



Comune di Pavia

COMUNE DI PAVIA

REALIZZAZIONE AREA PER
SPETTACOLI VIAGGIANTI
COMUNE DI PAVIA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Titolo elaborato :

Relazione di invarianza idraulica

Disegno :

A.06

Scala :X..... Data :24/11/2020..... Agg.to :1.....

1	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA DI VERIFICA	MV	24/11/20		MT	24/11/20		MT	24/11/20	
0	PRIMA EMISSIONE	MV	20/10/20		MC	20/10/20		MT	20/10/20	
REV.	DESCRIZIONE	Nome	Data	Firma	Nome	Data	Firma	Nome	Data	Firma
		REDAZIONE			VERIFICA			APPROVAZIONE		

PROGETTISTA:



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Mauro TRINCHIERI
n. 2055 Pavia Ingegneri Pavia

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO :

(Arch. Silvia Canevari)



Comune di Pavia

REALIZZAZIONE AREA PER SPETTACOLI VIAGGIANTI POP110

Studio dell'invarianza idraulica

Criteria e metodi per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 12/2005 secondo la D.G.R. 20.11.2017 n.X/7372 (R.R. n.7 del 23.11.2017 e R.R. n.8 del 19.04.2019)



Geol. Maurizio Visconti

Ordine Geologi della Regione Lombardia n. 433 AP – sez. A

Corso Milano 2 - 27029 Vigevano (PV)

contatti: 0381-74070 393-9877798

email: m.visconti@studio-visconti.it

p.e.c.: mauriziovisconti@epap.sicurezza postale.it



Luglio 2020

Sommario

PREMESSA.....	3
QUADRO NORMATIVO	5
UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA E DELLE OPERAZIONI IN PROGETTO	11
DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE	12
GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	12
Geomorfologia.....	12
Geologia e Litologia.....	12
Idrogeologia.....	13
CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI - P.G.T. COMUNALE (estratto)	15
CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - P.G.T. COMUNALE (estratto).....	16
DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA.....	19
VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE E CLASSIFICAZIONE DELL'AREA	20
VALUTAZIONI IDROLOGICHE	21
CALCOLO DELLA SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE	26
MODELLO STRATIGRAFICO DELL'AREA IN ESAME	27
INTERVENTI PROGETTUALI PER L'INVARIANZA IDRAULICA	29
CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	30

L'area risulterà generalmente libera e pertanto così rappresentabile:

- Superficie con piano di calpestio in misto stabilizzato (miscela di terra granulometricamente stabilizzata) pari a mq. 21.250.
- Viabilità centrale in Levostab 99 (prodotto ecocompatibile, stabilizzante e consolidante, costituito da ossidi inorganici selezionati e fibre polimeriche inerti) pari a mq. 1.075.

L'ipotesi di calcolo per lo studio dell'invarianza idraulica viene però sviluppata in condizioni di utilizzo per spettacoli viaggianti ipotizzando un'occupazione del 40% dell'area rappresentata dalle attrazioni del luna park.

Pertanto:

- Superficie con piano di calpestio in misto stabilizzato (miscela di terra granulometricamente stabilizzata) pari a mq. 12.750 **(S1)**
- Viabilità centrale in Levostab pari a mq. 1.075. **(S2)**
- Coperture delle attrazioni luna park pari a mq. 8.500 **(S3)**

per una superficie totale di mq. 22.325.

QUADRO NORMATIVO

Il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e le modifiche intervenute con il Regolamento Regionale 19 aprile 2019, n. 8 intendono perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo mediante:

- 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
- la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento.

Il Regolamento definisce altresì:

- a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- 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;
- c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito
- 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;
- e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- 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;
- g) la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento.

Non sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica di cui al presente regolamento gli interventi che comportano la demolizione parziale, esclusa quella fino al piano terra e la ricostruzione o il ripristino o la sostituzione o la modifica o l'inserimento di elementi costitutivi che non comportano una maggiore superficie della proiezione sul suolo del filo esterno dell'edificio.

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;

- 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;
- 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;
- d) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- e) 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;
- f) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- g) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne;
- h) 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;
- i) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- j) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- k) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- l) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- m) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica.

Sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi edilizi:

- a) di ristrutturazione edilizia, 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;
- b) di nuova costruzione, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;
- c) di ristrutturazione urbanistica;

d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, con una delle caratteristiche che seguono:

1. di estensione maggiore di 150 mq;
2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);

e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:

1. di estensione maggiore di 150 mq;
2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);

f) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:

1. estensione maggiore di 150 mq;
2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);

g) aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite;

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

h) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;

i) gli interventi di ammodernamento ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale»;

j) gli interventi di potenziamento stradale per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale»;

k) la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale».

Le corrispondenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono da calcolare in rapporto alla superficie interessata da tali interventi.

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.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto.

Gli interventi soggetti all'applicazione del presente regolamento devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati.

Diversamente, più interventi indipendenti, ma tra loro contigui, possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; a tal fine, la classe di intervento considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica sono applicabili anche all'edificato e alle infrastrutture esistenti non vincolati al rispetto delle prescrizioni di cui al presente regolamento.

Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso.

La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense.

Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili.

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

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

Il Regolamento Regionale (allegato L) propone esempi di sistemi di controllo e drenaggio dei volumi idrici con riferimento alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti.

Per le progettazioni di dettaglio si applica la letteratura tecnica del settore.

Il territorio regionale è suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- a) **aree A**, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;

b) **aree B**, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;

c) **aree C**, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A, le aree inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

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 i seguenti valori massimi ammissibili (ulim):

a) **per le aree A: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;**

b) **per le aree B: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;**

c) **per le aree C: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**

Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi, qualora sia limitata la capacità o ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

Contenuti della relazione tecnica:

1. descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
2. calcolo delle precipitazioni di progetto;
3. calcoli del processo di infiltrazione;
4. calcoli del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
5. calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;
6. calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;
7. dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario, nel ricettore, nel rispetto dei requisiti ammissibili del presente regolamento;

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento.

In ogni caso, i contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica devono essere commisurati alla complessità dell'intervento da progettare.

Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale.

Il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.

Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo.

Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico.

L'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune.

Nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità.

Esempi di metodologie di calcolo dell'infiltrazione sono contenute nell'allegato F del Regolamento Regionale.

Nel caso si debbano realizzare uno o più invasi di laminazione, essi dovranno comunque essere dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

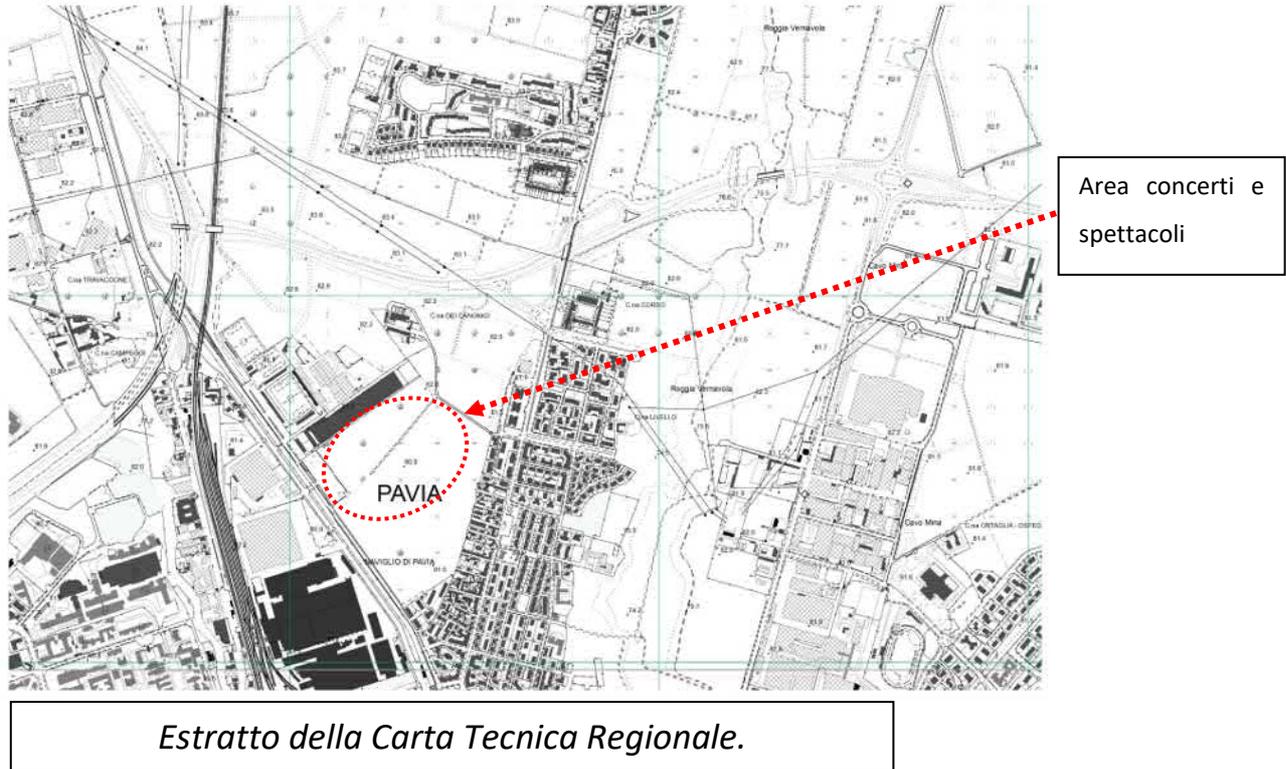
a) **per le aree A** ad alta criticità idraulica: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento – se coeff. $P=0,8$ 640 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile;

b) **per le aree B** a media criticità idraulica: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) **per le aree C** a bassa criticità idraulica: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA E DELLE OPERAZIONI IN PROGETTO

L'area in esame è sita in comune di Pavia, presso lo stadio comunale.



DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

(dati di letteratura di settore e studio geologico PGT comunale – S.G.P. 2012)

Geomorfologia

Il territorio comunale di Pavia, posto per buona parte sul limite meridionale del Piano Generale Terrazzato della Pianura Lombarda, si affaccia ad ovest e a sud sul tratto terminale della valle del Ticino, che incide la pianura e si allarga, unendosi alla piana del Po (Bassa Siccomaria) prima di confluire nello stesso Fiume pochi chilometri più a valle.

La porzione di territorio oggetto di studio è densamente urbanizzata e l'abitato cittadino nasconde i terrazzi alluvionali che, in sponda sinistra orografica, raccordano l'alveo attuale del Fiume al Piano Generale della Pianura (P.G.T. – piano generale terrazzato).

La morfologia originaria è ancora in parte visibile nelle aree periferiche e in quelle in cui, pur in presenza interventi antropici significativi, risultano ancora evidenti alcuni degli originari caratteri morfologici come i piani terrazzati tra Livello Principale della Pianura (alluvioni würmiane pleistoceniche) ed i depositi alluvionali olocenici della valle del Ticino.

L'area di studio, che verrà interessata dall'edificazione della nuova centrale di potabilizzazione, occupa un ripiano posto a quote medie di 66 m. s.l.m., confinante a sud con la scarpata morfologica del fiume Ticino, le cui sponde risultano a quote di circa 54 - 55 m. s.l.m..

Geologia e Litologia

L'assetto geologico dell'intorno dell'area in oggetto (Fig. 59 – Pavia della Carta Geologica d'Italia) è determinato, come la rimanente parte della Pianura, dalla sovrapposizione di una coltre alluvionale sul substrato marino, piegato e fagliato.

La notevole profondità delle strutture terziarie ha contribuito ad un intenso e regolare sviluppo dei depositi fluviali pleistocenici che superano i 250 metri e si presentano a giacitura blandamente monoclinale, con pendenze del 2-3 ‰ verso l'asse padano.

Essi sono costituiti da successioni di materiali sabbiosi, con passate ghiaiose, inglobanti lenti più o meno potenti ed estese di argilla e limo (depositati nelle fasi di "stanca").

La loro origine è riferibile a depositi abbandonati dal Po e dai suoi affluenti (Ticino) susseguentemente alle vicende climatiche che hanno caratterizzato la regione nel Pleistocene (glaciazioni) e nell'Olocene (regolari successioni di magre e di piene).

L'inclinazione degli orizzonti alluvionali, in profondità è maggiore di quella della superficie topografica, mentre tende ad uniformarsi con questa di man in mano che ci si avvicina al piano - campagna.

L'area oggetto della presente indagine è caratterizzata da depositi würmiani (Diluvium recente del Piano Generale Terrazzato), con sabbie e ghiaie superficialmente ossidate, in associazione a locali lenti limose, in zona prossima al passaggio verso l'Alluvium Antico olocenico, caratterizzato da sabbie prevalenti in associazione ad intercalazioni argillose e limose.

Il contatto formazionale tra l'Alluvium Antico e le Alluvioni recenti del Ticino risulta avvicinandosi al fiume, a sud dell'area di indagine.

Idrogeologia

L'idrogeologia dell'area in oggetto è identificabile con quella che caratterizza la zona del Pavese a N del Po ed è totalmente riferibile alle unità idrogeologiche legate alla deposizione alluvionale.

Gli orizzonti ghiaioso - sabbiosi naturalmente idonei per le loro caratteristiche granulometriche ad ospitare acquiferi vengono limitati da lenti argilloso-limose; si viene pertanto a determinare una serie di falde appilate la più superficiale delle quali è freatica mentre quelle sottostanti hanno caratteri di artesianità.

Nel territorio di Pavia sono in linea di massima individuabili, fino alle profondità raggiunte dai pozzi terebrati per l'approvvigionamento idrico ad uso umano, quattro acquiferi, dei quali non è certa a tutt'oggi con i dati a disposizione stabilire con certezza una loro reciproca indipendenza idrologica.

L'alimentazione degli acquiferi più profondi avviene attraverso un meccanismo di flusso lungo strato, con provenienza dai settori settentrionali e quindi con zone di alimentazione, considerata l'acclività degli acquiferi e della struttura geologica nel suo complesso, nell'alto Milanese ove vi sono vasti affioramenti di depositi fluvioglaciali.

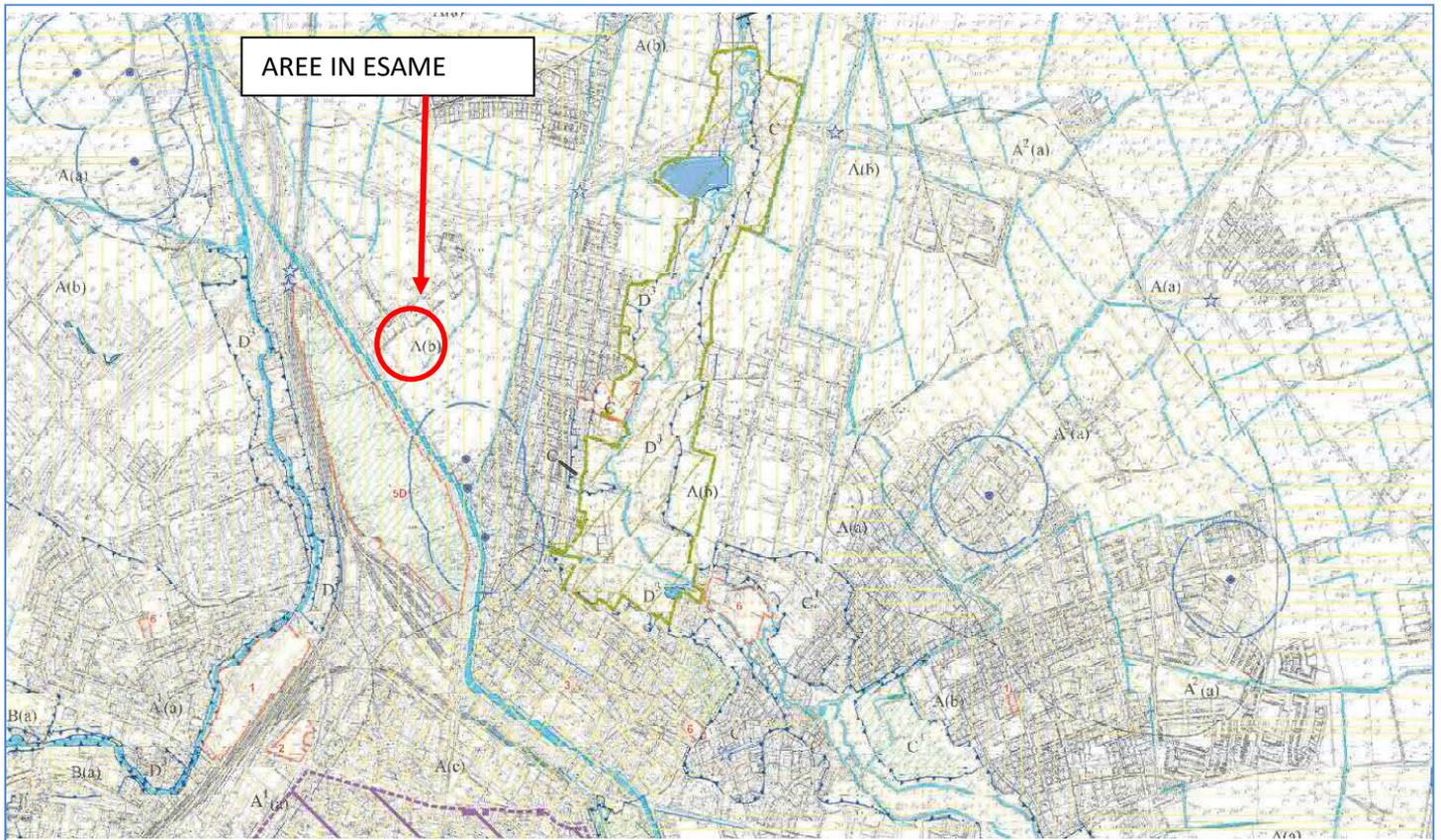
Le escursioni della falda freatica sono influenzate, oltre che dalle condizioni meteo climatiche, soprattutto dalle pratiche irrigue stagionali ed i massimi livelli piezometrici vengono raggiunti nella stagione primaverile ed estiva.

Il livello piezometrico nella zona (margine meridionale del Piano Generale Terrazzato) subisce un progressivo abbassamento per raccordarsi con quello del piano alluvionale delle alluvioni oloceniche, ribassato di circa 9-10 metri rispetto al Livello Principale della Pianura würmiana e la falda ha un senso di flusso preferenziale da N-NE a S-SW, verso la valle del Ticino.

Nel complesso le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni superficiali denotano una buona permeabilità ed una vulnerabilità media-elevata della falda acquifera superficiale.

CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI - P.G.T. COMUNALE (estratto)

Non si riscontrano vincoli che possano impedire lo scarico nel sottosuolo delle acque meteoriche oggetto del presente studio d'invarianza idraulica ed idrologica.



Il territorio comunale è stato suddiviso in distinte unità con caratteristiche idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche confrontabili, identificate da lettere maiuscole (da A a F).

I numeri all'apice e le lettere minuscole tra parentesi al pedice individuano delle sotto-unità.

Le lettere maiuscole in corsivo al pedice individuano la fascia fluviale di appartenenza secondo la terminologia adottata dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Per l'area in esame si rileva l'appartenenza a:

UNITA' A (estratto da relazione geologica – SGP 2012)

MORFOLOGIA: ripiani impostati su depositi alluvionali del “Fluviale recente” (Piano Generale Terrazzato della pianura lombarda), sopraelevati di almeno 10 ÷ 24 m rispetto agli alvei attivi.

LITOLOGIA: sono costituiti prevalentemente da sabbie (spesso alterate in superficie) con sporadici orizzonti a scheletro più grossolano e con intercalazioni a diversa profondità di limi e limi argillosi. Le informazioni geognostiche disponibili consentono la delimitazione sommaria delle zone ove tali intercalazioni sono generalmente presenti:

- dalla profondità di 2,5 ÷ 5 m alla profondità di 6 ÷ 8 m dal piano campagna (A1 (a));
- superficialmente, fino a 3,5 ÷ 5,5 m dal piano campagna (A2 (a)).

IDROGEOLOGIA: è generalmente presente una prima falda sospesa rispetto alla falda principale, a profondità variabile in funzione delle condizioni morfologiche e idrogeologiche locali;

la superficie di tale falda sospesa è generalmente ubicata, in condizioni normali, alle seguenti profondità:

2 ÷ 4 m dal piano campagna o stagionalmente prossima alla superficie (A(a));

5 ÷ 6 m dal piano campagna con escursioni stagionali fino a 3 ÷ 4 m dal piano campagna (**A(b)**); maggiore o uguale a 6 m (A(c)).

La permeabilità e la vulnerabilità della porzione superficiale della successione sono relativamente elevate.

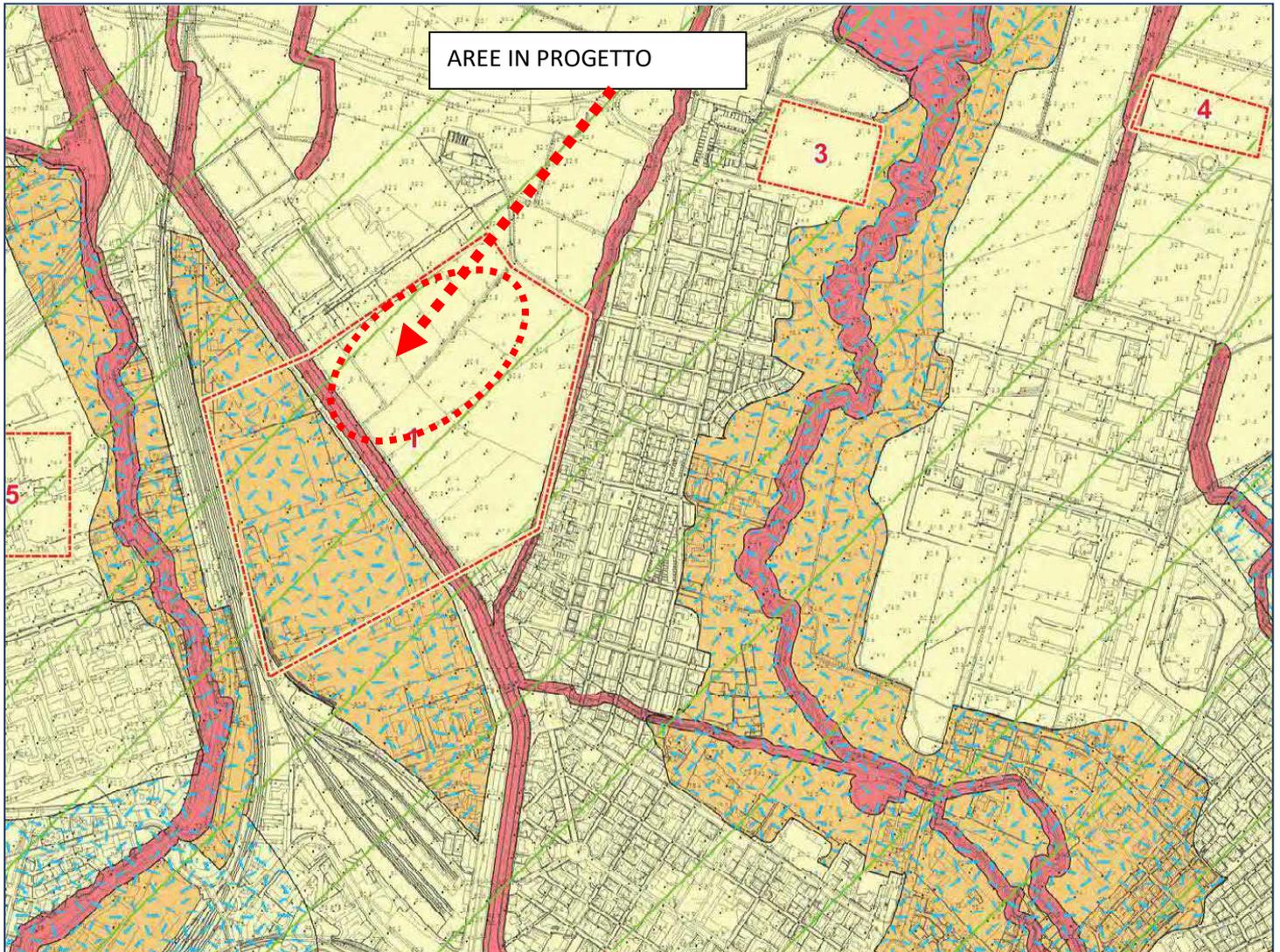
IDRAULICA: aree non inondabili.

L'area destinata agli spettacoli viaggianti ed ai concerti in esame appartiene alla unità A (b).

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - P.G.T. COMUNALE (estratto)

La “Carta di Fattibilità Geologica” del P.G.T. di Pavia – SGP 2012, individua:

- l'area spettacoli viaggianti in classe 2 di fattibilità – fattibilità con modeste limitazioni con scenario di pericolosità sismica Z4a e valori di Fa (fattore di amplificazione) inferiore al valore soglia per la categoria di suolo B.



Classe 1 (bianca) - Fattibilità senza particolari limitazioni. Nel territorio comunale non sono state riconosciute aree con caratteristiche tali da essere inserite in questa classe.



Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni. La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Sono state inserite in questa classe: le unità idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche **A** e **B** di cui alla TAV. 9.



Classe 3 (arancione) - 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. Sono state inserite in questa classe: le unità idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche **C** e **D** di cui alla TAV. 9; le sotto-unità idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche **E_B**, **E¹_B** e **F_B** di cui alla TAV. 9; le aree edificate ricadenti nella Fascia fluviale B in classe di rischio idraulico R3; le zone contraddistinte dalla locale presenza di cavità nel sottosuolo (collettori fognari di epoca romana e medioevale) in genere con sommità a quote debolmente inferiori rispetto alle fondazioni dell'edificato esistente, i cui eventuali crolli potrebbero indurre cedimenti o lesioni strutturali più o meno gravi al patrimonio edilizio esistente; i siti contaminati o potenzialmente tali (procedure ex D.M. 471/1999, D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e situazioni confrontabili pre D.M. 471/1999) ad esclusione dei siti già indagati con verifica di assenza di contaminazioni o già bonificati, con area svincolata e/o con certificato provinciale di avvenuta bonifica già emesso.



Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni. L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo; sono fatti salvi gli interventi consentiti all'interno delle Fasce fluviali dalle NtA del PAI. Sono inoltre consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Sono state inserite in questa classe: le seguenti sotto-unità idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche **E_A**, **F_A** e **G_A** di cui alla TAV. 9; le aree edificate ricadenti nelle Fasce fluviali A e B in classe di rischio idraulico R4; gli specchi d'acqua, naturali e/o artificiali e relative fasce in scarpata; le fasce di rispetto dei corpi idrici superficiali ex R.D. n. 523/1904.

AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE



Z2. Zone con terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti nei primi metri di profondità (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) o con depositi granulari fini saturi, ove gli effetti da sisma possono originare cedimenti e/o liquefazioni. Sono state inserite in questa classe le seguenti unità idro-geo-morfologiche, geotecniche e idrauliche (vedi TAV. 9): aree interessate da riporti di varia entità, costituiti da prevalenti sabbie limose, ciottoli, frammenti di laterizi, scorie di fonderia, ecc. (perimetrazione indicativa); **A¹_(a)**; **A²_(a)**; **B¹_(a)**; **B¹_(b)**; **C**; **C¹**; **D_B**; **D_C**; **D¹_C**; **D²**; **D³**; **E¹_B**.



Z3a. Ciglio di scarpata di terrazzo, naturale o localmente artificializzata, di altezza superiore ai 10, ove gli effetti da sisma possono originare amplificazioni topografiche.



Z4a. Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi, ove gli effetti da sisma possono originare amplificazioni litologiche e geometriche (tutto il territorio comunale ricade in questa zona).



Zona contraddistinta dalla locale presenza di cavità nel sottosuolo (collettori fognari di epoca romana e medioevale) in genere a quote sottostanti le fondazioni dell'edificato, i cui eventuali crolli possono indurre cedimenti e/o danni strutturali al patrimonio edilizio esistente.

DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA

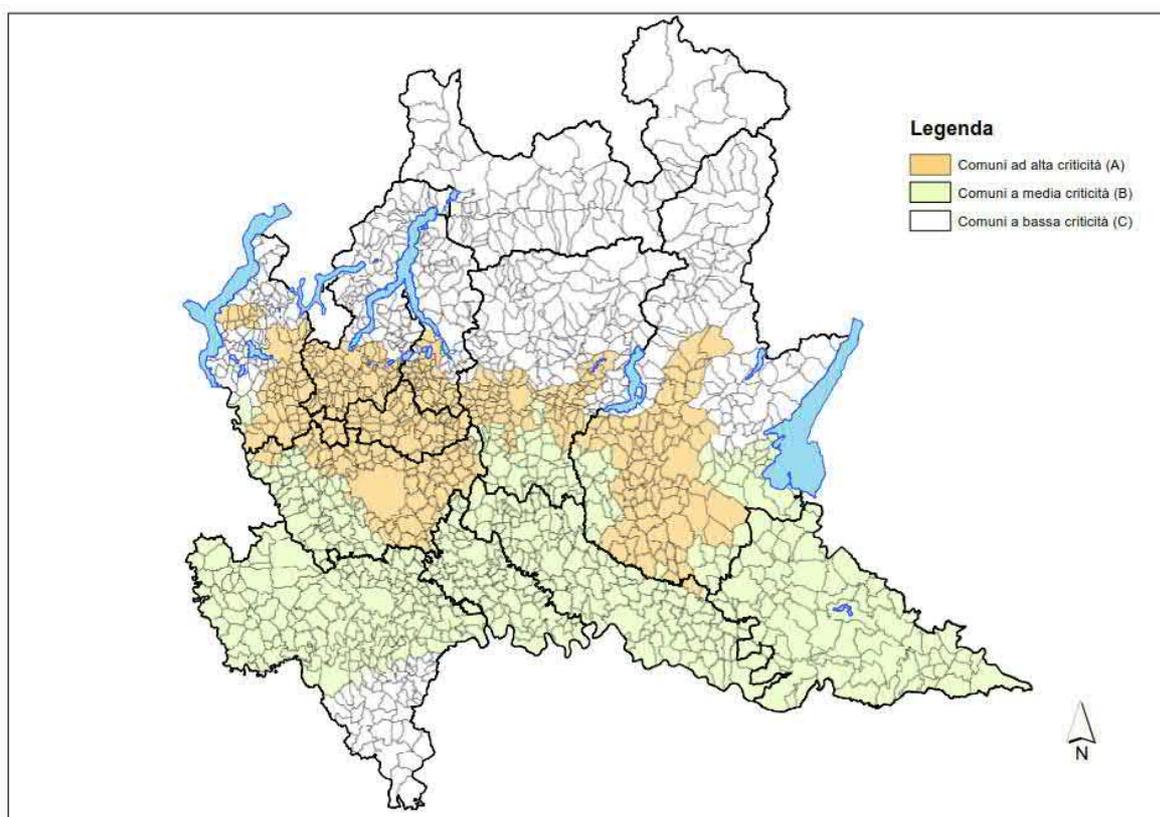
Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato B della Dgr):

A –alta criticità

B –media criticità

C –bassa criticità



PASSIRANO	BS	A
PASTURO	LC	C
PAULLO	MI	B
PAVIA	PV	B
PAVONE DEL MELLA	BS	A
PEDESINA	SO	C
PEDRENGO	BG	A
PEGLIO	CO	C

L'area di Pavia viene assoggettata ai limiti indicati per le aree B – media criticità.

VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE E CLASSIFICAZIONE DELL'AREA

L'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici impermeabili:

- superficie con piano di calpestio in misto stabilizzato (miscela di terra granulometricamente stabilizzata) pari a mq. 12.750. **(S1)**
- viabilità centrale in levofloor pari a mq. 1.075. **(S2)**
- coperture delle attrazioni luna park pari a mq. 8.500. **(S3)**

per una superficie totale di mq. 22.325.

Per il coefficiente di deflusso da applicare, sulla base delle tavole di progetto visionate, si sono adottati valori basati sulle schede superfici R.I.E. allegate a fine relazione.

Ai sensi Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7, le verifiche idrauliche ed idrologiche sono condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento.

I dati necessari per la scelta della procedura di calcolo d'invarianza idraulica sono:

Ambito territoriale → Pavia = Area B (media criticità).

Superficie interessata dell'intervento → da > 10.000 mq a ≤ 100.000 mq

Coefficiente di deflusso (sulla base dei dati del fascicolo R.I.E. allegato a fine relazione)

$$(S1*0,5)+(S2*0,9)+(S3*0,85) / S1+S2+S3 =$$
$$=(12.750*0,5)+(1.075*0,9)+(8.500*0,85)/22.325=14.567,5/22.325= \underline{0,65}$$

Pertanto l'area di progetto risulta così definita:

CLASSE DI INTERVENTO 3 – IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALMENTE ALTA

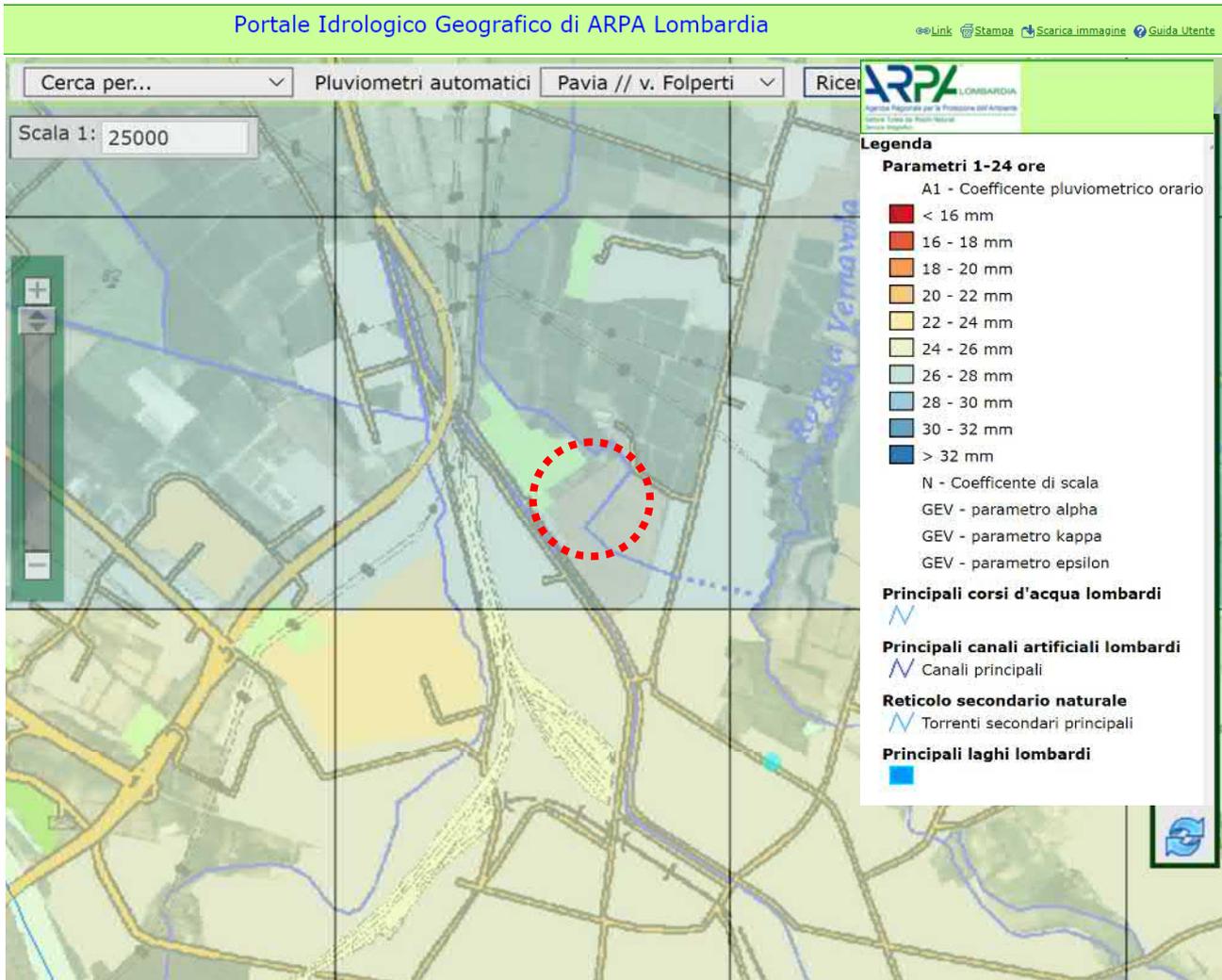
SUPERFICIE → MQ. 22.325

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE = 0,65 > 0,4

Area B (media criticità → Modalità di calcolo – procedura dettagliata (vedi art. 11, comma 2, lettera delle sole piogge (art. 11 comma 2 lettera d RR 23/11/2017 - n. 7)

VALUTAZIONI IDROLOGICHE

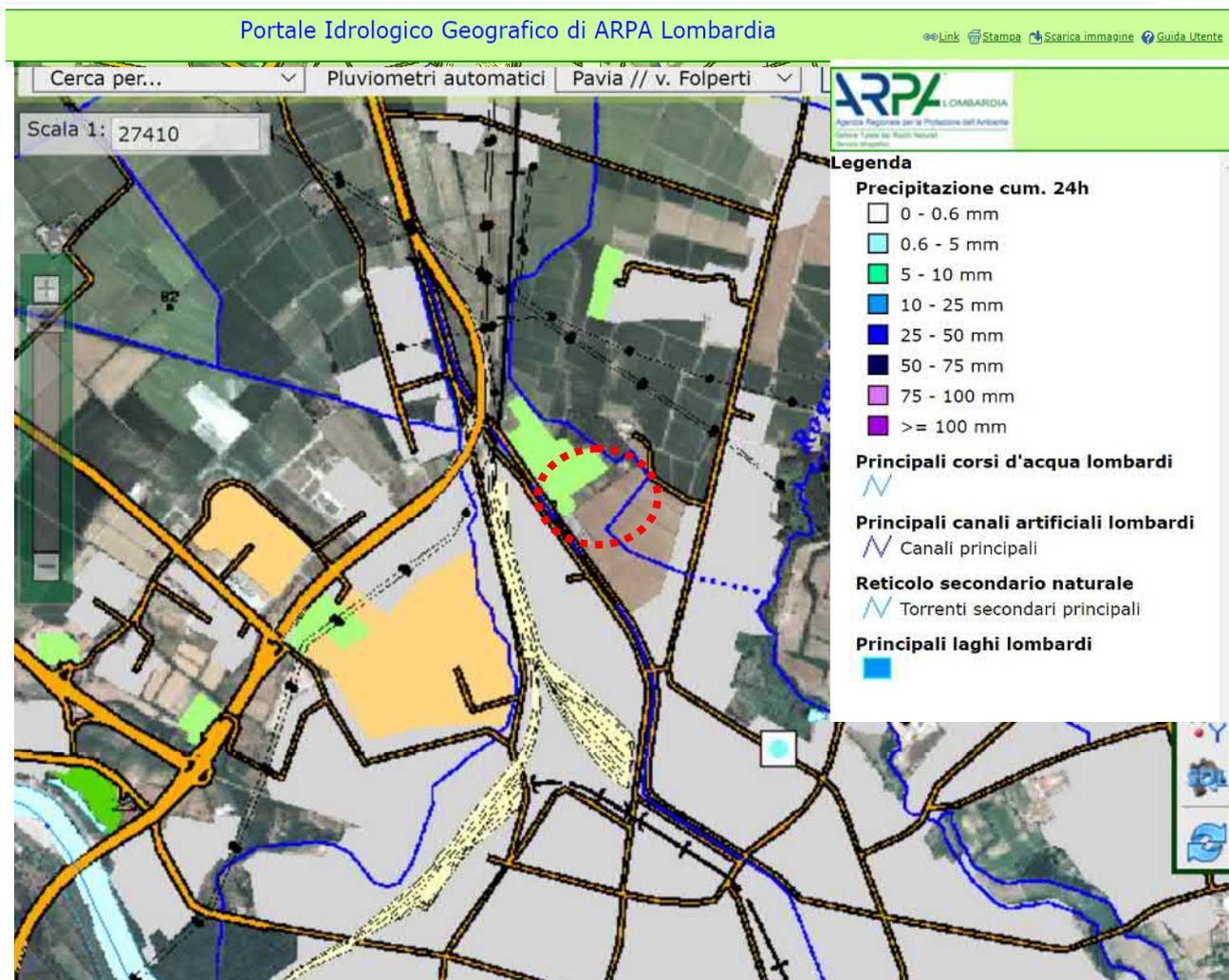
Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto di studio.



Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame

Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	26.24
N - Coefficiente di scala	0.29460001
GEV - parametro alpha	0.2861
GEV - parametro kappa	-0.0889
GEV - parametro epsilon	0.80720001



Di seguito si riportano i coefficienti ricavati con tempi di ritorno di 50 e 100 anni:

TEMPI DI RITORNO	PIOGGIA INTENSA IN mm/hr
50	56,2
100	63,8
200	71,9

Alle pagine seguenti si riportano le tabelle di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore, i diagrammi della linea segnalatrice 1-24 ore e i diagrammi delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 50-100 e 200 anni



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Pavia - area spettacoli viaggianti
Coordinate: 1512199 ; 5005551

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni) **50**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,24
N - Coefficiente di scala 0,29460001
GEV - parametro alpha 0,2861
GEV - parametro kappa -0,0889
GEV - parametro epsilon 0,80720001

Formulazione analitica

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

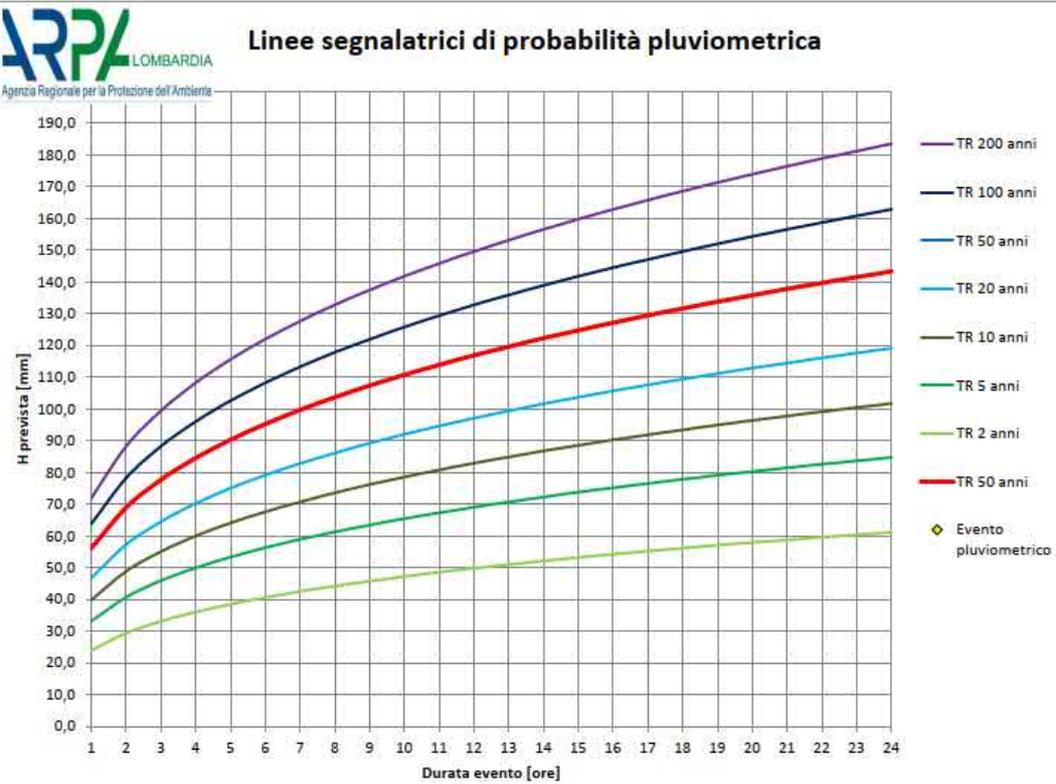
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

- <http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.pdf>
- http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,91379	1,26626	1,51995	1,77973	2,14164	2,43318	2,74222	2,14163695
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	24,0	33,2	39,9	46,7	56,2	63,8	72,0	56,1965537
2	29,4	40,8	48,9	57,3	68,9	78,3	88,3	68,9275945
3	33,1	45,9	55,1	64,5	77,7	88,2	99,5	77,6729159
4	36,1	50,0	60,0	70,3	84,5	96,1	108,3	84,5427873
5	38,5	53,4	64,1	75,0	90,3	102,6	115,6	90,2872142
6	40,6	56,3	67,6	79,2	95,3	108,2	122,0	95,2693164
7	42,5	58,9	70,8	82,8	99,7	113,3	127,7	99,6955041
8	44,2	61,3	73,6	86,2	103,7	117,8	132,8	103,695522
9	45,8	63,5	76,2	89,2	107,4	122,0	137,5	107,356794
10	47,3	65,5	78,6	92,0	110,7	125,8	141,8	110,741319
11	48,6	67,3	80,8	94,6	113,9	129,4	145,8	113,894821
12	49,9	69,1	82,9	97,1	116,9	132,8	149,6	116,852091
13	51,0	70,7	84,9	99,4	119,6	135,9	153,2	119,640276
14	52,2	72,3	86,8	101,6	122,3	138,9	156,6	122,281009
15	53,2	73,8	88,6	103,7	124,8	141,8	159,8	124,791837
16	54,3	75,2	90,3	105,7	127,2	144,5	162,9	127,18721
17	55,2	76,6	91,9	107,6	129,5	147,1	165,8	129,479182
18	56,2	77,9	93,5	109,4	131,7	149,6	168,6	131,677925
19	57,1	79,1	95,0	111,2	133,8	152,0	171,3	133,792111
20	58,0	80,3	96,4	112,9	135,8	154,3	173,9	135,829197
21	58,8	81,5	97,8	114,5	137,8	156,6	176,4	137,795648
22	59,6	82,6	99,1	116,1	139,7	158,7	178,9	139,697109
23	60,4	83,7	100,5	117,6	141,5	160,8	181,2	141,538542
24	61,2	84,7	101,7	119,1	143,3	162,8	183,5	143,324333



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

The graph plots the predicted precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis (0.0 to 190.0) against the event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis (1 to 24). Multiple curves represent different return periods (TR): 200 anni (purple), 100 anni (dark blue), 50 anni (blue), 20 anni (cyan), 10 anni (green), 5 anni (light green), and 2 anni (yellow-green). A red diamond symbol indicates the pluviometric event point.



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Pavia - area spettacoli viaggianti
Coordinate: 1512199 ; 5005551

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni)

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,24
N - Coefficiente di scala 0,29460001
GEV - parametro alpha 0,2861
GEV - parametro kappa -0,0889
GEV - parametro epsilon 0,80720001

Formulazione analitica

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

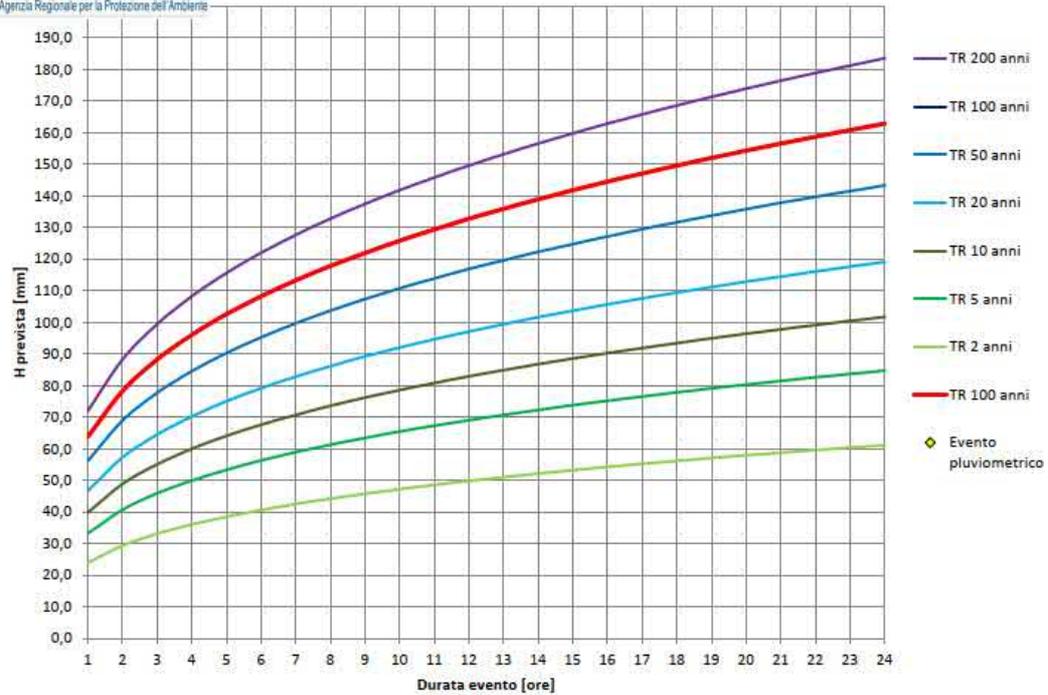
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/ispq.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

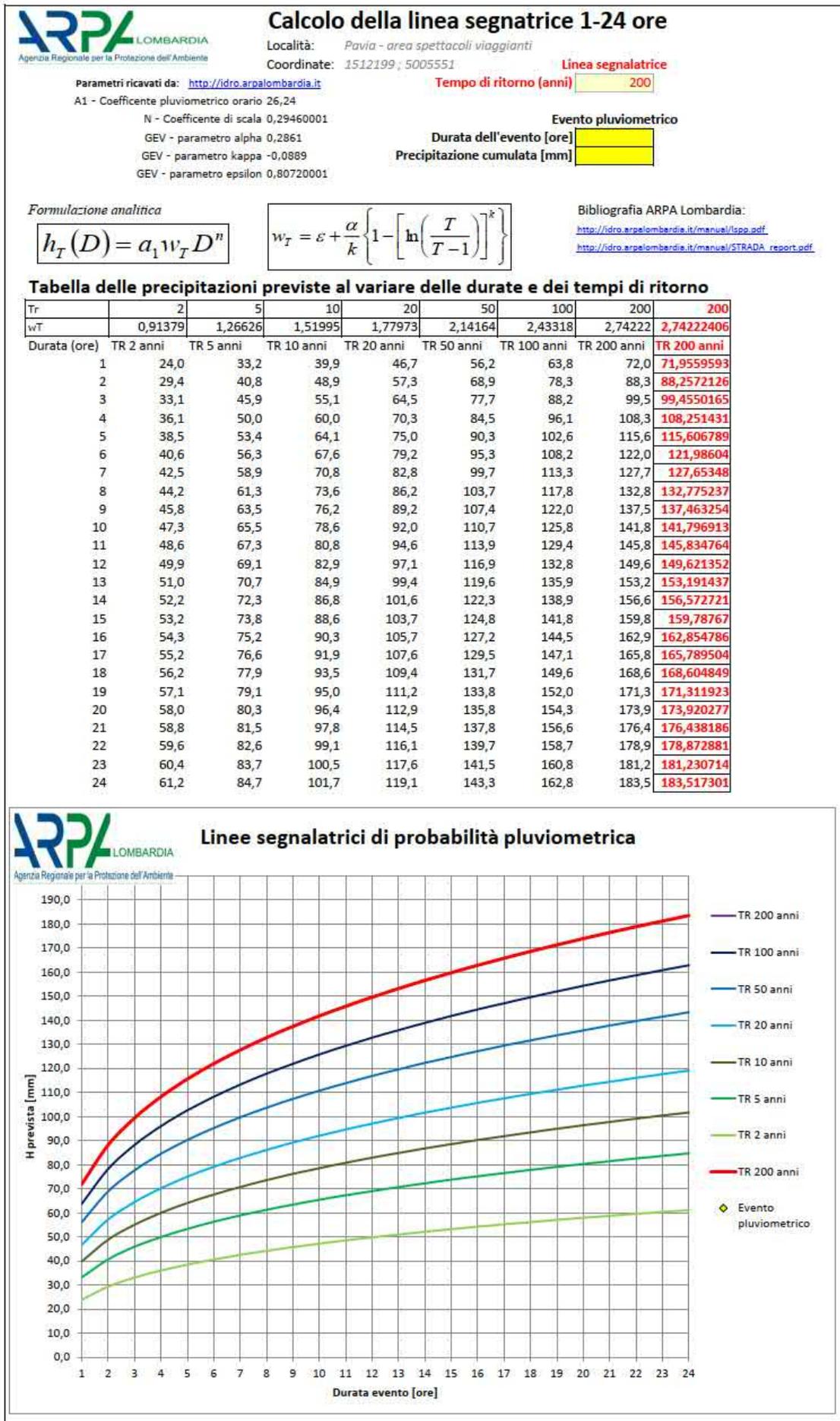
Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,91379	1,26626	1,51995	1,77973	2,14164	2,43318	2,74222	2,43317928
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	24,0	33,2	39,9	46,7	56,2	63,8	72,0	63,8466242
2	29,4	40,8	48,9	57,3	68,9	78,3	88,3	78,3107493
3	33,1	45,9	55,1	64,5	77,7	88,2	99,5	88,2465765
4	36,1	50,0	60,0	70,3	84,5	96,1	108,3	96,0516477
5	38,5	53,4	64,1	75,0	90,3	102,6	115,6	102,578067
6	40,6	56,3	67,6	79,2	95,3	108,2	122,0	108,238386
7	42,5	58,9	70,8	82,8	99,7	113,3	127,7	113,267113
8	44,2	61,3	73,6	86,2	103,7	117,8	132,8	117,811656
9	45,8	63,5	76,2	89,2	107,4	122,0	137,5	121,971339
10	47,3	65,5	78,6	92,0	110,7	125,8	141,8	125,816601
11	48,6	67,3	80,8	94,6	113,9	129,4	145,8	129,399392
12	49,9	69,1	82,9	97,1	116,9	132,8	149,6	132,759236
13	51,0	70,7	84,9	99,4	119,6	135,9	153,2	135,926978
14	52,2	72,3	86,8	101,6	122,3	138,9	156,6	138,927196
15	53,2	73,8	88,6	103,7	124,8	141,8	159,8	141,779825
16	54,3	75,2	90,3	105,7	127,2	144,5	162,9	144,501282
17	55,2	76,6	91,9	107,6	129,5	147,1	165,8	147,105261
18	56,2	77,9	93,5	109,4	131,7	149,6	168,6	149,60332
19	57,1	79,1	95,0	111,2	133,8	152,0	171,3	152,005311
20	58,0	80,3	96,4	112,9	135,8	154,3	173,9	154,319707
21	58,8	81,5	97,8	114,5	137,8	156,6	176,4	156,553852
22	59,6	82,6	99,1	116,1	139,7	158,7	178,9	158,71416
23	60,4	83,7	100,5	117,6	141,5	160,8	181,2	160,806268
24	61,2	84,7	101,7	119,1	143,3	162,8	183,5	162,83516

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



The graph plots predicted precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis against event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis. Multiple curves represent different return periods (TR): TR 200 anni (purple), TR 100 anni (dark blue), TR 50 anni (blue), TR 20 anni (light blue), TR 10 anni (green), TR 5 anni (light green), and TR 2 anni (yellow-green). A red diamond symbol marks the pluviometric event at approximately 100 mm for a 10-hour duration.



CALCOLO DELLA SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE

$$(S1*0,5)+(S2*0,9)+(S3*0,85) = (12.750*0,5)+(1.075*0,9)+(8.500*0,85)=14.567,5 \text{ mq.}$$

Confrontando i dati pluviometrici locali e le valutazioni idrologiche di Arpa Lombardia sono state calcolate le portate massime di accumulo dell'acqua derivante dalle nuove superfici impermeabili in progetto (superficie scolante impermeabile).

SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE TOTALE MQ. 14567,5			
TEMPI DI RITORNO	Pioggia in mm/h	Portata in l/s	Portata in mc/s
50	56,2	227,4148611	0,227414861
100	63,8	258,1684722	0,258168472
200	71,9	290,9453472	0,290945347

Considerando gli eventi alluvionali intensi degli ultimi 10 anni in relazione ai dati pluviometrici di Arpa, le verifiche idrauliche di seguito riportate, tenendo presente quanto richiesto dalla normativa:

T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

Le portate da smaltire delle acque piovane provenienti da una superficie impermeabile scolante pari a mq. 14.567,5 con tempi di ritorno T = 50, 100, 200 anni, considerando un evento alluvionale intenso della durata di 30, 45, 60, 90 minuti, sono riportate nel quadro riassuntivo sotto riportato (con campitura da scuro a chiaro in riferimento alla probabilità dell'evento = azzurro scuro più probabile, azzurro chiaro meno probabile) :

T = 50		
MC/SEC	MINUTI	MC. TOT.
0,227415	30	409,347
0,227415	45	614,0205
0,227415	60	818,694
0,227415	90	1228,041

T = 100		
MC/SEC	MINUTI	MC. TOT.
0,258168	30	464,7024
0,258168	45	697,0536
0,258168	60	929,4048
0,258168	90	1394,107

T = 200		
MC/SEC	MINUTI	MC. TOT.
0,290945	30	523,701
0,290945	45	785,5515
0,290945	60	1047,402
0,290945	90	1571,103

Confrontando i dati esposti con il calcolo relativo ai requisiti minimi del Regolamento Regionale, nel caso in esame risulta:

$$\text{mc. } 400 / \text{mq. } 10.000 = \text{mc. } 0,04 \times \text{mq. } 14.567,5 = \text{mc. } 582,7$$

Tale dato è superiore all'accumulo idrico di un evento piovoso della durata di 30 minuti con T=50, pertanto, precauzionalmente, nella progettazione delle strutture atte alla gestione e smaltimento idrico meteorico viene considerato un volume di 614,02 metri cubi, corrispondente ad un evento piovoso con tempo di ritorno T=50 anni, della durata di 45 minuti.

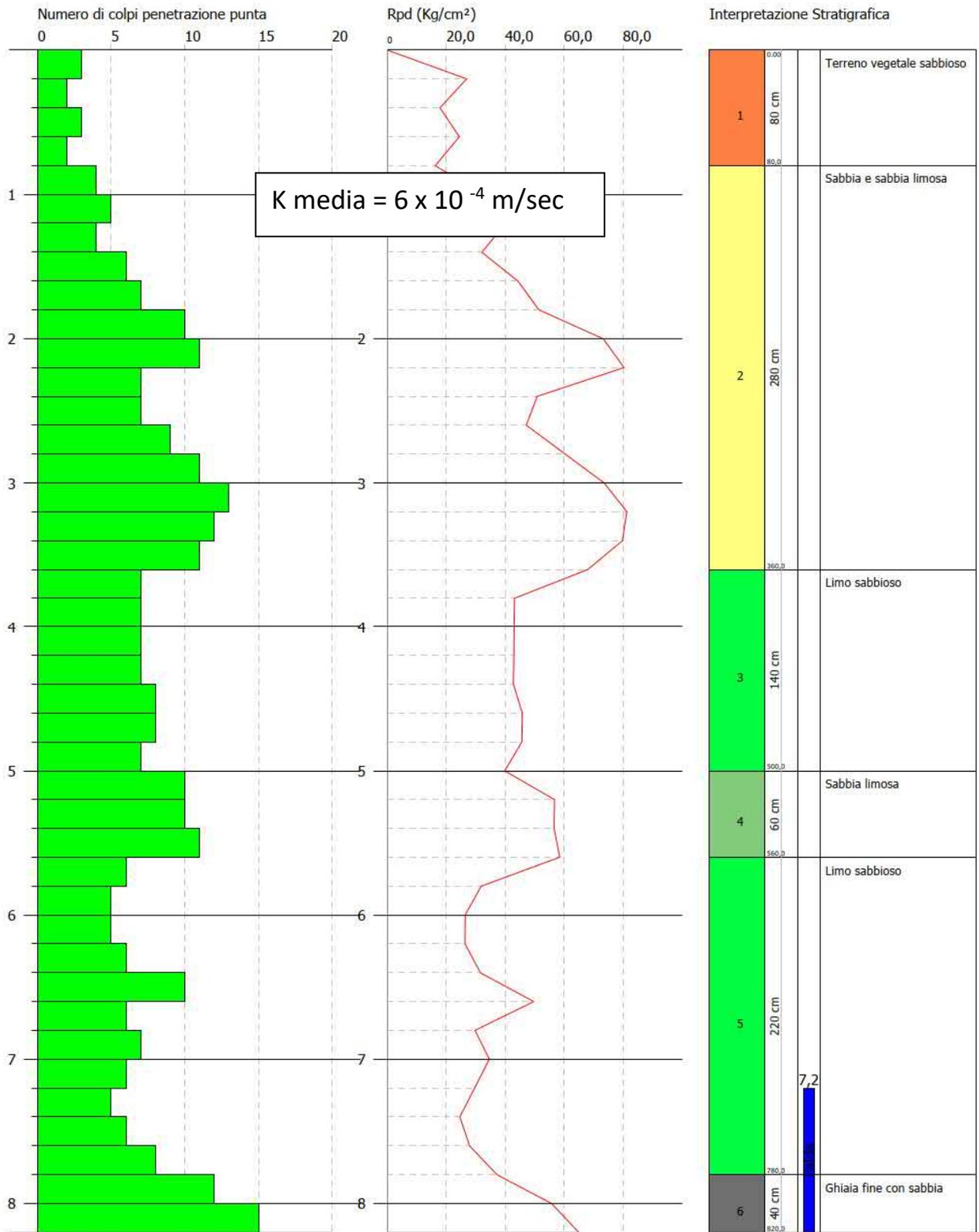
MODELLO STRATIGRAFICO DELL'AREA IN ESAME

(dati estratti da indagini realizzate dallo scrivente nel mese di febbraio 2019)

Caratterizzazione litostratigrafica del sito

L'indagine ha permesso di constatare che i depositi presenti nell'area di indagine presentano litotipi a natura prevalentemente incoerente, superficialmente e per i primi strati del sottosuolo limoso sabbiosa e sabbioso limosa.

Durante l'indagine, in periodo invernale, è stata rilevata la falda acquifera a – 7,2 metri da piano campagna. E' presumibile un livello freatico massimo estivo a – 5 metri da piano campagna.



INTERVENTI PROGETTUALI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, occorre valutare quali opere possano essere realizzate, in relazione al contesto litostratigrafico ed idrogeologico locale.

In particolare occorre verificare che tali opere siano in grado di raccogliere la volumetria d'acqua prodotta dalla superficie impermeabile di progetto senza interferire su aree ed edifici limitrofi o sulle condizioni idrogeologiche ed idrauliche locali.

Riprendendo la normativa regionale si ricorda :

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.

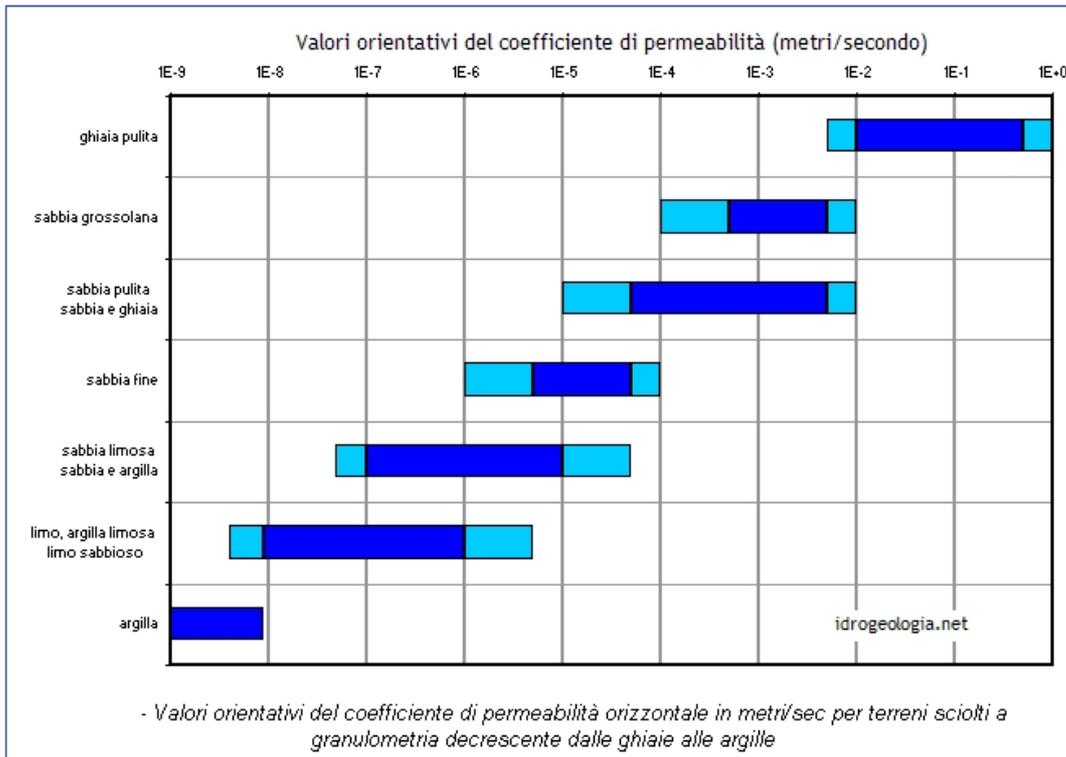
Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto.

Si ricorda che:

- il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso
- la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense
- il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili.

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

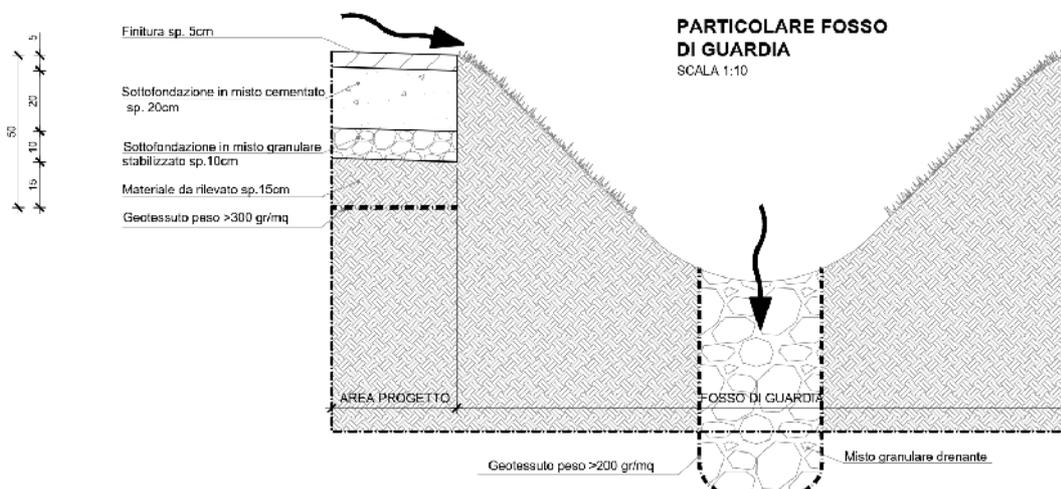
- a) mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche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



CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Vista la litologia del sito, la tipologia progettuale e le indicazioni contenute nel Regolamento Regionale, si prevede **quale elemento di gestione delle acque meteoriche del progetto in esame, un sistema drenante rappresentato da un fosso (trincea) di colò di modesta profondità (max. 1,0 metro da piano campagna), realizzato come indicato nella tavola progettuale, con fondo realizzato per adeguata profondità con materiale arido (inerti) in modo tale da facilitare l’infiltrazione idrica durante gli eventi meteorologici e soprattutto meteorologici intensi.**

Il progetto del fosso (trincea) drenante prevede di fissarne la larghezza l e la profondità h della parte arida ad elevata permeabilità realizzata con inerti arrotondati idonei (ghiaia di fiume lavata) contenuta in geotessuto, ricavando, dall’equazione di continuità, la lunghezza L.



La superficie netta di infiltrazione è data dalla seguente espressione:

$$A = L * l + 2 * (L + l) * \Delta h$$

con:

L => lunghezza della trincea in m

l => larghezza della trincea in m

h => altezza della trincea in m

Gli elementi raccolti (permeabilità, profondità della falda freatica, escursioni freatiche annuali) permettono la realizzazione di una trincea drenante avente larghezza di base pari a 0,80 metri, altezza netta del corpo drenante di 1,00 metri.

Superficie drenante: fondo fosso (fondo drenante)

Il sistema funziona durante tutto l'anno in quanto non sono presenti interferenze idriche né agricole né di falda.

La superficie drenante naturale della trincea viene calcolata precauzionalmente dalla somma del fondo (m. 0,80) e delle immediate adiacenze per una larghezza pari alla metà del medesimo, realizzate con metriale da rilevato dotato di discreta permeabilità:

$$0,80 + 0,40 + 0,40 = 1,60 \text{ mq/ml.}$$

Il coefficiente di permeabilità K utilizzato, sulla base dei dati geotecnici rilevati è pari a 3×10^{-4} m/s.

Ne deriva una portata di infiltrazione nel terreno naturale:

$$Q_f \Rightarrow \text{portata infiltrata in m}^3/\text{s} = K \times A = 6 \times 10^{-4} \times 1,6 = 9,6 \times 10^{-4} \text{ mc/ml/s.}$$

$$Q_f \Rightarrow \text{portata infiltrata in m}^3/\text{h} = 9,6 \times 10^{-4} \times 3600 = \mathbf{3,456 \text{ mc/ml/h.}}$$

Dovendo infiltrare un volume di 614,02 metri cubi corrispondente ad un evento piovoso con tempo di ritorno T=50 anni, della durata di 45 minuti, pari a mc. 818,69 in un'ora.

La lunghezza della trincea drenante necessaria allo smaltimento idrico necessario risulta pari a 818,69 / 3,456 = 236,89 metri.

La lunghezza complessiva delle trincee drenanti perimetrali a progetto è pari a circa 344 metri, pertanto largamente cautelativa rispetto a quanto necessario per lo smaltimento per infiltrazione delle acque dell'evento meteorologico intenso calcolato.