale nella terra fine (particelle con diametro pari a 2 mm) delle frazioni granulometriche (sabbia, limo ed argilla) che la compongono;
- *scheletro:* quantità di frammenti grossolani (granuli con diametro maggiore di 2 mm), costituiti da ghiaie, ciottoli e pietre di diversa natura mineralogica, forma e dimensione, che *riducono* il volume di suolo "attivo" sotto il profilo biochimico e chimico-fisico e *la capacità di ritenzione idrica*.

Proprietà idrologiche

- *permeabilità:* qualità dei suoli che consente ad acqua e aria di muoversi all'interno di essi, risultando una proprietà rilevante nella valutazione dei rischi di vulnerabilità delle acque sotterranee;
- *drenaggio:* capacità del suolo di eliminare gli eccessi idrici;
- *profondità della falda superficiale:* livello della falda superficiale

Di seguito si riporta la rappresentazione della granulometria e della tessitura prevalenti per i suoli cartografati all'interno del territorio comunale. In accordo con quanto esplicato all'interno della Base Informativa dei Suoli (Ersaf, 2013), si distingue tra:

- **tessitura**: frazione di terra fine mediata sul 1° m di suolo dell'UTS dominante
- **granulometria**: terra fine+scheletro mediata sul 1° m di suolo dell'UTS dominante

Come si evince dall'estratto relativo alla **granulometria** dei suoli, nell'intero territorio comunale sono presenti suoli a granulometria franca grossolana, ad eccezione di una ristretta fascia in corrispondenza del limite meridionale del Comune, in cui sono ubicati suoli a tessitura limosa grossolana.

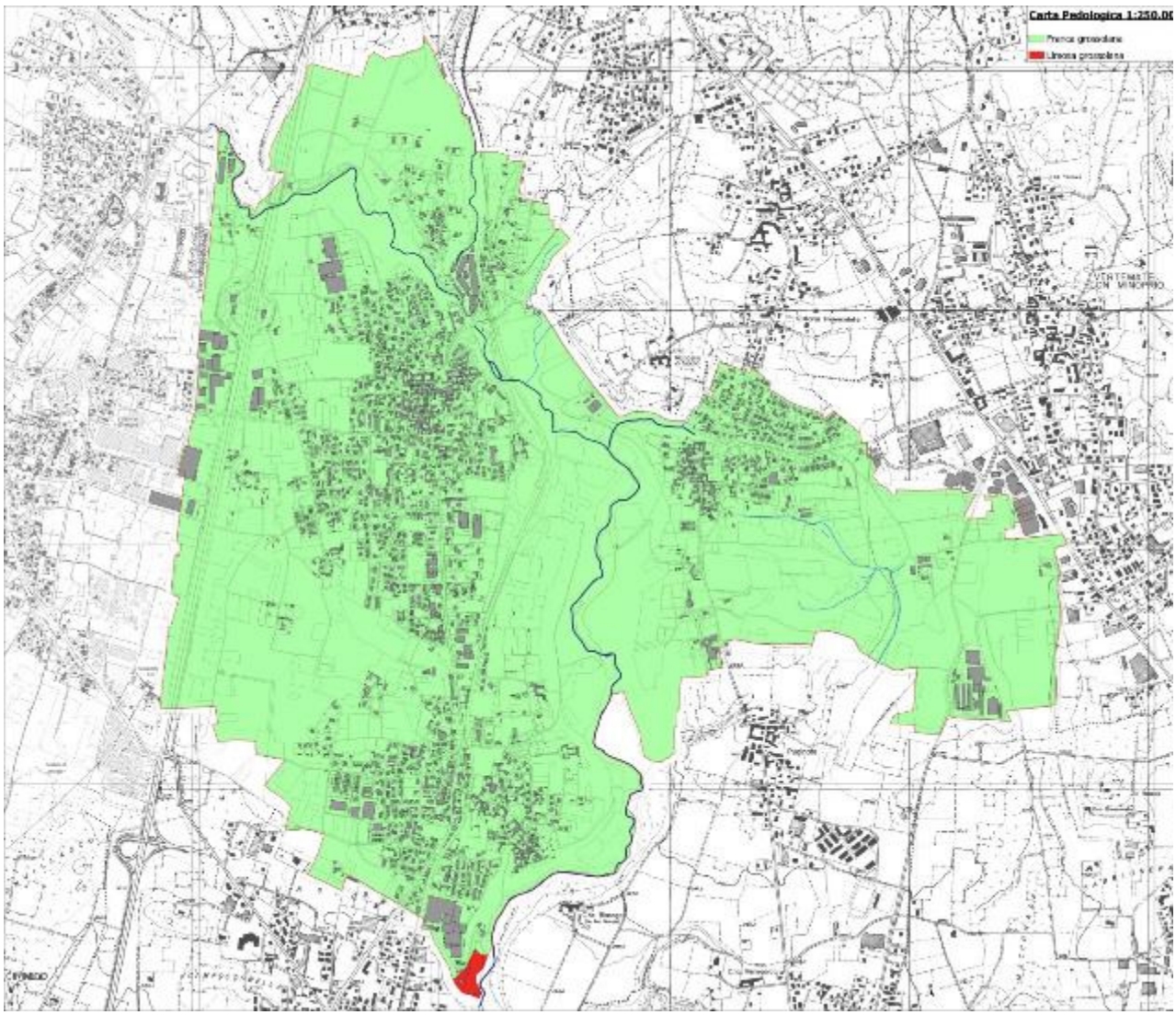


Figura 4: Estratto su scala comunale della carta pedologica in scala 1:250.000 – *Parametro rappresentato: descrizione granulo-metrica* (Fonte: elaborazione di dati ERSAF)

Come si evince invece dall'estratto relativo alla **tessitura** dei suoli, nell'intero territorio comunale sono presenti suoli a granulometria franca limosa, ad eccezione di una fascia in corrispondenza del limite sud-orientale del Comune e di un settore a nord-est dell'abitato di Cadorago, in cui sono ubicati suoli a tessitura franca sabbiosa.

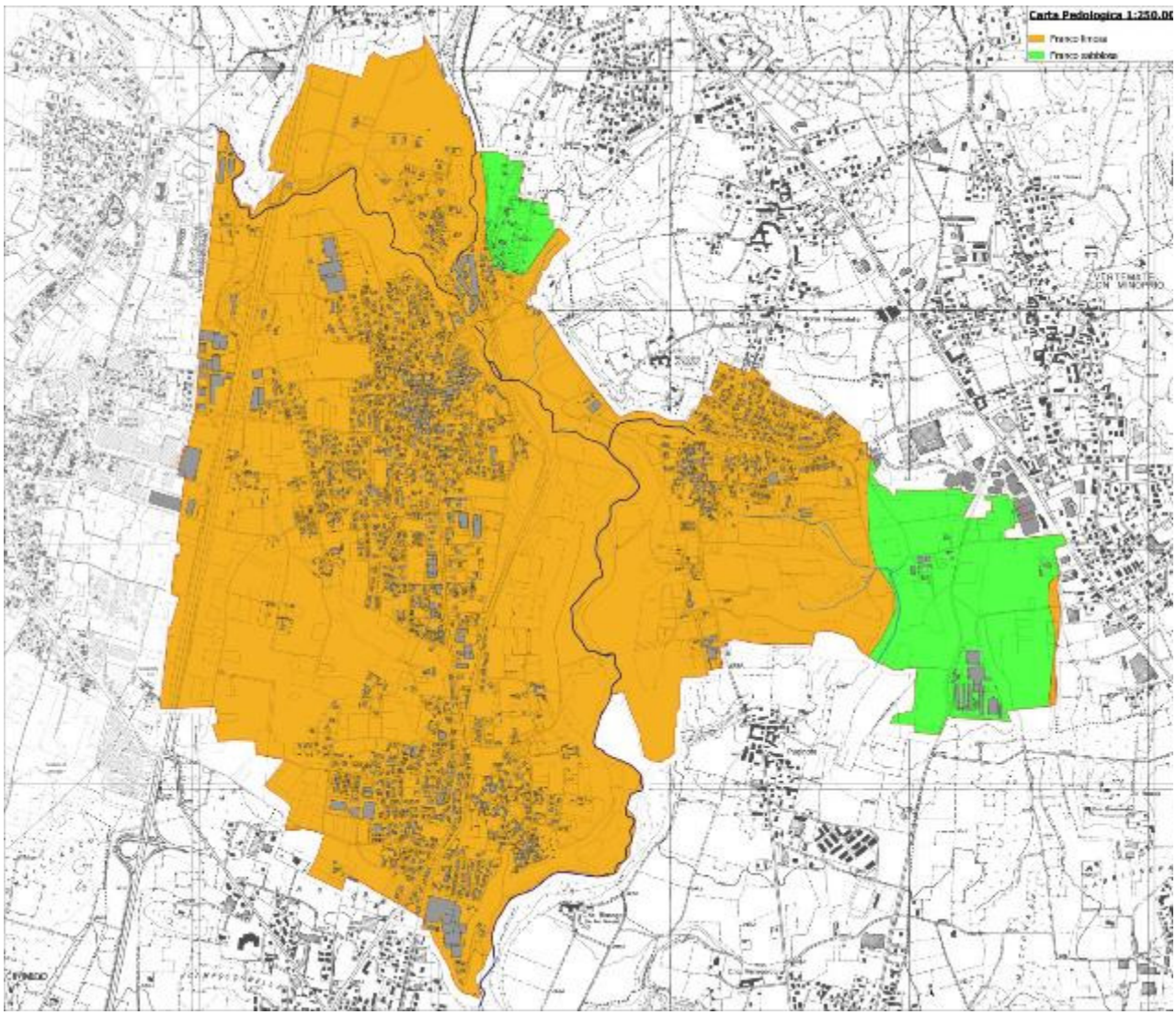


Figura 5: Estratto su scala comunale della carta pedologica in scala 1:250.000 – *Parametro rappresentato: descrizione tessiturale* (Fonte: elaborazione di dati ERSAF)

Di seguito si riporta la rappresentazione della descrizione delle risorse pedologiche definite secondo il World Reference Base for Soil Resources (Base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche) che identifica 30 gruppi pedologici principali.

Nel territorio comunale si hanno suoli genericamente ascrivibili ad un ambiente morfogenetico di tipo glaciale:

- cambisols: tipici di colline moreniche, sono ubicati nello stesso settore del territorio comunale in cui si individuano suoli a tessitura franco sabbiosa;
- alisols: tipici di anfiteatri e terrazzi morenici, affiorano diffusamente nelle stesse aree in cui si individuano suoli a tessitura franco limosa.

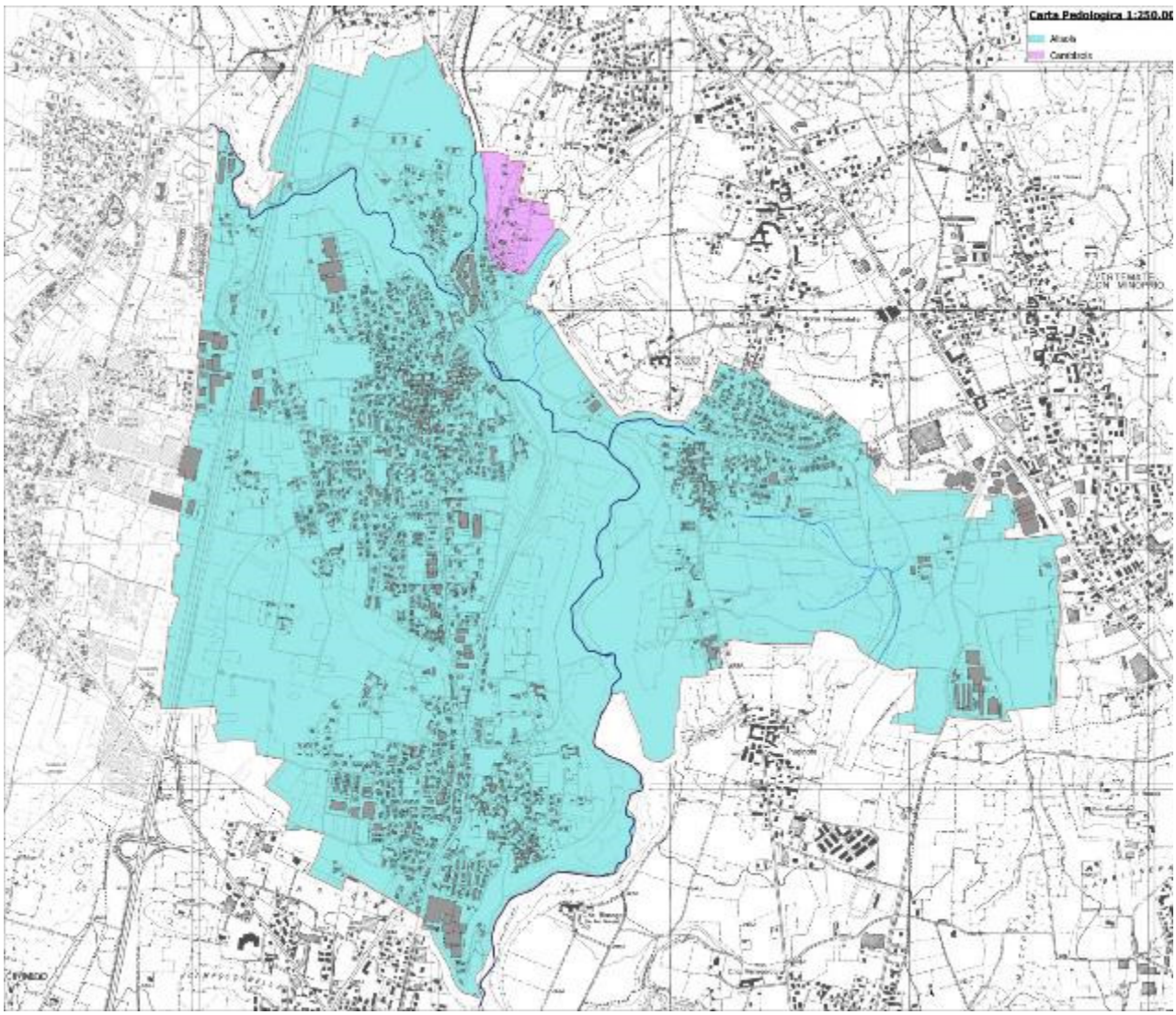


Figura 6: Estratto su scala comunale della carta pedologica in scala 1:250.000 –
Parametro rappresentato: descrizione WRB (World Reference Base) (Fonte: elaborazione di dati ERSAF)

Una descrizione dettagliata delle caratteristiche di questi suoli è presente nella Componente Geologica a supporto del PGT di Cadorago, in corso di approvazione (per maggiori dettagli si rimanda alla Figura 2 della presente disamina).

Di seguito, sono riportate le unità geopedologiche presenti nel territorio comunale, così come descritte nel documento sopra citato.

- **ASI1/ALP1** – L'uso del suolo è costituito prevalentemente da seminativo e secondariamente da bosco. I suoli ASI1 sono molto profondi, a tessitura media o moderatamente fine, con scheletro assente o scarso, reazione subacida, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderata. I suoli ALP1 sono tra i Paleudalf quelli con caratteri pedogenetici meno accentuati e con fronte di alterazione di minor

spessore; infatti l'orizzonte argilloso arrossato ha il limite inferiore intorno a 150 cm, ma può essere più o meno profondo in funzione dell'intensità dell'erosione idrica subita. Sono molto profondi, con scheletro abbondante, tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità,reazione subacida, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderata.

- **CIM1/VRT1** – L'uso del suolo prevalente è rappresentato da seminativi e prati pascolo. I suoli CIM1 sono molto profondi, a tessitura media, con scheletro scarso, reazione acida, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderata. I suoli VRT1 sono molto profondi, con scheletro da comune a scarso, tessitura moderatamente grossolana, neutri, saturazione bassa in superficie e molto bassa in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.
- **CIR1/TLU1** – L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativi avvicendati. I suoli CIR1 sono molto profondi, a tessitura media, con scheletro scarso o assente, reazione subacida, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderata. I suoli TLU1 sono profondi, su orizzonti a tessitura contrastante, con scheletro da scarso a comune fino a 50 cm e abbondante al di sotto, tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità, reazione acida in superficie e subacida in profondità, saturazione molto bassa, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.
- **LUR1/LOM1** – L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativo e secondariamente da bosco. I suoli LUR1 sono moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso-sabbioso, con scheletro frequente, tessitura moderatamente grossolana in superficie e grossolana in profondità, reazione subacida, saturazione bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata. I suoli LOM1 sono sottili, limitati in profondità da orizzonti ghiaiosi, con scheletro comune, tessitura grossolana, reazione subacida in superficie e subalcalina in profondità, saturazione media in superficie e alta in profondità, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.
- **MGG1** – L'uso del suolo prevalente è prato permanente asciutto. I suoli MGG1 sono profondi o molto profondi su orizzonti idromorfi, con scheletro scarso, tessitura moderatamente grossolana o media, reazione subacida, saturazione da bassa a media, non calcarei, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.
- **GIP1** – L'uso del suolo prevalente è prato permanente asciutto e, secondariamente, seminativo. I suoli GIP1 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana, scheletro da frequente a comune, subacidi in superficie e neutri in profondità, con saturazione molto bassa, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

2.6 DATI METEOROLOGICI

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e 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 tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, il presente regolamento definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, con le specificità di cui all'articolo 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005.

Secondo quanto riportato all'Art. 4 del R.R. 7/2017, le acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica e dei vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione sono le acque pluviali, ovvero, secondo la definizione fornita all'Art. 2 del suddetto regolamento, le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'Art. 3 del R.R. 4/2006.

2.6.1. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con l'espressione "altezza di precipitazione in un punto", comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) fornisce una relazione fra altezza [h] e durata [t] della pioggia per un assegnato tempo di ritorno e si determina, nella forma normalmente utilizzata in Italia, con una legge di potenza del tipo di seguito riportato:

$$h = a\, t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Esistono in bibliografia varie equazioni per il calcolo statistico dell'altezza di pioggia, mirate essenzialmente ad un affinamento dei risultati dell'elaborazione ed al contenimento della dispersione dell'errore per tempi di ritorno elevati; tra queste si annoverano in particolare le *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP)* utilizzate da Regione Lombardia.

In particolare, ARPA Lombardia adotta per le analisi idrologiche una linea possibilità pluviometrica espressa con la seguente formula:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

dove:

- D – rappresenta la durata dell'evento meteorica (ore);
- a_1 – rappresenta il *coefficiente di scala* della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento (mm/ore^n)
- w_T – rappresenta il *fattore di crescita in frequenza*, dipendente dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata W a media unitaria

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

  i parametri Ɛ, α, k derivano dall'elaborazione dei dati pluviometrici con metodi statistici derivanti dal metodo dei momenti
- ^{n} – rappresenta l'esponente di scala *adimensionale* con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali

I dati necessari per l'effettuazione di tali valutazioni, riferiti all'intero territorio regionale, sono reperibili on line al seguente indirizzo http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml; di seguito si riporta la schermata introduttiva del sistema cartografico di ARPA Lombardia dal quale è possibile scaricare direttamente i parametri utili alla ricostruzione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) su base oraria (1-24 h) e/o giornaliera (1-5 gg).

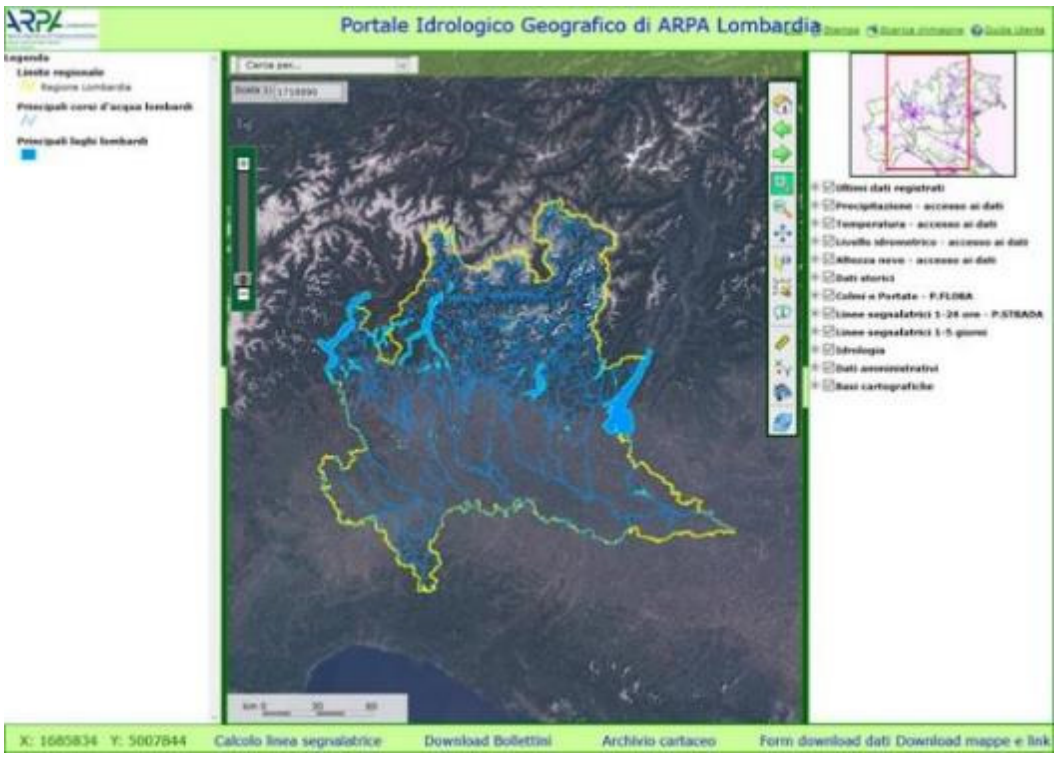


Figura 7: Schermata del portale idrologico di ARPA Lombardia (Fonte: http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml)

Di seguito vengono riportate le tabelle e i grafici relativi ad un punto baricentrico del territorio comunale di Cadorago.

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
vT	0,93702	1,26368	1,48203	1,69303	1,96844	2,17652	2,38531	2,1765205
Durata (ore	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 ann	TR 200 ann	TR 100 anni
1	30,1	40,7	47,7	54,5	63,3	70,0	76,7	70,018662
2	37,9	51,1	59,9	68,4	79,6	88,0	96,4	87,959506
3	43,3	58,4	68,4	78,2	90,9	100,5	110,2	100,51582
4	47,6	64,2	75,2	86,0	99,9	110,5	121,1	110,49732
5	51,2	69,0	81,0	92,5	107,5	118,9	130,3	118,91725
6	54,4	73,3	86,0	98,2	114,2	126,3	138,4	126,27093
7	57,2	77,1	90,5	103,3	120,1	132,8	145,6	132,84205
8	59,8	80,6	94,5	108,0	125,5	138,8	152,1	138,80999
9	62,1	83,8	98,3	112,2	130,5	144,3	158,1	144,29624
10	64,3	86,7	101,7	116,2	135,1	149,4	163,7	149,38735
11	66,4	89,5	105,0	119,9	139,4	154,1	168,9	154,14738
12	68,3	92,1	108,0	123,4	143,5	158,6	173,8	158,62527
13	70,1	94,6	110,9	126,7	147,3	162,9	178,5	162,8593
14	71,8	96,9	113,6	129,8	150,9	166,9	182,9	166,8801
15	73,5	99,1	116,2	132,8	154,4	170,7	187,1	170,71255
16	75,1	101,2	118,7	135,6	157,7	174,4	191,1	174,3772
17	76,6	103,3	121,1	138,4	160,9	177,9	195,0	177,89124
18	78,0	105,2	123,4	141,0	163,9	181,3	198,7	181,26919
19	79,4	107,1	125,6	143,5	166,9	184,5	202,2	184,52348
20	80,8	109,0	127,8	146,0	169,7	187,7	205,7	187,66479
21	82,1	110,7	129,9	148,3	172,5	190,7	209,0	190,70241
22	83,4	112,4	131,9	150,6	175,1	193,6	212,2	193,64448
23	84,6	114,1	133,8	152,8	177,7	196,5	215,3	196,49814
24	85,8	115,7	135,7	155,0	180,2	199,3	218,4	199,26973

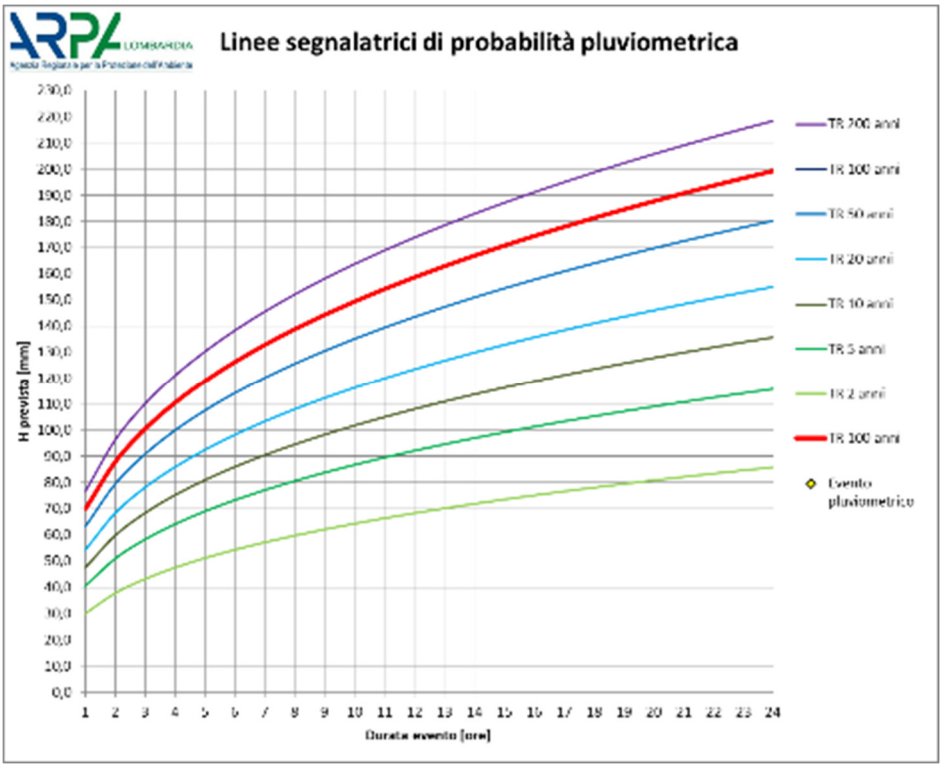


Figura 8 Tabella e grafico della curva segnalatrice 1-24 ore (Fonte: http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml)

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,93838	1,21478	1,40714	1,60086	1,87248	2,08656	2,29197
Durata (gg)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	76,2	98,7	114,3	130,1	152,1	169,5	186,2
1,5	89,3	115,6	133,9	152,3	178,2	198,5	218,1
2	99,9	129,3	149,8	170,4	199,3	222,1	244,0
2,5	109,0	141,1	163,4	185,9	217,4	242,3	266,1
3	117,0	151,4	175,4	199,6	233,4	260,1	285,7
3,5	124,2	160,8	186,3	211,9	247,9	276,2	303,4
4	130,9	169,4	196,2	223,3	261,1	291,0	319,6
4,5	137,0	177,4	205,5	233,7	273,4	304,7	334,7
5	142,8	184,8	214,1	243,5	284,9	317,4	348,7

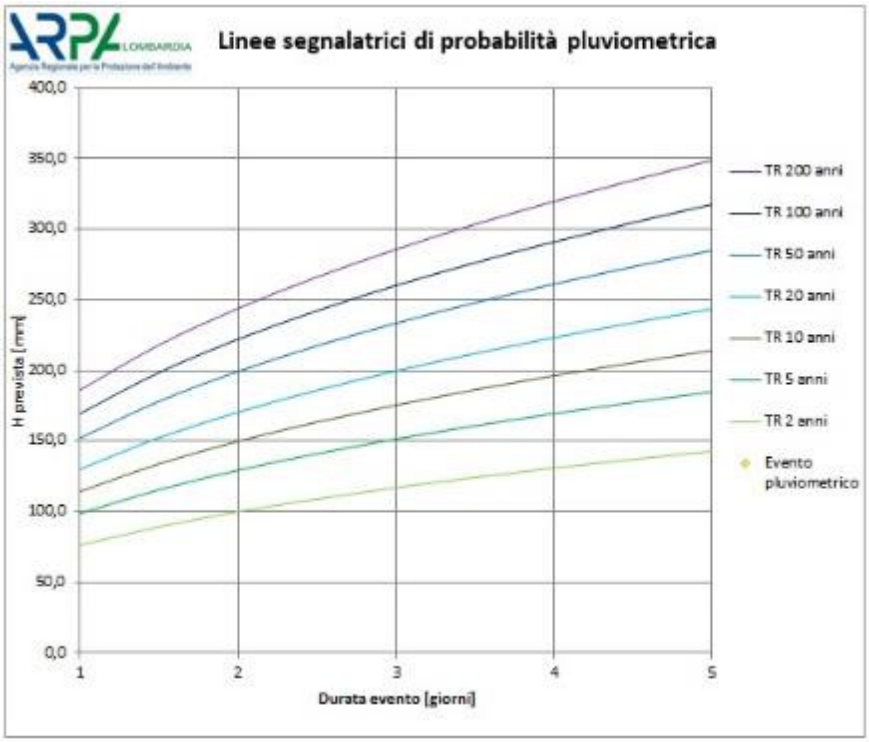


Figura 9 Tabella e grafico della curva segnalatrice 1-5 giorni (Fonte: http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml)

2.7 EVENTI STORICI

Importante rilevanza nel presente studio è ricoperta da episodi collegati alle criticità idrauliche e idrologiche registrati nel corso degli anni sul territorio comunale.

Per lo più si tratta di fenomeni di deflusso superficiale con eccessivo accumulo di acque meteoriche dovuto ad eventi di piogge intense, connessi anche alla morfologia del terreno.

Altro aspetto rilevante è legato ad eventi franosi o ad episodi di esondazione dei corsi d'acqua.

Non esistono per il territorio comunale studi specifici sugli eventi di natura franosa o alluvionale a cui fare riferimento. Inoltre, non sono segnalati eventi rilevanti sia nell'ambito delle banche dati regionali relative al dissesto idrogeologico (banche dati del SIT) che nell'inventario regionale frane e dissesti (GEOIFFI).

Pur in assenza di elementi di dissesto significativi, in base alla memoria storica si possono evidenziate alcune tipologie di eventi da monitorare nell'ambito del territorio comunale; in particolare, si ritiene che gli eventi maggiormente probabili nel territorio comunale siano riconducibili a fenomeni di espansione delle piene del T. Lura che potrebbero provocare allagamenti progressivi dando luogo ad esondazioni in occasione di piene con elevati tempi di ritorno, qualora l'alveo non risultasse sufficiente in alcuni punti del percorso.

In accordo con quanto espresso nella Componente Geologica del PGT di Cadorago, sono infatti individuabili nel territorio comunale aree vulnerabili dal punto di vista della stabilità dei versanti, concentrate prevalentemente in corrispondenza delle sponde del Torrente Lura:

- aree a franosità superficiale attiva diffusa;
- aree potenzialmente franose o esposte a rischio di frana;
- aree a pericolosità potenziale, legata alla possibile mobilizzazione delle coltri superficiali di depositi sciolti, su pendii ad acclività superiore ai 15°.

In base agli eventi storici relativi all'eccessivo deflusso superficiale, si segnalano ristagni di acque meteoriche nelle aree più depresse, nelle immediate vicinanze del centro urbanizzato.

Altre aree sono state scenario di problemi legati alle criticità della rete fognaria, con limitati episodi di ristagno e/o rigurgito.

In tavola 1 sono riportate le aree che risultano più a rischio secondo l'analisi dell'andamento delle linee di deflusso superficiale, nonché la delimitazione di alcune zone piezometriche al di sopra del piano campagna (dati forniti da Lura Ambiente S.p.A.).

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Secondo quanto riportato nell'Art. 7 *"Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione"*, comma 5 del R.R. 7/2017, indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel regolamento per le aree A, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel Piano delle Regole.

Di seguito, si fornisce pertanto una breve descrizione relativa all'inquadramento urbanistico del territorio comunale oggetto del presente studio.

3.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il presente documento prevede la descrizione del territorio comunale dal punto di vista dello sviluppo urbanistico; ciò permette di individuare le zone urbanizzate e quelle ancora a prevalente carattere naturalistico.

Il Comune di Cadorago si trova a circa 13 km dal capoluogo comasco in direzione S-O. Il contesto territoriale è quello dell'alta pianura padana con discreta urbanizzazione concentrata attorno ai vecchi nuclei rurali e con ampie aree esterne dedicate alle coltivazioni o occupate da ampie zone boscate. La parte urbanizzata del territorio si estende lungo un ipotetico asse N-S che attraversa l'intero territorio comunale, con un nucleo isolato nell'estremità orientale del comune, in località Bulgorello.

La rete stradale è caratterizzata dalla presenza dell'autostrada A9 Milano – Como Laghi lungo il lato ovest e dalle seguenti strade provinciali:

- la SP26, che corre in zona mediana in direzione O-E e collega Cadorago con Bulgorello
- la SP30 che, con direzione N-S, unisce il nucleo urbanizzato di Cadorago con Caslino al Piano

C'è inoltre una fitta rete di strade comunali interna al centro abitato.

3.1.1. PTCP

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Como è stato approvato con deliberazione di Consiglio Provinciale n.-59 del 02/08/2006.

In esso viene definita la Rete Ecologica Provinciale, con le varie unità ecologiche, la cui funzione è quella di consentire il flusso riproduttivo delle varie popolazioni di organismi viventi.

Per quanto riguarda il territorio di Cadorago, il PTCP indica la presenza di due elementi costitutivi fondamentali della rete ecologica, quali i Corridoi Ecologici di Secondo livello (ECS), nella parte orientale e sud-occidentale del territorio comunale e le Aree Sorgenti di biodiversità di Secondo livello (CAS).

Sono poi presenti aree classificate come Zone Tampone di Primo o Secondo Livello (BZP-BZS).

Il resto del territorio rientra tra le aree urbanizzate esistenti e previste.

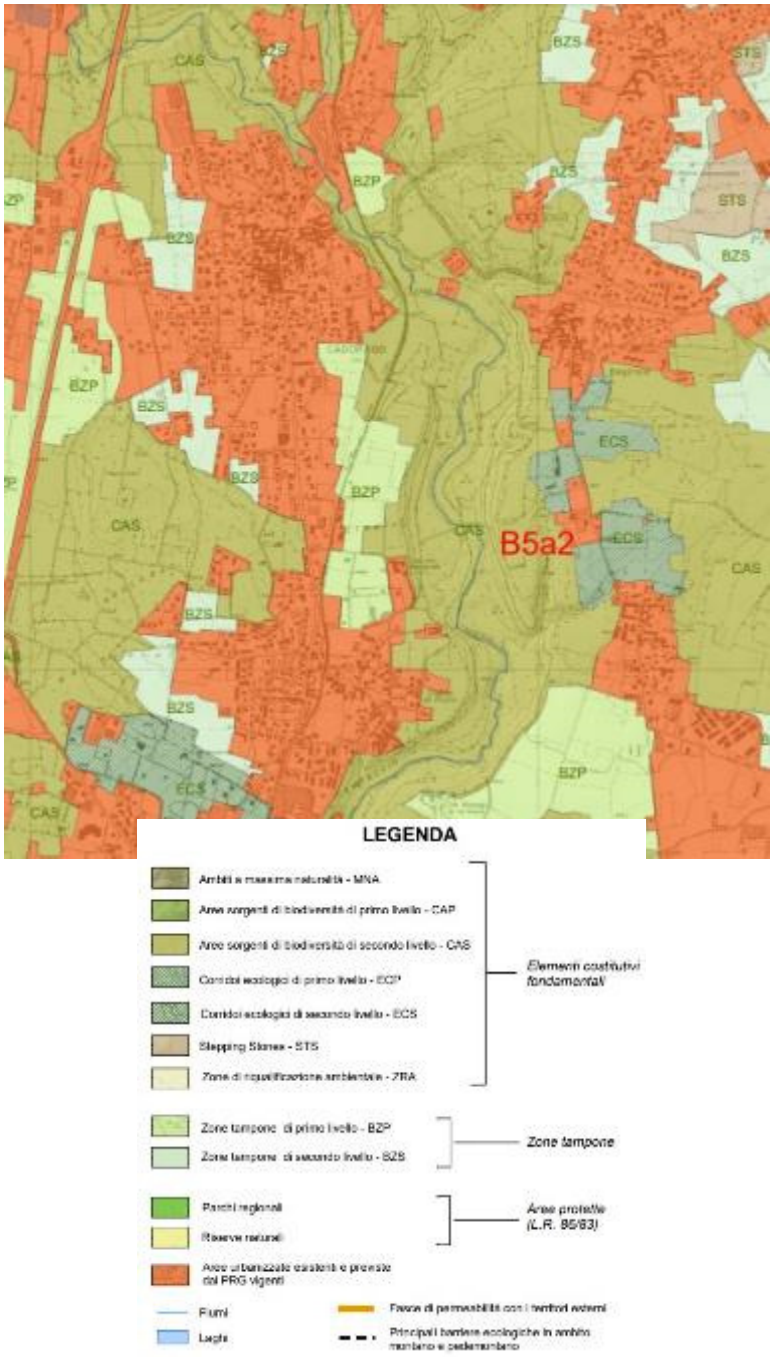


Figura 10: Stralcio tavola Rete Ecologica PTCP Como

3.1.2. PGT

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Cadorago è stato approvato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 45 del 30/09/2010.

In data 23/05/2018, con deliberazione di Consiglio Comunale n. 30, è stata approvata una variante al PGT relativa alla redazione di un nuovo documento di piano e alla variante di Piano dei Servizi e Piano delle Regole.

3.1.3. AMBITI DI TRASFORMAZIONE

Il nuovo Documento di Piano inserito nella variante di PGT individua gli ambiti strategici/di trasformazione, aree nelle quali si ipotizza la realizzazione di nuovi insediamenti o la riqualificazione di aree degradate, nonché i piani attuativi vigenti in fase di realizzazione.

Gli interventi previsti riconfermano 15 aree già individuate dal precedente PGT; collegata all'attuazione degli ambiti di trasformazione (anche tramite l'applicazione del processo di perequazione), all'interno del Piano dei Servizi è stata inserita una vasta area per attrezzature collettive, in particolare per la pratica sportiva.

Secondo la loro ubicazione originale, si distinguono gli interventi che insistono su aree non urbanizzate o su aree agricole o verdi, ma in entrambi i casi limitrofe o contigue con i nuclei abitati del capoluogo e delle frazioni. Alcuni di essi, insistenti su aree produttive, sono ambiti di riqualificazione di zone degradate o dismesse.

Siccome gli ambiti di trasformazione sono da realizzare nel periodo di validità del PGT, è importante fare una ricognizione dello stato di attuazione degli stessi. Laddove un ambito non venisse attuato, gli interventi previsti decadrebbero e l'area continuerebbe ad assumere la destinazione d'uso attuale.

Allo stato attuale, 4 ambiti risultano attuati con trasformazione dell'uso del suolo già avvenuta. Altri 3 sono in fase di attuazione, in quanto hanno concluso o almeno avviato la parte progettuale.

L'area, individuata dal Piano dei Servizi, interessata dal progetto di un nuovo spazio ricettivo per la comunità collegato all'attuazione degli ambiti di trasformazione, si trova nella parte centrale del territorio, ai margini della zona verde del Lura.

3.2 USO DEL SUOLO

3.2.1. AREE PRODUTTIVE

Gli insediamenti industriali e artigianali sono tra i principali produttori di scarichi nella rete fognaria e/o idrica comunale, date le quantità di acqua utilizzata per usi industriali e soprattutto per le grandi superfici

impermeabilizzate che occupano. Importante risulta quindi conoscerne il numero, la superficie impermeabile occupata e la dislocazione, per individuare i possibili punti critici della rete degli scarichi.

A Cadorago, è presente una importante zona produttiva che si snoda lungo l'asse dell'autostrada A9, oltre ad altre aree di piccola/media dimensione nei nuclei abitati.

4. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURE

4.1 SERVIZI SOTTOSUOLO

Il sistema infrastrutturale del sottosuolo comunale riguarda le reti tecnologiche che si sviluppano principalmente al di sotto della rete viaria, e interessa diverse tipologie, quali la rete idrica, la rete fognaria, la rete elettrica, le telecomunicazioni, la rete gas, etc.

4.2 SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

Il sistema fognario delle acque nere e delle acque meteoriche si suddivide in due tipologie:

- La rete fognaria comunale, diramata lungo tutta l'area urbanizzata;
- Il collettore consortile, che raccoglie le acque nere diluite ed è direttamente realizzato da Lura Ambiente Spa

Secondo quanto recepito dal Piano Generale della Fognatura di Cadorago, il sistema fognario comunale si è sviluppato organicamente all'espansione urbana avvenuta a partire dall'immediato dopoguerra, secondo un andamento in direzione nord-sud senza però un concomitante realizzazione di gronde adeguate per il convogliamento delle portate verso i recapiti superficiali: il torrente Lura. A tale recapito, si è aggiunto negli anni '80 il collettore consortile per la raccolta delle acque nere diluite realizzato da parte di Lura Ambiente S.p.A., posto in valle Lura.

Durante gli eventi meteorici intensi il reticolo di drenaggio naturale e il sistema fognario comunale possono considerarsi sconnessi nei punti di scolmo data la distanza e la differente altimetria tra la rete fognaria e il Lura. Tale sconnessione garantisce di conseguenza un rigoroso funzionamento in serie dei due sistemi: il sistema fognario comunale, infatti, raccogliendo le acque meteoriche cadute sulla superficie delle diverse aree scolanti, le sversa nel sistema naturale attraverso manufatti di scarico.

I manufatti di connessione tra reticolo fognario comunale e reticolo superficiale sono sette, ovvero:

- 1/C1 autotrasporti;
- 2/C1 piazza Libertà;
- 2/C2 via Roma;
- 3/C1 via Roma;
- 4/C1 via Don Nessi;
- 5/C1 via Kennedy (S10);
- 6/C1 Caslino;

Tali manufatti sono da classificare come "scaricatori di piena", in quanto entrano in funzione durante le piogge solo dopo che le portate defluenti nei canali fognari hanno superato abbondantemente la frazione di nera di tempo asciutto.

La rete principale si estende a gravità per circa 29.0 km nell'ambito di una superficie urbanizzata di circa 240 ettari, con coefficiente di assorbimento medio pari a circa 0.23.

La caratteristica principale della rete fognaria di Cadorago è la mancanza, ad eccezione di via Kennedy a Bulgorello, di dorsali di grande diametro che, intercettando trasversalmente le tubazioni minori, drenino verso il recapito superficiale le portate meteoriche in eccesso.

L'effetto risultante è di un diffuso grado di criticità con allagamenti, anche di grande entità, su scala comunale.

La problematica più rilevante riscontrata nella progettazione degli interventi finalizzati alla razionalizzazione della rete si rifà pertanto di realizzare dorsali di grandi diametro in direzione ovest-est alla necessità con pendenze del terreno a volte modeste.

Considerando la sola rete comunale sono stati segnalati allagamenti dovuti a funzionamenti in pressione oltre il piano stradale diversi punti del comune.

- Nella zona **nord** si verificano esondazioni localizzate nelle vie Marconi, via Verga, via Puccini, via Volta, via Leopardi, via Dante Alighieri e via Petrarca.
- Nella zona **sud** dell'abitato la maggiore problematica riguarda l'intera zona di via Baracca e via Porro.
- Nel settore di **Bulgorello** si segnalano allagamenti in via Risorgimento, via S. Rocco e in via Borgonovo.

Queste insufficienze si verificano per eventi di 2 anni di tempo di ritorno e vengono appesantite per eventi meteorologici più rari.

5. ANALISI CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ RISCHIO IDRAULICO LEGATO ALL'INVARIANZA

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017, il presente documento semplificato tratta la delimitazione delle aree a rischio idraulico del territorio comunale, definite in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato.

Di seguito, si riporta pertanto una sintesi dei risultati dell'analisi condotta per il territorio comunale di Cadorago sulla base delle fonti citate.

5.1 DATI BIBLIOGRAFICI

5.1.1 DELIMITAZIONE AREE A RISCHIO IDRAULICO CARTOGRAFATE NELLA COMPONENTE GEOLOGICA AI SENSI DELL'ART. 14 COMMA 8 LETTERA A) PUNTO 1 DEL R.R. N. 7 DEL 23 NOVEMBRE E SS.MM.II.

Secondo quanto riportato nello studio geologico a supporto del P.G.T., nel Comune di Cadorago, a partire dalla sintesi delle principali caratteristiche litologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche è stato possibile individuare le seguenti **aree vulnerabili:**

- le aree di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua e/o potenzialmente inondabili;
- le aree soggette a ristagno idrico e/o torbose e paludose;
- le aree interessate da solchi di erosione concentrata.

È stato inoltre individuato lo specchio lacustre artificiale ubicato in Via Porro a Caslino al Piano (Stagno Pasquèè).

Relativamente alla situazione del dissesto idrogeologico compendiata nel S.I.T. della Regione Lombardia e nel Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.P.) della Provincia di Como si osserva che nell'ambito del territorio comunale di Cadorago non è segnalata la presenza di fenomeni franosi censiti.

5.1.2 DELIMITAZIONE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA CARTOGRAFATE PAI – PGRA AI SENSI DELL'ART. 14 COMMA 8 LETTERA A) PUNTO 1 DEL R.R. N. 7 DEL 23 NOVEMBRE E SS.MM.II.

Nell'ambito dell'aggiornamento della componente geologica del PGT di Cadorago, effettuato nel dicembre 2018, sono stati proposti aggiornamenti all'Elaborato 2 del "Piano stralcio per l'Assetto

Idrogeologico del bacino del fiume Po - PAI" (approvato con D.C.P.M. del 24/05/2001) (vedi anche All.3)

e ed alle mappe relative al "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - PGRA" (approvato con D.C.P.M. del 27/10/2016) che, allo stato, non evidenziano nel territorio del Comune di Cadorago la presenza di aree in dissesto e/o aree esondabili.

Nello specifico, per quanto riguarda il PAI, sono state ricondotte alla fattispecie **Fa** (aree interessate da frane attive) i settori interessati da franosità attiva diffusa individuati nell'ambito del presente studio lungo i tratti più acclivi dei fianchi della valle del Lura. Lungo lo stesso corso d'acqua, sulla base dell'analisi morfo-altimetrica dei luoghi, delle evidenze dirette rilevate in sito in ordine alle altezze di piena ed ai riscontri indiretti derivati dalle informazioni acquisite, sono stati perimetrati con classificazione **Ee** gli ambiti potenzialmente soggetti ad esondazioni frequenti (20-50 anni).

Con medesima metodologia sono state individuate fasce esondabili con minore frequenza (50-100 anni), con classificazione **Eb**, lungo il corso dei principali affluenti del Lura, la Roggia Livescia e la roggia di Bulgorello.

Alla classificazione **Em** è stato invece attribuito un limitato settore in sponda destra del Lura posto in prossimità dell'estremo settore nord-occidentale del territorio comunale e potenzialmente soggetto a fenomeni esondativi solo in condizioni di estrema eccezionalità (tempi di ritorno superiori a 100 anni).

In base ai criteri di correlazione definiti dalle normative vigenti, le classificazioni sopra descritte sono state trasposte nelle sottoclassi previste nel PGRA per gli ambiti di Reticolo Secondario Collinare e Montano – RSCM:

- P3H corrisponde alle aree PAI Ee
- P2M corrisponde alle aree PAI Eb;
- P1L corrisponde alle aree PAI Em.

5.1.3 COMPONENTE GEOLOGICA A SUPPORTO DEL P.G.T.: CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Secondo quanto riportato nello studio geologico a supporto del P.G.T., il territorio comunale di Cadorago è stato suddiviso nelle seguenti classi di fattibilità.

Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali gli studi effettuati non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione e all'edificabilità.

Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone per le quali si sono riscontrate modeste limitazioni a scopi edificatori e/o alla

modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine ed accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. La Classe di fattibilità 3 presenta anche le seguenti sottoclassi:

- Sottoclasse 3a: aree a pericolosità potenziale su pendii aventi **acclività superiore ai 15°**
- Sottoclasse 3b: aree ad **elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile**
- Sottoclasse 3c: Aree soggette a **ristagno idrico** e/o torbose e paludose
- Sottoclasse 3d: **Aree estrattive dismesse**
- Sottoclasse 3e: Aree interessate da **accumuli di materiale di riporto**

Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che esclude qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della l. r. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali strutture ed infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico (indipendentemente dal soggetto giuridico attuatore dell'intervento) possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e devono comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio determinato dall'ambito di pericolosità/vulnerabilità. La Classe di fattibilità 4 presenta anche la seguente sottoclasse:

- Sottoclasse 4a: aree a **franosità superficiale diffusa** ed esposte a rischio frana
- Sottoclasse 4b: Aree di **pertinenza idraulica dei corsi d'acqua** e/o potenzialmente inondabili
- Sottoclasse 4c: Aree interessate da **solchi di erosione concentrata**

5.1.4 INTERAZIONE TRA AREE URBANE E RICETTORI

Secondo quanto previsto dall'Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005 e ripreso dall'Art. 3 del R.R. 7/2017

come modificato dall'Art. 3 del R.R. 8/2019, nell'ambito degli interventi edilizi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, di seguito si riportano gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica e di conseguenza richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica:

a) ristrutturazione edilizia, come definiti dall'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; 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. 102/2014;
b) nuova costruzione, come definiti dall'articolo 3, comma 1 lettera e) del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
c) ristrutturazione urbanistica, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f) del d.p.r. 380/2001;
d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera 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 a 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) o di cui al comma 3 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;
e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale, con una delle seguenti caratteristiche:
    - estensione maggiore di 150 m^2;
    - estensione minore o uguale di 150 m^2, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) precedentemente elencate nel presente paragrafo;

Sono inoltre soggetti al rispetto del principio di invarianza, gli interventi relativi alla realizzazione di:

a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche seguenti:
    - estensione maggiore di 150 mq;
    - estensione minore o uguale a 150 mq. Solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c) del comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017;
b) aree verdi sottoposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 dell'art. 3 del R.R. 7/2017 o alla lettera a).

Per quanto concerne gli interventi relativi ad infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano per:

a) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2, del R.R. 7/2006 (Norme tecniche

per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo E (urbana di quartiere), F (locale) e F-bis (itinerario ciclopedonale), così classificate ai sensi dell'articolo 2, d. lgs. 285/1992 (Nuovo codice della strada);

c) gli interventi di potenziamento stradale, così come definito ai sensi dell'articolo 2 del R.R. 7/2006, per strade di tipo E, F e F-bis;
d) la realizzazione di nuove strade di tipo F-bis.

Allo stato di fatto della presente analisi del territorio comunale, è stata effettuata una valutazione dell'interazione tra le aree attualmente urbanizzate e i ricettori individuati secondo la definizione prevista dalla vigente normativa *"corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche"* disciplinate dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii.

Nel dettaglio, come anticipato nei capitoli di inquadramento del territorio, presso il Comune di Cadorago sono stati individuati i seguenti ricettori:

- *corpi idrici naturali:*
  - *Reticolo Idrico Principale:* Torrente Lura
  - *Reticolo Idrico Minore:* Roggia Murella, Roggia Livescia e due rivi minori che confluiscono nel Torrente Lura all'altezza di Bulgorello
  - Stagno Pasquè, bacino idrico artificiale
- *rete di fognatura:* collettore consortile principale

Come osservabile dalla "Tavola 2", le aree urbane che interferiscono con i citati ricettori sono:

Ricettore	Area urbana	Ubicazione entro il territorio comunale
Torrente Lura	Fascia nord-orientale del centro abitato di Cadorago	Fascia centrale secondo una asse N-S lungo l'intero territorio comunale
Roggia Livescia – Roggia Murella (reticolo idrico minore)	Abitato della frazione di Bulgorello	Settore centro-orientale
Stagno Pasquè	Area a nord-est del centro abitato di Caslino al Piano	Settore sud-orientale del territorio comunale
Collettore Consortile Principale	Fascia orientale dell'abitato di Caslino al Piano, settore occidentale di	Fascia centrale secondo una asse N-S lungo l'intero

Ricettore	Area urbana	Ubicazione entro il territorio comunale
	Bulgorello e zona nord-orientale di Cadorago	territorio comunale

Ulteriore aspetto da tenere sotto controllo per l'interazione tra aree urbane e i ricettori è la verifica della presenza di scarichi in corpo idrico (bisognerà monitorare le autorizzazioni rilasciate per tali scarichi o le domande di autorizzazione presentate).

A tal proposito, risulta importante come azione di monitoraggio dell'interazione una corretta attuazione del regolamento di polizia idraulica, con il censimento, oltre che degli scarichi, delle opere interferenti e la relativa applicazione dei canoni di polizia.

5.2 DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO PER INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA AI SENSI DEL R.R. N. 7/2017 E SS.MM.II.

Nell'ambito della redazione del documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015), sono stati sottoposti a verifica idraulica tutti i collettori della rete di drenaggio urbano secondo lo schema corrispondente alle camerette inserite negli archivi di calcolo, mediante l'utilizzo del codice di simulazione InfoWorks CS, rivolgendo l'attenzione principalmente ai collettori di un certo rilievo per cui sono state fornite indicazioni in merito alle soluzioni progettuali (le geometrie con diametri inferiori a 15 cm non sono state inserite nel modello).

Sulla base delle analisi effettuate nel suddetto documento, sono state descritte le maggiori insufficienze rilevate nel territorio comunale e suddivise nelle zone di seguito sinteticamente riportate:

1. ***Rete 1, 2, 3, 4 – zona Nord Ovest***

Le criticità relative a tali reti riguardano in particolare:

- la dorsale di via Marconi, fino allo scolmatore 1/C1 risulta insufficiente con allagamenti;
- la dorsale sotto la S.P. 30 di DN 30 cm causa allagamenti localizzati ed è insufficiente fino all'attraversamento sotto la ferrovia;
- la condotta che parte da via Verdi e prosegue per via Verga è insufficiente fino all'incrocio tra via Verga e la S.P. 30;
- la dorsale di via Don Nessi risulta insufficiente a monte e a valle (verso il collettore consortile) dello scolmatore 4/C1 ivi presente;
- la dorsale lungo via Volta (DN 30 cm), e la trasversale via Puccini, risulta insufficiente a eventi con 2 anni di tempo di ritorno (conseguentemente lo è anche per eventi più rari);
- la dorsale di via Dante Alighieri (DN 30 e 40 cm), che confluisce in via Volta, risulta insufficiente così come sono critiche le condotte che vi si innestano (via Carducci, via Petrarca, via Pascoli e via Leopardi), si generano infatti allagamenti generalizzati;

2. ***Rete 5 – Zona Nord Est - Bulgorello***

L'intervento di sistemazione dello scolmatore 5/C1 e della dorsale di fognatura realizzato da Lura Ambiente S.p.A. ha permesso di risolvere le criticità esistenti nell'area urbanizzata di Bulgorello direttamente allacciate a tale dorsale. Permangono criticità in aree periferiche dell'abitato. In particolare vi sono esondazioni:

- nel tratto finale di via Aldo Moro (DN 30 cm);

- nel nodo di testa di via Don Bianchi (DN 20 cm);
- nei rami a monte dell'incrocio tra via Matteotti (DN 50 cm) e via Borgonovo ossia lungo via Borgonovo stessa (DN 40 cm), via Turati (DN 30 cm), via Monte Bisbino (DN 25 cm) e via Risorgimento (DN 40 e 30 cm);

3. ***Rete 6 – zona Sud - Caslino***

Tra le problematiche di questo comparto si evidenziano:
- gli allagamenti lungo la S.P. 30 fino a quasi l'abitato di Caslino al Piano che interessano anche la trasversale via Vittorio Alfieri e il tratto terminale di via Giovio;
- gli allagamenti presenti in via Cairoli indotti dal fatto che la rete fognaria è allacciata alle altre condotte tramite una stazione di pompaggio che non è dimensionata per far fronte ad eventi meteorici intensi;
- allagamenti in via Baracca nei pressi dell'incrocio con via Belleneuve;
- gli allagamenti e l'insufficienza della condotta di via Da Vinci e della condotta sotto la S.P. 30 che si innesta da sud;
- l'insufficienza di via IV Novembre e gli allagamenti di via Vittorio Veneto (e relative traverse);
- l'insufficienza di via Michelangelo dovuta anche al rigurgito degli allagamenti della S.P. 30 fino all'incrocio con via IV Novembre.

Di seguito si riportano le simulazioni condotte nei diversi scenari descritti; nel dettaglio:

- i tratti di *colore rosso* indicano i collettori insufficienti a convogliare la portata di progetto;
- i tratti di *colore blu* indicano i collettori la cui insufficienza è dovuta a rigurgiti causati da insufficienze localizzate più a valle;
- i tratti di *colore verde* indicano i collettori funzionanti a pelo libero.

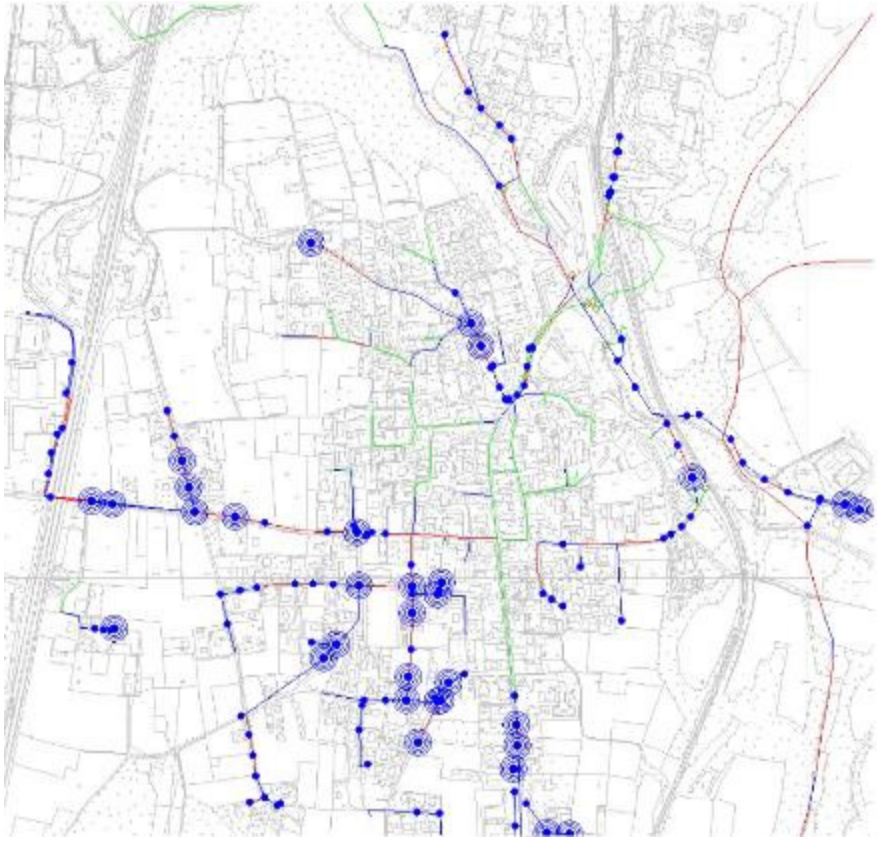


Figura 11: Esempio dell'output della simulazione reti 1, 2, 3, 4 - T 10 anni

(Fonte: "Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago", Studio Paoletti Ingegneri Associati - Settembre 2015)

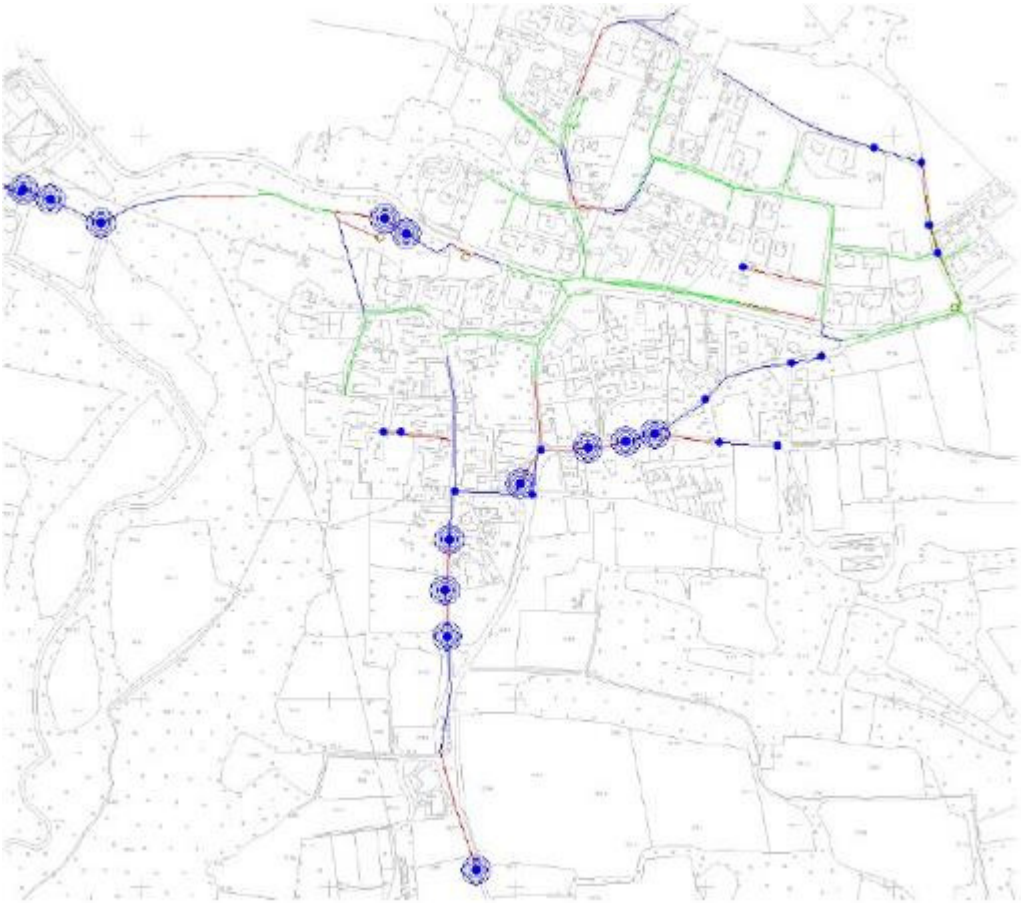


Figura 12: Esempio dell'output della simulazione rete 5 - T 10 anni

(Fonte: "Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago", Studio Paoletti Ingegneri Associati - Settembre 2015)

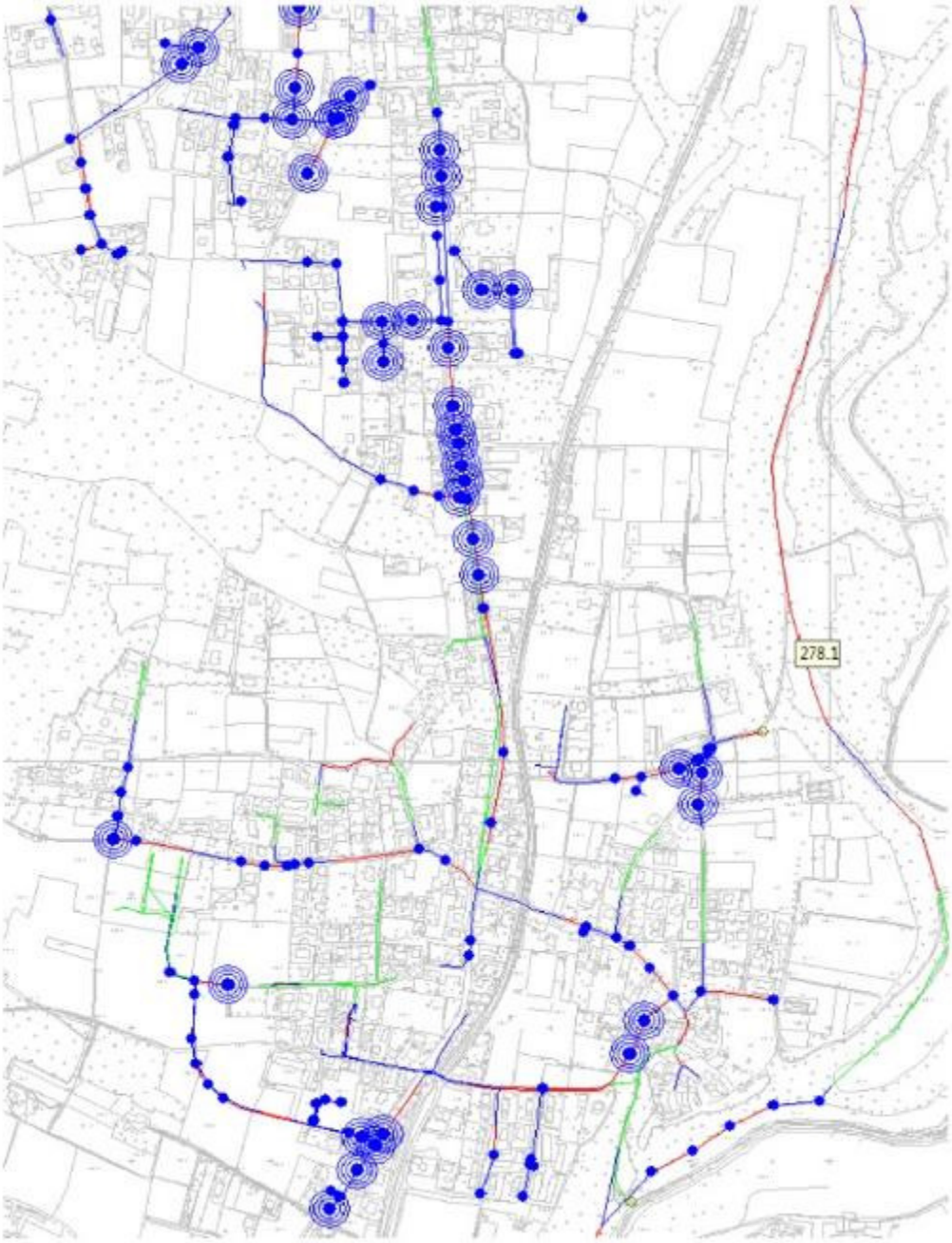


Figura 13: Esempio dell'output della simulazione rete 6 - T 10 anni

(Fonte: "Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago", Studio Paoletti Ingegneri Associati - Settembre 2015)

Per eventuali ulteriori dettagli, si rimanda al documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015).

5.3 LIVELLI PIEZOMETRICI E GRADO DI SOVRACCARICO DELLA RETE

Nell'ambito del già citato documento *"Piano generale della fognatura del Comune di Cadorago"*, a cura dello Studio Paoletti Ingegneri Associati (Settembre 2015), è stata riportata anche l'analisi condotta sui risultati delle simulazioni di stato di fatto per eventi meteorici di progetto con tempi di ritorno pari a 2, 5 e 10.

Mediante l'interpolazione spaziale dei dati numerici, utilizzando il programma Infoworks CS, sono state generate mappe riportanti le linee a ugual livello piezometrico a fissato tempo di ritorno per fornire una rappresentazione grafica delle aree oggetto di maggior affioramento del grado di sovrappressione nei collettori di fognatura.

Tali mappe forniscono, quindi, informazioni inerenti al grado di sovraccarico della rete in una determinata zona del comune e risultano utili per restituire un'indicazione sul maggiore o minore rischio di rigurgiti negli allacciamenti privati al fine di prevedere le opportune cautele (ad esempio necessità di valvole di ritegno).

Il valore espresso in metri relativo ad ogni linea isopieza indica la distanza tra livello idrico in fognatura e il piano campagna, mentre il valore zero indica una situazione di allagamento.

Le suddette aree sono state riportate in *"Tavola 1 – Delimitazione delle aree a rischio idraulico"*, mentre nella seguente tabella vengono riportati i dati relativi ai risultati delle simulazioni di allagamento per i differenti tempi di ritorno considerati.

Tabella 4: Allagamenti per i differenti tempi di ritorno

Tempo di ritorno	T=2	T=5	T=10
Max allagamento puntuale*	950 m^3	1'325.4 m^3	1'571.4 m^3
Allagamento totale sulla rete	6'861 m^3	11'632 m^3	12'429 m^3
Nodi con allagamenti (su 803 nodi)	18%	24%	31%

* il massimo allagamento è individuato nel tratto stradale di via Dante.

6. LA MITIGAZIONE

Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., il documento semplificato del rischio idraulico contiene le seguenti informazioni:

- indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
- indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale.

A tal proposito, si ricorda che le misure strutturali sono state individuate dal Comune con la collaborazione del gestore del servizio idrico integrato, che nel territorio comunale di Cadorago è svolto da Lura Ambiente S.p.A.

Le misure non strutturali, invece, sono individuate dal Comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

6.1 INFILTRAZIONE E MORFOLOGIA

L'infiltrazione è un parametro di notevole rilevanza per l'analisi idraulica di un territorio comunale.

L'infiltrazione è un fenomeno fisico secondo il quale l'acqua presente sulla superficie di un terreno penetra al suo interno sotto la spinta della forza gravitazionale e per il principio della capillarità dei terreni.

Nell'ambito delle acque di scarico, l'infiltrazione avviene naturalmente, lasciandole defluire attraverso il suolo o immettendole nel sottosuolo.

L'infiltrazione risulta compromessa per le superficie impermeabilizzate, quindi per tutti gli ambiti urbanizzati.

Prendendo le informazioni contenute nella componente geologica a supporto del PGT, di seguito vengono descritte le tipologie di terreni presenti, con le relative caratteristiche di permeabilità che favoriscono o meno l'infiltrazione. Questa diventa una prima discriminante per individuare le aree meglio predisposte ad accogliere eventuali misure migliorative per la gestione del rischio idraulico e il rispetto dell'invarianza idraulica.

Come analizzato nello studio geologico e riportato nel paragrafo 2.3.3, nel territorio comunale sono state individuate due macroaree a seconda delle caratteristiche geomorfologiche e litologiche omogenee.

Si distinguono:

- **Terreni con permeabilità variabile da media a ridotta:** in questa classe ricadono i depositi glaciali caratterizzati da alternanze di livelli in cui le granulometrie grossolane prevalgono sui livelli più fini.
- **Terreni con permeabilità variabile da media ad elevata:** in questa classe ricadono i depositi alluvionali attuali e recenti costituiti prevalentemente da materiali grossolani in matrice sabbiosa e con frazione fine scarsa o assente, abbondanti sull'intero territorio comunale.

Pertanto, l'infiltrazione è facilitata in gran parte del territorio comunale, a causa della presenza di abbondanti depositi a granulometria grossolana con permeabilità elevata.

Altra caratteristica dei terreni che influenza la capacità di infiltrazione è la morfologia, in particolare l'acclività delle aree.

Infatti, una elevata acclività superficiale riduce la percentuale di infiltrazione, in quanto l'acqua superficiale su un terreno con forte pendenza scorre con una velocità maggiore che ne riduce la capacità di infiltrarsi, a parità di permeabilità del terreno sottostante.

Il Comune di Cadorago si estende in una zona per lo più pianeggiante, senza profili rilevanti all'interno del proprio territorio.

La zona con maggiore acclività è quella che si sviluppa lungo il corso del Lura, come anche evidenziato nella componente geologica, che la identifica come classe di fattibilità 3, (aree a pericolosità potenziale legata alla possibile mobilizzazione delle coltri superficiali di depositi sciolti, su pendii ad acclività superiore ai 15°) o 4 (aree a franosità superficiale attiva diffusa; aree potenzialmente franose o esposte a rischio di frana).

Nel resto del territorio, vi è una regolare lieve pendenza che da nord-ovest, dove si raggiungono i 326 m s.l.m., si sviluppa verso sud, con punti a circa 280 m s.l.m. in corrispondenza dell'alveo del Torrente Lura.

È quindi importante individuare il posizionamento delle aree permeabili per mitigare gli effetti dell'infiltrazione sulla stabilità dei versanti.

Le aree dove inserire misure in risposta al rischio idraulico devono essere poste preferibilmente in zone a buona infiltrazione, pianeggianti o a valle di zone a forte instabilità, poiché quelle a monte potrebbero provocare lo scorrimento in sottosuolo delle acque infiltrate che andrebbe a peggiorare la stabilità dei versanti.

Da ultimo, approfondendo l'analisi dell'infiltrazione, bisogna analizzare l'eventuale presenza di ostacoli all'infiltrazione, sia dal punto di vista naturale che da quello antropico; infatti, zone boscate, a cespugli o a

coltivazione arbustiva hanno una ridotta capacità infiltrante per la presenza di ostacoli alla caduta sul terreno della pioggia.

Inoltre, la presenza edificatoria a valle dell'area interessata da una significativa infiltrazione risulta critica; infatti, l'acqua penetrata nel sottosuolo potrebbe venire a contatto, e quindi provocare disagi, con le fondazioni e gli eventuali piani interrati degli edifici presenti dopo il terreno permeabile.

6.2 MISURE STRUTTURALI[3]

La collocazione delle opere deriva dall'analisi del territorio del paragrafo precedente; il posizionamento, qualora non fosse già stato realizzato in risposta a problemi di altro genere, quali per esempio il contenimento delle portate di piena di un corpo idrico ricettore, deve avvenire in aree non urbanizzate e permeabili, con capacità di infiltrazione, deflusso superficiale e morfologia favorevoli e in assenza di edifici anche se isolati e quindi con bassa impermeabilizzazione del terreno circostante.

Le misure strutturali individuate nel comune sono riportate nella tavola 3 allegata al presente documento.

Altre aree che possono essere usate come polmone di raccolta delle acque in eccesso dovute alla variazione di permeabilità a seguito di interventi di nuova realizzazione, ampliamento o sistemazione di edifici, vanno ricercate tra le aree verdi, preferibilmente nella piena e immediata disponibilità pubblica, o dove sono presenti anche attrezzature di supporto che ne facilitano l'utilizzo e la gestione.

Sono da escludere le aree che nei PGT o nella pianificazione sovracomunale vengono individuate come di particolare valore paesaggistico, per le loro caratteristiche naturalistiche e paesaggistiche, di rilevanza per la rete ecologica, di rilievo dal punto di vista agricolo. Pertanto, sono sicuramente da escludere le aree comprese nel Parco Lura.

Per quanto sopra esposto, nel Comune di Cadorago si individuano le seguenti aree:

- Aree interessate dagli ambiti di trasformazione in corso di attuazione entro il territorio comunale; in tali aree si può prevedere la realizzazione di vasche di laminazione contestuale alla realizzazione delle opere progettuali previste. Si evidenziano in particolare le aree interessate dagli ambiti AS/1 comparto b di Via Alfieri (dove è prevista la concentrazione degli standard individuati dall'intervento), AS/7 e AS/8;
- Area interessata dalla struttura ricettiva per la comunità in previsione, finalizzata alla pratica sportiva; in tale area, che verrà realizzata in stretta connessione con l'attuazione degli ambiti di trasformazione, sia tramite cessione delle aree a standard sia con l'attuazione del sistema della

[3] RR 7/2017, art. 17, comma 7, lettera a)

perequazione, potrà essere prevista una zona dedicata ad opere di mitigazione e controllo del deflusso superficiale e della rete fognaria comunale (ad esempio una vasca di laminazione opportunamente dimensionata).

In aggiunta, come misura strutturale non ricadente sul territorio comunale, si segnala la vasca di laminazione che verrà posta in territorio di Cermenate all'interno del progetto Pioda 2.020, che sarà al servizio della porzione comunale dell'area della Pioda.

Per quanto riguarda la rete fognaria che riceve, oltre alle acque nere, anche le acque meteoriche la cui quantità recapitata, quindi, dipende dai fattori descritti in precedenza, quali la capacità di infiltrazione e la presenza di vasche di raccolta, possono ricadere tra le misure strutturali da attuare gli interventi previsti nel piano di gestione della rete fognaria redatto da Lura Ambiente S.p.A.

Puntualmente, i più significativi risultano essere:

- **Rete 1, 2, 3, 4 – zona Nord Ovest**

Nella zona Nord Ovest del Comune di Cadorago vengono risolte le criticità presenti intervenendo su rami periferici rispetto al nucleo urbano (ad esempio via Marconi e la S.P. 30) e con progetti finalizzati ad allontanare il drenaggio delle acque dal centro storico.

L'intervento più significativo risulta il progetto della nuova dorsale "Don Nessi" che permette di sgravare il centro storico realizzando nuove tratte fognarie e riconfigurando (cambiando anche il senso di scorrimento) le condotte esistenti. Tale intervento consente di dismettere lo scolmatore 4/C1 tramite la realizzazione di un nuovo manufatto nei pressi del collettore consortile. L'unione di parte della rete 2 (via Volta e relative condotte afferenti) e gran parte della rete 4 consente la realizzazione in lotti dell'opera stessa senza pregiudicarne il funzionamento.

- **Rete 5 – zona Nord Est - Bulgorello**

In tale zona gli interventi consentono di eliminare le criticità residue rimaste a seguito della sistemazione della dorsale di via Kennedy e del relativo scolmatore (5/C1). Le criticità maggiori sono riscontrate in via Moro e condotte afferenti da monte.

- **Rete 6 – zona Sud – Caslino**

In tale rete gli interventi principali riguardano la sistemazione della dorsale nord-sud e la dorsale est-ovest. Il potenziamento della dorsale nord-sud prevede l'incremento dei diametri sotto la S.P. 30, quindi la disconnessione di tale dorsale all'altezza di via Baracca per non gravare sulla parte centrale dell'abitato. Viene quindi incrementato il diametro della condotta di via Baracca e rimodulato lo scarico esistente al fine di renderlo un manufatto scolmatore. Viene inoltre prevista la sostituzione della pompa esistente con

una condotta finalizzata a convogliare le portate nere dal nuovo manufatto scolmatore al consortile.

Si prevede la sistemazione delle criticità nella zona centrale di Caslino al Piano tramite il potenziamento del collettamento a sud modificando le dorsali da via Vittorio Veneto a via Da Vinci incrementando i diametri, e creando nuove interconnessioni tra le reti al fine di ripartire le portate di piena tra le condotte ottimizzando la configurazione esistente e limitando così gli interventi sulla rete.

A completamento di questa analisi, si evidenziano le aree di criticità legate all'andamento del deflusso superficiale, anche in relaziona alla loro ubicazione rispetto alle zone attualmente o in futuro impermeabilizzate.

In fase di analisi il territorio è stato analizzato con l'ausilio di strumenti GIS.

È stato quindi ricostruita la morfologia della superficie territoriale con la messa in evidenza di isoipse a distanza di 1 metro. In seconda battuta sono state definite le linee di deflusso superficiale dell'intero territorio comunale, partendo appunto dalla ricostruzione dell'andamento superficiale del terreno. Esse sono state poi integrate con le curve isopieze dedotte dallo studio geologico e con le isoipse delle curve di livello, ricostruite a partire dalla morfologia comunale.

Grazie a questa analisi territoriale è stato possibile individuare in aree urbanizzate delle criticità a causa di compluvi e tipologia litologica dei terreni.

Le possibili criticità sono da rinvenire tra le aree verso cui convogliano le linee di deflusso, che siano inoltre aree depresse e/o zone con ostacoli naturali o creati dall'antropizzazione.

Pertanto, si individuano due aree critiche per il rischio idraulico perché zone di convogliamento delle acque meteoriche in caso di deflusso superficiale.

Esse sono state evidenziate nella tavola 1 e si tratta di:

- Zona ad uso agricolo ubicata tra via Giosuè Carducci e Via Torquato Tasso, ad ovest del territorio comunale ed in prossimità dell'A9 – Autostrada dei Laghi; in tale area si potrebbero raccogliere le acque delle zone agricole circostanti. Sono presenti inoltre alcuni edifici dislocati lungo la strada;
- Area verde compresa tra Via Cellini, Via Bernini e Via Michelangelo, in cui sono ubicati anche strutture abitative, nel territorio comunale di Caslino al Piano

<u>La prima zona descritta può essere individuata come area di laminazione, prendendo in considerazione le aree limitrofe che intercettino le acque meteoriche convogliate in base alle linee di pendenza del deflusso.</u>

<u>A tal proposito, In prossimità di quest'area va considerato che è prevista la realizzazione di un tratto di circonvallazione stradale (attualmente il progetto è in fase di valutazione di compatibilità ambientale); pertanto, in fase di realizzazione degli interventi previsti, si potranno inserire le necessarie azioni per la</u>

realizzazione del bacino di raccolta delle acque meteoriche.

6.2.1. PROGETTO "PIODA 2.020 - AZIONI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ PAESISTICO–AMBIENTALE E GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE IN AMBITO URBANO E PERIURBANO TRA LA VALLE DEL TORRENTE LURA E DEL TORRENTE SEVESO"

Il progetto si pone come obiettivo prevalente la realizzazione di un sistema di interventi volti ad assicurare una gestione sostenibile delle acque meteoriche in ambito urbano e periurbano, nel rispetto dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica, attuando azioni di miglioramento della qualità paesistico – ambientale nel bacino della Pioda, situato tra la Valle del torrente Lura e la Valle del fiume Seveso.

In linea con il principio dell'invarianza idraulica, l'intervento ha l'obiettivo di favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo in corrispondenza sia delle aree di laminazione delimitate, sia dell'intera estensione del canale. Attualmente, le acque meteoriche, unite alle acque rigurgitate dalla esistente stazione di sollevamento, allagano la porzione settentrionale dell'area della Pioda, che non interessa direttamente il territorio di Cadorago.

L'intervento determinerà la raccolta della porzione più inquinata delle acque e favorirà l'infiltrazione delle acque meteoriche in aree ben definite. La permanenza delle acque nelle aree di laminazione determinerà la sedimentazione dei solidi sospesi, con la conseguente scomparsa del contributo di inquinamento verso il primo orizzonte saturo, con notevole beneficio ambientale.

Il contesto territoriale, che presenta aspetti tipici dei territori urbanizzati dei sistemi insediativi dei Bacini del Lura e del Seveso, è caratterizzato dalla particolarità della assenza di un reticolo idrografico definito che si traduce, durante gli eventi meteorici, anche ordinari, nello sversamento incontrollato in aree prevalentemente agricole, con conseguenti allagamenti frequenti; l'origine in buona parte urbana dei deflussi, e la presenza di reti fognarie non perfettamente separate, aggrava questo problema per la cattiva qualità degli sversamenti stessi.

Il territorio è inoltre caratterizzato dalla recente realizzazione di importanti infrastrutture viarie quali l'Autostrada Pedemontana e la Strada Provinciale TRCO11, entrambe pesantemente interferenti con l'assetto idraulico del territorio.

Le azioni proposte nel progetto hanno come obiettivo quello di invertire la tendenza al degrado paesaggistico – ambientale e si prevede la realizzazione di opere che, oltre al controllo delle tematiche del drenaggio urbano e della protezione idraulica del territorio, sono volte a garantire la riqualificazione ambientale e la valorizzazione naturalistica.

Il progetto ha individuato le aree idonee alla localizzazione degli interventi di drenaggio urbano sostenibile

(SUDS), ed i tratti di reticolo idrografico che si propone di riconnettere. Sono inoltre state individuate, lungo il reticolo, in ambito extraurbano, opportune aree di esondazione controllata e infiltrazione, evitando nel contempo la riduzione della potenzialità agricola nel parco.

Le opere in progetto che interessano il comune di Cadorago, limitatamente ad una stretta fascia in corrispondenza del confine sud-orientale del territorio comunale (foglio 095, mappali 509, 521 e 533), sono le seguenti:

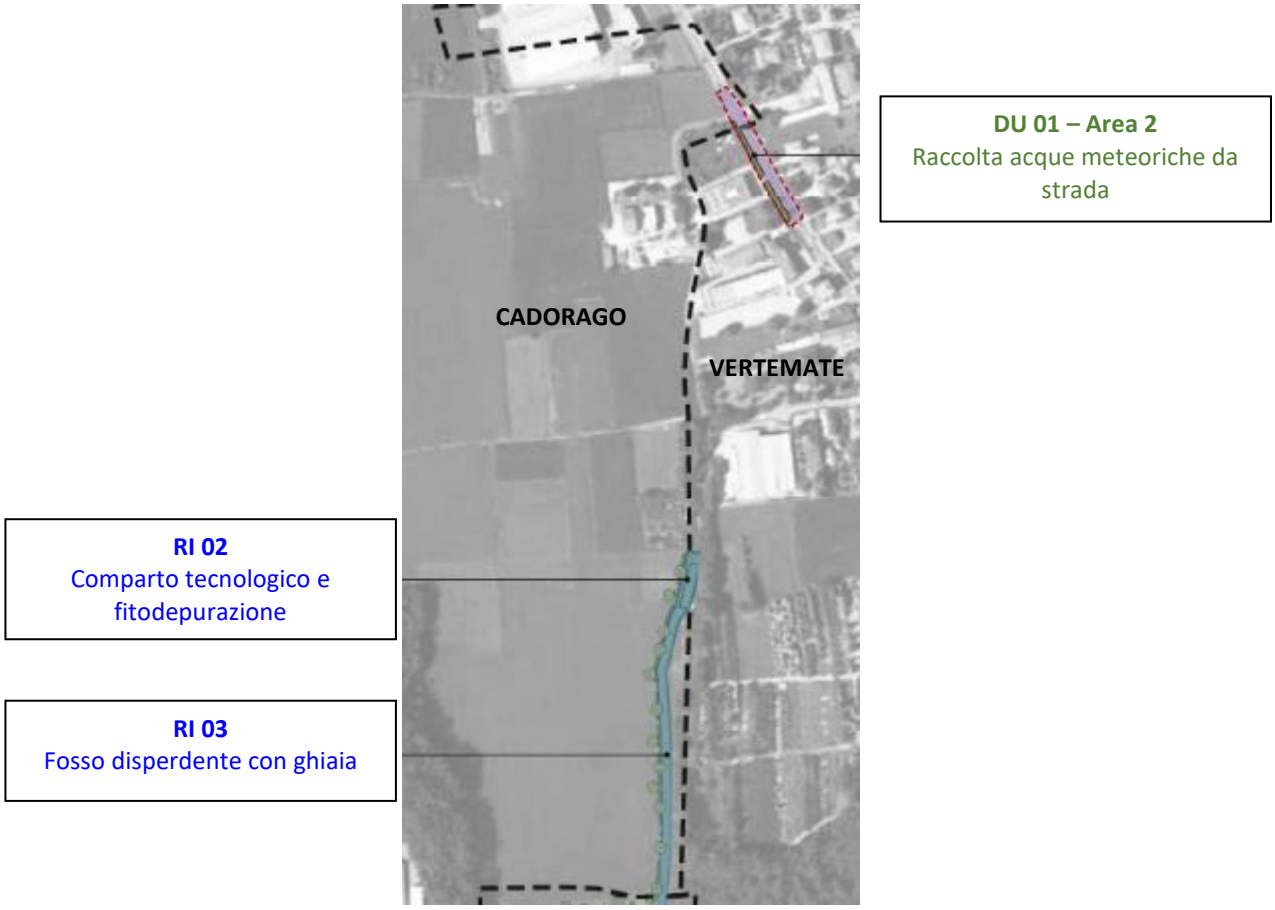


Figura 14: Stralcio della Tavola T.03.01 – Planimetria Generale degli Interventi
(Fonte: Progetto Pioda 2.020 - 2016)

- **DU 01 – Interventi di drenaggio urbano – realizzazione di rain garden**

Si tratta un'area verde situata nel comune di Vertemate con Minoprio ed in minima parte in quello di Cadorago, lungo la SS 35, con una superficie complessiva di circa 400 m^2. Attualmente il fosso di drenaggio presente appare invaso dalla vegetazione e in parte ostruito, compromettendone la funzione di smaltimento e raccolta delle acque. L'intervento prevede la riqualificazione del fosso esistente, aumentandone la profondità e la capacità di ritenuta delle acque (volume stimato di acqua invasabile pari a 70 m^3).

- **RI 02 – Comparto tecnologico e fitodepurazione**

Il progetto descritto prevede di risolvere le problematiche evidenziate in merito al sistema fognario del Comune di Vertemate con Minoprio, legate alla effettiva mancanza di un recapito efficiente, aumentando la capacità di infiltrazione nel suolo e, al tempo stesso, migliorando la qualità delle acque in esso recapitate (in particolare le acque di prima pioggia).

L'obiettivo è raggiunto mediante la realizzazione di un sistema dotato di un volume coperto ed impermeabilizzato, denominato "comparto tecnologico", accoppiato con un sistema di fitodepurazione esterno.

La necessità di realizzare un comparto coperto è legata ai risultati della analisi del funzionamento dell'impianto di sollevamento a servizio della fognatura nera di Vertemate che, a causa della nonperfetta separazione acque nere / acque bianche, entra in sfioro piuttosto frequentemente, sversando sul suolo acque particolarmente inquinate senza alcun trattamento.

Il volume, pari a circa 380 m^3, sarà utilizzato per contenere gli sfiori più frequenti dell'impianto, immagazzinandoli contemporaneamente, e consentire il loro successivo invio a depurazione, tramite l'adiacente impianto di sollevamento.

Il manufatto è inoltre dotato di un comparto nel quale confluirà la fognatura bianca di Vertemate: tale comparto è costituito da un volume di calma/sedimentazione, di una griglia di trattenuta del materiale flottante e di una sonda multiparametrica che consentirà, in tempo reale, di analizzare la qualità delle acque meteoriche in arrivo.

Nell'auspicabile scenario futuro che vede la risoluzione, da parte del gestore, della commistione acque nere / acque bianche, la vasca di accumulo manterrà questa seconda funzione di prima pioggia / emergenza.

- **RI 03 – Canale con vegetazione igrofila e ghiaia drenante**

Come già evidenziato, il bacino della Pioda presenta la peculiarità di non avere da decenni un recapito naturale delle proprie acque.

Per tale motivo, nel progetto si prevede la realizzazione di un reticolo di drenaggio che raccolga le acque di pioggia provenienti dal bacino in oggetto e le convogli in modo "ordinato" verso valle.

Tale reticolo è costituito da un canale principale, lungo circa 2100 m, che si originerà dal comparto tecnologico sopra descritto, dal quale riceverà le acque bianche in arrivo dalla fognatura di Vertemate con Minoprio ed avrà recapito nel sistema di fossi di guardia presenti a lato della nuova Strada Provinciale TRCO11, attualmente in fase di completamento.

Il tracciato planimetrico del canale principale in progetto è stato determinato in funzione dell'orografia del terreno, della presenza di elementi idrogeologici esistenti, come canali e fontanili e delle infrastrutture esistenti.

Per il territorio di Cadorago interessato da tale opera idraulica, si è optato per una Sezione di TIPO 2: fondo largo 6 m e letto in ghiaia drenante.

A completamento di questa parte di intervento, sul territorio di Cermenate, in un'area confinante con Cadorago, è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione (RI 04). Il manufatto resta in fianco al canale, e consta di una vasca ribassata lasciata a nudo e trattata come una semplice vasca di dispersione. L'area di posa della vasca avrà tracciato meandreaggiante con costituzione di un rivolo di minima, mentre l'area circostante sarà colonizzata da vegetazione spontanea. L'andamento meandreggiante sarà favorito dall'inserimento di massi di grandi dimensioni che aiuteranno l'acqua a spostarsi e a scavare dove libera di muoversi. Il volume di laminazione della vasca è pari a 36.650 mc.

6.3 MISURE NON STRUTTURALI[4]

Per prima cosa, si procede all'individuazione di interventi che favoriscano l'incentivazione delle misure strutturali anche per il tessuto edilizio esistente.

Inoltre, vengono attuate politiche di incentivazione al corretto utilizzo delle aree agricole, contrastandone laddove possibile l'abbandono e il degrado, nell'ottica di ottimizzare la capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno naturale.

Il Comune poi provvede alla corretta gestione delle misure di protezione civile previste nel Piano di Emergenza Comunale per la riduzione delle condizioni di rischio in caso del verificarsi di un'emergenza idrica o idrogeologica (attivazione dei cancelli per l'isolamento dell'area e del piano straordinario della viabilità nella zona circostante per favorire gli interventi risolutivi dell'emergenza).

Si rimanda quindi a quanto previsto dal PEC di Cadorago per lo scenario di rischio esondazioni e frane, in particolare ai cancelli di chiusura della viabilità e alle interruzioni stradali ubicati lungo le strade che portano nei settori limitrofi alle aree critiche.

È altresì importante che nell'ambito della protezione civile il piano di emergenza comunale venga aggiornato alla luce dei risultati di codesta analisi.

A tal proposito, nella tavola 4 si riassumono gli elementi principali che andranno tenuti in considerazione in fase di revisione del Piano di Emergenza Comunale.

Qualora si presentassero situazioni di aree produttive dismesse da bonificare e/o riqualificare, il Comune provvederà ad incentivare interventi che privilegeranno la realizzazione di nuove aree a verde o che comunque garantiscano il minor impatto possibile sulla rete degli scarichi idrici.

Compito del Comune, nel rispetto e nel raggiungimento dell'obiettivo del contenimento del rischio idraulico, sarà quello di controllare e monitorare l'applicazione del piano di gestione della rete fognaria e verificare il conseguente ottenimento degli obiettivi che il piano stesso si prefigge.

[4] RR 7/2017, art. 17, comma 7, lettera a)

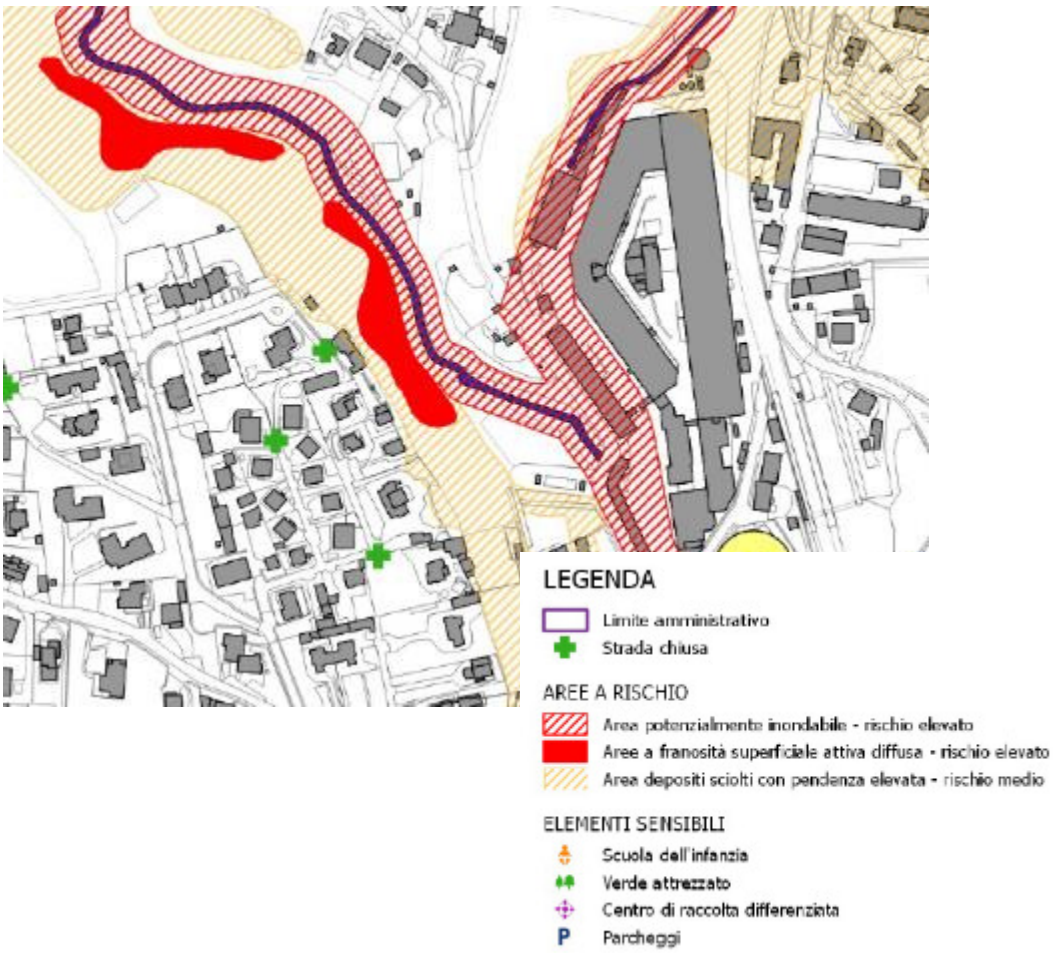


Figura 15: Stralcio della Tavola 3.1a – Scenario rischio esondazioni e frane
(Fonte: Piano di Emergenza Comunale - 2018)

Si specifica altresì che i cancelli stradali presenti nel PEC comunale fanno riferimento alla sommatoria di rischio esondazione e rischio frana presenti nel territorio comunale. È quindi importante verificare quali tra questi siano i più efficaci come misura non strutturale in riferimento al solo aspetto idrologico.

6.3.1. PROGETTO STRATEGICO DI SOTTOBACINO DEL TORRENTE LURA

Facendo riferimento a quanto illustrato nell'elaborato di Progetto Strategico di Sottobacino del Torrente Lura, per ridurre l'esposizione alle criticità che compongono il rischio idraulico possono essere messe in atto interventi mirati a trattenere parzialmente l'onda di piena in modo da poterla poi rilasciare gradualmente, realizzando opere di laminazione o espansione caratterizzati da cospicui volumi di invaso. La carenza di spazi residuali per la collocazione di tali interventi di laminazione (oltre alla difficoltà di individuare suoli idonei e non contaminati da inquinanti) e la necessità di inserimento paesistico-ambientale riducendone per quanto possibile l'impatto sul territorio, rendono la realizzazione di tali opere un processo molto delicato dal punto di vista della governance, oltre che ovviamente molto costoso.

Occorre ricordare che sono inoltre presenti sul sottobacino aree del territorio perifluviale che già il corso d'acqua tende naturalmente ad occupare, quali anse o golene, oppure tratti dove la tipica morfologia a meandro favorisce il rallentamento dell'acqua che, a causa dei vortici, disperde parte della sua energia e velocità; ma anche in questo caso si tratta di superfici ridotte e spesso limitate alla porzione medio alta del sottobacino.

A partire da questa riflessione, risulta ancora più evidente che il macro obiettivo della sicurezza idraulica dovrà essere strettamente legato, oltre che agli altri obiettivi di qualità, a politiche che interessino in modo diversificato il sottobacino favorendo nella parte alta la capacità di ritenuta e rilascio lento delle aree naturali e nelle porzioni a valle le capacità di dispersione, puntando quindi su misure non esclusivamente strutturali e promuovendo cioè una pianificazione virtuosa. La priorità dovrà essere quella di aumentare la resilienza del sottobacino riducendo le cause di pressione derivanti dal collettamento in rete di acque meteoriche e parassite e favorendo la dispersione delle stesse in loco.

Tale operazione sarà evidentemente tanto più efficace quanto più applicata a scala di ambito e richiederà quindi un profondo cambio di approccio rispetto alla gestione e alla trasformazione del territorio. Infine, non per importanza, saranno da favorire quegli interventi di delocalizzazione di attività antropiche in fascia esondabile accompagnati da operazioni di riqualificazione e de-impermeabilizzazione di suolo da restituire al torrente e alle sue funzioni.

Per quanto riguarda il tema "acque sicure", è stata realizzata una zona golenale per la riduzione dei picchi di piena a Lurate Caccivio. È inoltre in corso la progettazione delle "Opere per la riduzione del rischio idraulico, la laminazione controllata delle piene e la riqualificazione ambientale del torrente Lura nei Comuni di Bregnano e Lomazzo", intervento pianificato dall'Autorità di bacino del fiume Po e programmato da Regione Lombardia. L'opera si integra con gli interventi di laminazione previsti lungo la tratta B1 dell'Autostrada

Pedemontana e prevede la realizzazione di tre invasi fuori linea, con una capacità complessiva di 520.000 mc, di cui 340.000 mc dedicati alla laminazione del torrente e 180.000 mc destinati alla regimazione delle acque provenienti dal sistema autostradale e di parte delle acque meteoriche urbane di Cermenate.

A partire da queste esperienze, la futura azione di governance sarà orientata a favorire la realizzazione di interventi finalizzati:

- al completamento dei sistemi di collettamento dei reflui fognari esistenti e al miglioramento dell'efficienza degli impianti di depurazione;
- alla restituzione di naturalità e miglioramento della funzionalità ecologica ai corsi d'acqua del sottobacino;
- alla salvaguardia e riqualificazione del sistema verde lungo i corsi d'acqua, per ricostruire la continuità della fascia vegetale ripariale, per creare o ripristinare aree di collegamento ecologico-funzionale o habitat di interesse naturalistico, per la riqualificazione ambientale dei territori adiacenti ai corsi d'acqua a fini ricreativi e di fruizione;
- alla valorizzazione delle aree perifluviali, anche attraverso la realizzazione di aree di esondazione controllata utilizzando un approccio il più possibile rispettoso della naturalità dei luoghi, in un'ottica multifunzionale che favorisca diverse modalità d'uso nel tempo anche ai fini naturalistici, ricreativi e di fruizione;
- all'invarianza idraulica ed idrologica, così come definite nel regolamento regionale, anche tenendo conto delle esperienze locali già in essere: interventi di de-impermeabilizzazione del suolo, ricorso a sistemi di drenaggio urbano sostenibili (SUDS) nelle aree di nuova edificazione o ristrutturazione, interventi volti a favorire l'aumento dei tempi di corrivazione;
- alla restituzione di acque pulite e di origine naturale al torrente, per aumentarne il fattore di diluizione dei carichi inquinanti: riduzione dell'immissione di acque parassite nelle reti fognarie;
- alla ricarica delle falde e/o di sostegno ai naturali processi di ricarica, riqualificazione e recupero delle sorgenti, diminuzione dei prelievi di acque superficiali o sotterranee;
- alla salvaguardia idraulica del territorio, ovvero quelli previsti nello Studio di Fattibilità dell'Autorità di bacino del fiume Po;
- alla riduzione e il contenimento degli apporti idrici urbani al corso d'acqua durante gli eventi meteorici, attraverso la realizzazione di vasche di prima pioggia o volano.

Tra gli interventi volti a valorizzare i suoli nel loro ruolo di risorsa strategica per la fornitura di servizi ecosistemici, vi è quello finalizzato alla riduzione dei colmi di piena a valle di Lurate Caccivio, progettato e

realizzato nell'ambito del Programma d'Azione del Contratto di Fiume Olona Bozzente Lura, con la formazione di una zona golenale attrezzata di oltre 15.000 mq presso l'area a sud del cimitero di Caccivio, progettata con particolare attenzione agli aspetti ecologico/morfologici.

Un altro importante esempio è la già citata area di laminazione controllata, prevista nei Comuni di Bregnano e Lomazzo, attualmente in fase di progettazione. In un'ottica multifunzionale, l'opera consentirà una migliore fruizione del territorio fluviale da parte della popolazione, territorio (e quindi suolo) che è stato restituito al corso d'acqua.

Nel territorio del PLIS Parco del Lura, oltre a quanto già individuato da AdBPo con il proprio studio del 2003, sono state individuate alcune aree nel Piano Particolareggiato di Attuazione del PLIS Parco del Lura, vigente in tutti i comuni del Consorzio in quanto parte integrante dei PGT, come "aree di vulnerabilità idraulica e idrogeologica" ex art. 16 delle NTA. Tale norma richiama l'importanza del mantenimento o recupero delle aree perifluviali ad uso naturalistico e/o ricreativo. Il perimetro di tali aree potrà essere aggiornato sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni predisposte in attuazione della Direttiva 2007/60.

Inoltre, sono in atto da alcuni anni interventi di realizzazione e recupero di alcuni biotopi umidi per consentire la crescita selettiva della vegetazione lacustre, come ad esempio le zone umide e wetland realizzate a Cadorago e Caronno Pertusella, il "Centro per la biodiversità" a Lomazzo, e gli interventi realizzati nell'ambito del progetto Cariplo "Interventi finalizzati alla conservazione e valorizzazione della biodiversità nel Parco del Lura come progetto strategico per la rete ecologica dell'alta pianura lombarda, un progetto pilota di gestione attiva degli habitat", nei comuni di Guanzate, Bregnano, Cermenate e Lomazzo. Sono stati realizzati anche interventi per la formazione di nuovi boschi, con tecniche di forestazione urbana, come quelli nel Parco del Lura a Saronno, a Rovello Porro e a Caronno P.lla realizzati negli scorsi anni anche in collaborazione con il Parco del Ticino, con la Provincia di Como e di Varese. Recente l'intervento realizzato a Lainate nell'ambito dell'attuazione di un tassello della Rete Ecologica Regionale.

Facendo tesoro di queste esperienze, nella futura azione di governance dovranno essere ulteriormente sviluppati interventi di:

- manutenzione delle opere idrauliche esistenti e difesa del suolo (inteso sia come territorio vasto);
- consolidamento dei suoli attraverso pratiche agricolo forestali;
- messa in sicurezza e bonifica dei siti contaminati;
- riduzione del consumo di suolo, anche attraverso il recupero delle aree dismesse;
- de-impermeabilizzazione del suolo per favorire l'aumento dei tempi di corrivazione;
- incremento della funzionalità ecologica dei suoli;
- conservazione e riqualificazione degli ecosistemi residuali, degli habitat esistenti e delle aree ad elevata

naturalità in coerenza con gli ambiti fluviali nei quali si interviene.

Facendo riferimento alle misure previste dalla direttiva ai fini della riduzione del rischio idraulico sarà indispensabile:

- applicare la misura M2 attraverso la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici vigenti, e il loro eventuale adeguamento, con gli obiettivi e le azioni del presente progetto, soprattutto per quanto riguarda la preservazione del corridoio fluviale multifunzionale, l'applicazione dei principi di invarianza idraulica, la conservazione delle aree golenali e/o il loro ampliamento, anche attraverso la rilocalizzazione (eventualmente attraverso l'applicazione dei principi di compensazione e/o di strumenti perequativi) o l'adeguamento di strutture interferenti o penalizzanti il deflusso delle acque; in sostanza, la restituzione al fiume dei propri spazi;

- applicare la misura M3, favorendo la realizzazione delle necessarie opere di difesa idraulica del territorio e di riqualificazione fluviale, partecipando attivamente all'attuazione e/o finanziamento delle stesse, curando la manutenzione e gestione del reticolo idrico, l'applicazione di buone pratiche finalizzate alla riduzione degli apporti meteorici urbani ai corpi idrici superficiali, anche attraverso il contenimento di nuovi interventi di impermeabilizzazione o la deimpermeabilizzazione dell'esistente;

- applicare la misura M4, attraverso la realizzazione di un sistema di monitoraggio, previsione e allerta a scala di sottobacino, integrato con il più ampio sistema di monitoraggio regionale; attraverso l'adeguamento degli strumenti di pianificazione dell'emergenza ai nuovi strumenti conoscitivi resisi disponibili sulla pericolosità e rischio di alluvione, anche al fine di raggiungere l'integrazione degli stessi a scala di sottobacino; informazione e sensibilizzazione della popolazione afferente al sottobacino relativamente agli obiettivi del presente progetto; formazione di personale specifico addetto a fronteggiare e gestire situazioni di rischio, favorendo il coinvolgimento della popolazione in tutte le sue fasce di età; promozione dello sviluppo di nuovi sistemi di coinvolgimento della popolazione in caso di evento alluvionale (es. sviluppo di app da parte di istituti scolastici locali); organizzazione di esercitazioni di protezione civile a scala di sottobacino; - applicare la misura M5, attraverso l'analisi critica di efficacia degli strumenti di emergenza esistenti a seguito di eventi verificatisi, la periodica revisione e aggiornamento dei dati conoscitivi sui quali si fonda il presente progetto e la conseguente eventuale revisione delle misure da attuare.

Misure in riferimento alla Direttiva Europea 2007/60

M 2 prevenzione
- . M 21 prevenzione inedificabilità
- . M 22 rimozione o delocalizzazione
- . M 23 riduzione
- . M 24 altre misure di prevenzione

M 3 protezione
- . M 31 gestione delle inondazioni naturali, gestione del drenaggio e di bacino
- . M 32 regolazione delle piene
- . M 33 opere di canalizzazione, opere costiere e sulle pianure alluvionali
- . M 34 gestione delle acque superficiali
- . M 35 altre misure di protezione

M 4 preparazione
- . M 41 previsione delle inondazioni e allarmi
- . M 42 pianificazione della risposta alle emergenze
- . M 43 informazione preventiva e preparazione
- . M 44 altre misure di preparazione

M 5 ritorno alla normalità e analisi
- . M 51 ritorno alla normalità individuale e sociale
- . M 52 ripristino ambientale
- . M 53 analisi e valorizzazione

M 6 altro

Progetto strategico di sottocadino del Torrente Lura
CAP 04 | INDIRIZZI, MISURE E AZIONI DEL PROGETTO

LE MISURE NEL GRUPPO 4

Bregnano | Cermenate | Lomazzo
Rovellasca | Rovello Porro

Direttiva 2000/60/CE	Direttiva 2007/60/CE			Effetti su qualità corpi idrici (MAGIS)	Effetti su qualità corpi idrici (PTUA)	Effetti sul RISCHIO IDRAULICO
riduzione scarichi da origini puntuali che possono provocare inquinamento	M3	1.24	**Realizzazione di una gronda di alleggerimento della dorsale di Cermenate e Bregnano lungo l'Autostrada Pedemontana Lombarda** SOGGETTO PROMOTORE: Autostrada Pedemontana SOGGETTI COINVOLTI: Comune di Bregnano, Lomazzo, Cermenate, Lura Ambiente, Ufficio d'Ambito Como COSTO STIMATO: 16.000.000 euro | Studio di fattibilità	0	0	0	+ +
idromorfologia - miglioramento di alcune condizioni morfologiche del corpo idrico	M3	6.10	**Recupero e riqualificazione del reticolo idrico minore Roggia Murella** SOGGETTO PROMOTORE: Consorzio Parco Lura SOGGETTI COINVOLTI: Regione Lombardia, Prov. Como, Ufficio d'ambito Como, Comuni Cadorago e Bregnano COSTO STIMATO: n.d.	0/+	0/+	0/+	+
idromorfologia - miglioramenti del regime idrologico di piena e di magra	M3	7.07	**Opere per la riduzione del rischio idraulico: invaso di laminazione fluviale con interventi di riqualificazione ambientale nei comuni di Bregnano e Lomazzo - lotti 1A primo stralcio, 1A secondo stralcio e lotto Pedemontana** SOGGETTO PROMOTORE: Consorzio Parco Lura SOGGETTI COINVOLTI: Regione Lombardia, Provincia Como, AIO Como, Comuni di Bregnano e Lomazzo, Lura Ambiente spa, Autostrada Pedemontana Lombarda COSTO STIMATO: lotto 1A primo stralcio 8.500.000 euro [DG Territorio]lotto 1A secondo stralcio 4.000.000 euro [DG Ambiente] lotto Pedemontana 9.400.000 [APL]	0	0	0	+ +

6.4 CONSIDERAZIONI GENERALI SUGLI SCARICHI NEI RICETTORI

In termini generali, per quanto concerne *le interazioni tra le aree urbane e i ricettori*, si ricorda che secondo quanto previsto dalla normativa, la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore, che deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili, è dovuta *in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense*. Inoltre, secondo quanto definito all'Art. 7 del R.R. 7/2017, si ricorda che i limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione di:

- caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche;
- differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane, di pianura o di collina;
- dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

Poiché il territorio comunale di Cadorago è classificato come area a criticità idraulica A, secondo quanto previsto dall'Art. 8 del R.R. 7/2017, 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}) che per le aree A è stato valutato pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, a meno che il gestore del ricettore non abbia imposto limiti più restrittivi.

7. CONCLUSIONI

Il presente studio, "Documento semplificato del rischio idraulico comunale", redatto secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 7/2017, art.14, comma 8, rappresenta le attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale di Cadorago e le conseguenti misure strutturali e non strutturali individuate per il controllo e possibilmente la riduzione delle suddette condizioni di rischio.

L'analisi ha portato ad una fotografia delle criticità del sistema idraulico, in particolare legate sia alla rete idrografica che alla rete fognaria.

Per la rete idrica superficiale, i problemi principali sono legati alla presenza del Torrente Lura e alle interazioni che esso ha con gli ambiti urbanizzati e il tessuto infrastrutturale.

Altra criticità riguarda le acque di dilavamento superficiale che seguendo il profilo altimetrico possono andare ad interagire con aree depresse o con gli ostacoli rappresentati dalle aree urbanizzate. Dall'analisi di tali aree sono emerse le seguenti due aree da verificare e monitorare:

- Zona ad uso agricolo ubicata tra via Giosuè Carducci e Via Torquato Tasso, ad ovest del territorio comunale ed in prossimità dell'A9 – Autostrada dei Laghi;
- Area verde compresa tra Via Cellini, Via Bernini e Via Michelangelo.

Per quanto riguarda la rete fognaria, l'analisi fatta dal gestore del sistema evidenzia le criticità legate ai limiti della rete e alle caratteristiche morfologiche del territorio.

Alla situazione attuale andrà aggiunta una verifica degli interventi e delle misure prese nella realizzazione dei piani attuativi (PL) e delle previsioni degli ambiti di trasformazione del PGT vigente, confermati e aggiornati nella variante al PGT approvata.

Il presente documento individua e propone alcune aree adatte per la realizzazione delle misure strutturali previste dal R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., recependo principalmente gli ambiti di trasformazione in attuazione e un'area standard prevista dal Piano dei Servizi entro il territorio comunale, in cui poter individuare la realizzazione di vasche di laminazione in contemporanea alla realizzazione delle opere previste. Recepisce inoltre come area di laminazione la prima area critica sopra indicata.

Viene ribadita l'importanza dell'interazione con gli altri strumenti di analisi delle componenti in gioco, specialmente come controllo dell'effettiva attuazione di quanto previsto in tali strumenti (azioni di risposta allo scenario di rischio idrogeologico del Piano di Emergenza Comunale, piano di manutenzione della rete fognaria del piano di gestione della stessa).

Oltre a quanto previsto dallo studio, si sottolinea come il Comune possa attuare anche le altre azioni

previste dall'art. 15 [5] del Regolamento e ss.mm.ii.

I risultati del presente studio devono essere condivisi, analizzati, implementati e continuamente aggiornati, auspicando un maggior approfondimento delle tematiche sviluppate e una continua interazione con gli altri strumenti prodotti sulla tematica idraulica.

In conclusione, si ricorda che Cadorago è inserito tra le aree A ad alta criticità idraulica; sarà quindi necessario redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico.[6].

Le risultanze che emergeranno dallo studio dovranno essere recepite nel PGT comunale, così come indicato dall'art. 14, comma 5 del RR 7/2017, a livello di componente geologica per la delimitazione delle aree a rischio idraulico (allagabili) e a livello di piano dei servizi per le misure strutturali.

Si raccomanda altresì l'applicazione delle misure non strutturali descritte nel documento.

[5] *Art. 15. (Meccanismi attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile);*

6 RR 7/2017, art. 14, comma 1

AUTORI

Viger srl

Sede legale: Via Morazzone 21 — 22100 - COMO

Sede operativa: Via Cellini 16/C — 22071 Cadorago (CO)

tel. 031.564.933 Fax 031.729.311.44

E-mail: info@vigersrl.it

http://www.vigersrl.it

Dr. Geol. Vittorio Bruno

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 840

Iscritto ALBO Consulenti Tecnici Ufficio del Tribunale di COMO

Dr. Geol. Marco Cattaneo

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 958

Hanno inoltre collaborato

Dr.ssa Mara Fant

Dr.ssa Camilla Cappelletti

Ing. Domenico Redaelli

Como, 9 dicembre 2019

BIBLIOGRAFIA

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2001	*Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"*
COGEO - STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA, DICEMBRE 2018 – *in corso approvazione*	*"Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"*
DOTT. E. BOTTAZZI, GIUGNO 2016	*"Pioda 2.020 - Azioni di miglioramento della qualità paesistico–ambientale e gestione sostenibile delle acque in ambito urbano e periurbano tra la valle del torrente Lura e del torrente Seveso" – Progetto di fattibilità tecnica economica*
ERSAF, 2013	*"Basi informative dei suoli"*
PROVINCIA DI COMO, 2006	*Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*
STUDIO GEOLOGICO DEI DOTT. GEOL. MARELLI MAURIZIO E DOTT. GEOL. DEL PERO GIANBATTISTA, GENNAIO 2004	*"Determinazione reticolo idrico principale e minore ai sensi d.g.r. 25.01.02 n. 7/7868 e d.g.r. 01.08.03 n. 7/13950"*
STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI, SETTEMBRE 2015	*"Piano generale della fognatura di Cadorago"*
STUDIO B&L, MAGGIO 2018	*Variante del Piano di Governo del Territorio, Ddp – PdS – PdR*

ALLEGATI

Tavole

1) Delimitazione delle aree a rischio idraulico e della permeabilità
2) Rappresentazione dell'uso del suolo
3) Misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica
4) Pericolosità idraulica – Elementi rilevanti ai fini dell'aggiornamento del Piano di Emergenza Comunale