

FUTURA



LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

PNRR M4C1 - 1.1 Min. Istruzione - PIANO ASILI NIDO E INFANZIA
C.U.P. F18H22001420006
POTENZIAMENTO POLO INFANZIA - ASILO NIDO
Progetto Esecutivo

COMMITTENTE

Amministrazione Comunale di
Fornovo San Giovanni

TIPOLOGIA / TITOLO DELL'ELABORATO

Relazione invarianza idraulica

24_04_BG_DC_ARC_16_00

UBICAZIONI OPERE

Via Caravaggio, Fornovo San Giovanni (BG)



COMUNE DI FORNOVO
SAN GIOVANNI (BG)

DC

ARC_16

REV./DATA

00 / ottobre 2024

R.U.P. Ing. Fabio Carminati - Assistente R.U.P Geom. Lidia Villa

Sede Municipale: P.zza San. Giovanni, 1 - 24040 Fornovo San Giovanni - BG - P.IVA 00762050169 -
C.F. 84002310161 Telefono 0363 57666 www.comune.fornovosangiobanni.bg.it

Progettista architettonico	Arch. Letizia Vanelli	
Progettista strutture e sicurezza	Ing. Bruno Naldini	
Progettista impianti meccanici	Ing. Ferruccio Galmozzi	
Progettista impianti elettrici	Ing. Fabio Corbani	

COMMESSA N. 04/24

PREMESSA

A seguito della decisione, presa nel 2024, dall'Amministrazione Comunale di trattare la tematica dell'invarianza idraulica come in capo al progetto della Scuola primaria e Secondaria di primo grado, localizzate nel lotto del "Campus scolastico" di Fornovo San Giovanni, si allega la documentazione tecnica relativa riguardante anche l'area di pertinenza dell'asilo nido oggetto del presente appalto.

Nuovo Campus Scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la socialità permanente dei minori

SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

CUP F15E21000070006

Realizzato con il contributo di:
REGIONE LOMBARDA
Direzione Generale Istruzione, Università, Ricerca, Innovazione e Semplificazione
UNITA' ORGANIZZATIVA EDILIZIA SCOLASTICA,
ASSE I POR FESR 2014-2020 E INTERVENTI PER LA RIPRESA ECONOMICA
PIANO LOMBARDA - BANDO "SPAZIO ALLA SCUOLA"
(Decreto n. 17935 del 21/12/2021)



R.U.P.
Ing. Fabio Carminati

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA



FRN_F_019

Senza nome

PROGETTISTI

SETTANTA7 s.r.l

arch. Daniele Rangone arch. Elena Rionda



Digierre3

ing. Fabio Corbani ing. Ferruccio Galmozzi



Goggia & Associati Studio di Ingegneria

ing. Bruno Naldini



OPERA MISTA s.r.l

ing. Carlo Micheletti



COLLABORATORI E CONSULENTI	REV.	Data	Descrizione
arch. Luca Fontana			
arch. Rosa Del Giudice			
dott. arch. Alice Raminelli			

Proprietà:

**Comune di Fornovo San Giovanni
Provincia di Bergamo**

Commessa:

**Progetto nuova scuola Primaria e scuola Secondaria di primo grado
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

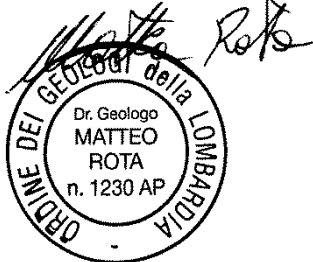
Oggetto dell'elaborato:

PROGETTO INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA
Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 e n. 8 del 19 aprile 2019
RELAZIONE TECNICA

* * *

Relatore

Dott. Geol. Matteo Rota



Dott. Ing. Davide Pelizzoli



Direttore Tecnico

Dott. Geol. Luigi Corna

Comm. 010/22

Ed. 1

Data di stampa 15.04.20224

Aprile 2024



Indice

1) PREMESSA.....	3
1.1) Inquadramento geografico e descrizione dell'opera	4
1.2) Dati geografici	6
2) CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI – MODALITÀ DI CALCOLO.....	6
2.1) Fattibilità del progetto.....	7
2.1.1) Approfondimenti idrogeologici e fattibilità dello scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo	8
2.2) Descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica ..	9
2.3) Classificazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo.....	10
3) PROGETTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA	11
3.1) Dati considerati per i calcoli degli afflussi (curva di possibilità pluviometrica)	11
3.3) Dimensionamento della vasca di laminazione di progetto	13
3.3.1) Verifiche vasche di laminazione.....	16
3.3.2) Sintesi dimensionamento vasche di laminazione.....	16
3.5) Considerazioni sul progetto delle opere, per tempi di ritorno T100.....	17
3.6) Considerazioni sulla stabilità geotecnica delle opere.....	17
3.7) Indicazioni sugli scarichi	18
4) PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	19
4.1) Ispezione e monitoraggio.....	20
4.2) Manutenzione ordinaria	20
4.3) Manutenzione straordinaria	21
5) CONCLUSIONI	21



1) PREMESSA

Su incarico del Comune di Fornovo San Giovanni, provincia di Bergamo è stata redatta la presente relazione di invarianza idraulica ed idrogeologica per il Progetto di fattibilità tecnico economica del “Progetto nuova scuola Primaria e scuola Secondaria di primo grado a servizio del nuovo campus scolastico di via Caravaggio”. Poiché la gestione delle acque meteoriche riguarda l'intero plesso e che sono previste modifiche al progetto esistente inerente l'invarianza idraulica, nella presente si sono fornite le indicazioni delle opere di laminazione necessarie alla gestione dell'intero comparto.

In particolare la presente relazione è stata sviluppata a supporto del progetto preliminare di invarianza idraulica ed idrogeologica previsto dagli articoli 6 e 10 del r.r. 23 novembre 2017 n. 7 modificato dal r.r. 19 aprile 2019 n. 8.

Il r.r. definisce:

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

Il r.r. prevede pertanto che i progetti contengano almeno:

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

Norme di riferimento:

- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica;
- Legge regionale 15 marzo 2016, n. 4 – Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua;
- Legge Regionale 21 novembre 2011, n. 17 – Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione europea;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne;
- Regolamento regionale. 19 aprile 2019 n. 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7;
- Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 – Legge per il governo del territorio;
- 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;
- UNI/TS 1445, maggio 2012 - Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI EN 1717, novembre 2002 - Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso;
- UNI EN 12053-3 - Sistema d'intercettazione, raccolta ed evacuazione (superfici di raccolta,



bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati ed opere di drenaggio);

- UNI 9184 - Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

1.1) Inquadramento geografico e descrizione dell'opera

L'area di intervento si colloca nella pianura Bergamasca al margine Ovest del centro abitato di Fornovo San Giovanni nell'area verde posta a valle della strada Provinciale, Via Cavour, interessando il quarto SW del comparto (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Il progetto globale del polo scolastico prevede la realizzazione delle scuole a partire dall'asilo nido fino alle scuole medie secondarie.

Mentre ogni edificio avrà una propria vasca di raccolta delle acque meteoriche per il riutilizzo interno, lo scarico delle acque meteoriche in eccesso avverrà mediante il convogliamento delle stesse ad un'unica "vasca volano".

Come scelte migliorative per l'invarianza idraulica si è previsto di:

- limitare il più possibile le aree impermeabili aumentando le aree permeabili o semipermeabili;
- migliorare la permeabilità delle aree a verde, asportando parte del terreno superficiale legato alle attività agricole, ricollocandovi materiali permeabili per l'intero spessore sino alla quota finale di progetto. Tale soluzione permetterà la totale infiltrazione delle acque ricadenti sull'area ed anche le aree limitrofe laddove vi siano i camminamenti;
- mantenere le aree verdi depresse o separate mediante cordoli rispetto alle circostanti ove sono presenti le caditoie, in modo che nella rete di drenaggio delle acque meteoriche non possano in alcun caso affluire quelle ricadenti nelle aree a verde.

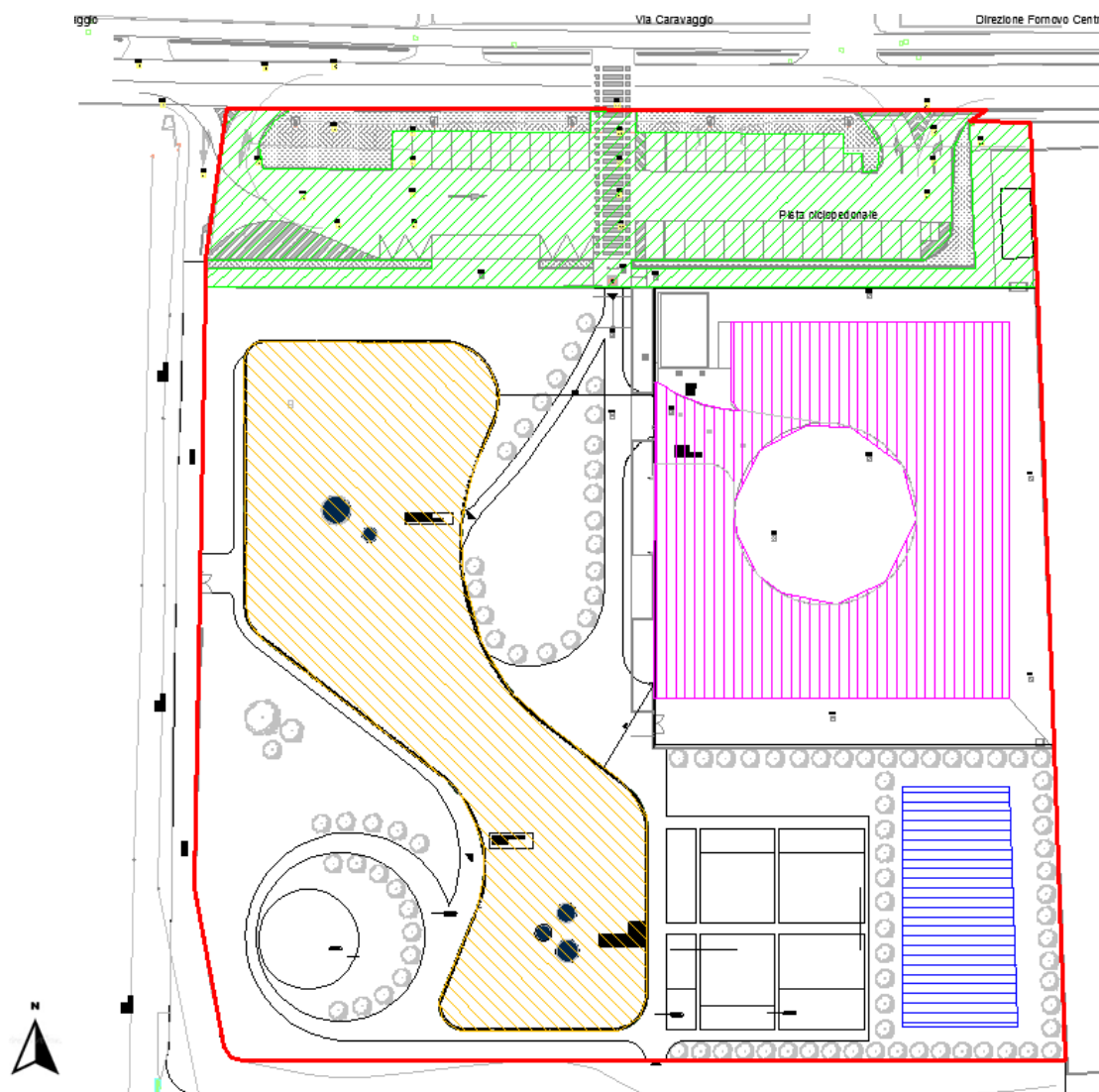
Per tale motivo nel presente studio di invarianza idraulica sono state escluse tutte le aree verdi, comprendenti una superficie pari a 5153 m², e i circostanti camminamenti, coinvolgenti una superficie pari a 1866 m², ove le acque si infiltreranno naturalmente direttamente nel sottosuolo senza interessare la rete di drenaggio.

Nella Figura 1 si sintetizzano le superfici impermeabili che recapiteranno le acque nei canali previa laminazione.

Per quanto concerne le aree a nord destinate a parcheggi e pista ciclopedonale coinvolgenti un'area impermeabile di 2000 m², si prevede di laminare le acque collocando una vasca di laminazione interrata sotto la zona dei parcheggi, scaricando le acque mediante stazione di pompaggio direttamente nel fosso presente appena a Nord.



Le restanti aree di cui 1744 m² impermeabili utilizzate per l'asilo nido e infanzia, ed il tetto della scuola primaria e secondaria coinvolgenti una superficie di 2350 m², le acque di scarico dal troppo pieno delle vasche di raccolta e riutilizzo, saranno convogliate direttamente nella zona SE del comparto ove le acque saranno laminate all'interno di un laghetto non impermeabilizzato delle dimensioni di 450 m².



LEGENDA

Superfici afferenti alla vasca laminazione sotto i parcheggi

Parcheggi e pista ciclabile - 2000 m²

Superfici afferenti alla laminazione in laghetto

Asilo nido e infanzia - 1744 m²

Scuola primaria e secondaria - 2350 m²

Laghetto - 450 m²

Dispersione diretta al suolo

Aree pavimentate 1866 m²
Aree verdi 5153 m²

Superficie totale lotto - 13563 m²

Figura 1: schema delle aree drenanti.



1.2) Dati geografici

Coordinate	UTM32	X: 552299.78	Y: 5038419.78
Bacino idrografico	Nome	Bacino	
	Serio – Adda e affluenti	Adda	

2) CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI – MODALITÀ DI CALCOLO

Di seguito si riportano i principali parametri e requisiti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, secondo quanto indicato nel del r.r. n. 7/17.

Principali parametri e requisiti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, secondo quanto indicato nel del r.r. n. 7/17						
Art. 3 Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica		Art. 3	Comma	2	Lettera	b
		Nuova costruzione				
	Coeff. drenaggio					
Superficie impermeabile	1	Superficie impermeabile	2000 (parcheggi)		m ²	
Superficie semi permeabile	0,7		4094 (scuole)			
Superficie permeabile	0,3	Superficie semi permeabile	450 (laghetto)		m ²	
		Superficie permeabile	0		m ²	
		Superficie intervento	6544		m ²	
		Coeff. drenaggio medio	0,98			
Art. 7 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione		Comune	Fornovo San Giovanni			
		Criticità idraulica	Alta A			
			Media B		X	
			Bassa C			
			Coeff. P		1	
Art. 12 Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica		Criticità idraulica	Alta A	800	m ³	
			Media B	500	m ³	X
			Bassa C	400	m ³	
Vita utile delle opere		50 anni				

Per la rappresentazione delle superfici del progetto di invarianza idraulica ed idrogeologica vedi: Tavola planivolumetrico del progetto architettonico.



2.1) Fattibilità del progetto

Di seguito si riporta la fattibilità del progetto in funzione dello stato dei luoghi e della pianificazione di settore.

Principali parametri e requisiti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, secondo quanto indicato nel del r.r. n. 7/17			
Disposti del piano di governo del territorio, reticolo minore, in materia di invarianza idraulica ed idrologica Indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT	Classe di fattibilità geologica 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) Elementi del RIM, nell'area di intervento: assenti		
	Indicazioni geo. zone con soggiacenza della falda inferiori a 5 m Scadenti caratteristiche geologiche		
	Vincoli geo. Nessun vincolo		
Compatibilità della portata massima scaricata su suolo dalle opere in progetto con le condizioni idrogeologiche locali	Dati geologici/idrogeologici, geotecnici		
	Assenti		
	Da bibliografia		
	Specifici del progetto X		
	Permeabilità dei terreni superficiali m/sec 10⁻⁸		
Profondità falda dal p.c. 2 m			
Art. 8 Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori	Da criticità idraulica	lit/sec	
	Da gestore del ricettore	lit/sec	
	Ambito di trasformazione e/o come piano attuativo X	lit/sec	
	Laghi o fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese, Mincio		
	Criticità idraulica	Alta A 10	Lit/sec ha X
		Media B 20	Lit/sec ha
		Bassa C 20	Lit/sec ha
Altro		Lit/sec ha	

Per la fattibilità dello scarico delle acque al suolo o nel sottosuolo delle acque bianche meteoriche vedi: Relazione geologica e geotecnica del progetto (elaborato FRN F RS 002).

Poiché l'area nel Piano delle Regole del PGT rientra negli Ambiti di Trasformazione, come previsto dall'art. 7 comma 5 l'intervento è stato assimilato alle aree A di cui al comma 3 del medesimo articolo.

Sono state valutate diverse soluzioni tecniche per lo scarico della fognatura acque bianche meteoriche del progetto:

SI	scarico in corso fossi previa laminazione
SI (area verde)	scarico negli strati superficiali del terreno (suolo – primo sottosuolo)
NO	scarico nel sottosuolo tramite una serie di pozzi perdenti



Questa soluzione persegue gli obiettivi del r.r 7/17.

2.1.1) Approfondimenti idrogeologici e fattibilità dello scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo

Dalle indagini eseguite, riportate a corredo della relazione geologica – geotecnica redatta dagli scriventi e afferente al medesimo intervento, è stata riscontrata una bassa permeabilità dei terreni posti ad oltre 1 m di profondità dal quota di piano campagna, mentre in superficie le acque sono drenate dal livello di terreno agricolo che presenta una permeabilità media grazie ai rimaneggiamenti del terreno derivante dalle pratiche agricole.

La falda freatica si intercetta già a 2 m dal piano di campagna favorendo la risalita capillare e il mantenimento di una elevata umidità dei terreni più superficiali. La falda si intercetta almeno fino a 80 m di profondità (dato derivato dai pozzi per acqua presenti in zona).

Per i motivi sopra menzionati pertanto risulta non fattibile prevedere lo scarico delle acque meteoriche al suolo ed in particolare nel sottosuolo o negli strati profondi del sottosuolo.

Solo per le aree mantenute a verde, dove si prevede di ricollocare inoltre uno strato di qualche decimetro di terreno di coltivo, si potrà prevedere lo scarico al suolo delle sole acque ricadenti sulla medesima superficie, o da piccole tettoie – camminamenti e “piazzole”.

Pertanto le acque meteoriche drenante da ampie superfici totalmente impermeabilizzate (quali coperture e parcheggi) dovranno essere necessariamente recapitate in un recettore alternativo che nella zona, è stato individuato nei fossi - rogge.



2.2) Descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica

Di seguito si riportano le valutazioni che hanno condotto alla definizione della soluzione progettuale.

Principali parametri e requisiti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, secondo quanto indicato nel del r.r. n. 7/17			
Art. 5 Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali	Stoccaggio per il riuso	SI	
	Suolo	SI	
	Gestore/titolare		
	Pubblica fognatura	NO	
	Corso d'acqua superficiale	SI	Fossi e rogge

La soluzione progettuale di invarianza idraulica ed idrologica utilizzata prevede la progettazione dei manufatti finalizzati a (per l'individuazione delle superfici si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**):

- raccogliere le acque meteoriche intercettate dalla superficie impermeabilizzata (tetti, parcheggi);
- drenarle nella rete fognaria delle acque meteoriche;
- stoccarla nelle vasche di laminazione;
- recapitarle in fosso – roggia mediante sistema di pompaggio per superare il ridotto dislivello (max 2 m) tra vasca e testata del fosso - roggia.

FUNZIONAMENTO FOGNATURA		
		DESCRIZIONE
Interamente a gravità	SI	Pluviali, caditoie e condotte
A gravità e con stazione di sollevamento	SI	Stazione di sollevamento per lo scarico
COMPONENTI DELLA FOGNATURA		
		DESCRIZIONE
Caditoie e pilette	SI	Pluviali tetto, aree parcheggio e strade
Condotte	SI	Tratti fognatura acque bianche meteoriche
Pozzetti, camerette e vasche	SI	Tratti fognatura acque bianche meteoriche
Apparecchiature elettromeccaniche	SI	Impianto doppio ad elettropompe immerse
Apparecchiature di controllo e allarme	SI	Centralina di controllo e sistema di allarme (acustico e invio allarmi digitali)



2.3) Classificazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo

Di seguito si riportano le valutazioni che hanno condotto alla definizione della modalità di calcolo.

Principali parametri e requisiti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica, secondo quanto indicato nel del r.r. n. 7/17					
Art. 9 Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica ed idrologica e modalità di calcolo					
Classe intervento				Impermeabilizzazione potenziale	
				qualsiasi	
				bassa	
				media	
3				alta	
CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi ≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1		
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2		
2	Impermeabilizzazione potenziale media da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi			
3	Impermeabilizzazione potenziale alta da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)		
	> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi			
Art. 10 Contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica					
			Doc. comma 1	X	
			Doc. comma 2, classe int. 1 (Art. 12, comma 2), requisiti minimi		
			Doc. comma 2, classe int. 2 e 3, crit idr C (Art. 12, comma 2), requisiti minimi		
			Doc. comma 3, lettera a), classe int. 0 <300 m ² (Art. 12, comma 1, lettera b), requisiti minimi, in ricettore		
			Doc. comma 4		
Art. 11 Metodologia di calcolo					
			Procedura dettagliata		
			Metodo delle sole piogge	X	
			Procedura requisiti minimi		



3) PROGETTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA

Di seguito si riporta il dimensionamento del volume delle vasche di laminazione necessarie all'invarianza idraulica.

Poiché non è ancora definito il progetto dei tracciati fognari di adduzione alle vasche, non si è proceduto al dimensionamento delle tubazioni.

3.1) Dati considerati per i calcoli degli afflussi (curva di possibilità pluviometrica)

Il regime pluviometrico di progetto è descritto dalla "curva di possibilità pluviometrica".


La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una funzione del tipo: $h(t) = at^n$ in cui i parametri "a" e "n" dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Per definire la curva di possibilità pluviometrica dell'area in esame si è fatto riferimento ai dati pluviometrici forniti dall'ARPA Lombardia.

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29,06
N - Coefficiente di scala	0,2843
GEV - parametro alpha	0,2887
GEV - parametro kappa	-0,0333
GEV - parametro epsilon	0,8233

Per la zona considerata per piogge critiche di durata compresa tra 1 – 24 ore e caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni si ottiene un coefficiente $a=58,9$ e $n=0,2843$ (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), mentre per piogge inferiori ad una ora si prevede l'utilizzo di un n pari a 0,5.





Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29,06
N - Coefficiente di scala	0,2843
GEV - parametro alpha	0,2887
GEV - parametro kappa	-0,0333
GEV - parametro epsilon	0,8233

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Stezzano*
 Coordinate:

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni) 50

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

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.arpa.lombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpa.lombardia.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	0,92976	1,26733	1,49794	1,72464	2,02625	2,25848	2,49530	2,02625011
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	27,0	36,8	43,5	50,1	58,9	65,6	72,5	58,9

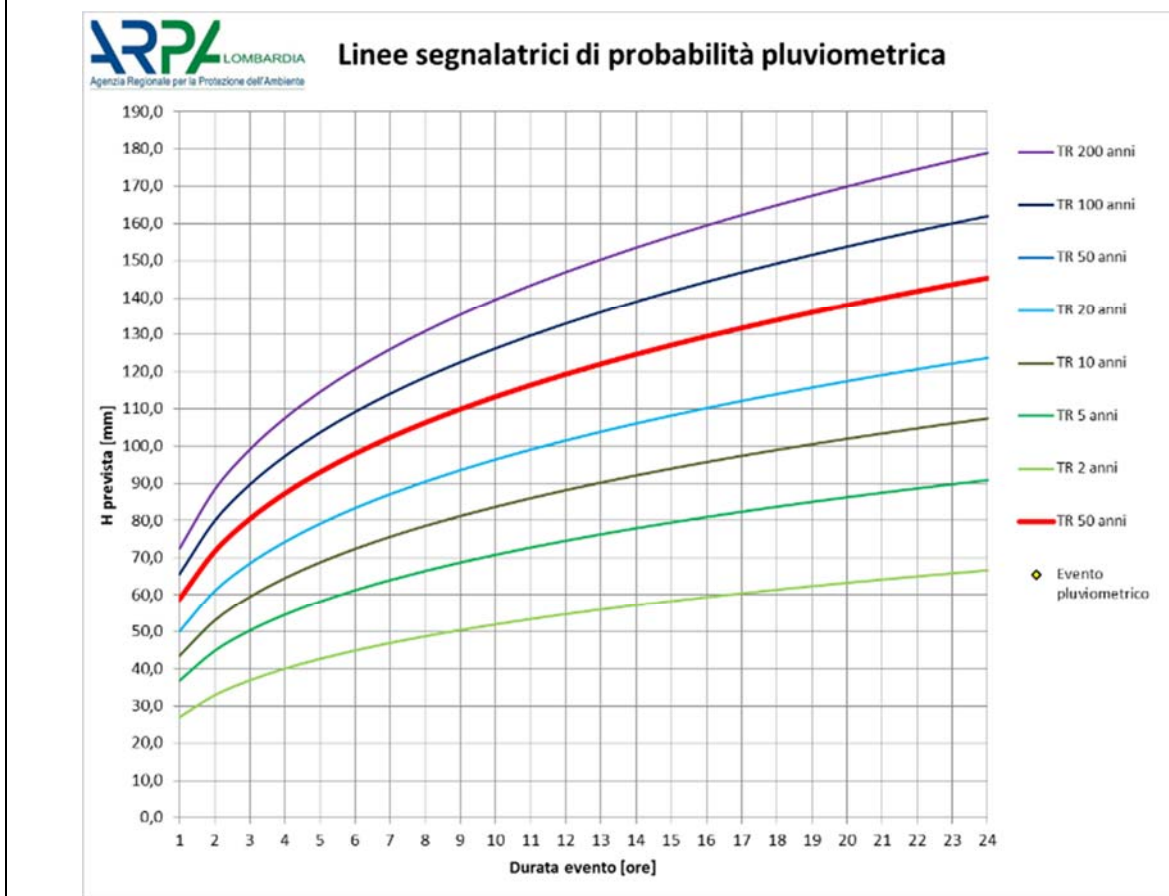


Figura 2: estratto da elaborati arpa riguardanti le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica della zona interessata dall'intervento.



3.3) Dimensionamento della vasca di laminazione di progetto

Il volume delle vasche di laminazione è stimato secondo il metodo cinematico.

$$V = V_i - V_s$$

Dove:

V= volume della vasca volano

V_i = volume di invaso totale delle acque drenate

V_s = volume della rete idrica

$$\text{Considerato: } V_i = (Q_c - Q_f) \times \theta$$

Dove:

Q_c = portata critica o massima

Q_f = portata di scarico acconsentita

θ = tempo critico per la vasca volano (valutato in modo iterativo).

La stima della portata al colmo con tempo di ritorno T, è sviluppata secondo il Metodo Razionale (considerando il criterio del tempo di corrivazione).

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T)$$

Dove

Q_c = portata critica o massima;

S= superficie totale scolante;

φ = coefficiente medio di afflusso – deflusso;

ε = coefficiente dipendente del metodo di trasformazione afflussi – deflussi adottato;

i = intensità media di precipitazione in mm/ora ragguagliato all'area, funzione della durata critica θ_c (in ore) e del tempo di ritorno T (in anni), calcolata mediante il metodo della curva di possibilità pluviometrica;

θ_c = tempo di corrivazione (tempo impiegato dall'acqua a percorrere la superficie scolante e il tratto fognario fino al recapito di progetto).

Poiché si è previsto di mantenere separate gli impianti tra il polo scolastico e la zona a nord destinata a parcheggio pista ciclabile, il calcolo è stato eseguito separatamente per le due aree.

Si specifica che soprattutto per quanto concerne il polo scolastico nell'impianto di drenaggio e di conseguenza al relativo recapito non vi arriveranno tutte le aree a verde e i relativi vialetti che sono stati pertanto esclusi dal calcolo della laminazione.

Per l'individuazione delle aree afferenti alle vasche si rimanda al cap. n. 1.1) e alla Figura 1, mentre per il dimensionamento si rimanda ai calcoli di seguito riportati.



Dimensionamento volume di laminazione polo scolastico

CALCOLO PORTATA DI MASSIMA PIENA

(Secondo il metodo razionale (adottando il metodo di corrivazione)

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T)$$

Q_c = portata critica o massima	161,9 l/s
S = superficie totale scolante	0,5840 ha
φ =coefficiente medio di afflusso – deflusso	0,98
$\varphi = ((S_{imp} \times \varphi_{imp}) + (S_{sper} \times \varphi_{sper}) + (S_{per} \times \varphi_{per})) / S$	
S _{imp} = Superfici impermeabili	5.390 m²
S _{sper} = Superfici semipermeabili	450 m²
S _{per} = Superfici permeabili	0 m²
φ _{imp} = coefficiente di afflusso per aree impermeabili in funzione di T	1,0
φ _{sper} = coefficiente di afflusso per aree semipermeabili in funzione di T	0,7
φ _{per} = coefficiente di afflusso per aree permeabili in funzione di T	0,3
ε = coefficiente dipendente del metodo di trasformazione afflussi – deflussi adottato	1
i = intensità media di precipitazione in mm/ora ragguagliato all'area, funzione della durata critica θ _c (in ore) e del tempo di ritorno T (in anni), calcolata mediante il metodo della curva di possibilità pluviometrica	
$i = h/\theta_c$	102,1 mm/ora
h = altezza di pioggia	
$h(T_r) = a(T_r) \times \theta_c^{n(T_r)}$	47,3 mm
a(T)= coefficienti curva possibilità pluviometrica per T	58,9
n(T)= coefficienti curva possibilità pluviometrica per T	0,284
T= tempo di ritorno adottato	50 Anni
θ _c = tempo di corrivazione	27,8 Minuti
θ _c = T _i +T _r	
T _i = tempo di ingresso in rete	15 Minuti
T _r = tempo di corrivazione della rete di drenaggio	13 Minuti
T _r = L/V	
L= lunghezza massima della rete	100 m
V= velocità media di deflusso dell'acqua nella condotta	0,1 m/s

VOLUME VASCA VOLANO (secondo il metodo cinematico)

$$V = V_i - V_s$$

V = volume della vasca volano	404 m³
$V_i = (Q_c - Q_f) \times \theta$	436 m³
V_i = volume di invaso totale delle acque drenate	
Q _f = portata di scarico acconsentita	5,71 l/s
$Q_f = L_g \times S \times \varphi$	
L _g = limite ammesso per lo scarico	10 (l/s) x ha imp.
θ= tempo critico per la vasca volano (valutato in modo iterativo)	528 Minuti
$V_s = V_{ss} + V_{rd} + V_{pp}$	32,2 m³
V_s = Volume della rete idrica	
V _{ss} = Volume residuo superfici esterne	
(3 mm d'acqua sull'intera superficie)	17,5 m³
V _{rd} = Volume rete di drenaggio	14,7 m³
l= lunghezza totale tubazioni orizzontali rete	300 m
d= diametro medio delle tubazioni	0,3 m
p= percentuale di riempimento tubazione	100,0 %
V _{pp} = Volume vasche di prima pioggia	0,0 m³
(3 mm d'acqua sull'intera superficie)	



Dimensionamento volume di laminazione parcheggi posti a nord

CALCOLO PORTATA DI MASSIMA PIENA

(Secondo il metodo razionale (adottando il metodo di corrvazione)

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T)$$

Q_c = portata critica o massima	112,9 l/s
S = superficie totale scolante	0,2000 ha
φ =coefficiente medio di afflusso – deflusso	1,00
$\varphi = ((S_{imp} \times \varphi_{imp}) + (S_{sper} \times \varphi_{sper}) + (S_{per} \times \varphi_{per})) / S$	
S _{imp} = Superfici impermeabili	2.000 m²
S _{sper} = Superfici semipermeabili	0 m²
S _{per} = Superfici permeabili	0 m²
φ _{imp} = coefficiente di afflusso per aree impermeabili in funzione di T	1,0
φ _{sper} = coefficiente di afflusso per aree semipermeabili in funzione di T	0,7
φ _{per} = coefficiente di afflusso per aree permeabili in funzione di T	0,3
ε = coefficiente dipendente del metodo di trasformazione afflussi – deflussi adottato	1
i = intensità media di precipitazione in mm/ora ragguagliato all'area, funzione della durata critica θ _c (in ore) e del tempo di ritorno T (in anni), calcolata mediante il metodo della curva di possibilità pluviometrica	
i = h/θ _c	203,1 mm/ora
h = altezza di pioggia	
$h(T_r) = a(T_r) \times \theta_c^{n(T_r)}$	36,0 mm
a(T)= coefficienti curva possibilità pluviometrica per T	58,9
n(T)= coefficienti curva possibilità pluviometrica per T	0,284
T= tempo di ritorno adottato	50 Anni
θ _c = tempo di corrvazione	10,6 Minuti
θ _c = T _i +T _r	
T _i = tempo di ingresso in rete	10 Minuti
T _r = tempo di corrvazione della rete di drenaggio	1 Minuti
T _r = L/V	
L= lunghezza massima della rete	5 m
V= velocità media di deflusso dell'acqua nella condotta	0,1 m/s

VOLUME VASCA VOLANO (secondo il metodo cinematico)

$$V = V_i - V_s$$

V = volume della vasca volano	148 m³
$V_i = (Q_c - Q_f) \times \theta$	154 m³
V_i = volume di invaso totale delle acque drenate	
Q _f = portata di scarico acconsentita	2,00 l/s
$Q_f = L_{qf} \times S \times \varphi$	
L _{qf} = limite ammesso per lo scarico	10 (l/s) x ha imp.
θ= tempo critico per la vasca volano (valutato in modo iterativo)	522 Minuti
$V_s = V_{se} + V_{rd} + V_{pp}$	6,0 m³
V_s = Volume della rete idrica	
V _{se} = Volume residuo superfici esterne	
(3 mm d'acqua sull'intera superficie)	6,0 m³
V _{rd} = Volume rete di drenaggio	0,0 m³
l= lunghezza totale tubazioni orizzontali rete	0 m
d= diametro medio delle tubazioni	0,3 m
p= percentuale di riempimento tubazione	100,0 %
V _{pp} = Volume vasche di prima pioggia	0,0 m³
(3 mm d'acqua sull'intera superficie)	
Verifiche rr 7/18	p 1



Nei calcoli delle vasche mentre si è considerata l'acqua ristagnante sulle superfici (3 mm/m²), non si sono invece considerati i volumi delle tubazioni fognarie.

Per quanto concerne la verifica (non riportata nella presente) per le piogge inferiori a 1 ora, per cui si adotta un coefficiente n pari a 0,5, è risultato che il volume volano è ben inferiore a quello calcolato per piogge superiori (vedi Tabella 1).

3.3.1) Verifiche vasche di laminazione

La norma sull'invarianza idraulica per il dimensionamento definitivo delle vasche prevede che siano svolte anche le seguenti ulteriori verifiche:

- I. art.12, comma 2 lettera a) del r.r. 7/17 prevede la verifica del rispetto di un volume minimo della vasca di laminazione. Per quanto concerne l'intervento specifico assimilato all'area A, la norma prevede che per ogni ettaro impermeabile debba essere reso disponibili un volume volano pari a 800 m³;
- II. art.8, comma 1 lettera a) del r.r. 7/17 prevede che la portata di scarico da adottare per le aree A sia pari a 10 l/s per ogni ettaro di superficie impermeabile scolante;
- III. art.11, comma 6 lettera g.2) del r.r. 7/17, prevede che il tempo di svuotamento della vasca al termine dell'evento piovoso sia inferiore a 48 ore.

Di seguito si riporta la sintesi delle verifiche eseguite.

	Dati bacini scolante		Volume invaso (m ³)				(II) Portata scarico (l/s)	(III) Tempo svuotamento (ore)
	Superficie (m ²)	Coeff. deflusso	Calcolato		(I) Minimo	Progetto		
			< ora	> ora				
Parcheggi	4544	0,97	209	309	352	352	4,5	22
Edifici scolastici	2000	1	103	148	160	160	2	22

Tabella 1: sintesi dati progettuali delle vasche di laminazione.

Nelle verifica risulta che per entrambe le vasche nella progettazione risulti più vincolante il volume minimo previsto dalla norma rispetto a quello calcolato.

3.3.2) Sintesi dimensionamento vasche di laminazione

Per quanto concerne pertanto l'area dei parcheggi al fine di laminare le acque sarà necessario realizzare un volume di invaso pari a 160 m³ con una portata di scarico di 2,0 l/s.

Per quanto concerne le aree degli edifici scolastici al fine di laminare le acque sarà necessario realizzare un volume di invaso pari a 352 m³ con una portata di scarico di 4,5 l/s.



3.5) Considerazioni sul progetto delle opere, per tempi di ritorno T100

Il dimensionamento delle opere ha considerato, come richiesto all'art. 11 comma 2 lettera a.2, anche tempi di ritorno T100 delle piogge critiche. Non è risultato necessario prevedere opere di presidio / controllo dal rischio (es. misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati), per il caso di piogge estreme.

Tale valutazione deriva dal fatto che:

- per l'area a parcheggio il volume in eccesso per piogge di 100 anni potrebbero al massimo creare una lama di acqua di ristagno a breve termine pari a 1 mm, valore assolutamente ininfluente;
- per gli edifici il volume in eccesso risulta di 12 m³, volume che comporterebbe un innalzamento dell'acqua nel laghetto dell'ordine di 5 cm massimi.

3.6) Considerazioni sulla stabilità geotecnica delle opere

Sulla base di quanto riportato nella relazione geologica e geotecnica allegata al progetto, i luoghi di posa delle opere di invarianza idraulica ed idrologica sono stabili dal punto di vista geologico e geotecnico, in particolare per le tubazioni che interesseranno i materiali di riporto, che dovranno essere posati come da specifiche tecniche per strati e adeguatamente compattate.

I rinfianchi delle tubazioni ed i rinterri, dovranno essere realizzati con terre a grana medio grossa, non alterate e stabili (adeguate per opere geotecniche) e dovranno essere eseguiti con idonea attrezzatura in grado di compattare le superfici adeguatamente (in funzione degli usi e dei livelli prestazionali di progetto delle stesse).

Nel dimensionamento si dovrà tenere in considerazione le spinte idrostatiche delle acque di infiltrazione che potrebbero ristagnare all'interno dei terreni di riporto interposti tra i manufatti e le pareti argillose impermeabili degli scavi.

Per quanto concerne le vasche di laminazione, si dovrà tenere in considerazione la presenza della falda già a circa 2 m (valore riferito al piano campagna prae intervento, corrispondente alla quota di posa del piezometro esistente e entro il quale è possibile eseguire misure dirette della quota piezometrica) e pertanto:

- per il laghetto si dovrà mantener il fondo, che comunque non verrà impermeabilizzato, con almeno un franco di 50 cm dalla quota sopra indicata. Inoltre si dovrà prevedere la stabilizzazione delle sponde (es. mediante terre rinforzate o una scogliera in massi ciclopici), realizzando adeguate opere di fondazione in grado di sostenere le sponde e le fondazioni soggette alle spinte idrostatiche (in quanto in fase di esercizio saranno sommerse con fluttuazioni del livello);
- per quanto concerne la vasca interrata sotto il parcheggio si dovrà considerare, in funzione della quota di posa dei manufatti, le possibili spinte idrostatiche. Si raccomanda di prevedere di mantenere, nel limite possibile, i manufatti nello strato insaturo senza interessare i livelli saturi.



3.7) Indicazioni sugli scarichi

Per lo scarico nei fossi si dovrà prevedere la collocazione della tubazione di scarico alla quota maggiore, di fatto a piano campagna, al fine di evitare pericolosi rigurgiti o limitazioni al deflusso del corpo idrico, inoltre per limitare l'energia necessaria allo scarico si dovrà prevedere di far convergere il tratto terminale dei manufatti di laminazione il più prossimi possibile al fosso. Per superare il minimo dislivello di 1,5 m, si dovrà dotare lo scarico di una elettropompa che pescherà ad una quota inferiore rispetto alla base della vasca di laminazione (per permetterne il completo svuotamento). A tal fine nel tratto dove avverrà lo scarico si potrà realizzare una vasca impermeabile posta sottoquota rispetto alla base della vasca di laminazione, entro cui si collocheranno le pompe. La vasca dovrà essere dimensionata adeguatamente considerando le spinte idrostatiche applicate dalla falda.

Al fine di garantire lo scarico si dovrà prevedere di dotare la vasca di scarico di una seconda pompa di emergenza e di un sistema di controllo e di emergenza con comunicazione al gestore della manutenzione per permetterne in tempo utile la sistemazione ed il ripristino delle piene funzionalità.

In genere i dispositivi di scarico sono dati da (si veda figg. nn. Figura 3 e Figura 4):

- coppia di pompe (pompa n.1 e n.2) atte al funzionamento alternativo con scarico al recettore, poste al fondo;
- eventuale pompa di sicurezza (pompa n.3) posta a metà altezza della vasca, di emergenza in caso di infangamento al fondo o troppopieno;
- quadro di controllo atto a garantire il funzionamento delle pompe al fondo e di quella di mezza altezza. Ha anche la funzione di segnalare eventuali avarie;
- eventuale gruppo di continuità elettrica (generatore di corrente / gruppo elettrogeno a scoppio) in grado di generare corrente atta a garantire il funzionamento delle pompe in caso di guasto all'impianto elettrico di alimentazione / rete. In alternativa si può prevedere una motopompa che si aziona automaticamente in caso di vasca piena ed assenza di energia elettrica.

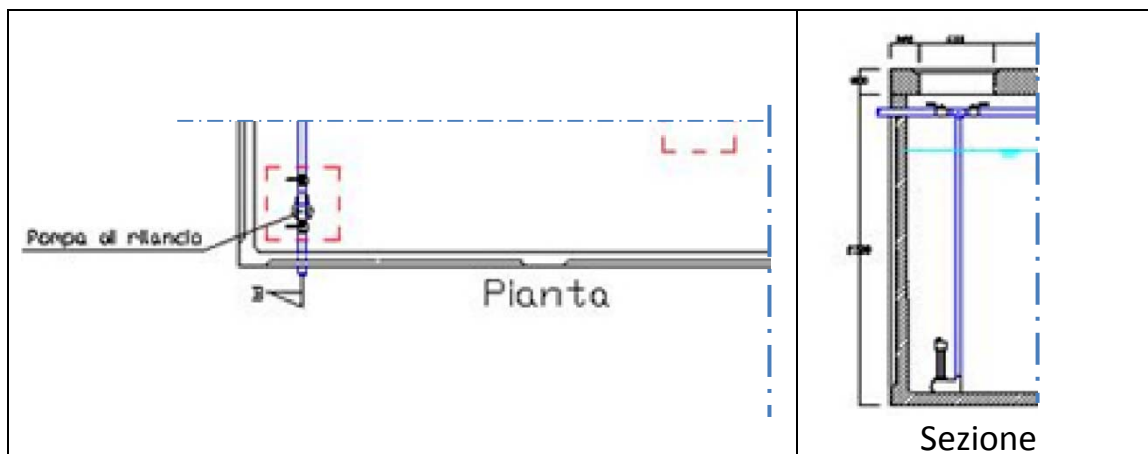




Figura 3: pianta e sezione tipo della vasca di laminazione.

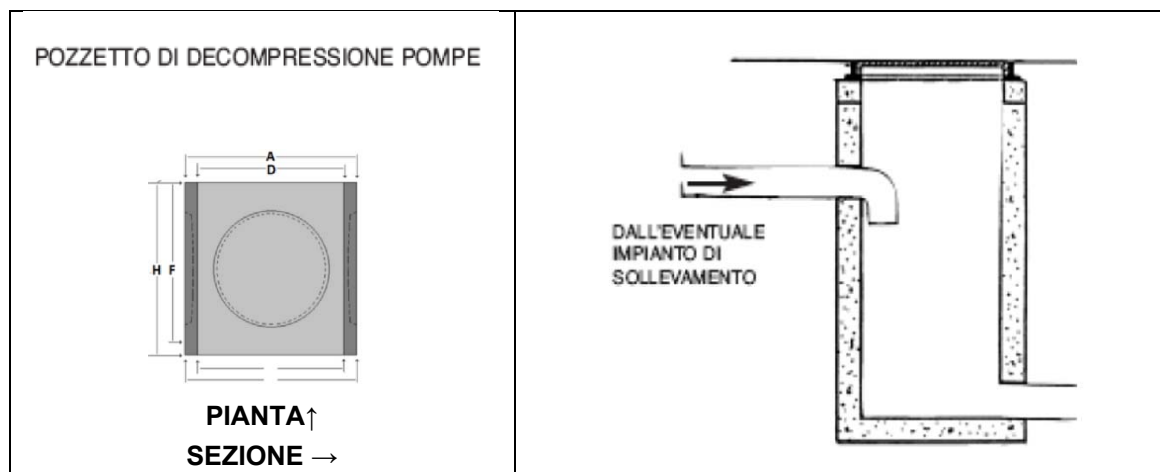


Figura 4: pianta e sezione tipo del pozzetto di decompressione acque – pompe.

4) PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

L'efficienza e l'efficacia delle opere potrà essere garantita nel tempo, solo previa l'attuazione di specifico piano di gestione che prevederà:

- ispezioni
- monitoraggi
- manutenzioni ordinarie
- manutenzioni straordinarie.

Per queste, si prevederà:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione;

adeguati al raggiungimento degli obiettivi tecnico funzionali ed economici previsti dalla normativa. Il piano di manutenzione rappresenta uno degli strumenti utili per evitare l'uso del bene progettato con comportamenti anomali che possono danneggiare o compromettere la durabilità e le caratteristiche del bene stesso. A tal fine, il piano definisce le procedure di raccolta e di registrazione dell'informazione nonché le azioni necessarie per impostare le operazioni di manutenzione e per organizzare in modo efficiente, sia sul piano tecnico che su quello economico, il servizio di manutenzione.

La Proprietà/Gestore, dal momento della consegna dell'opera finita, sarà l'unico responsabile della attuazione del piano di manutenzione.

In seguito si riportano alcune indicazioni specifiche per le sole opere di invarianza idraulica ed idrologica, per la redazione del piano di monitoraggio e manutenzione che



sarà predisposto, per tutte le opere che compongono l'edificio e che redigeranno il Costruttore e la Proprietà.

Per tutte le componenti che costituiscono l'impianto di fognatura acque bianche meteoriche, le indicazioni riportate nei libretti di manutenzione dei produttori dei manufatti prevarranno su quelle riportate nella presente.

Quanto riportato in seguito rimane vincolante, salvo diverse più specifiche indicazioni che saranno comunicate dal Costruttore alla consegna dei fabbricati alla Proprietà.

Come riportato nell'art. 13, comma 2, rr. 7/17, i costi di gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria ai fini dell'efficienza nel tempo dell'intero sistema di drenaggio delle acque pluviali ricadono interamente ed esclusivamente sulla Proprietà.

Sarà compito del Proprietario tenere conto delle istruzioni riportate nei manuali d'uso e di manutenzione forniti dai Costruttori delle opere costituenti il sistema di drenaggio.

Tutte le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dovranno essere eseguite da personale formato/specializzato, rispettando le prescrizioni indicate dal D. Lgs. 81/2008 (Testo Unico Sicurezza Lavoro) per i cantieri temporanei o mobili.

Tutte le opere dovranno essere realizzate con materiale certificato CE e da personale specializzato. Le manutenzioni prevederanno l'impiego di componenti uguali o certificati corrispondenti a quelli originali.

4.1) Ispezione e monitoraggio

Le opere di fognatura acque bianche meteoriche saranno assoggettate ad ispezione semestrale di tutti i pozzetti, camerette/vasche, per la presa visione di eventuali sedimenti o ristagni di acqua, perdite di acqua. Il personale impiegato per le ispezioni dovrà avere il requisito della specifica formazione sullo svolgimento delle operazioni indicate.

Si dovranno prevedere ispezioni a seguito di eventi meteorici eccezionali.

E' previsto anche un monitoraggio (tipo videoispezioni, prove di tenuta ecc.) che potrà essere a bisogno (oppure di tipo quinquennale), tale monitoraggio potrà prevedere prove e collaudi in sito per la misurazione dell'efficacie scorrimento delle acque nelle tubazioni, dell'efficacie funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche, di controllo e di allarme e sarà svolto da ditte specializzate.

4.2) Manutenzione ordinaria

Le opere di fognatura acque bianche meteoriche saranno assoggettate alla manutenzione ordinaria semestrale, che prevede:



- pulizia pilette e caditoie, da depositi di sabbia e foglie trascinate dalle acque meteoriche ruscellanti nell'impianto;
- pulizia dei pozzetti, camerette/vasche da depositi di sabbia e foglie trascinate dalle acque meteoriche ruscellanti nell'impianto.

4.3) Manutenzione straordinaria

Le opere di fognatura acque bianche meteoriche saranno assoggettate alla manutenzione straordinaria (a bisogno) che a seconda dei livelli di danneggiamento rilevati dalle operazioni di monitoraggio consisteranno in:

- spurgo di tubazioni e camerette/vasche per il ripristino dell'efficacie scorrimento delle acque come da progetto;
- rifacimento di qualsivoglia parte ammalorata ed inadatta a svolgere le funzioni per le quali è stata progettata e realizzata.

5) CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta per il progetto dell'invarianza idraulica ed idrogeologica secondo il r.r. n. 7/17 come modificato da r.r. n. 8/19.

La presente è stata redatta al fine di fornire la fattibilità dell'intervento e fornire elementi utili alla progettazione successiva e alla determinazione dei costi di massima dell'intervento.

Per le valutazioni di merito si rimanda ai capitoli specifici.

Nella progettazione risulta predominante considerare la presenza della falda già a 2 m dal piano campagna.

Si prevede la realizzazione di n. 2 vasche di laminazione:

- una interrata ma indicativamente entro i 2 – 2,5 m di profondità, posizionata nella zona nord sotto i parcheggi a servizio degli stessi e delle pista ciclabile, del volume di 160 m³ con recapito nel limitrofo fosso posto a nord con una portata di scarico pari a 2 l/s;
- una realizzata mediante un laghetto posto nella zona SE del comparto con fondo mantenuto con un franco di 50 cm dalla falda, del volume di 352 m³ e portata di scarico di 4,5 l/s con recapito nel limitrofo fosso posto a Sud.

Si raccomanda di prevedere la necessaria manutenzione delle opere al fine di garantirne l'efficienza e l'efficacia nel tempo.

Aprile 2024