

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA
COMUNE DI VERBANIA

**PROGETTO DI NUOVO PORTO TURISTICO DI PALLANZA
SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE A TERRA**

COMMITTENTE:
MARINA DI VERBELLA S.r.l.
Via Ferriere, 15 – 21018 Sesto Calende (VA)

RS_0404-0. RELAZIONE IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA

Maggio 2023

Dott. Geol. Italo ISOLI
Studio Tecnico: C.so Cobianchi n.33
28921 Verbania Intra (VB)
Tel 0323 348006 Cell 335 – 6969492
e-mail itisoli@tin.it



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. CARATTERISTICHE DELL'AREA ALLO STATO ATTUALE	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELL'AREA A TERRA.....	7
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO GEMORFOLOGICHE DELL'AREA A TERRA.....	10
6. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	13
7. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA DELL'AREA A TERRA.....	14
8. MODALITA' DI SMALTIMENTO USUALI DELLE ACQUE METEORICHE	17
9. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ED ECCEZIONALI CON RELATIVE VALUTAZIONI DEI TEMPI DI RITORNO	19
10. PERMEABILITÀ NATURALI DEI TERRENI E DELLE SUPERFICI TRASFORMATE	22
10.1. Generalità	22
10.2. Stato di fatto e stato di progetto	23
10.3. Deflussi superficiali	24
11. PROPOSTE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE IN CONDIZIONI MEDIE ED ECCEZIONALI	28
11.1. Tipologie di superfici.....	28
11.2. Dimensionamento pozzo perdente	29
12. CONCLUSIONI	30

1. PREMESSA

La Società MARINA DI VERBELLA S.r.l., con sede in Via Ferriere n.15 – 21018 Sesto Calende (VA), sul Lago Maggiore, ha affidato ai sottoscritti Dr. Geol. Italo Isoli e Dr. Geol. Anna Montalto, con studio tecnico in C.so Cobiانchi n.33 – 28921 Verbania (VB), l'incarico per la redazione di una Relazione Geologica e Geotecnica a corredo delle opere di palificazione previste nel progetto definitivo di Nuovo Porto Turistico di Pallanza (VB) a firma dello Studio Ing. Francesco Prinzivalli, con sede in Via G.C. Abba n.4 – 44122 Ferrara e in Ripa di Porta Ticinese n.77 – 20143 Milano e dello Studio Architettura Laboratorio, dell' Arch. Antonio Montani, con sede in v. Plana 2 – 28925 Verbania (VB)..

In un momento successivo è stato richiesto ai sottoscritti di redigere una Relazione specifica per lo smaltimento delle acque meteoriche nell'area a terra destinata all'accesso al porto galleggiante con i relativi servizi.

Lo studio è stato sviluppato come segue:

- Descrizione e caratteristiche dell'area a terra allo stato attuale.
- Descrizione del progetto dell'area a terra.
- Normativa di riferimento
- Caratteristiche geologico geomorfologiche dell'area a terra
- Inquadramento idrologico e idrogeologico
- Pericolosità geomorfologica e idoneità all'utilizzazione urbanistica dell'area.
- Verifiche delle modalità di smaltimento usuali delle acque meteoriche i.
- Analisi delle precipitazioni medie ed eccezionali con relative valutazioni dei tempi di ritorno
- Analisi delle permeabilità naturali dei terreni e delle superfici trasformate
- Proposte di smaltimento delle acque meteoriche in condizioni medie ed eccezionali
- Conclusioni

2. CARATTERISTICHE DELL'AREA ALLO STATO ATTUALE

L'area in esame è ubicata in Comune di Verbania (VB) ed è costituita dalla fascia spondale presente in località Pallanza, accessibile dalla strada comunale C.so Vittorio Tonolli e caratterizzata dalla presenza di strutture sportive (AS Tennis Club Pallanza, Società Canottieri Pallanza) e cantieristiche (Marina di Pallanza)



Fig. 1 – La fascia spondale e il bacino lacustre interessate dal progetto (foto aerea da Google Earth).

Più in dettaglio sempre da foto aerea l'area allo stato attuale



Fig. 2 – *Dettaglio dell'area a terra (foto aerea da Google Earth).*

L'area oggetto di trasformazione con superficie a prato e parcheggi vista da Ovest



Fig. 3 – Area a terra di accesso al porto vista da Ovest

L'area oggetto di trasformazione con superficie a prato e parcheggi vista da EST



Fig. 4 – Area a terra di accesso al porto vista da Est

La fascia spondale vera e propria con gradinata in cemento vista da Nord Ovest
e di prevista posa della passerella di accesso al porto galleggiante



Fig. 5 – *Veduta da Nord-Ovest della fascia spondale con gradinata*

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELL'AREA A TERRA

Dal progetto di nuovo porto:

“Lungo l'attuale profilo costiero e a poca distanza da esso, sarà posto il pontile di riva, realizzato con strutture modulari galleggianti della lunghezza di circa 155 metri.

Il pontile di riva costituirà lo snodo pedonale della struttura portuale a cui si accederà da terra attraverso una passerella snodata”.

Le immagini seguenti illustrano le previste caratteristiche dell'area a terra e della passerella di accesso al pontile di riva

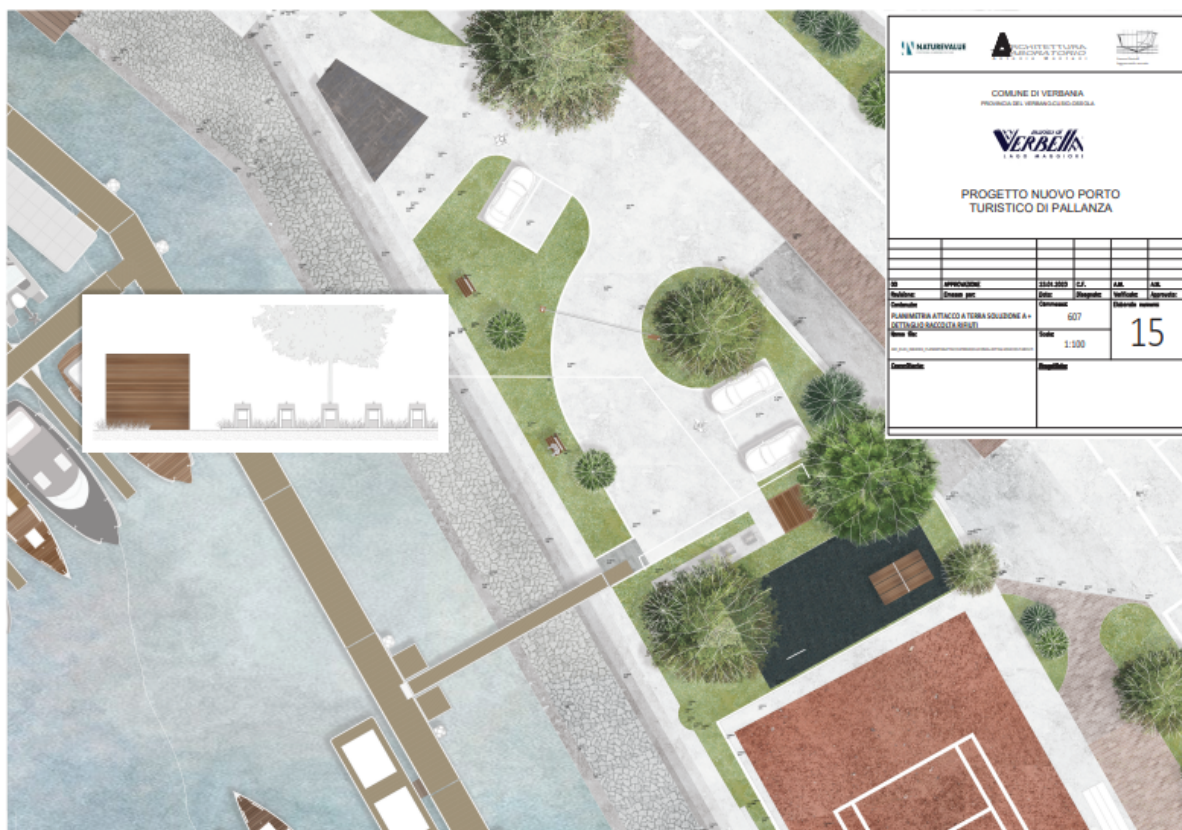


Fig. 6 – *Planimetria di progetto dell'area a terra per l'accesso al pontile di riva tramite la passerella e localizzazione di edificio di servizio*

La planimetria seguente illustra le previste trasformazioni di superficie dell'area a terra.

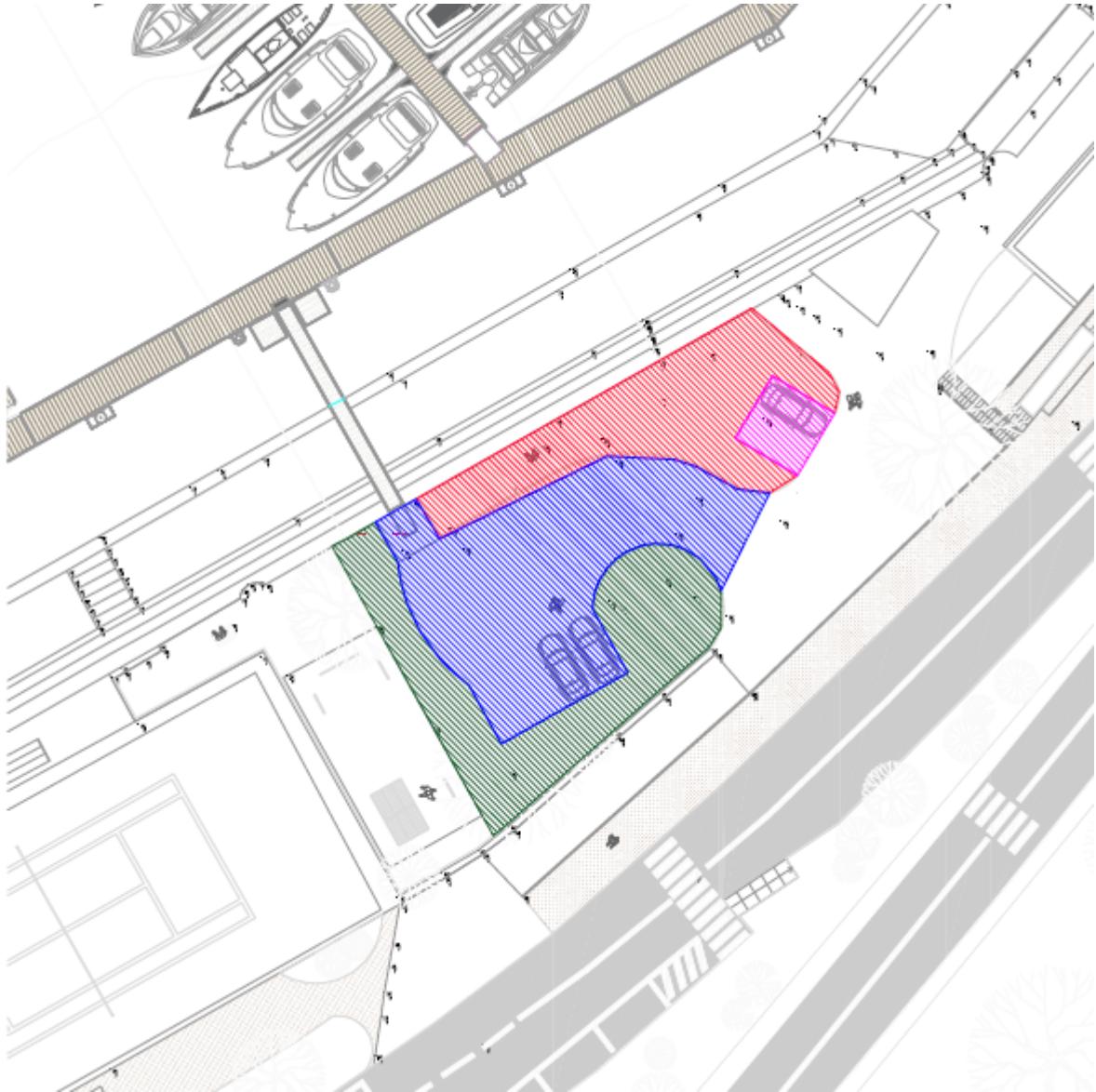


Fig. 7 – *Planimetria di progetto con le trasformazioni di superficie*

I colori indicano quanto segue:

zona rossa, prevista a prato: 156 mq

zona fucsia, prevista con blocchetti in serizzo o luserna: 25 mq

zona blu, prevista con blocchetti in serizzo o luserna: 253 mq

zona verde, prevista a prato: 172 mq (comprensivo di edificio di servizio per 2.5 x 2.5 = 6,25 mq, da posizionare).

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Ministero delle Infrastrutture Decreto 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009 n.617 – *“Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”*
- D.M. 14/01/2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni e D.M. 17/01/2018 aggiornamento alle *“Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”* e relative Circolari Esplicative
- *Piano Regolatore Comunale del Comune di Verbania*
- *Sondaggi stratigrafici, prove penetrometriche eseguiti nell’areale.*
- *“Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti turistici”* di Nautica Editrice 11 Giugno 2016

5. CARATTERISTICHE GEOLOGICO GEMORFOLOGICHE DELL'AREA A TERRA

Il Piano Regolatore vigente del Comune di Verbania è dotato di un'analisi geologico geomorfologica redatta dal sottoscritto Dott. Geol. Italo Isoli e dalla Dott.ssa Geol. Angelica Sassi ed è illustrata nella seguente figura, che riporta l'estratto dell'elaborato GD3 "Carta geologica, geomorfologica, geologico-tecnica e del dissesto".

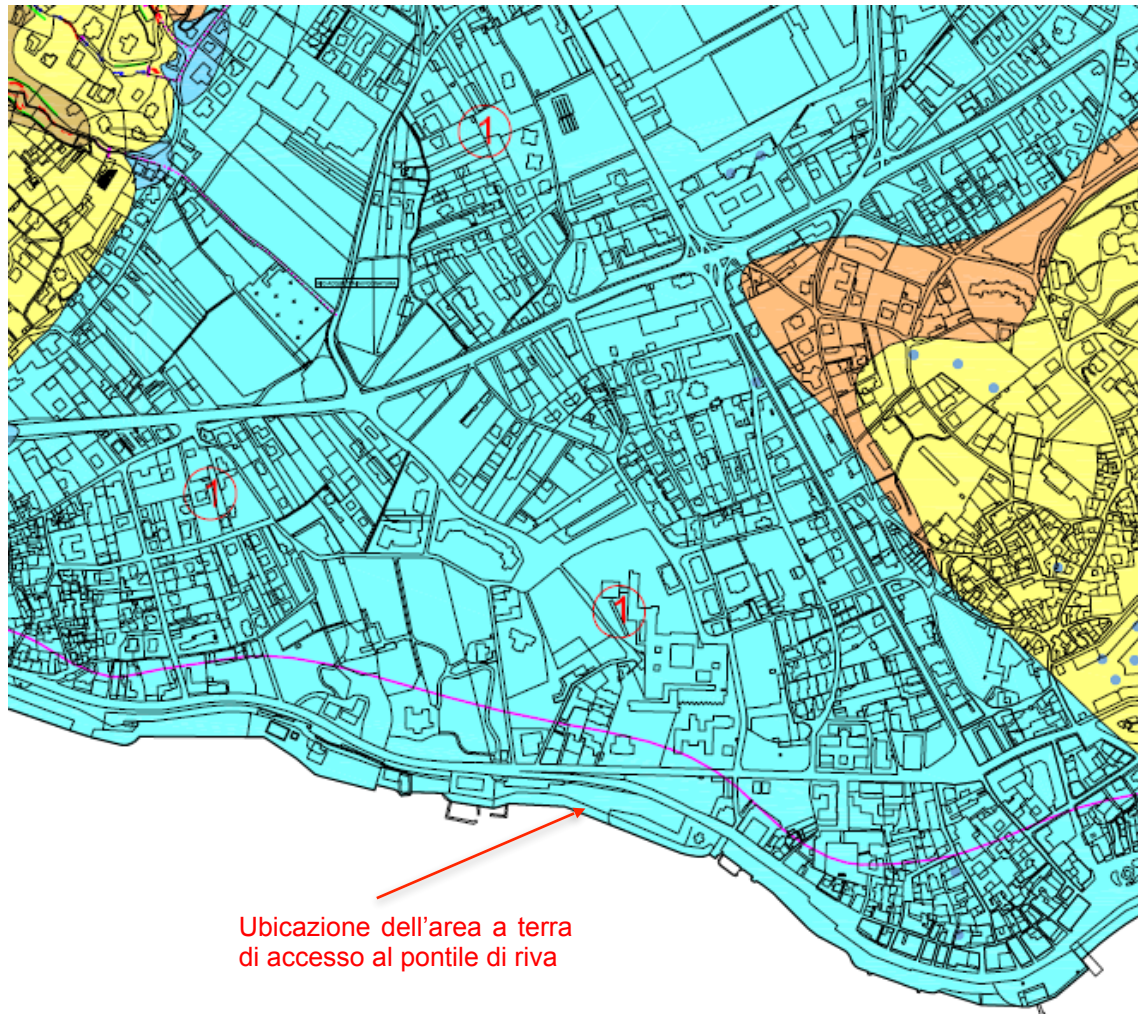


Fig. 8 – Estratto della tav. GD3 "Carta geologica, geomorfologica, geologico-tecnica e del dissesto" del Piano Regolatore Generale Comunale di Verbania

L'area in cui s'inseriscono i terreni di progetto è costituita da "Depositati alluvionali antichi terrazzati dei Torrenti S. Bernardino e S.Giovanni (Ghiaie e sabbie grossolane) costituenti antiche piane alluvionali, p.p. passanti in profondità a limi di origine lacustre e/o glaciale con a) numero d'ordine del terrazzo".

Più in dettaglio si riporta la stratigrafia di un sondaggio eseguito nell'anno 2011, nell'ambito di "Lavori di consolidamento del lungolago di Pallanza" dalla Ditta Beta S.r.l., di Novara, sotto la Direzione del Dr. Geol. Marco Carmine:

Il sito delle indagini è vicinissimo a quello del progetto in oggetto come dalla seguente planimetria (a sinistra la darsena del CNR)

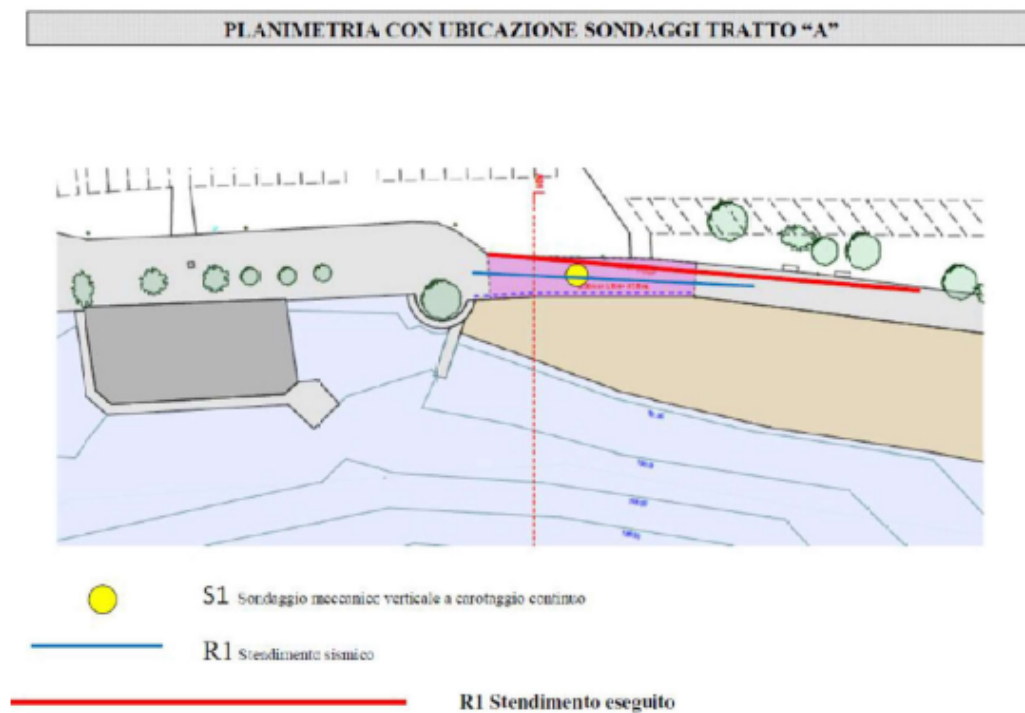


Fig. 9 – Ubicazione del sondaggio S1

La stratigrafia del sondaggio S1 è la seguente:

Scala grafica	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	N° colpi SPT	Prof. SPT
	0.20		Pavimentazione autobloccante			
			Terreno di riporto con frammenti di laterizi			
	2					
	4					
	4.10		Sabbia, ghiaia con laterizi, colore marrone, bagnato			
	4.40					
	5.00		Sabbia media ghiaiosa con pochi ciottoli, colore marrone-beige	2	1	5.00
	5.20			4		
	6		Sabbia medio-fine debolmente ciottolosa, colore marrone, bagnato			
	5.90					
	8		Sabbia fine limosa, torbosa, colore grigio scuro			
			6.80			
	10		Sabbia medio-fine debolmente limosa-argillosa, colore marrone			
			7.40			
	12		Sabbia da media a fine, colore marrone chiaro			
8.00			3	3	8.00	
14		Sabbia medio-fine debolmente limosa, colore grigio scuro				
		11.10				
15.00		Sabbia molto fine debolmente argillosa, colore grigio scuro				
		12.60				
		Sabbia medio-fine, debolmente limosa, colore grigio scuro				
13.80						
		Sabbia molto fine, argilla debolmente limosa, colore grigio scuro				
14.40						
		Sabbia medio-fine, debolmente limosa, colore grigio scuro				
	15.00					

Fig. 10 – Stratigrafia del sondaggio S1

Appare evidente che il tratto di costa adiacente alla sponda lacustre è stato ovunque artificialmente innalzato per difesa dalle inondazioni lacustri ed è quindi praticamente certo che tale situazione sia presente anche nell'area di progetto

6. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

La collocazione e la tipologia dell'opera in progetto necessitano un inquadramento idrologico e idrogeologico, sia pur sintetico.

Innanzitutto, dal punto di vista dell'idrografia superficiale, nell'immediato intorno dell'area di progetto non sono presenti corsi d'acqua che possano disturbare la realizzazione del progetto.

In relazione alle acque di scorrimento superficiale, la zona appare nel complesso sufficientemente drenata: le acque meteoriche non incanalate vengono smaltite prevalentemente attraverso le opere di raccolta e drenaggio già esistenti connesse con l'urbanizzazione delle aree circostanti nonché, per infiltrazione, nelle limitate aree non impermeabilizzate.

La dinamica idraulica più importante presente sull'area è quella connessa con le variazioni di livello lacustre

Il livello lacustre viene regolato per quanto possibile dal Consorzio del Ticino sulla base di un "protocollo" che prevede una quota di 194.50 m s.l.m. tra Novembre e Marzo e di 194.00 m s.l.m. nei restanti mesi, oggi oggetto di sperimentazione sino alla quota di 194.25/194.35 m s.l.m.

Con questi livelli l'area in progetto, con quota media 197.20 m s.l.m., non viene allagata

Tuttavia eventi di allagamento a Pallanza sono noti anche se non frequenti nell'area in esame, leggermente più alta del lungolago (196.00 m s.l.m. in P.zza Garibaldi)

Sulla serie 1952-2000 e su quella 1952-2020 registrati all'Idrometro del CNR di Pallanza, è stata eseguita la seguente interpolazione dei massimi annuali utilizzando l'equazione esponenziale di Gumbel, che consente una ragionevole estrapolazione alle probabilità di superamento di massimi annuali.

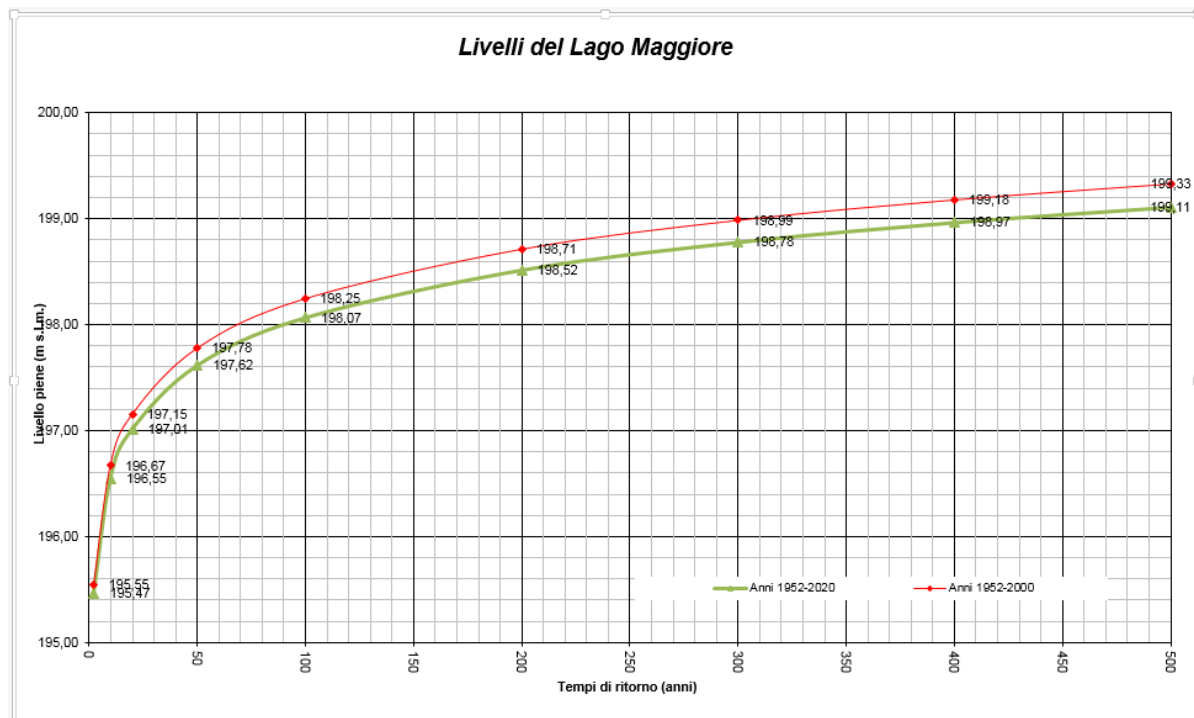


Figura 11 – Interpolazione dei massimi annuali degli ultimi 50 anni (Gumbel)

Secondo tale elaborazione il livello di 197.61 m s.l.m. avutosi nel 1993 deve considerarsi a tempo di ritorno cinquantennale, mentre il livello di 197.94 m s.l.m. dell'ottobre 2000 risulta riferibile ad un tempo di ritorno di circa 75 anni.

Ambedue tali eventi hanno allagato l'area a terra.

Il livello raggiunto nell'ottobre 2020 è stato invece di soli 196.66 m s.l.m. a cui è possibile attribuire un tempo di ritorno di soli 10 anni in quanto l'evento si è manifestato a partire da una vistosa siccità con livello di 192.69 m s.l.m. **e non ha allagato l'area a terra.**

Pertanto si può affermare che nell'arco di tempo di 30 anni tra il 1993 e il 2023 si sono verificati solo due eventi di allagamento dell'area a terra

Si può osservare che al superamento della quota 198.00 m s.l.m. è possibile teoricamente attribuire un tempo di ritorno di quasi 100 anni.

7. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA DELL'AREA A TERRA

La pericolosità geomorfologica è una componente fondamentale della modellizzazione geologica del sito, in quanto individua le possibili azioni degli agenti morfologici (gravitativi, idraulici, idrogeologici), i loro effetti sulla stabilità dei terreni e il rischio sulle urbanizzazioni.

La Regione Piemonte, con la C.P.G.R. 8.5.1996 n.7/LAP, ha definito le modalità con cui viene valutata la pericolosità geomorfologica e la relativa idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Sulla base di tali modalità, lo strumento urbanistico comunale vigente ha individuato le problematiche di tipo geologico e ha suddiviso il territorio comunale in classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Nel caso del sito in esame, la cartografia di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica è rappresentata nella figura seguente, che riporta l'estratto dell'elaborati PG3 "Carta della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica"

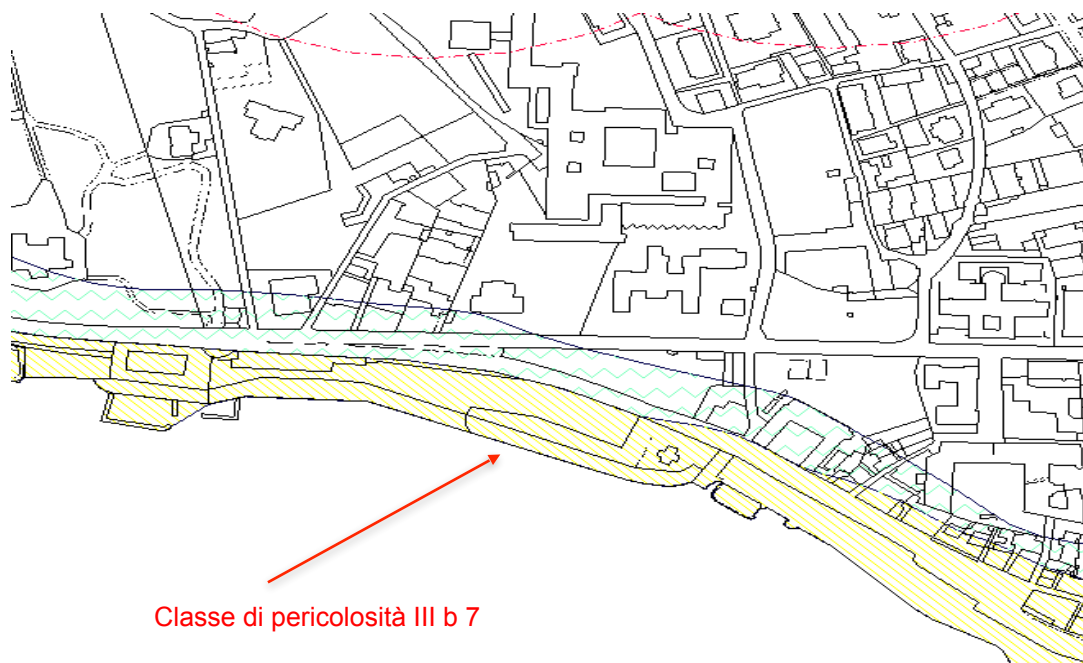


Fig.12 - Estratto della tav. PG3 "Carta della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica" del Piano Regolatore di Verbania

L'area di progetto è posta interamente in classe IIIb e relativa sottoclasse IIIb7, riguardante, come riportato all'Art. 49 dell'elaborato PRB-Norme di Attuazione, le seguenti (sintetiche) idoneità all'utilizzazione urbanistica:

Classe IIIb 7:

Tale classe comprende le aree edificate o parzialmente edificate situate lungo la fascia litorale del Lago Maggiore, interessate da falda freatica a bassa profondità e, a volte, da terreni con mediocri caratteristiche geotecniche adiacenti a versanti subacquei con stabilità incerta; all'interno di tali aree sono presenti inoltre zone con

quota inferiore a 198.00 m s.l.m., che possono quindi essere interessate da tracimazioni lacustri con tempi di ritorno fino a 100 anni.

(omissis);

*In tali aree non saranno ammessi nuovi piani residenziali e produttivi, costruzioni accessorie e strutture tecniche al di sotto della quota 198.50 m s.l.m., considerata quota minima di sicurezza; **sono possibili deroghe solo per particolari motivazioni documentate, in relazione a problematiche storico architettoniche o tecnico-funzionali** e previa esplicita accettazione del relativo aumentato rischio da parte del richiedente;*

(omissis)

In ogni caso ogni nuova opera o parte di opera eseguita al di sotto delle quote di sicurezza dovrà essere progettata e costruita con criteri che consentano la sommersione periodica senza particolari danni e con caratteristiche di resistenza al moto ondoso;

Sono ammesse quote inferiori a quelle di sicurezza per le strutture tecniche legate all'utilizzo del litorale, alla navigazione e all'attività sportiva e ricreativa;

La trasformazione dell'area a terra con quote inferiori a 198.50 m s.l.m. è ,quindi ammissibile.

8. MODALITA' DI SMALTIMENTO USUALI DELLE ACQUE METEORICHE

E' stato eseguito un sopralluogo sull'area di interesse e su quelle circostanti per vedere come vengono smaltite le acque meteoriche lungo la sponda lacustre.

I risultati sono stati i seguenti:

- Le zone a prato non hanno alcun sistema di smaltimento in quanto evidentemente la permeabilità intrinseca consente l'assorbimento delle precipitazioni medie, ma occorre valutare il loro comportamento nei confronti di eventi eccezionali come ad esempio quelli del recente 2/3 Ottobre 2020.
- Le zone a blocchetti di serizzo lungo la sponda non hanno alcun sistema di smaltimento delle acque in eccesso ma solo un'inclinazione costante verso il lago, come da foto allegata.



Fig. 13 – Fascia spondale a blocchetti di serizzo con inclinazione verso il lago

- Gli edifici presenti hanno un sistema di raccolta delle acque meteoriche con gronde e pluviali ma gli stessi scaricano direttamente sul piazzale sottostante o nel terreno come da foto allegata.



Fig. 14 – *Edifici con gronde e pluviali con scarico diretto nel terreno*

9. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ED ECCEZIONALI CON RELATIVE VALUTAZIONI DEI TEMPI DI RITORNO

Una seconda analisi riguarda le acqua meteoriche attese nell'area di progetto, suddivise per precipitazioni medie annue, precipitazioni medie mensili e precipitazioni eccezionali di varia durata e intensità.

La stazione meteorologica più vicina all'area in progetto e di maggiori informazioni climatologiche è la stazione meteorologica di Verbania Pallanza gestita dal CNR ISE

Le precipitazioni medie annue misurate dalla stazione nel periodo 1951-2017 sono state di 1684 mm.

Le precipitazioni medie mensili sono state le seguenti (in mm).

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
66	85	125	177	173	178	124	167	183	201	163	85	144

Fig. 15 – *Precipitazioni medie mensili a Verbania Pallanza*

Si osserva la presenza di due minimi mensili in gennaio e luglio e due massimi mensili in Giugno e Ottobre.

Per quanto riguarda le piogge brevi e intense si può far riferimento agli studi idrologici allegati al Piano Regolatore di Verbania , a cura di I. Isoli e A. Sassi, che hanno analizzato i dati riportati sugli Annali Idrologici dell'areale circostante e hanno estratto le maggiori altezze di pioggia a durata 1-3-6-12-24 ore e laddove disponibili anche di durata inferiore all'ora.

A questi massimi sono state applicate le varie distribuzioni di probabilità più utilizzate in questi casi (Gumbel, Fuller, Galton).

Tramite tali elaborazioni statistiche è stato possibile ricavare le relazioni rappresentative delle curve di possibilità climatica relative all'areale comprendente anche quello in esame, per durate comprese tra 1 e 24 ore e tra 10' e 60'.

Si riportano quindi nelle seguenti tabelle i parametri "a" e "n" validi per lo stesso areale per diverse durate e diversi tempi di ritorno:

Parametri a e n a diversi tempi di ritorno per durate comprese tra 1 e 24 ore

STAZIONE	<i>PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO</i>									
	10		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
Areale	66.8	0.45	84.9	0.47	93.1	0.47	101.6	0.47	109.9	0.48

Parametri a e n a diversi tempi di ritorno per durate comprese tra 10' e 60'

STAZIONE	<i>PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO</i>									
	10		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
Areale	62.1	0.68	79.8	0.63	89.0	0.64	96.8.	0.64	107.0	0.63

Fig. 16 – Parametri idrologici degli afflussi a diversi tempi di ritorno e durate

I parametri sopraindicati devono essere considerati come cautelativi per il metodo con cui sono stati ricavati (analisi probabilistica su più stazioni), ma si ritiene che, per la tipologia delle precipitazioni che interessano questa zona, sia opportuno osservare criteri conservativi.

Trattasi di valori a vari tempi di ritorno e pertanto da confrontarsi con gli eventi storici ma anche con i più recenti come quello del 2/3 Ottobre 2020, oggetto di uno specifico Rapporto Arpa denominato "Evento del 2/3 Ottobre 2020".

Il rapporto mette in evidenza i valori di precipitazioni eccezionali su durate abbastanza brevi, causate da una situazione di avvezione di aria calda e umida guidata da venti molto forti sia in quota sia nei bassi strati atmosferici.

In particolare, le precipitazioni complessive più elevate si sono verificate proprio nel bacino imbrifero del lago Maggiore con particolare riguardo a quelle registrate nelle stazioni di Valstrona Sambughetto con 670.6 mm in 4 giorni e di Mergozzo Candoglia (quindi a poca distanza dal sito in esame) con 626.4 mm sempre in 4 giorni.

L'analisi eseguita da Arpa riporta inoltre le precipitazioni massime di diversa durata, come dalla seguente tabella.

Stazione	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Valstrona Sambughetto	66.4	171.2	303.4	491	619.6
Mergozzo Candoglia	57	138	272	486.2	592

Fig. 17 – *Evento 2/3 ottobre 2020 - Precipitazioni massime di diversa durata (mm).*

Il rapporto fornisce poi la valutazione statistica di ciascuna delle altezze di pioggia, misurate come sopra indicato, confrontate con le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5,10,20,50,100 e 200 anni), riferite a ciascuna stazione.

Le elaborazioni così eseguite evidenziano che alla precipitazione di durata 1 ora e di altezza 57 mm alla stazione di Candoglia può essere attribuito un tempo di ritorno di 10 anni, mentre alla precipitazione di durata 3 ore e di altezza 138 mm, sempre per la stazione di Candoglia, può essere attribuito un tempo di ritorno di 100 anni.

Nei calcoli che seguono si terrà conto:

- Di una precipitazione media mensile di 144 mm
- Di una precipitazione mensile massima autunnale (ottobre) pari a 201 mm
- Di una precipitazione critica della durata di 1 ora, di altezza 57 mm e a tempo di ritorno 10 anni
- Di una precipitazione critica della durata di 3 ore, di altezza 138 mm e a tempo di ritorno 100 anni

10. PERMEABILITÀ NATURALI DEI TERRENI E DELLE SUPERFICI TRASFORMATE

10.1. Generalità

Un'analisi necessaria riguarda la permeabilità dei terreni allo stato di fatto e a quello di progetto e il loro comportamento in relazione ai vari eventi di precipitazione previsti al paragrafo precedente

La prima osservazione riguarda la situazione allo stato di fatto, cioè con la maggior parte della superficie prativa e una parte impermeabilizzata in corrispondenza dei parcheggi.

I sottostanti terreni, già descritti sulla base della stratigrafia del sondaggio eseguito nelle vicinanze, sono costituiti da terreni di riporto antropico di spessore plurimetrico.

Allo stato di progetto, come già illustrato, una parte della superficie totale viene parzialmente conservata o parzialmente trasformata come segue:

- zona prevista a prato, a permeabilità alta : $156 \text{ mq} + 172 \text{ mq} = 328 \text{ mq}$
- zona per accesso alla passerella e parcheggio rivestita con blocchetti in serizzo o luserna, a permeabilità bassa : $253 \text{ mq} + 25 \text{ mq} = 278 \text{ mq}$
- Edificio di servizio $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 6,25 \text{ mq}$ (da posizionare a prato)

Il progetto indica un Indice di permeabilità (IPF) come rapporto fra superficie permeabile (SP = 328 mq) e superficie fondiaria (SF = 606 mq) pari al 54 %

La permeabilità del suolo è una proprietà che viene in genere identificata con la misura della conducibilità idrica satura (K_{sat} , mm/h) e che esprime la capacità del suolo, in condizioni di saturazione, di essere attraversato da un flusso d'acqua, in direzione verticale.

Le classi di permeabilità utilizzate per i suoli possono essere quelle definite dal "*Soil Survey Manual*" dell'USDA - United States Department of Agriculture e riportate nella seguente tabella.

CLASSE PERMEABILITA'	Ksat (mm/ h)
1 - Molto bassa	<0,036
2 - Bassa	0,036-0,36
3 - Moderatamente bassa	0,36-3,6
4 - Moderatamente alta	3,6-36
5 - Alta	36-360
6 - Molto alta	>360

Fig. 18 – *Classi di permeabilità dei suoli secondo “Soil Survey Manual” dell'USDA.*

Il coefficiente di permeabilità ha le dimensioni di una velocità e oltre al mm/h si usa anche il m/sec.

La conversione fra le due unità è la seguente

$$1 \text{ mm/h} = 2,78 \cdot 10^{-7}$$

Occorre però anche distinguere fra coefficiente di permeabilità orizzontale (K_h) e coefficiente di permeabilità verticale (K_v).

Per via della natura usualmente stratificata dei terreni, il valore del coefficiente di permeabilità verticale K_v è di solito inferiore al valore del coefficiente di permeabilità orizzontale K_h , con un rapporto fra i due che tipicamente oscilla da 2 a 20 ma può arrivare fino a 100 in presenza di terreni molto stratificati,.

10.2. Stato di fatto e stato di progetto

La prima osservazione sulla permeabilità dei suoli oggetto del presente studio riguarda la situazione non occupata dall'edificio previsto, cioè con la superficie prevalentemente prativa ad eccezione delle piazzuole a parcheggio.

Allo stato di fatto e sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente i terreni naturali presenti nel sottosuolo, già descritti nel modello geologico, presentano le seguenti condizioni di permeabilità K_{sat} : verticale:

- terreni di riporto antropico di spessore metrico :

Permeabilità moderatamente alta: $K_{sat} = 3,6 - 36 \text{ mm/h}$

Per quanto riguarda le superfici:

- Superfici a prato con sottostanti terreni eluvio colluviale di spessore decimetrico e terreni di riporto di spessore plurimetrico

Permeabilità moderatamente alta: $K_{sat} = 3,6 - 36 \text{ mm/h}$

- Superfici a parcheggio in cemento o asfalto

Permeabilità molto bassa: $K_{sat} < 0,036$

Allo stato di progetto, come già illustrato, una parte della superficie prativa e tutta quella in asfalto o cemento viene trasformata in:

- Strada di accesso alla passerella e posteggi rivestiti con blocchetti in serizzo o luserna:

Permeabilità bassa $K_{sat} = 0,036 - 0,36 \text{ mm/h}$

- Edificio di servizio

Permeabilità molto bassa: $K_{sat} < 0,036$

10.3. Deflussi superficiali

Per il calcolo degli effetti delle precipitazioni sui deflussi superficiali, da controllare e smaltire correttamente, è possibile usare il Metodo SCS Curve Number, generalmente noto come metodo del “*Numero di curva*” dal simbolo CN.

Il metodo, messo a punto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (*U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972*), è tuttora utilizzato anche in Italia e prevede che in un evento di piena, il volume specifico del deflusso superficiale, P , sia proporzionale a quello precipitato I , depurato dell'assorbimento iniziale, I_a , in ragione del rapporto tra volume specifico infiltrato, F , e un volume specifico, S , che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno.

Per una certo stato iniziale di imbibimento del terreno al verificarsi di un nubifragio, la massima ritenzione potenziale, S , dipende fondamentalmente dalla combinazione di due fattori, la natura del terreno e l'uso del suolo.

L'effetto combinato di questi due fattori viene rappresentato globalmente dal parametro adimensionale CN, legato a S dalla relazione $S = S_0(100/CN - 1)$ dove raccolta rifiuti $0 < CN < 100$.

Il seguente Abaco consente la determinazione della pioggia netta a partire dalla pioggia lorda in base ai diversi valori del parametro CN del metodo SCS-CN

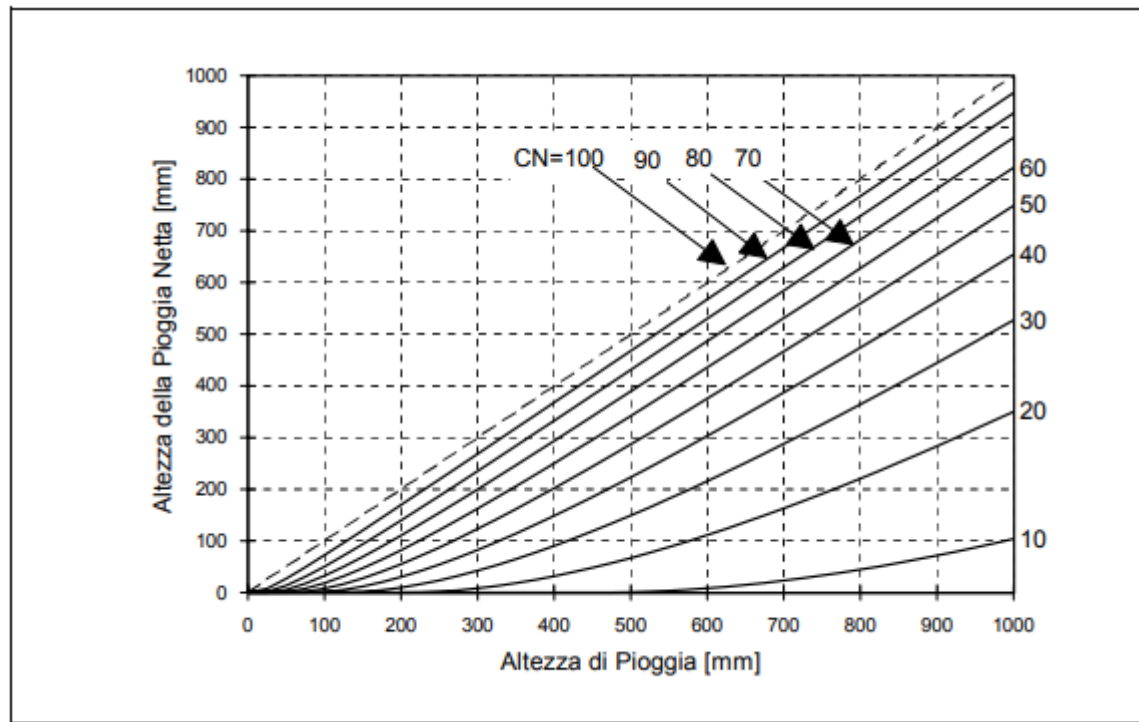


Fig. 19 – Abaco per determinazione delle piogge nette a partire dalla pioggia lorda

Per una data condizione AMC, il valore di CN dipende, innanzi tutto, dalle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore e minore permeabilità (v. Abaco precedente).

Inoltre, per un dato tipo idrologico di suolo, il valore di CN varia, anche notevolmente, a seconda della tipologia di uso del suolo stesso, ossia della sua copertura vegetale e del suo grado di antropizzazione.

Sulla base delle condizioni delle superfici non trasformate, con superficie a prato, la pioggia netta è praticamente nulla negli eventi di precipitazione media, e scarsa anche negli eventi eccezionali, per cui è possibile stimare un valore di **CN pari a 50**.

Per quanto riguarda le superfici impermeabilizzate (strade, parcheggi) la pioggia netta negli eventi eccezionali è confrontabile con la pioggia lorda a meno di una frazione relativa all'evaporazione e pertanto è possibile assumere un valore di **CN pari a 90**.

Dall'abaco di Fig.19 si ricava quanto segue:

A. Superfici permeabili

Superfici prative con sottostanti terreni come da modello geologico (328 mq)

A1 Evento medio di precipitazione mensile di 144 mm

Pioggia media lorda giornaliera: $144 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 4,8 \text{ mm}$

CN pari a 50

Pioggia netta giornaliera: $0,0 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 0,0 \text{ mm} = 0,0 \text{ l/mq}$

Volumi superficiali giornalieri medi: $0,0 \text{ l/mq} \times 328 \text{ mq} = 0,0 \text{ l}$

Deflussi superficiali giornalieri = $0,0 \text{ l} / 86.400 \text{ s} = 0,0 \text{ l/s}$

A2 Evento massimo di precipitazione mensile autunnale di 201 mm

Pioggia media lorda giornaliera su base massima mensile (Ottobre) : $201 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 6,7 \text{ mm}$

CN pari a 50

Pioggia netta giornaliera autunnale: $0,0 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 0,0 \text{ mm} = 0,0 \text{ l/mq}$

Volumi superficiali giornalieri medi: $0,0 \text{ l/mq} \times 328 \text{ mq} = 0,0 \text{ l}$

Deflussi superficiali giornalieri autunnali: $0,0 \text{ l} / 86.400 \text{ s} = 0,0 \text{ l/s}$

A3 Primo evento critico della durata di 1 ora

Pioggia lorda della durata di 1 ora, pari a 3600 sec, di altezza 57 mm e a tempo di ritorno 10 anni,

CN pari a 50,

Pioggia netta durante l'evento, pari a 0,0 mm, pari a 0,0 l/mq

Volumi superficiali totali durante l'evento: $0,0 \text{ l/mq} \times 328 \text{ mq} = 0,0 \text{ l}$

Deflussi superficiali medi durante l'evento: $0,0 \text{ l} / 3.600 \text{ s} = 0,0 \text{ l/s}$

A4 Secondo evento critico della durata di 3 ore

Pioggia lorda della durata di 3 ore, pari a 10.800 sec, di altezza 138 mm e a tempo di ritorno 200 anni,

CN pari a 50,

Pioggia netta durante l'evento, pari a 20 mm, pari a 20 l/mq

Volumi superficiali totali durante l'evento: $20 \text{ l/mq} \times 328 \text{ mq} = 6.560 \text{ l}$

Deflussi superficiali medi durante l'evento: $6.560 \text{ l} / 10800 \text{ s} = 0,61 \text{ l/s}$

B. Superfici impermeabili

**Strade e posteggi rivestiti con blocchetti di serizzo o luserna (278 mq).
Edificio di servizio (6,25 mq da sovrapporre ai precedenti)**

B1 Evento medio di precipitazione mensile di 144 mm

Pioggia media lorda giornaliera su base media mensile: $144 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 4,8 \text{ mm}$

CN pari a 90

Pioggia netta giornaliera: $0,0 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 0,0 \text{ mm} = 0,0 \text{ l/mq}$

Volumi medi superficiali giornalieri: $0,0 \text{ l/mq} \times 278 \text{ mq} = 0,0 \text{ l}$

Deflussi medi superficiali giornalieri: $0,0 \text{ l} / 86.400 = 0,0 \text{ l/s}$

B2 Evento massimo di precipitazione mensile autunnale di 201 mm

Pioggia media lorda giornaliera su base autunnale (Ottobre): $201 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 6,66 \text{ mm}$

CN pari a 90

Pioggia netta giornaliera autunnale = $3 \text{ mm} / 30 \text{ gg} = 0,1 \text{ mm} = 0,1 \text{ l/mq}$

Volumi superficiali giornalieri autunnali: $0,1 \text{ l/mq} \times 278 \text{ mq} = 27,8 \text{ l}$

Deflussi superficiali giornalieri autunnali: $27,8 \text{ l} / 86.400 \text{ s} = 0,032 \text{ l/s}$

B3 Primo Evento critico della durata di 1 ora

Pioggia lorda della durata di 1 ora, pari a 3600 sec, di altezza 57 mm e a tempo di ritorno 10 anni,

CN pari a 90,

Pioggia netta durante l'evento, pari a 30 mm, pari a 30 l/mq

Volumi superficiali totali durante l'evento: $30 \text{ l/mq} \times 278 \text{ mq} = 8.340 \text{ l}$

Deflussi superficiali medi durante l'evento: $8.340 \text{ l} / 3.600 \text{ s} = 2,32 \text{ l/s}$

B4 Secondo evento critico della durata di 3 ore

Pioggia lorda della durata di 3 ore, pari a 10.800 sec, di altezza 138 mm e a tempo di ritorno 100 anni,

CN pari a 90

Pioggia netta durante l'evento pari a 105 mm, pari a 105 l/mq

Volumi superficiali totali durante l'evento: $105 \text{ l/mq} \times 278 \text{ mq} = 29.190 \text{ l}$

Deflussi superficiali medi durante l'evento: $29.190 \text{ l} / 10800 \text{ s} = 2,70 \text{ l/s}$

11. PROPOSTE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE IN CONDIZIONI MEDIE ED ECCEZIONALI

11.1. Tipologie di superfici

Da quanto calcolato al paragrafo precedente Il progetto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche interessa in modo diverso le due tipologie di superfici di tipo A e B secondo quanto segue.

A. Superfici permeabili a prato.

Gli eventi giornalieri medi calcolati anche sulle precipitazioni massime mensili, non determinano deflussi apprezzabili e tali da prevedere opere di raccolta o regimazione.

Anche gli eventi critici di durata 1 ora con precipitazioni di altezza 57 mm e a tempo di ritorno 10 anni non determinano deflussi apprezzabili sulle aree a prato mentre quelli della durata 3 ore con precipitazioni di altezza 138 mm e a tempo di ritorno 100 anni determinano invece la presenza rispettivamente di una superficie di acqua di 20 mm (2 cm) e di una portata di **0,61 l/s**, da valutarsi ai fini di opere di smaltimento.

B. Superfici impermeabili costituite da strade, posteggi ed edificio tecnico

Gli eventi giornalieri calcolati sulle precipitazioni massime mensili di 200 mm, determinano volumi di pioggia giornaliera netta apprezzabili dell'ordine di **0,1 l/mq** e portate di **0,032 l/s** e tali da mettere in discussione l'opportunità di opere di raccolta o regimazione.

Gli eventi critici di durata 1 ora con precipitazioni di altezza 57 mm e a tempo di ritorno 10 anni e quelli della durata 3 ore con precipitazioni di altezza 138 mm e a tempo di ritorno 100 anni determinano invece la presenza rispettivamente di **una superficie di acqua di 30 mm (3 cm) e di 105 mm (10,5 cm), volumi accumulati di 8.340 l e 29.190 l e portate da smaltire durante l'evento rispettivamente di 2,32 l/s e 2.70 l/s.**

E' pertanto nei riguardi di questi due eventi che vanno ipotizzate le opere di raccolta e regimazione.

Le soluzioni possono essere di due tipi:

- Pozzi perdenti
- Scarico diretto a lago

11.2. Dimensionamento pozzo perdente

La capacità di deflusso di un pozzo perdente si determina con la relazione:

$$Q_f = C_u K r H$$

dove

Q_f = portata di deflusso del pozzo perdente (m^3/s)

$C_u = 2 \pi (H/r) / \ln (H/r)$

H = altezza utile disperdente pozzo (m)

K = coefficiente di permeabilità del terreno (m/s)

r = raggio interno del pozzo perdente (m)

Considerando la modestia della superficie da cui disperdere le acque meteoriche, ma al contempo l'importanza dei volumi e delle portate da smaltire durante l'evento massimo, si è provato a determinare un'ipotesi di pozzo perdente in grado di rispondere alle esigenze di cui sopra:

$$r = 1 \text{ m}$$

$$H = 2,5 \text{ m}$$

$$K = 36 \text{ mm/h} = 0,00001 \text{ m/s}$$

$$C_u = 17$$

$$Q_f = 0.000425 \text{ mc/s} = 0,425 \text{ l/s} = 36,720 \text{ mc/giorno}$$

Appare evidente l'efficienza del pozzo nei riguardi dei volumi medi su base mensile ma al contempo l'impossibilità di smaltire nel sottosuolo i deflussi conseguenti ad eventi meteorologici eccezionali e pertanto anche il pozzo perdente dovrebbe avere uno scarico di troppo pieno che dovrebbe a sua volta trovare una linea di smaltimento, sostanzialmente con uno scarico a lago.

Appare pertanto più semplice prevedere una regimazione delle acque meteoriche affluenti sulle superfici impermeabili, mediante cunette di bordo e pendenza verso il lago così come ovunque lungo la fascia costiera.

Trattandosi di acque meteoriche sostanzialmente pulite, lo scarico in corsi d'acqua come il lago Maggiore, andrebbe comunicato al Comune, il quale consulterà gli enti sovraordinati come la Regione Piemonte e la Provincia del VCO.

12. CONCLUSIONI

Al termine delle considerazioni effettuate ai punti precedenti è possibile affermare che gli interventi previsti, risulteranno compatibili con le condizioni idrologiche e idrogeologiche dell'area e con i coefficienti di sicurezza previsti dalle specifiche normative.

In tal senso, le nuove opere andranno realizzate nel rispetto delle indicazioni riportate ai paragrafi precedenti, eseguendo i lavori a regola d'arte e tenendo sempre in preminente considerazione, in ogni fase e circostanza, la stabilità generale dell'area e dell'insieme opera-terreno.

Verbania, Maggio 2023

Dott. Geol. Italo Isoli
(firmato digitalmente)



Dott. Geol. Anna Montalto
(firmato digitalmente)

