

Proprietà:

Impresa Alborghetti SNC
Via Buonarroti n. 2 – Barzana (BG)

Commessa:

Costruzione nuovo capannone
Via Cà Fittavoli n. 9 a Barzana (BG)

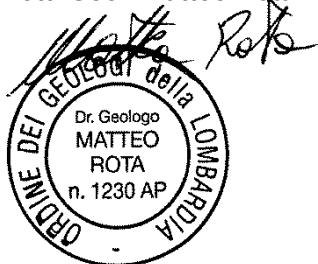
Oggetto dell'elaborato:

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

* * *

Relatore

Dott. Geol. Matteo Rota



Direttore Tecnico

Dott. Geol. Luigi Corna

Comm. 016/23

Ed. 2

Data di stampa 23.10.2023

Ottobre 2023



Indice

1) PREMESSA	3
1.1) Inquadramento geografico e descrizione dell'opera	4
1.2) Dati geografici	5
2) CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI – MODALITÀ DI CALCOLO	5
2.1) Fattibilità del progetto	6
2.1.1) Approfondimenti idrogeologici	7
2.1.3) Fattibilità dello scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo	8
2.3) Acque di prima pioggia	9
2.4) Recupero acque meteoriche	9
2.5) Descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica	10
2.6) Classificazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo	12
3) PROGETTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA	13
3.1) Dati considerati per i calcoli degli afflussi (curva di possibilità pluviometrica)	13
3.2) Dimensionamento del collettore fognario	15
3.2.1) Metodo di calcolo	15
3.2.2) Calcoli eseguiti	16
3.2.3) Descrizione del collettore fognario calcolato	17
3.3) Dimensionamento dreni profondi	18
3.3.1) Metodo di calcolo	18
3.3.2) Caratteristiche dimensionali sistema disperdente	21
3.3.3) Indicazioni realizzative dreni profondi e verifiche in corso d'opera	22
4) PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA	26
4.1) Ispezione e monitoraggio	27
4.2) Manutenzione ordinaria	27
4.3) Manutenzione straordinaria	27
4.4) Schema attività di ispezione, monitoraggio e manutenzione	28
5) CONCLUSIONI	29

Documentazione di progetto di riferimento:

- a) Tavola schema fognatura;
- b) Relazione geologica allegata al progetto architettonico.



1) PREMESSA

La presente relazione è redatta per conto Impresa Alborghetti SNC a supporto del SUAP di “Costruzione nuovo capannone” sito in Via Cà Fittavoli n. 9 in comune di Barzana (BG), e costituisce l’aggiornamento della precedente relazione redatta nell’aprile 2023 recependo i pareri degli Enti rilasciati in sede di Conferenza dei Servizi di esclusione da VAS in data 5 ottobre 2023.

In particolare la presente relazione è stata sviluppata a supporto del progetto 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

Il progetto prevede (vedi Figura 1) la costruzione di un nuovo capannone prefabbricato delle dimensioni di 75x42 m con la finalità di contenere i materiali edili derivanti dalla gestione dell'attività ed interessa un appezzamento di terreno di forma rettangolare sino ad oggi utilizzata come area agricola.

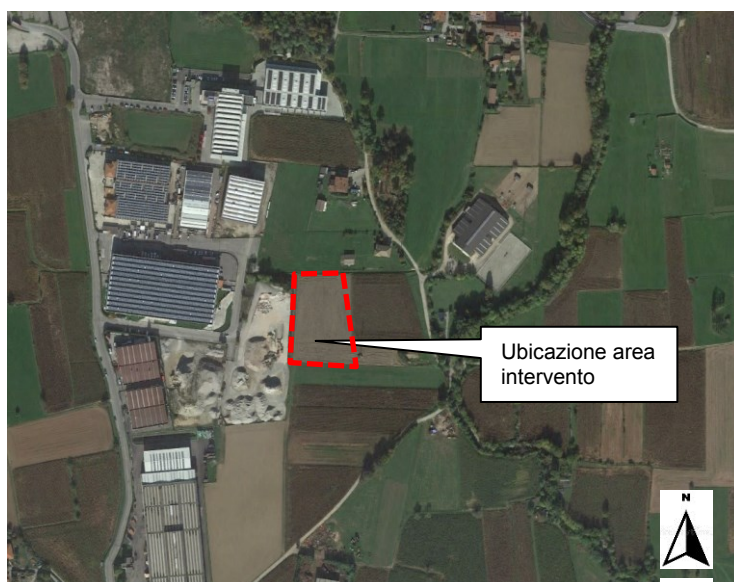


Figura 1: Foto aerea area di intervento

All'interno della proprietà le acque meteoriche saranno drenate in una rete fognaria separata da quelle reflue e, per quanto concerne le acque dei tetti recuperate per l'innaffio delle aree a verde, mentre le restanti e quelle di troppo pieno scaricate nel sottosuolo mediante dreni profondi.

L'area avrà nel settore perimetrale Nord e Est una zona a verde che occuperà una superficie pari a 1551 m², poiché le acque qui ricadenti saranno drenate direttamente nel sottosuolo come allo stato di fatto, tale area non è stata ricompresa nell'invarianza idraulica.

Il capannone avrà una superficie coperta del tetto pari a 3452 m² e le acque saranno convogliate direttamente in n. 2 gruppi di vasche (posizionate una a NW delle proprietà e l'altra a SE) di raccolta prefabbricate delle dimensioni di 20x2=40 m³, le acque di troppo pieno e tutte le acque di seconda pioggia drenate dai piazzali saranno invece convogliate in una rete di raccolta e volano costituita da una tubazione del diametro di 1 m in cemento, sviluppata lungo l'intera area a parcheggio – manovra dalla quale si dipartiranno dei rami che addurranno le acque a dei pozzi perdenti dotati al fondo di un dreno profondo. I pozzi perdenti saranno costituiti da anelli in cemento del diametro di 2 m profondi 4 m, mentre il dreno profondo sarà costituito da un tubo in PVC del diametro di 220 mm posato all'interno di un foro del diametro di 318 mm, dotato di un dreno in ghiaietto e profondo, rispetto al piano campagna, 20 m.



Le acque drenate dai piazzali saranno convogliate all'interno di una vasca di prima pioggia posta nel settore SW, in cui si provvederà alla separazione delle acque di prima pioggia, che verranno scaricate nella fognatura delle acque reflue, mentre quelle di seconda pioggia verranno convogliate alle vasche volano e alla dispersione delle nel sottosuolo.

1.2) Dati geografici

Coordinate	UTM32	X: 551109.238	Y: 5054385.859
Bacino idrografico	Nome	Bacino	
	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					<table><tr><td>Art. 3</td><td>Comma</td><td>2</td><td>Lettera</td><td>b</td></tr><tr><td colspan="5">Nuova costruzione - ampliamento</td></tr></table>					Art. 3	Comma	2	Lettera	b	Nuova costruzione - ampliamento																	
					Art. 3	Comma	2	Lettera	b																							
Nuova costruzione - ampliamento																																
<table><tr><td></td><td>Coeff. drenaggio</td></tr><tr><td>Superficie impermeabile</td><td>1</td></tr><tr><td>Superficie semi permeabile</td><td>0,7</td></tr><tr><td>Superficie permeabile</td><td>0,3</td></tr></table>						Coeff. drenaggio	Superficie impermeabile	1	Superficie semi permeabile	0,7	Superficie permeabile	0,3	<table><tr><td>Superficie impermeabile</td><td>5453</td><td>m²</td></tr><tr><td>Superficie semi permeabile</td><td>0</td><td>m²</td></tr><tr><td>Superficie permeabile</td><td>0</td><td>m²</td></tr><tr><td>Superficie intervento</td><td>5453</td><td>m²</td></tr><tr><td>Coeff. drenaggio medio</td><td>1</td><td></td></tr></table>					Superficie impermeabile	5453	m ²	Superficie semi permeabile	0	m ²	Superficie permeabile	0	m ²	Superficie intervento	5453	m ²	Coeff. drenaggio medio	1	
	Coeff. drenaggio																															
Superficie impermeabile	1																															
Superficie semi permeabile	0,7																															
Superficie permeabile	0,3																															
Superficie impermeabile	5453	m ²																														
Superficie semi permeabile	0	m ²																														
Superficie permeabile	0	m ²																														
Superficie intervento	5453	m ²																														
Coeff. drenaggio medio	1																															
Art. 7 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione					<table><tr><td>Comune</td><td colspan="4">Barzana</td></tr><tr><td rowspan="4">Criticità idraulica</td><td>Alta A</td><td colspan="2">X</td><td></td></tr><tr><td>Media B</td><td colspan="2"></td><td></td></tr><tr><td>Bassa C</td><td colspan="2"></td><td></td></tr><tr><td>Coeff. P</td><td colspan="2">1</td><td></td></tr></table>					Comune	Barzana				Criticità idraulica	Alta A	X			Media B				Bassa C				Coeff. P	1			
					Comune	Barzana																										
					Criticità idraulica	Alta A	X																									
						Media B																										
						Bassa C																										
Coeff. P	1																															
Art. 12 Requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica					<table><tr><td rowspan="3">Criticità idraulica</td><td>Alta A</td><td>800</td><td>m³</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>Media B</td><td>500</td><td>m³</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Bassa C</td><td>400</td><td>m³</td><td></td><td></td></tr></table>					Criticità idraulica	Alta A	800	m ³	X		Media B	500	m ³			Bassa C	400	m ³									
					Criticità idraulica	Alta A	800	m ³	X																							
						Media B	500	m ³																								
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 2 (fattibilità con modeste limitazioni) e 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) Elementi del RIM, nessuno				
	Indicazioni geo.	aree con possibile presenza di acqua di limitata entità			
	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	5-8x10 ⁻⁵			
	Profondità falda m	25 m			
Art. 8 Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori	Da criticità idraulica		X	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 della fognatura acque bianche meteoriche vedi: Relazione geologica e geotecnica del progetto.

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

NO	scarico in corso d'acqua superficiale previa laminazione
SI (area verde)	scarico negli strati superficiali del terreno (suolo – primo sottosuolo)
SI	scarico nel sottosuolo tramite una serie di dreni profondi
SI (piazze)	scarico delle acque di prima pioggia in fognatura acque reflue

Questa soluzione persegue gli obiettivi del r.r 7/17 e s.m.i..



2.1.1) Approfondimenti idrogeologici

Dalle indagini eseguite, riportate a corredo della relazione geologica – geotecnica redatta dagli scriventi e afferente al medesimo intervento, è stata riscontrata una permeabilità molto bassa nei livelli limosi argillosi riscontrabili fino a quasi 5 m, aumentando a 4×10^{-6} – 2×10^{-5} m/s per i livelli posti fino a circa 10 m di profondità, incrementando nell'ordine di $K=5-8 \times 10^{-5}$ m/s oltre i 10 m aumentando localmente anche di 1 – 2 ordini di grandezza all'interno dei livelli più ghiaiosi che si possono intercettare.

La falda freatica dai dati disponibili e da verificare in corso d'opera si intercetta a 25 m.

Per la zona risulta che disperdere con dreni profondi del diametro di 220 mm (e perforazione del 318 mm) entro i primi 20 m è possibile ottenere portate di dispersione superiori a 16 l/s. Tali dati sono solo indicativi in quanto non vi sono molte esperienze e soprattutto la dispersione, in questi terreni molto eterogenei, avviene principalmente entro alcuni livelli che presentano andamenti lenticolari, e pertanto non prevedibili sino a perforazione eseguita.

Per le motivazioni sopra esposte al fine di ottimizzare la risorsa idrica eliminando, nel limite possibile, lo scarico delle acque pulite nelle fognature, si è previsto di disperdere le acque meteoriche nel sottosuolo mediante dreni profondi. Tale soluzione è stata adottata considerando anche che buona parte delle acque sarà drenata dai tetti, e che comunque nei piazzali non è prevista l'esecuzione diretta di attività pericolose od inquinanti e le acque di prima pioggia saranno scaricate in pubblica fognatura.

I dreni profondi saranno equamente distribuiti lungo i fronti Ovest e Sud e derivati da una “rete volano” di collegamento costituita da una tubazione in cemento del diametro di 1 m lunga 86 m, dislocata lungo l'intero piazzale e posta a 2,5 m di profondità al fine di permettere una più veloce ridistribuzione delle acque nei dreni profondi. La tubazione sovradimensionata congiuntamente agli anelli di “pozzi perdenti” del diametro di 2 m e profondi 4 m disposti in prossimità e costituenti la testata di ciascun dreno, costituiranno la necessaria laminazione in grado di contenere i fenomeni di piena non sopportabili a brevissimo termine dai soli dreni profondi.

Non essendo comunque possibile prevedere con certezza la reale capacità disperdente dei dreni profondi si è prevista una attività di controllo e verifiche della capacità disperdente dei dreni in corso d'opera, al fine di poter adattare il numero di dreni alle reali condizioni riscontrate.



2.1.3) Fattibilità dello scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo

Per quanto riguarda la natura dei terreni dell'area d'interesse si fa riferimento alla relazione geologica e geotecnica a firma degli scriventi.

La zona non rientra all'interno di fasce di rispetto di pozzi per acqua potabile o altri vincoli, amministrativi, geologici che precludano la possibilità di disperdere acque bianche negli strati superficiali del terreno.

Dalle considerazioni riportate nel capitolo n. 2.1.1) risulta che la soluzione più compatibile con l'ottimizzazione della risorsa idrica risulta quella di disperdere le acque meteoriche nel sottosuolo mediante dreni profondi.

Al fine di salvaguardare la falda, che dai dati disponibili si colloca a 25 m da p.c. si è previsto di mantenere la profondità massima dei dreni entro i 20 m dal piano campagna, lasciando il tratto fessurato da -20 m sino a -10 m, e mantenendo cieco il tratto superiore al fine di evitare pericolosi dilavamenti dei terreni nei livelli più superficiali che potrebbero comportare assestamenti del terreno anche verso la superficie. Poiché invece la permeabilità dei terreni posti tra -4 m e 10 m risulta più contenuta come del resto la pressione dell'acqua senza rischi di dilavamenti dei terreni, si prevede di utilizzare il volano presso la testata del dreno anche come pozzo perdente in modo da migliorare la dispersione. Inoltre si è previsto di eseguire verifiche e misure in corso d'opera al fine di confermare tale previsione e ottimizzare il numero dei dreni.

Una ulteriore protezione delle acque sotterranee si avrà grazie alla separazione delle acque di prima pioggia delle aree esterne (vedi cap. n. 2.2).

Risulta invece nella sola componente geologica del PGT il rischio di possibile presenza di acqua di limitata entità il cui limite esterno coincide proprio con i terreni oggetto di intervento. La classificazione nella fattibilità geologica 2 unitamente alla perimetrazione dell'area e della morfologia semipianeggiante dell'area, conferma che tale problematica è legata di fatto alle difficoltà di drenaggio delle acque delle aree campestri. Tale problematica risulta risolta progettualmente sia grazie al mantenimento della quota leggermente sopraelevata rispetto ai terreni esterni, si è previsto di tenere il piazzale 20 cm più elevato rispetto ai terreni del fronte sud dove attualmente si registra la quota più depressa, sia drenando e scaricando correttamente le acque drenate nell'area di intervento.

L'intervento comporterà per la zona un miglioramento del rischio in quanto essa non graverà più sui terreni adiacenti grazie al corretto drenaggio delle acque.



2.3) Acque di prima pioggia

L'area rientra all'interno dell'attività del Committente che svolge attività di messa in riserva (R13) e recupero (R5) di rifiuti non pericolosi, seppur nell'area di nuovo intervento non si prevedono stoccaggi o depositi nelle aree esterne ma solo all'interno del capannone.

Come previsto dall'art. 2 del Regolamento Regionale 4/2006 si prevede pertanto per le sole aree esterne dei piazzali, coinvolgenti un'area di 2.000 m², la separazione delle acque di prima pioggia.

Tale separazione avverrà collocando nella parte terminale dell'impianto fognario dei piazzali, dopo il dissabbiatore, una vasca di prima pioggia prefabbricata del volume di 10 m³, come previsto dal regolamento citato che impone un volume di stoccaggio e scarico in pubblica fognatura pari a 5 mm di pioggia per ogni m² di superficie potenzialmente inquinabile (qui corrispondente ai piazzali esterni).

La vasca volano prefabbricata sarà dotta di una centralina che permetterà la gestione dello stoccaggio del volume di acqua pari a 10 m³, rilasciando la successiva e restante acqua, acqua di seconda pioggia, direttamente nel sistema fognario che le scaricherà, assieme a quelle dei tetti, direttamente nel sottosuolo mediante il sistema di dreni profondi.

La centralina rileverà il termine dell'evento piovoso e rilancerà, dopo 48 ore, le acque di prima pioggia direttamente nella fognatura delle acque reflue mediante una elettropompa.

2.4) Recupero acque meteoriche

Come indicato anche dall'art. 6 comma 1 lettera e del Regolamento Regionale n. 2/2006, per razionalizzare l'utilizzo della risorsa idrica si è inoltre previsto di:

- raccogliere l'acqua drenata dalle sole coperture in n. 4 cisterne in cemento di forma circolare del diametro di 2 m e profonde 4 m, con un volume utile totale di circa 40 m³, posizionate in n. 2 gruppi, uno a NW e l'altro a SE;
- riutilizzo per l'innaffio delle aree a verde;
- scaricando nella rete drenante nel sottosuolo solo l'eventuale pieno.

Non si prevede il riutilizzo dell'acqua per l'unico servizio igienico presente nel capannone, in quanto il costo per l'attivazione di tale soluzione non risulta economicamente sostenibile considerato lo scarso utilizzo previsto per la sola la presenza discontinua di personale nell'area.



2.5) 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	Vasca raccolta
	Suolo	SI	Dreni profondi
	Gestore/titolare		
	Pubblica fognatura	NO	
	Corso d'acqua superficiale	NO	

La soluzione progettuale di invarianza idraulica ed idrologica utilizzata prevede la progettazione dei manufatti finalizzati a:

- raccogliere mediante pluviali le acque meteoriche intercettate dai tetti per una superficie di 3452 m² e stocarle in vasche di raccolta da 40 m³ per il riutilizzo dell'innaffio delle aree a verde. Le vasche saranno dislocate in gruppi di n. 2 vasche circolari in due zone divise e in ciascun gruppo vi saranno fatte affluire le acque di metà dei tetti. La porzione sommitale delle vasche rientrerà nel volume volano del sistema disperdente;
- drenare le acque dei piazzali per una superficie di 2000 m² mediante n. 7 caditoie collocate lungo il perimetro le cui acque vi affluiranno per pendenza naturale dei piazzali. Le caditoie saranno collegate da una rete che confluirà in una vasca di sedimentazione delle dimensioni di 1,2x2 m;
- separare le acque di prima pioggia delle aree dei piazzali mediante una vasca di prima pioggia prefabbricata, dotata di sistemi di controllo automatici. Il volume di prima pioggia sarà pari a 10 m³. Le acque saranno scaricate nella fognatura delle acque reflue 48 ore dopo il termine dell'evento piovoso;
- distribuire le acque dei tetti e quelle di seconda pioggia in una "rete volano" composta da una tubazione in cemento del diametro di 1 m semipianeggiante dislocata al L lungo l'intero piazzale e posta a 2,5 m di profondità. Alle testate e nello snodo della L saranno collocati dei pozzetti in cemento di forma quadrata di lato 1,2 m che assolverà oltre alla funzione di volano, anche quella di permettere una più repentina redistribuzione delle acque nei dreni profondi;
- convogliare nella "rete volano" il troppo pieno delle vasche di raccolta e lo scarico della vasca di sedimentazione che saranno innestate nei pozzetti da 1,2 di lato;
- scaricare nel sottosuolo le acque mediante n. 8 dreni profondi derivati dalla "rete volano" ed equamente dislocati lungo le aree perimetrali dei confini Ovest nella zona dei parcheggi e Sud della proprietà. Per aumentare il volume volano alla testata di ciascun dreno sarà collocato un pozzo perdente del diametro di 2 m e profondo 4 m. Il dreno profondo sarà costituito da un tubo in PVC del



diametro di 220 mm e perforazione del 318 mm, sviluppato sino a 20 m dal piano campagna con un tratto cieco e microfessurato tra le quote -10 e -20 m.

FUNZIONAMENTO FOGNATURA		
		DESCRIZIONE
Interamente a gravità	SI	Pluviali, caditoie, condotte della nuova fognatura e dreni profondi
A gravità e con stazione di sollevamento	SI	Solo per le acque di prima pioggia dei piazzali
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	NO	
Apparecchiature di controllo e allarme	NO	

Come soluzione per lo scarico delle acque meteoriche si è previsto di recapitarle nel sottosuolo. Per il dimensionamento si sono considerate le indagini eseguite e in disponibilità.

Come previsto dalla normativa ma soprattutto poiché risulta necessario avere una laminazione delle acque da contenere durante gli eventi più critici od eccezionali, come soluzione si è previsto di utilizzare nella rete di drenaggio e distribuzione delle acque una sezione sovradimensionata, integrata dai volumi dei pozzi perdenti.

Per la rappresentazione della fognatura acqua bianche meteoriche vedi: Tavola schema fognatura.



2.6) 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
				0		qualsiasi
				1		bassa
				2		media
				3		alta
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
				Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1		
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2		
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi			
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4			
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)		
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi			
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

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

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento a_1 ed n della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro a per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

h [mm]: altezza di pioggia

a_1 [mm/oraⁿ]: coefficiente pluviometrico orario

D [ore]: durata di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

w_T [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno TR [anni]

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

ε , α , k [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro n che viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a $n = 0,5$.

Per quanto attiene i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

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

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il Regolamento regionale prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:



TR = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

TR = 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.

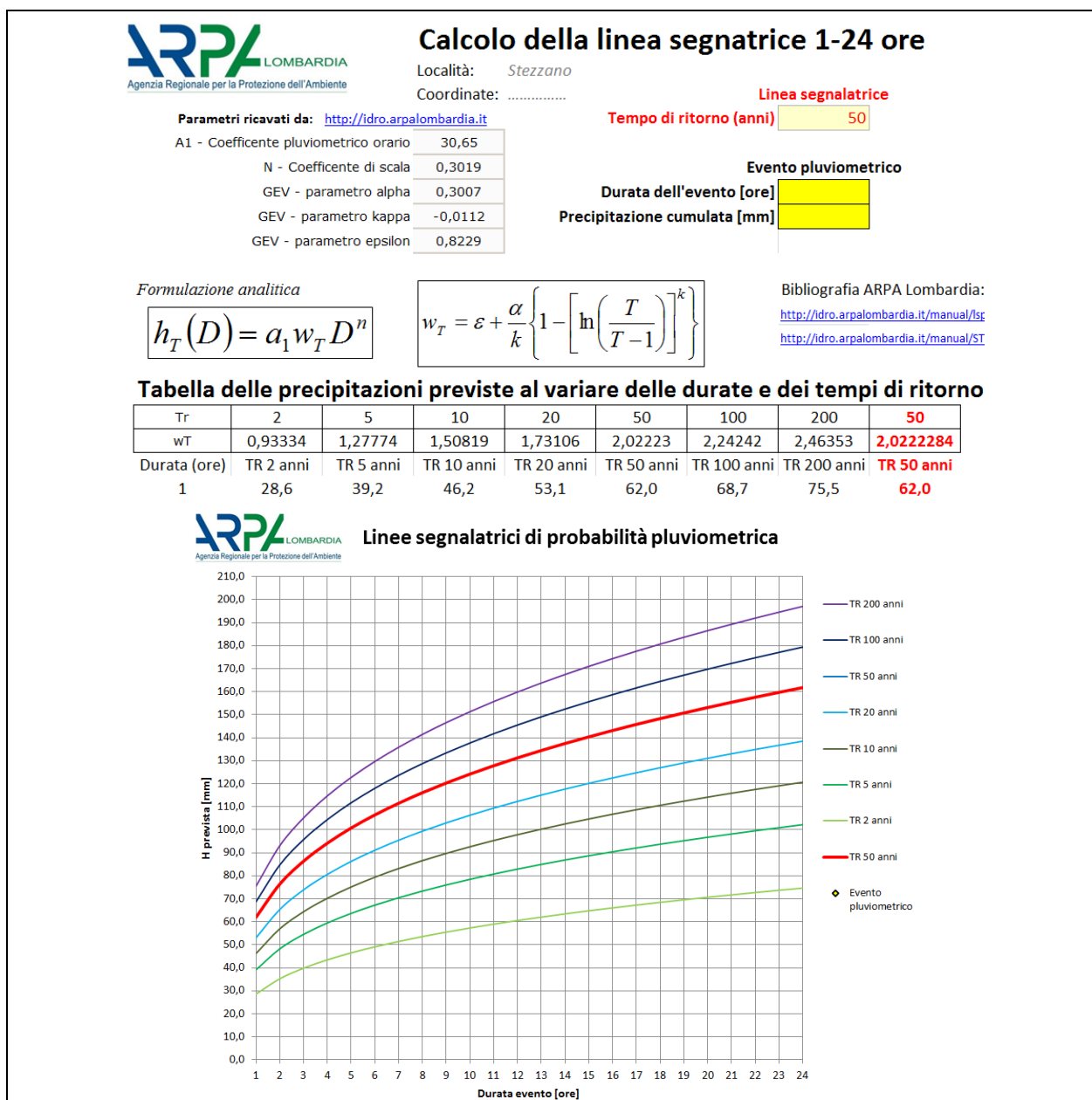


Figura 2: estratto da elaborati arpa riguardanti le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica della zona interessata dall'intervento.



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	30,65
N - Coefficiente di scala	0,3019
GEV - parametro alpha	0,3007
GEV - parametro kappa	-0,0112
GEV - parametro epsilon	0,8229

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 $a=62$ e $n=0,3019$ (vedi Figura 2).

3.2) Dimensionamento del collettore fognario

Poiché l'area è molto grande e i tratti di fognatura risultano essere multipli, anziché procedere al calcolo del singolo tratto specifico, si è previsto di eseguire per ciascuna sezione di tubazione fognaria il calcolo della superficie drenante massima drenabile dalla medesima. Per cui nella stesura della tavola delle opere fognarie delle acque meteoriche si potrà calcolare la sezione totale sottesa al tratto di condotta e scegliere la sezione della tubazione corrispondente.

3.2.1) Metodo di calcolo

Il calcolo è stato eseguito considerando un collettore principale, costituito da una tubazione in PVC - SN8. I calcoli analitici sono effettuati attraverso il metodo cinematico lineare secondo il quale la massima portata risulta pari a:

$$Q_M = \frac{\varphi * i * S}{360}$$

dove:

Q_M portata del colmo di piena [m^3/s];
 φ valore del coefficiente d'afflusso del bacino;
 i intensità media di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione t_c [mm/h];
 S superficie [ha].
Il coefficiente di afflusso, nel caso specifico si è posto uguale $\varphi_{IMP} = 1,0$.
L'intensità di pioggia risulta pari a:

$$i = a * t_c^{n-1}$$

Il tempo di concentrazione t_c viene determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete fognaria sottesa dalla sezione di chiusura e aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione si fa riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove

t_a è il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario
 t_r è il tempo di percorrenza lungo la rete di drenaggio.

Date le dimensioni delle superfici in oggetto, il tempo di corrivazione è stimato pari a 15 minuti.



Il dimensionamento di una condotta consiste nel determinare le dimensioni della tubazione in modo tale che la portata di progetto possa transitare con un tirante idrico in grado di assicurare un prefissato franco minimo di sicurezza.

La portata transitabile in una tubazione è pari a:

$$Q = V * A$$

dove:

V= è la velocità di deflusso dell'acqua nella tubazione;

A= sezione bagnata della tubazione.

In particolare la velocità v è pari a:

$$V = \chi * \sqrt{R * i}$$

dove:

χ = coefficiente di conduttanza pari a $\chi = K_s * R^{1/6}$ [formula di Gauckler – Strickler]

R= raggio idraulico pari al rapporto tra area bagnata (A) e perimetro bagnato (P) della sezione;

i= pendenza della tubazione.

L'altezza massima del tirante idrico sarà pari a metà del diametro della tubazione, se quest'ultima avrà dimensione inferiore a 40 cm.

3.2.2) Calcoli eseguiti

CALCOLO AFFLUSSO ACQUE METEORICHE					
$T_{ritomo} =$	50 anni				
$a =$	62 mm/h ⁿ	$\phi_{PER} =$	0,30		
$n =$	0,3019	$\phi_{IMP} =$	1,00		
Calcolo portata di progetto					
$A_{impermeabile} =$	190,00	370,00	670,00	2200,00	4300,00 m ²
Coeff afflusso=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$A_{totale} =$	190,00	370,00	670,00	2200,00	4300,00 m ²
tempo di corrivazione					
$t_c =$	$t_a + t_r$				
$t_a =$	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00 min
$t_r =$	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00 min
$t_c =$	16,00	16,00	16,00	17,00	18,00 min
intensità d'afflusso					
$i =$	$a * t^{(n-1)}$				
$i =$	156,00	156,00	156,00	149,53	143,69 mm/h
portata di progetto					
$Q =$	$(1/360) * i * A_{totale}$				
$Q =$	0,0082	0,0160	0,0290	0,0914	0,1716 m ³ /s



VERIFICA CONDOTTA					
DN= Diametro interno condotto h_{max} = Tirante idrico massimo $h_{max}=0,5 \cdot D$ se $D < 31,5$ cm $h_{max}=0,7 \cdot D$ se $D > 31,5$ cm $A_{bagnata} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot ((\pi/90 \cdot \arccos(1-h/r)) - \sin(2 \cdot \arccos(1-h/r)))$ $P_{bagnato} = r \cdot (\pi/90 \cdot \arccos(1-h/r))$ $R = A_{bagnata} / P_{bagnato}$ $\chi = K_s \cdot R^{1/6}$ $V = \chi \cdot (R \cdot i)^{1/2}$					
Dimensionamento condotta					
Diametro=	0,1600	0,2000	0,2500	0,3150	0,4000 m
$D_{interno}$ =	0,1482	0,1882	0,2354	0,2966	0,3766 m
h_{max} =	0,074	0,094	0,118	0,208	0,264 m
$A_{bagnata}$ =	0,008625	0,013909	0,021761	0,051660	0,083285 m ⁴
$P_{bagnato}$ =	0,232792	0,295624	0,369765	0,587954	0,746539 m
R =	0,037	0,047	0,059	0,088	0,112 m
i =	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Calcolo della portata					
coeff. di Gauckler-Strickler					
K_s =	90	90	90	90	90 m ^{1/3} s ⁻³
χ =	51,96	54,08	56,13	60,01	62,44 m/s
V =	1,00	1,17	1,36	1,78	2,09 m/s
Q =	0,0086	0,0163	0,0296	0,0919	0,1737 m ³ /s
	maggiore di	maggiore di	maggiore di	maggiore di	maggiore di
	0,0082	0,0160	0,0290	0,0914	0,1716 m ³ /s
Diametro condotta verificato					

Figura 3: schede di calcolo deflussi acque meteoriche per ciascun tratto di fognatura

3.2.3) Descrizione del collettore fognario calcolato

Si prevede per il drenaggio delle acque nel primo sottosuolo l'utilizzo di tubazioni in PVC SN8 con una pendenza del 1%.

Per superfici scolanti fino a 190 m² sarà possibile adottare tubazioni aventi sezioni di diametro pari a 160 mm.

Per superfici scolanti fino a 370 m² sarà possibile adottare tubazioni aventi sezioni di diametro pari a 200 mm.

Per superfici scolanti fino a 670 m² sarà possibile adottare tubazioni aventi sezioni di diametro pari a 250 mm.

Per superfici scolanti fino a 2.200 m² sarà possibile adottare tubazioni aventi sezioni di diametro pari a 315 mm.

Per superfici scolanti fino a 4300 m² sarà possibile adottare tubazioni aventi sezioni di diametro pari a 400 mm (non prevista).



3.3) Dimensionamento dreni profondi

Di seguito si riporta il dimensionamento eseguito per il calcolo delle opere di scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo. Come esposto nel capitolo 1.1) per ciascuna attività e per la strada pubblica sarà realizzato un separato ed autonomo sistema fognario e di scarico, per cui anche il dimensionamento delle batterie di pozzi disperdenti è stato eseguito separatamente.

3.3.1) Metodo di calcolo

3.3.1.1) Calcolo degli afflussi

L'applicazione della procedura delle "sole piogge" prevede, a questo punto, l'implementazione dei seguenti passaggi:

- determinazione degli "afflussi in termini di altezza di pioggia" in m o mm;
- determinazione delle "portate di afflusso" in m³/h oppure lit/sec.

Gli afflussi (nell'unità di tempo considerata) vengono calcolati secondo la funzione

$$A \text{ (m}^3\text{)} = h \cdot S_{\text{tot}} \cdot \phi_{\text{tot}}$$

Dove:

- h (m): altezza di pioggia (nell'unità di tempo considerata)
- S_{tot} (m): superficie del progetto di invarianza idraulica
- ϕ_{tot} : coefficiente di drenaggio medio calcolato come

$$\phi_{\text{tot}} = (S_{\text{imp}} \cdot \phi_1 + S_{\text{semi-imp}} \cdot \phi_2 + S_{\text{perm}} \cdot \phi_3) / S_{\text{tot}}$$

I coefficienti di drenaggio sono considerati come da art 11 r.r. 7/17.

Dove:

- $\phi_1 = 1$: per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- $\phi_2 = 0,7$: per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- $\phi_3 = 0,3$: per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

3.3.1.2) Metodo di dimensionamento sistema disperdente

Le dimensioni delle opere che costituiscono il volume volano e i dreni profondi, sono quelle che permettono di avere un fattore di sicurezza adeguato >1:

$$F_s = D/A$$

dove:

A: sono gli afflussi di progetto nell'unità di tempo considerata

D: sono i deflussi nell'unità di tempo considerata



I deflussi sono dati dalla somma della “capacità disperdente dei dreni profondi” (Q, nell’unità di tempo considerata) e della “capacità di invaso (volume volano) dei manufatti” (V, nell’unità di tempo considerata):

$$D = Q + V$$

Nel calcolo del sistema di dispersione a favore di sicurezza non si è considerata la dispersione del pozzo perdente poiché non costituisce un volume nel tempo elevato.

Capacità disperdente dei dreni profondi

Il calcolo della “capacità disperdente” dei dreni profondi (Q) è stata definita sulla base dei dati disponibili basati sull’esperienza pregressa di manufatti simili realizzati. Per la zona di interesse dreni con le caratteristiche previste nel progetto di norma permettono di ottenere una dispersione di 15 l/s per ciascun dreno.

Poiché non vi sono molte esperienze pregresse per questa zona specifica, ma soprattutto poiché per le caratteristiche del manufatto amplificato dalla geologica locale caratterizzata dalla presenza di livelli eterogenei è plausibile prevedere che ciascun dreno realizzato avrà portate di scarico differenti, con valori che potranno essere sia maggiori che inferiori a quelli previsti.

Poiché la portata di scarico di ciascun dreno è specifica e può essere ricavata solo dopo aver realizzato il manufatto, si è previsto di verificare tale valore in corso d’opera mediante prove di portata specifiche. Le prove consisteranno nell’immissione di acqua pulita con portate il più elevate possibile e del volume di qualche metro cubo, misurando al termine dell’immissione sia la portata di acqua immessa che la velocità di abbassamento all’interno del pozzo perdente. Per garantire sia una portata che una velocità sufficienti per la prova si potranno utilizzare ad esempio cisterne d’acqua riempite in precedenza, si potrebbe utilizzare anche una betoniera; sarà a carico della DI definire quale approvvigionamento utilizzare.

Dalla prova si potrà derivare direttamente la portata in l/s di scarico specifica del dreno.

Volume di invaso

Il calcolo della “capacità di invaso dei manufatti” (V) espressa in m³ nell’unità di tempo, è sviluppato come sommatoria dei volumi presenti di fatto sotto la quota delle pavimentazioni e dell’acqua ristagnante sulla superficie:

$$V_i = \sum V_n$$

dove:

V1: Volume ristagnante sulle superfici drenanti e stabilita in 3 mm/m²

V2: Volume stoccaggio all’interno dei pozzi perdenti e del dreno verticale, compreso quello dei vuoti della ghiaia drenante (25% del volume della ghiaia di riempimento tra i pozzi e lo scavo)

V3: Volume stoccato nelle rete volano



Calcoli eseguiti

Di seguito si riportano i calcoli eseguiti, le verifiche svolte per piogge critiche inferiori all'ora presentano coefficienti maggiori e pertanto non è stato riportato.

APPORTI METEORICI PER UNITA' DI SUPERFICIE

$$r = a T^n$$

T: tempo in ore

a: coefficiente

62

n: coefficiente

0,3019

Tempo di ritorno dell'evento critico

50

T (ore)	1,00	2,0	3,00	6,0	12,00	18,0	24,00
r (mm)	62,0	76,4	86,4	106,5	131,3	148,4	161,8

PORTATA DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLE SUPERFICI NON DRENANTI

sup. impermeabile 5452,8 m²

sup. semip. 0 m²

superficie tot. s 5.453 m²

coeff ϕ - area imp 1,0

coeff ϕ - area semip 0,0

$\phi_{tot} = (S_{imp} + (S_{semip} * 0,3)) / S_{tot}$ 1

afflusso (m³) = s ϕ

T (ore)	1,00	2,0	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0
afflusso (m ³)	338,1	416,8	471,0	580,7	715,8	809,1	882,5

CAPACITA' DI DRENAGGIO DEL DRENO VERTICALE

d: diametro tubazione drenante 0,220 m

D= diametro perforazione 0,318 m

H= altezza dreno 16,0 m

n: numero dreni 8

Q= Drenaggio singolo dreno verticale 15,0 l/s

T (ore)	1,00	2,0	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0
drenaggio (m ³)	54,0	108,0	162,0	324,0	648,0	972,0	1296,0

VOLUMI DI STOCCAGGIO

Volume stoccato superficie, 3 mm 16,4 m³

Volume pozzi perdenti 160,0 m³

Volume dreni 4,863 m³

Lunghezza tubazioni tubi volano 56 m

Diametro medio tubazioni 1,00 m

Percentuale riempimento tubazioni 100,00 %

Volume stoccato nella rete 175,84 m³

Volume rete acque 30,00 m³

Volume utile sistema drenante 387,06 m³

VERIFICA DEL COEFFICIENTE DI SICUREZZA

T (ore)	1,00	2,0	3,0	6,0	12,0	18,0	24,0
afflusso (m ³)	338,1	416,8	471,0	580,7	715,8	809,1	882,5
deflusso (m ³)	441,1	495,1	549,1	711,1	1035,1	1359,1	1683,1
F.S.	1,30	1,19	1,17	1,22	1,45	1,68	1,91



Sulla base delle indagini in corso d'opera che permetteranno di verificare l'effettiva capacità disperdente di ciascun dreno verticale, si potrà in tempo reale ricalcolare e riverificare il numero di pozzi perdenti.

3.3.2) Caratteristiche dimensionali sistema disperdente

Di seguito si riporta la sintesi delle dimensioni previste per l'allestimento del sistema disperdente nel sottosuolo. Le dimensioni si intendono come minime e possono essere aumentate a discrezione del progettista o in corso d'opera a seguito delle verifiche.

Per l'ubicazione delle opere si rimanda alla tavola di progetto.

Rete di collegamento – volano delle vasche – pozzi perdenti

Lunghezza totale tubi di collegamento= 56 m

Diametro tubazioni= 1 m

Tipologia= cemento

Testate e snodo= pozzetti in cemento di forma quadrata di lato 1,2 m

Profondità posa= 2,5 m

Pendenza= pianecciante o leggera pendenza verso i pozzetti

Vasche di testata dei dreni profondi – pozzi perdenti

Diametro= 2 m

Profondità= 4 m

Tipologia= anelli da 50 cm di altezza in cemento (verificare bene la connessione tra gli anelli) e fondo ceco. Sistema impermeabile. Coperchio di ispezione in testata

Derivazione – connessione pozzo rete volano= tubazioni in PVC SN/8 sez 250 mm posati nella porzione mediana delle tubazioni (-2 m) e al fondo (-2,5 m) per quelli derivati dai pozzetti, Pendenza 2 % e terminale curva 90° inclinata di 45° e cementata nella parete del pozzo (per evitare che venga sfilata e mantenere il getto d'acqua disassato dal dreno profondo)

Dreno profondo

Diametro perforazione= 318 mm

Quota massima perforazione= 20 m dal p.c.

Diametro tubo= 220 mm

Tratto ceco= fino a 10 m dal p.c.

Tratto filtrante= 10 m (da -10 a -20 m dal p.c.)

Materiale= PVC, spezzoni filettati da 3 m

Materiale dreno laterale= ghiaietto pulito

Cementazione= boiaccia cementizia per il tratto di raccordo al pozzo perdente per almeno 50 cm di profondità



Funzione filtro testata dreno= 40 cm ceco dal fondo pozzo e ulteriori almeno 50 cm microfessurato

3.3.3) Indicazioni realizzative dreni profondi e verifiche in corso d'opera

Di seguito si forniscono le indicazioni utili per la realizzazione dei dreni profondi (si veda anche particolare tecnico tavola) che saranno realizzati all'interno dei pozzi perdenti:

- dovranno essere collocati sul fondo di un pozzo perdente (che assolveranno alla ulteriore funzione di volano e anche di dissabbiatori) composto da anelli in CLS centrifugato del diametro di 2 m e profondi 4 m (vedi Figura 4. Attorno agli anelli si potrà ricollocare, adeguatamente costipato il materiale argilloso, mentre alla base e nell'ultimo metro si collocherà del materiale grossolano al fine di stabilizzare e livellare il piano di posa e permettere un minimo drenaggio delle acque del pozzo permettendo anche lo svuotamento del fondo. Ciascun pozzo sarà dotato di i coperchio di ispezione tale da garantire l'accesso alle operazioni di manutenzione e pulizia;



Figura 4: esempi di realizzazione di un dreno profondo in pozzo perdente. A Sinistra la macchina perforatrice posizionata sulla testata del pozzo perdente. A destra dreno ultimato al fondo del pozzo perdente appena ultimata la pulizia e prima della cementazione del foro al fondo.

- la perforazione in linea di massima potrà essere eseguita a rotopercolazione con martello fondoforo e circolazione diretta di acqua con “diametro di perforazione” previsto di 138 mm, salvo specifiche valutazioni da stabilire in particolare con l'impresa esecutrice. Al fine di acquisire dati utili ad una valutazione di massima



sul rendimento del dreno, durante la perforazione l'operatore della sonda dovrà rilevare e comunicare al DL:

- la stratigrafia di massima del terreno ed in particolare la presenza di materiale cementato;
- la presenza di livelli molto permeabili individuabili controllando la diminuzione o assenza di ritorno in superficie del liquido di perforazione;
- l'eventuale la presenza di acqua derivante da falde sospese (non prevista salvo sacche di ristagno);
- il foro dovrà essere spinto fino ad una profondità massima di 20 m;
- al termine della perforazione si dovrà attendere alcuni minuti verificando l'infiltrazione al fondo dell'acqua di perforazione presente nel foro, allo scopo di avere una prima valutazione di massima della capacità disperdente del foro. Ad infiltrazione avvenuta si dovrà verificare l'effettiva assenza di acqua sotterranea potenzialmente ascrivibile alla falda (non prevista). Qualora si dovesse rilevare acqua potenzialmente riconducibile alla falda, si dovrà procedere ad un approfondimento per valutarne la natura e se necessario, per effettiva presenza di acqua di falda, cementare il foro mantenendo almeno 5 m di franco;
- il dreno avrà un diametro nominale di 220 mm, tra parte del foro e dreno sarà posizionato il filtro composto da ghiaietto pulito. Questo dovrà essere fatto affluire in quantità e lentamente nell'intercapedine avendo cura di farlo scivolare verso il fondoforo. Il dreno sarà riempito fino a circa 1 m dal fondo del pozzo perdente per permettere la successiva sigillatura mediante boiaccia cementizia;
- la testa del dreno restante all'interno del pozzo nel tratto ceco dovrà essere mantenuta a 40 cm sopra il fondo del pozzetto allo scopo di permettere la sedimentazione del materiale in sospensione, la filtrazione delle acque sarà ottenuta riavvitando un ulteriore spezzone di tubo fessurato dell'altezza di 50 cm;
- il tratto filtrante (tubazione micro fessurata in PVC con fessure della larghezza di 1 – 2 mm) sarà posto dal fondoforo ed avrà una lunghezza di 10,1 m (si utilizzeranno 3 verghe da 3 m ed una ulteriore al fondo da 1,1 m ottenuta tagliando una verga. Al fine di poter ricollocare il tratto filtrante finale nel pozzo, la filettatura sarà mantenuta verso l'alto e dalla verga tagliata si ritaglierà un ulteriore tratto da 50 cm). La rimanente parte di tubo intermedia sarà mantenuta ceca e si otterrà utilizzando 3 verghe da 3 m;
- al termine dei lavori si procederà alla sigillatura del tratto terminale di circa 1 m di profondità della tubazione mediante colatura dall'intercapedine dell'anello del pozzo e il tubo in PVC di boiaccia cementizia sino al completo riempimento.

Ultimati i lavori e la presa della boiaccia cementizia, si potrà procedere con la prova di percolazione/infiltrazione necessaria a verificare la capacità in l/s disperdente del dreno



profondo. La prova sarà eseguita immettendo con comodità dalla testata del pozzo perdente l' acqua pulita con la portata maggiore possibile.

L'immissione dell'acqua nel dreno profondo potrà avvenire principalmente in due modalità differenti (si veda esempi in Figura 5):

- A. collocando un tubo direttamente nella testata del dreno;
- B. afferendola direttamente dalla testata del pozzo perdente.



Figura 5: esempi di immissione dell'acqua pulita per l'esecuzione delle prove di percolazione/infiltrazione. A sinistra immissione mediante autocisterna, caso A, e a destra mediante betoniera (caso B).

Nel caso A si potranno utilizzare volumi d'acqua più contenuti ma si dovrà utilizzare un sistema in grado di pompare portate dell'ordine dei 10 – 15 l/s al fine di verificare il dreno. In questo caso se il dreno possiede una capacità di drenaggio maggiore di quella immessa non si avrà mai la fuoriuscita dell'acqua dalla testata del dreno, in caso contrario si dovrà limitare la portata fino ad individuare quella necessaria a mantenerne il livello nella testata. Per questo tipo di prova si possono utilizzare autobotti e cisterne tipo quelle utilizzate dagli agricoltori o dalle imprese di spurghi. Per garantire comunque la saturazione dei terreni attorno al dreno, la prova dovrà durare almeno 2 – 3 minuti.

Nel caso B sono necessari volumi di acqua maggiori ma l'acqua può essere immessa in modi più economici anche mediante l'utilizzo di betoniere. Immessa tutta l'acqua, avendo l'accortezza di non disperderla e di immetterla il più velocemente possibile, si potrà misurare l'abbassamento nel tempo del livello dell'acqua sino al raggiungimento della quota della testata del creno ceco (40 cm dal fondo del pozzo). Poiché il volume



utile del pozzo prima di intercettare la quota di ingresso della rete volano è di almeno 9 m³ (considerando anche il volume del dreno attorno al pozzo) mentre quello necessario a riempire il volume minimo per l'innescò dell'infiltrazione profonda è di 3 m³, si ritiene che il volume minimo da prevedere sia di 7 m³, pari a quello di una betoniera. Qualora la portata del dreno sia maggiore indicativamente di 5 – 7 l/s per poter avere un tempo sufficiente a permettere la saturazione dei terreni e, qualora la dispersione sia maggiore di 10 l/s, un livello adeguato alla misura della quota dell'acqua nel pozzo, si dovranno utilizzare almeno 2 betoniere.



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 prevedrà:

- Ispezioni;
- Monitoraggi;
- manutenzioni ordinarie;
- manutenzioni straordinarie.

Per queste, si prevedrà:

- 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 prevedranno 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.



4.4) Schema attività di ispezione, monitoraggio e manutenzione

Di seguito si riportano le attività di manutenzione previste per il corretto funzionamento delle opere fognarie delle acque meteoriche.

Possibili danneggiamenti: -intasamento da solidi trasportati dalle superfici scolanti nelle camerette -danni, occlusioni, causate da radici / animali -schiacciamenti manufatti -disarticolazioni rotture dei manufatti -fulmini cortocircuiti per le apparecchiature elettromeccaniche -usure			
ATTIVITA'		TEMPI	REQUISITI
ispezione	apertura tombini e controlli, controlli apparecchiature	semestrale	personale formato
monitoraggio	eventuali misure tipo prove dispersione / videoispezioni	a bisogno	ditta specializzata
manutenzione ordinaria	pulizia manufatti	semestrale	personale formato
manutenzione straordinaria	spurgo, rifacimento parti ammalorate	a bisogno	ditta specializzata



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.

Dai calcoli svolti per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica, sono stati ottenuti:

Dovrà essere previsto ed attuato regolare piano di manutenzione.

L'Impresa costruttrice ed il Direttore dei lavori, verificheranno la corretta realizzazione delle opere di fognatura acque bianche meteoriche, secondo quanto indicato nel "Progetto di invarianza idraulica ed idrogeologica".

In caso di varianti sostanziali, in corso d'opera, si dovrà aggiornare il "Progetto di invarianza idraulica ed idrogeologica."

Alla fine dell'opera il Direttore dei lavori, dovrà emettere "certificazione di regolare esecuzione" secondo le indicazioni del r.r.7/17 e smi.

Ottobre 2023

