STOPPA
STUDIO DI GEOLOGI

Strada Biandrate, 24 – 28100 Novara (NO)
Uff. 0321 407246
www.stoppamarcogeologo.com

Regione Lombardia

Città metropolitana di Milano

COMUNE DI BUSTO GAROLFO

Piazza A. Diaz, 1 - 20038 Busto Garolfo (MI)

PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA
Immobile Area «ex Pessina»

Via Giuseppe Verdi, 1 – 20038 Busto Garolfo (MI)

INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005 Regione Lombardia,
Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017 così come
modificato ed integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
MARCO STOPPA GEOLOGO A.P. SEZ. A N. 482
ALBO PROFESSIONALE

Maggio 2024

IDROGEOLOGIA

Il presente elaborato tecnico è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi n. 633 del 22/04/1941 e n. 1485 del 14/12/1942 e s.m.i. di cui al D.L. 31/01/2005 n. 7 e L. 31/03/2005 n. 43 e pertanto ogni riproduzione anche parziale risulta essere proibita senza la preventiva autorizzazione dei progettisti.

Sommario

Sommario 1
1) Premessa 2
2) Normativa di riferimento 3
3) Inquadramento geomorfologico, geologico ed idrogeologico 4
3.1) Inquadramento geologico e geomorfologico 4
3.2) Inquadramento geologico e stratigrafico 6
3.3) Inquadramento idrogeologico 10
3.3.1) Valutazione della permeabilità in sito 12
4) Intervento in progetto 17
5) Proposta di un sistema di dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche 18
6) Considerazioni conclusive 19

Elenco Allegati:

Allegato I Report tecnico di invarianza.

Elaborato Grafico:

Geo.01 Ubicazione prove di percolazione; Proposta di un sistema di dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo

1) Premessa

Il ***Comune di Busto Garolfo***, con sede in Piazza A. Diaz n. 1 in Comune di Busto Garolfo (MI), ha incaricato lo Studio scrivente di realizzare le verifiche geologiche, sismiche e geognostiche a corredo della progettazione degli interventi necessari alla riqualificazione dell'ex edificio tessitura Pessina&Sala in Via Giuseppe Verdi n.1 in Comune di Busto Garolfo (MI).

Pertanto, è stata redatta la presente documentazione al fine di quantificare i volumi e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento dell'edificio in progetto.

Lo studio è stato redatto ai sensi del Regolamento della Regione Lombardia n.7 del 23 novembre 2017, così come modificato e integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005 per il governo del territorio, recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

2) Normativa di riferimento

Nel presente capitolo si richiamano le principali norme di settore applicate:

Regolamento regionale n.7 del 23 novembre 2017

Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

Regolamento regionale n.7 del 29 giugno 2018

Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica. Modifica dell'art.17 del regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7

Regolamento regionale n.8 del 19 aprile 2019

Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7

Comune di Busto Garolfo (MI) – Piano di Governo del Territorio

Componente geologica, idrogeologica e sismica.

3) Inquadramento geomorfologico, geologico ed idrogeologico

Nei successivi capitoli si fornirà la descrizione dell'assetto geografico, geomorfologico, geologico ed idrogeologico del sito in esame.

3.1) Inquadramento geologico e geomorfologico

Il Comune di Busto Garolfo è ubicato nella porzione settentrionale della Provincia di Milano, nella fascia di territorio meridionale dell'alta pianura lombarda, ad un'altitudine media di 173 m s.l.m.

Il sistema idrografico superficiale è caratterizzato dalla presenza del Canale Villoresi e da una fitta rete di rogge e derivatori che formano una rete di corpi idrici in corrispondenza del settore meridionale del territorio comunale.

L'area che sarà interessata dagli interventi in progetto è caratterizzata da un andamento planoaltimetrico regolare e sub-pianeggiante; nel dettaglio, il sito è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 alla sezione A6d1 "Busto Garolfo", di cui uno stralcio è riportato nella pagina seguente e presenta una quota altimetrica, dedotta dalla cartografia citata, che risulta mediamente pari a circa **181 metri s.l.m.**

Dal punto di vista geografico, il baricentro dell'area oggetto di intervento è circa identificabile alle seguenti coordinate, tratte dalla cartografia sopra citata:

490.608 Est – 5.043.711 Nord

Estratto

CARTA TECNICA REGIONALE

REGIONE LOMBARDIA

Sezione A6d1 "Busto Garolfo"

(non in scala)

Area di intervento.

3.2) Inquadramento geologico e stratigrafico

Il territorio comunale appartiene al cosiddetto “Livello Fondamentale della Pianura”, costituito da depositi pleistocenici ad opera degli scaricatori fluvioglaciali provenienti dai fronti di espansione dei ghiacciai; questi sono classificati nella letteratura tradizionale come “Diluvium Recente”.

Le acque di fusione dei ghiacciai hanno determinato un innalzamento del livello della pianura fino all'odierna morfologia, in successione ai sedimenti di origine marina costituiti principalmente dalle argille (che si ritrovano a profondità mediamente maggiori di 90-100 metri rispetto all'attuale piano campagna).

Durante il periodo seguente, l'Olocene, si sono deposti i sedimenti ghiaioso-sabbiosi (“Alluvium antico”) che hanno determinato i terrazzi attuali tipici soprattutto delle aree più a nord rispetto all'areale in esame.

Da un punto di vista morfologico i terrazzamenti si sono originati dall'azione erosiva esercitata dei corsi d'acqua principali con l'azione preponderante svolta dalle alluvioni fluvioglaciali riconducibili alla glaciazione di età wurmiana.

I depositi wurmiani costituiscono la quasi totalità del territorio comunale; sono caratterizzati genericamente da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti argillose; nell'ambito del livello fondamentale, da questi costituito, è rilevabile una variazione dei termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale.

La variazione è funzione della riduzione dell'energia dell'agente di trasporto procedendo verso sud; i depositi wurmiani, a differenza di quelli più antichi rissiani e mindelliani, presentano superiormente un livello sabbioso-argilloso che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti, a determinare un importante mezzo per l'alimentazione della falda superficiale.

Nello specifico dei terreni in esame la litologia caratteristica è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili da 20 a 35 metri e rari trovanti.

I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da sub-arrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente; la

pertinenza dei depositi ghiaiosi è di tipo alpino con elementi granitici, granodioritici e porfirici; subordinati i clasti di origine sedimentaria di pertinenza prealpina.

Tali depositi sono ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto (0,6-1,0 metri) e composto da sedimenti limoso-sabbiosi di colore variabile da marrone a marrone-rossiccio (parte basale dell'orizzonte) localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio-fine); la morfologia del livello fondamentale della pianura si presenta assai uniforme.

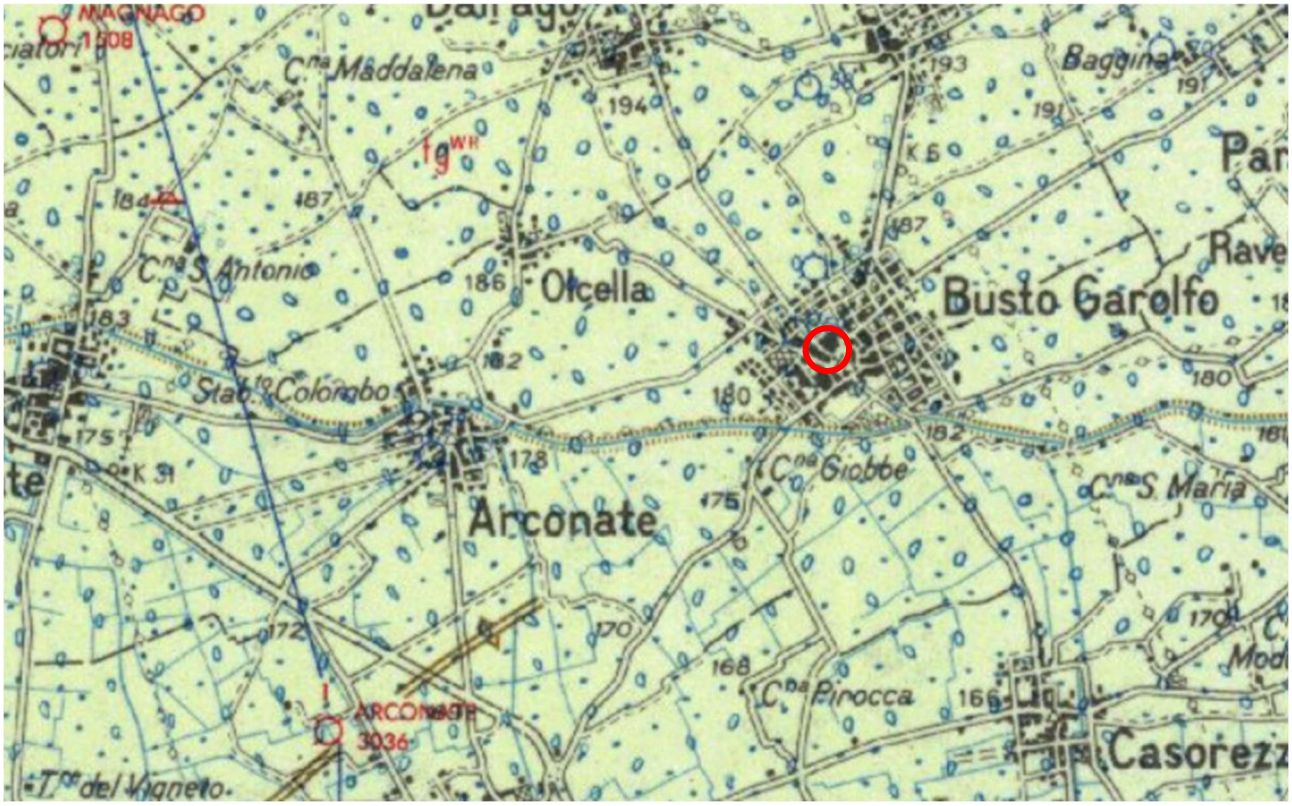
Lo spessore della coltre diluviale inferiore è stato identificato in modo differenziato a seconda della precisa struttura stratigrafica a livello locale; i limiti stratigrafici basali sono stati identificati con il ceppo, le argille sommitali del diluvium antico e medio e le argille villafranchiane.

Nelle zone a litologia ghiaiosa prevalente, come il ceppo in esame, lo spessore del diluvium varia sensibilmente a seconda delle zone specifiche con potenze variabili da 10 metri sino ad oltre 60 metri; invece nelle zone meridionali della pianura a sabbie e argille prevalenti, il limite formazionale inferiore è assai incerto in seguito alla difficile distinzione delle litofacies specifiche relative alle differenti unità.

Per quanto riguarda la cartografia geologica, il territorio comunale di Busto Garolfo ricade nel Foglio n. 44 "*Novara*" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000, di cui si allega un estratto, non in scala; la cartografia geologica è tratta dal "Repertorio completo della cartografia geologica d'Italia" edito dall'ex A.P.A.T. (Azienda per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), ora I.S.P.R.A.

Nella medesima cartografia geologica è stata evidenziata l'area di interesse e di seguito vengono riportate le descrizioni delle formazioni geologiche d'interesse.

Foglio 44 "*Novara*"



LEGENDA *(Formazioni d'interesse):*

fg WR

Alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, localmente molto grossolane (a monte del limite settentrionale dei fontanili), con paleosuolo argilloso giallo-rossiccio di ridotto spessore, talora ricoperte da limi più recenti. ***WÜRM e RISS p.p.***

Area di intervento

La valutazione del locale assetto stratigrafico è stata effettuata consultando la documentazione relativa ad un pozzo idropotabile, ubicato in Comune di Busto Garolfo in direzione Est a circa 1,17 km rispetto all' area d'interesse, di cui verrà riportata la stratigrafia sino a circa 46 metri di profondità.

La documentazione consultata indica che al di sotto del terreno vegetale, dello spessore di 50 cm, è stato attraversato un orizzonte di ciottoli con ghiaia e sabbia sino alla profondità di 15 metri, seguito da uno strato di ghiaia e sabbia sino a 20,5 metri da p.c.

Al di sotto è stato intercettato un livello di argilla gialla sabbiosa dello spessore di 1 metro, seguito da un orizzonte di ghiaia e sabbia sino a 46 metri da p.c.

3.3) Inquadramento idrogeologico

Per la descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo viene adottato il classico schema strutturale del sottosuolo della provincia di Milano, caratterizzato dalla successione di tre unità principali, che presentano caratteri granulometrici decrescenti con la profondità; le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

Litozona ghiaioso-sabbiosa: costituisce l'acquifero tradizionale comunemente sfruttato dai pozzi; risulta sede della falda libera sino a profondità massime di circa 100 metri. Presenta una buona continuità in senso orizzontale e verticale entro la totalità del territorio comunale. Litologicamente è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi-ciottolosi con locali intercalazioni lenticolari di argille limose o conglomerato. Entro tale unità la falda oscilla liberamente con valori medi di soggiacenza variabili a seconda delle condizioni topografiche e geomorfologiche.

Litozona sabbioso-argillosa: è caratterizzata da alternanze di strati a litologia ghiaioso-sabbiosa e strati argilloso-limosi con torba è presente a partire dal letto della precedente unità sino a profondità variabili mediamente da 120 a 150 metri rispetto al piano campagna, con spessori mediamente compresi tra 50 e 90 metri.

Litozona argillosa: è caratterizzata dalla prevalenza di argille e limi più o meno sabbiosi, presenti a partire dalla base della precedente unità. Costituisce il limite inferiore impermeabile delle successioni sfruttate ai fini idropotabili.

L'andamento generale della piezometria della falda tradizionale è caratterizzato da una direttrice Nord-Sud con vergenza verso Sud, con isopiezometriche disposte all'incirca parallelamente in direzione Est-Ovest.

Le quote piezometriche nel territorio in esame variano da circa 165 metri s.l.m. a circa 153 metri s.l.m., con un gradiente idraulico medio variabile tra il 4 e il 6‰.

Nell'anno medio la falda è soggetta ad oscillazioni stagionali, che vedono in genere un periodo di innalzamento da aprile ad agosto ed un abbassamento da settembre ad aprile; si stima che le escursioni annue risultino contenute mediamente entro 1-2 metri.

Le oscillazioni stagionali sono legate all'alimentazione, rappresentata dall'infiltrazione efficace legata alle precipitazioni e, principalmente, alle irrigazioni, oltre al deflusso della falda a monte.

La consultazione della Tav. 3a *"Carta idrogeologica",* alla scala 1: 10.000, presente come allegato al P.G.T. vigente, ha permesso di stimare una quota piezometrica presso l'area di indagine pari a circa **160 metri s.l.m.**

Sulla base della quota media del piano campagna, come rilevabile dalla Carta Tecnica Regionale, pari a circa **181 metri s.l.m**., è possibile indicare un valore di soggiacenza pari a circa **21 metri**.

3.3.1) Valutazione della permeabilità in sito

La determinazione in sito del coefficiente di permeabilità k del terreno, in considerazione delle caratteristiche granulometriche rilevate durante la campagna geognostica per l'esecuzione delle verifiche di sicurezza delle opere di fondazione è stata eseguita mediante la realizzazione di **due prove in pozzetti superficiali** condotte in sito dallo scrivente.

Le prove sono state condotte sulla base delle prescrizioni contente nelle "*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*" edite dall'Associazione Geotecnica Italiana (1977).

Le verifiche sono consistite nella realizzazione di pozzetti a base quadrata con pareti sub-verticali, ubicati come rappresentato nell'elaborato Geo.01 allegato alla presente documentazione, sul fondo dei quali è stato posizionato un infiltrometro di forma circolare che ne ha ridotto la sezione di infiltraggio delle acque.

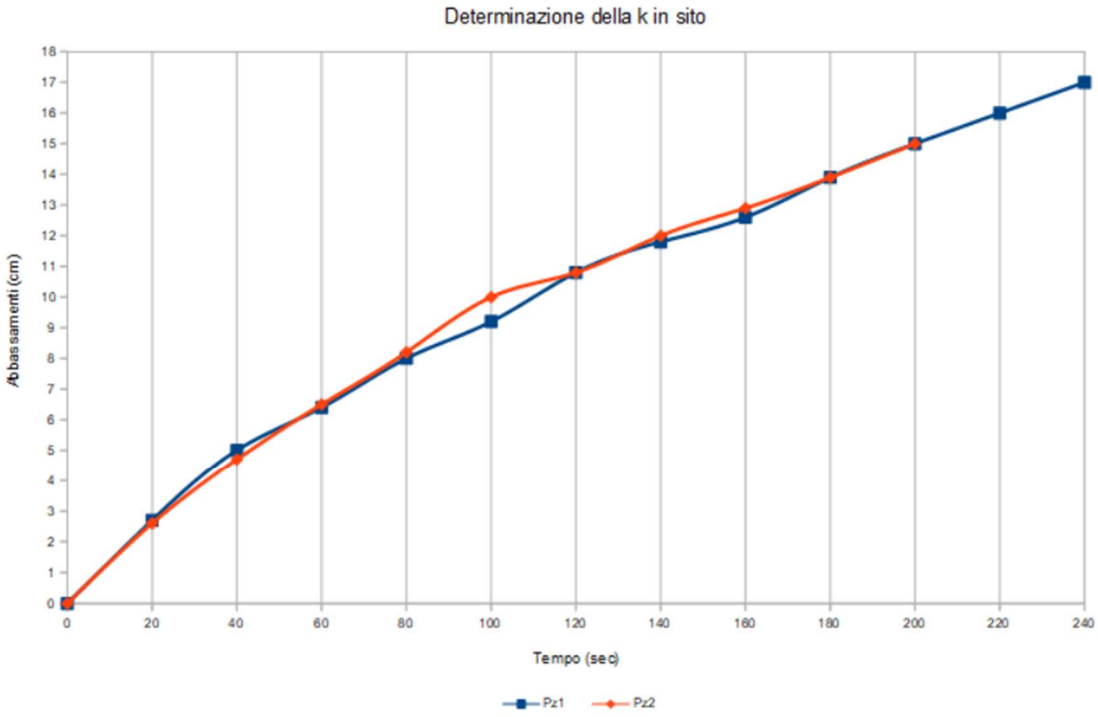
I pozzetti sono stati saturati attraverso il parziale riempimento con acqua e si è attesa la completa percolazione prima di dare inizio alle prove; successivamente si è proceduto alla realizzazione della *prova di permeabilità a carico variabile*, cioè si è registrato l'abbassamento del livello dell'acqua nel singolo pozzetto in funzione del tempo.

Nelle seguenti tabelle si riassumono i dati rilevati durante le prove in sito

Pozzetto	Tempo (sec)	Abbassamento (cm)
Perc 1 (Pz1)	0	0
	20	2,7
	40	5
	60	6,4
	80	8
	100	9,2
	120	10,8
	140	11,8
	160	12,6
	180	13,9
	200	15
	220	16
	240	17

Pozzetto	Tempo (sec)	Abbassamento (cm)
Perc 2 (Pz2)	0	0
	20	2,6
	40	4,7
	60	6,5
	80	8,2
	100	10
	120	10,8
	140	12
	160	12,9
	180	13,9
	200	15

Nel seguente grafico si sono rappresentati, per i pozzetti realizzati (Pz1 e Pz2), i valori di abbassamento rispetto al tempo di durata delle prove.



Il grafico mette in evidenza come i terreni dove sono stati eseguiti i pozzetti Pz1 e Pz2 presentino la medesima propensione a lasciarsi attraversare dall'acqua; questo deriva dalla somiglianza dei terreni oggetto di prova.

La valutazione del coefficiente di permeabilità è stata eseguita attraverso l'applicazione di un algoritmo empirico, valido per terreni omogenei, isotropi e con permeabilità non inferiore a 10^{-6} m/s, come nel caso in esame; nello specifico è stato adottato il seguente algoritmo:

$$k = \frac{d}{32} x \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} x \frac{1}{h_m}$$

Dove:

k	coefficiente di permeabilità (m/s)
h_m	altezza media dell'acqua nel pozzetto (m)
d	diametro del pozzetto a base circolare (m)
t_2-t_1	intervallo di tempo (sec)
h_2-h_1	variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t_2-t_1 (m)

L'elaborazione dei dati raccolti durante la realizzazione delle prove eseguite in sito ha permesso di valutare una permeabilità media della porzione di sottosuolo insaturo che sarà interessata dalla dispersione delle acque meteoriche pari a **1,21x10^{-4} m/sec** per il pozzetto **Pz1 (Perc1)**, pari di **1,46x10^{-4} m/sec** per il pozzetto **Pz2 (Perc2).**

I valori stimati risultano verosimili alle indicazioni bibliografiche inerenti alla tipologia di terreno insaturo interessata dalla dispersione (sabbio debolmente limosa con ciottoli e ghiaia) e le sue peculiarità reologiche; la prova di permeabilità ha, quindi, indicato **una permeabilità buona dei terreni**.

4) Intervento in progetto

L'intervento edilizio oggetto di valutazione consiste nella riqualificazione dell'ex edificio tessitura Pessina&Sala in Via Giuseppe Verdi n.1 in Comune di Busto Garolfo (MI); si rimanda al progetto generale architettonico per ogni dettaglio in merito.

La corretta gestione delle acque meteoriche di dilavamento a seguito dell'intervento di rigenerazione urbana dell'edificio è normata dal Regolamento della Regione Lombardia n.7 del 23 novembre 2017, così come modificato e integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005 per il governo del territorio, recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

L'elaborazione delle prove di percolazione realizzate in sito ha rilevato una *permeabilità dei terreni buona e coerente* a quanto necessario, secondo il principio di invarianza idraulica ed idrogeologica, per l'infiltrazione delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo mediante pozzi disperdenti, utilizzati per un corretto smaltimento delle stesse.

La realizzazione di un sistema di dispersione delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo risulta essere compatibile con il sito di interesse e la soluzione progettuale più indicata rispetto ad un'opera di laminazione con relativo allontanamento delle acque a portata costante; l'ubicazione delle opere di dispersione (pozzi disperdenti) sopra descritte è rappresentata nell'elaborato grafico Geo.01 allegato alla presente relazione.

Così come dettagliatamente descritto nel report tecnico allegato alla presente documentazione (§ Allegato I) sarà necessaria l'installazione di quattro pozzi disperdenti, le cui specifiche verranno descritte nei successivi capitoli, in modo tale da poter gestire il volume massimo, derivante dall'evento critico di durata 5 ore e 22 minuti, pari a 125,36 m^3.

5) Proposta di un sistema di dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche

Nel presente capitolo si descrive la proposta di un sistema di raccolta e dispersione nella porzione insatura del sottosuolo delle acque meteoriche a servizio dell'edificio oggetto di rigenerazione urbana, ex tessitura Pessina&Sala, ubicato in via Giuseppe Verdi n.1 in Comune di Busto Garolfo (MI).

In considerazione dello sviluppo dell'edificio e dell'estensione della relativa proprietà, risultano complessivamente installabili **quattro pozzi disperdenti (pp1 sino a pp4)**, che potranno essere installati come sinteticamente illustrato nell'Elaborato Geo.01; le acque dilavanti i passaggi pedonali ed i passi carrai dovranno essere convogliate nei pozzi disperdenti previo trattamento mediante disoleatore.

Sulla base delle considerazioni contenute nei precedenti Capitoli, è possibile proporre l'installazione di anelli disperdenti del diametro di non 250 cm per un'altezza complessiva di 350 cm per i pozzi disperdenti le acque ruscellanti la viabilità in autobloccanti drenanti e le aree a verde.

Sulla base delle caratteristiche di permeabilità della porzione insatura del sottosuolo del sito in esame, così come valutate durante le prove in sito, delle caratteristiche stratigrafiche del terreno e delle considerazioni idrogeologiche illustrate nel precedente Capitolo, si assume un valore medio di permeabilità dei terreni oggetto di dispersione delle acque meteoriche pari a **$1{,}21 \times 10^{-4}$ m/s.**

I pozzi disperdenti, quindi, avente le caratteristiche geometriche proposte nei precedenti paragrafi, smaltiranno in parte l'acqua dilavante le coperture del fabbricato e le restanti superfici durante l'evento meteorico; il volume d'acqua, pari a 54,6 m^3, che non riesce ad essere smaltito durante l'evento piovoso e che si genererà dopo circa un'ora dall'inizio dell'evento meteorico stesso (durata critica), verrà stoccato all'interno dei 4 pozzi disperdenti, che garantisco un volume utile di invaso pari 68,69 m^3.

Tale volume verrà successivamente smaltito entro comunque le 48 ore previste dal Regolamento di Invarianza.

6) Considerazioni conclusive

Nel seguente capitolo si forniranno una serie di osservazioni e considerazioni conclusive concernenti la fase di installazione e manutenzione dei pozzi disperdenti le acque meteoriche dilavanti le superfici dell'immobile ex Pessina&Sala, oggetto di rigenerazione urbana.

Le caratteristiche di discreta permeabilità dei terreni sabbioso ghiaiosi debolmente limosi, caratterizzati da un valore di permeabilità stimata a **1,21x10^{-4} m/s**, e le peculiarità piezometriche della falda freatica, presente localmente ad una profondità media di circa 21 metri, permettono di considerare la messa in esercizio dell'impianto di dispersione mediante pozzi, così come sinteticamente descritto nel capitolo precedente, **compatibile con l'assetto idrogeologico** del sito, fatta salva l'osservanza di una serie di considerazioni, illustrate nei seguenti paragrafi.

I pozzi disperdenti dovranno avere un diametro minimo compreso tra 200 e 250 cm (come descritto più dettagliatamente in precedenza) e dovranno presentare, perpendicolarmente all'asse dei pozzi, una rete di 12 fori, di 10 cm di diametro, per ogni anello, per un totale di 7 anelli di 50 cm di altezza.

La parte esterna del pozzi dovrà essere completamente foderata con Tessuto Non Tessuto, al fine di non essere intasata dal terreno di rinfianco; il riempimento dell'intercapedine tra le pareti dello scavo ed i pozzi dovrà essere eseguito con ghiaia lavata, di diametro maggiore di quello dei fori dei manufatti, avendo particolare cura nella posa dello stesso al fine di garantire un'omogenea distribuzione delle pezzature della ghiaia intorno ai pozzi, senza formare vie preferenziali di infiltrazione e di permettere un adeguato assestamento del materiale inerte, costituendo uno strato drenante di non meno di 50 cm.

La porzione inferiore dello scavo per la posa dei pozzi dovrà essere predisposta con uno strato drenante di minimo 50 cm, costituito da un materiale arido avente le medesime caratteristiche già descritte per le pareti, su cui si potranno appoggiare gli anelli disperdenti.

Indicativamente, in considerazione delle caratteristiche stratigrafiche e delle prove di permeabilità effettuate in sito, è possibile quindi stimare che lo sviluppo del dreno circostante i pozzi disperdenti debba essere di non meno di 50 cm per la porzione dello stesso forato; il dreno, comunque,

dovrà essere presente con continuità dal fondo dell'area di scavo e dei pozzi sino ad interessare tutta la superficie forata degli elementi prefabbricati, ma non raggiungere il piano campagna, che potrà essere ripristinato con la posa di terreno derivante dallo scavo, al fine di non agevolare il convogliamento delle acque meteoriche entro lo stesso.

Il riempimento della porzione superficiale dei pozzi dovrà risultare leggermente sopraelevato rispetto al piano campagna, al fine di evitare nel tempo la formazione di avvallamenti dovuti alla fase di assestamento dei terreni di riempimento, che agevolerebbero la percolazione nei pozzi di acque meteoriche e di scorrimento superficiale dalle aree attigue, comportando un inutile sovraccarico dei liquidi in esso presenti.

I pozzi di dispersione dovranno essere mantenuti ispezionabili al fine di poter eseguire su di essi le operazioni di spurgo e di rimozione dei fanghi che si renderanno eventualmente necessarie, al fine di non diminuire nel tempo la capacità disperdente del manufatto.

Al fine di impedire che l'apparato radicale di alberi ad alto fusto od altre essenze arboree ed arbustive raggiunga i pozzi, causandone una significativa riduzione della capacità di dispersione, nei pressi degli stessi *non dovranno essere impiantate essenze di tale genere* e si dovrà eventualmente provvedere alla loro estirpazione in caso di crescita spontanea; non vi sono indicazioni prescrittive, invece, per impianti di tipo erbaceo.

Novara, 10 Maggio 2024.

Il Progettista:

Dott. Geol. Marco Stoppa

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
MARCO STOPPA GEOLOGO A.P. SEZ. A N. 482
ALBO PROFESSIONALE

STOPPA
STUDIO DI GEOLOGI

ALLEGATO I

STOPPA
STUDIO DI GEOLOGI

Strada Biandrate, 24 – 28100 Novara (NO)
Uff. 0321 407246
www.stoppamarcogeologo.com

PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA
Immobile Area «Ex Pessina»

Via Giuseppe Verdi, 1 – 20038 Busto Garolfo (MI)

REPORT TECNICO DI INVARIANZA

COMMITTENTE:
COMUNE DI BUSTO BAROLFO

SEDE COMMITTENTE:
Piazza A. Diaz, 1 – 20038 Busto Garolfo (MI)

DATA DI REALIZZAZIONE:
10 Maggio 2024

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA:
Software di calcolo Edilclima EC737 – versione 2

Responsabile:
Dott. Geol. Marco Stoppa

IDROGEOLOGIA

Il presente elaborato tecnico è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi n. 633 del 22/04/1941 e n. 1485 del 14/12/1942 e s.m.i. di cui ai D.L. 31/01/2005 n. 7 e L. 31/03/2005 n. 43 e pertanto ogni riproduzione anche parziale risulta essere proibita senza la preventiva autorizzazione dei progettisti.

Regione LOMBARDIA

Provincia di Milano

Comune di Busto Garolfo

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome	**Comune di Busto Garolfo**
Indirizzo	**Piazza A. Diaz, 1 – 20038 Busto Garolfo**

Edificio / Area

Descrizione	**Progetto di rigenerazione urbana. Immobile Area Ex Pessina**
Indirizzo	**Via Giuseppe Verdi, 1 – 20038 Busto Garolfo**

Studio tecnico

Nome	**DOTT. MARCO STOPPA GEOLOGO**
Indirizzo	**Strada Biandrate, 24 – 28100 Novara (NO)**

Progettista

Nome	**GEOLOGO STOPPA MARCO**
Ordine di	**GEOLOGI della Regione Piemonte n. 482**

Rif.: INVARIANZA LOTTO COMPLETO PORTATA COSTANTE

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 2

Data di redazione del documento: 10/05/2024

INDICE

1. PREMESSA

2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

4. PORTATE MASSIME SCARICABILI

5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

6.1 Requisiti minimi

6.2 Metodo delle sole piogge

7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

8. TEMPO DI SVUOTAMENTO

9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di **Progetto di rigenerazione urbana. Immobile Area Ex Pessina**, sito in Comune di Busto Garolfo.

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di 2094.2 m^2.

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al R.R. 7/2017 di Regione Lombardia come integrato e modificato dal R.R. 8/2019 e normative correlate. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)".

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005.

In particolare, con tale Regolamento, la Regione Lombardia 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;
- 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.

2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Busto Garolfo Provincia Milano

Livello di criticità Area B - criticità media

Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	**Tipo area**	**Superficie [m²]**	**Coeff. Afflusso φ**
COPERTURA EDIFICIO	Area impermeabile	799.3	1.00
VIABILITA' IN AUTOBLOCCANTI DRENANTI	Area semi-impermeabile	948.7	0.70
AREE VERDI	Area permeabile	346.2	0.30

Superficie totale 2094.2 m^2 Coefficiente afflusso medio ponderale φ_m 0.7484

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è la seguente: **dispersione delle acque meteoriche negli strati superficiali del sottosuolo.**

4. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} *[l/s]*: portata massima in uscita dall'invaso
A [ha]: area totale dell'intervento
φ_m *[-]*: coefficiente di afflusso medio ponderale
u_{lim} *[l/(s · ha$_{imp}$)]*: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: u_{lim} = 10 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: u_{lim} = 20 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: u_{lim} = 20 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico Q_{umax} =3.1 l/s.

5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

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/ora^n]*: 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, κ [-]: 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:
http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml

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.

6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo dei requisiti minimi
- metodo delle sole piogge

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Tra tutti questi metodi adottati si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

6.1 Requisiti minimi

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 m^2, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste, in alternativa:

- nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima e non è necessario redigere il progetto d'invarianza idraulica;
- nell'adozione del requisito minimo.

Nel caso d'interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- Aree A: w_{min} = 800* [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: w_{min} = 500 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: w_{min} = 400 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

* Il valore va moltiplicato per il coefficiente di riduzione di cui alla tabella riportata nell'Allegato C del Regolamento.

Tali volumi sono da adottare anche nel caso d'interventi classificati a impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli fosse minore.

Ulteriormente, il progetto prevede di ottemperare ai requisiti di invarianza mediante il solo utilizzo di strutture di infiltrazione, quindi il requisito minimo di cui sopra è ridotto del 30 per cento. I calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione saranno basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F di cui al R.R. 7/2017 e s.m.i.

6.2 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle sole piogge si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti, ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi, considerando costante la portata uscente ed andando a massimizzare il volume accumulato.

Nello specifico la portata media entrante viene calcolata come segue:

$$Q_e = 2{,}78 \cdot a \cdot \varphi_m \cdot D^{n-1} \cdot A$$

Q_e [l/s]: portata media entrante

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

D [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrate W_e [m^3] è pari a:

$$W_e = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A$$

Il volume uscente W_u [m^3], essendo ipotizzata costante la portata uscente pari alla massima Q_{umax} [l/s], ha la seguente formulazione:

$$W_u = 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Pertanto, il volume invasato ad ogni durata D [ore] è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A - 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Attraverso semplici passaggi matematici, derivando l'equazione sopra, si ottiene il valore della durata critica della precipitazione (D_w) ed il conseguente volume critico dell'invaso (W_0):

$$D_w = \left(\frac{Q_{umax}}{2{,}78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

D_w [ore]: durata critica d'invaso

Q_{umax} [l/s]: portata uscente massima

W_0 [m^3]: volume di laminazione

a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

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

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

Si osservi che il parametro *n* (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti dovrà essere congruente con la durata D_w, tenendo conto che il valore di *n* è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Adottando valori di *n* valevoli per durate superiori ad un'ora si deve ottenere un valore di durata D_w superiore all'ora. Se così non fosse, si deve adottare un valore di *n*, valevole per durate inferiori ad un'ora e calcolare la conseguente durata.

Qualora il risultato ottenuto in questa seconda ipotesi, fosse superiore ad un'ora significa che ci si trova nel punto in cui cambiano i valori di *n*, ovvero un'ora, e si adotta tale valore.

Calcolo portata infiltrata

Per calcolare la portata infiltrata dal sistema di pozzi si adotta la formulazione di Sieker (1984), che non considera, cautelativamente, come superficie infiltrante la base del pozzo, assumendo che a lungo termine, a causa dei depositi delle particelle più fini, si possa intasare.

$$Q_{inf} = n_p \cdot K_{calc} \cdot \left(\frac{L+H}{L+H/2}\right) \cdot A_f$$

$$A_f = \pi \cdot \left[\left(\frac{D}{2}+\frac{H}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2\right]$$

Q_{inf} *[m³/s]*: portata infiltrata

n_p *[-]*: numero dei pozzi

K_{calc} *[m/s]*: coefficiente di permeabilità di calcolo del terreno a lungo termine

H [m]: altezza dell'acqua rispetto al fondo del pozzo

D [m]: diametro dei pozzi/o

L [m]: distanza tra il fondo del pozzo e il livello della falda

A_f *[m²]*: superficie d'infiltrazione di calcolo

In caso di presenza di più pozzi il funzionamento è calcolato in parallelo.

Nel calcolo del processo di infiltrazione vengono adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità del terreno idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine.

7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

Trattandosi di sistema ad infiltrazione non ci sono portate scaricate.

9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Busto Garolfo Provincia Milano

Livello di criticità Area B - criticità media

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi
Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	20.00	l/(s*ha_{imp})	
Origine del vincolo di portata: .			

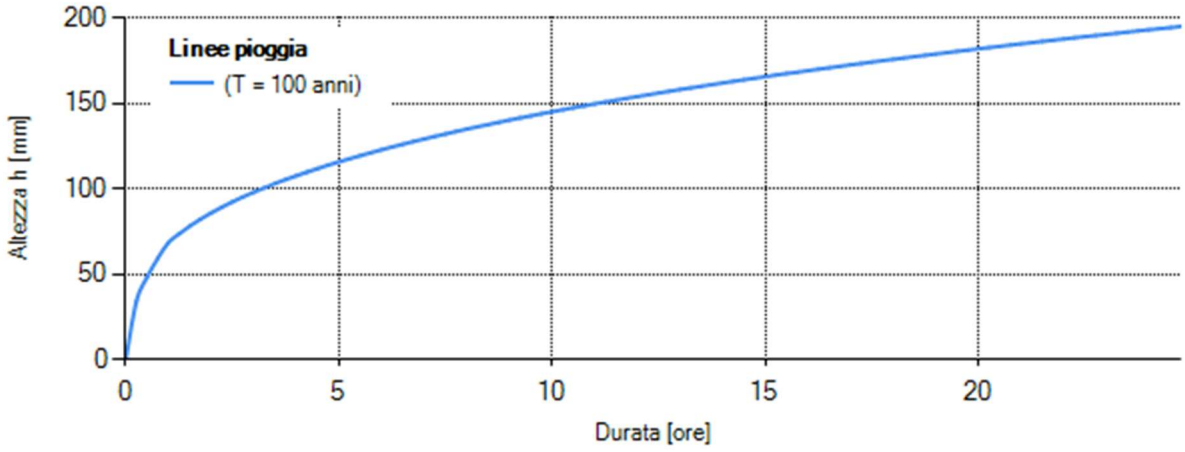
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m^2]	Coeff. Afflusso φ
COPERTURA EDIFICIO	Area impermeabile	799.3	1.00
VIABILITA' IN AUTOBLOCCANTI DRENANTI	Area semi-impermeabile	948.7	0.70
AREE VERDI	Area permeabile	346.2	0.30

Sup. totale intervento 2094.2 m^2 Coeff. afflusso medio ponderale φ_m 0.7484

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	30.95	mm/h^n
Coefficiente di scala	n	0.3256	-
GEV - Parametro alfa	α	0.2928	-
GEV - Parametro kappa	k	-0.0141	-
GEV - Parametro epsilon	ε	0.8263	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0.5000	-
Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (*http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml*). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).			

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari	
Durata [ore]	(T= 100 anni) h [mm]
0	0.00
1	68.64
2	86.02
3	98.16
4	107.80
5	115.93
6	123.02
7	129.35
8	135.10
9	140.38
10	145.28
11	149.86
12	154.16
13	158.23
14	162.10
15	165.78
16	169.30
17	172.68
18	175.92
19	179.04
20	182.06
21	184.97
22	187.80

23	190.53
24	193.19

Scelta tempo di ritorno			
Verifica dei franchi di sicurezza delle opere			
Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2.218	-
Parametro pioggia	a	68.643	mm/h^n

Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.

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

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

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche			
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m^2]	Coeff. Afflusso φ
COPERTURA EDIFICIO	Area impermeabile	799.3	1.00
VIABILITA' IN AUTOBLOCCANTI DRENANTI	Area semi-impermeabile	948.7	0.70
AREE VERDI	Area permeabile	346.2	0.30
Superficie totale intervento: 2094.2 m^2		Valori medi	0.7484

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	350.00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	54.85	m^3
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_W	1.00	ore
Volume invaso minimo	W_0	63.17	m^3

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2{,}78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

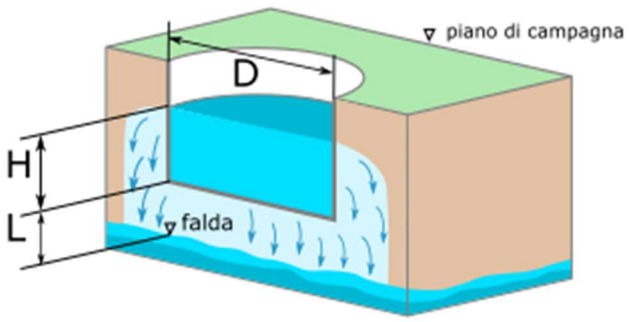
$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	19.63	m^2

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		**Valore Ammissibile**		**VERIFICA**
Altezza utile invaso	H	3.50	≥	3.22	m	**Positiva**
Volume utile invaso	W	68.72	≥	63.17	m^3	**Positiva**
Tempo di svuotamento	T_{sv}	6.37	≤	48.0	ore	**Positiva**

Sistema di scarico	
Tipologia di svuotamento	Pozzo d'infiltrazione (Sieker 1984)



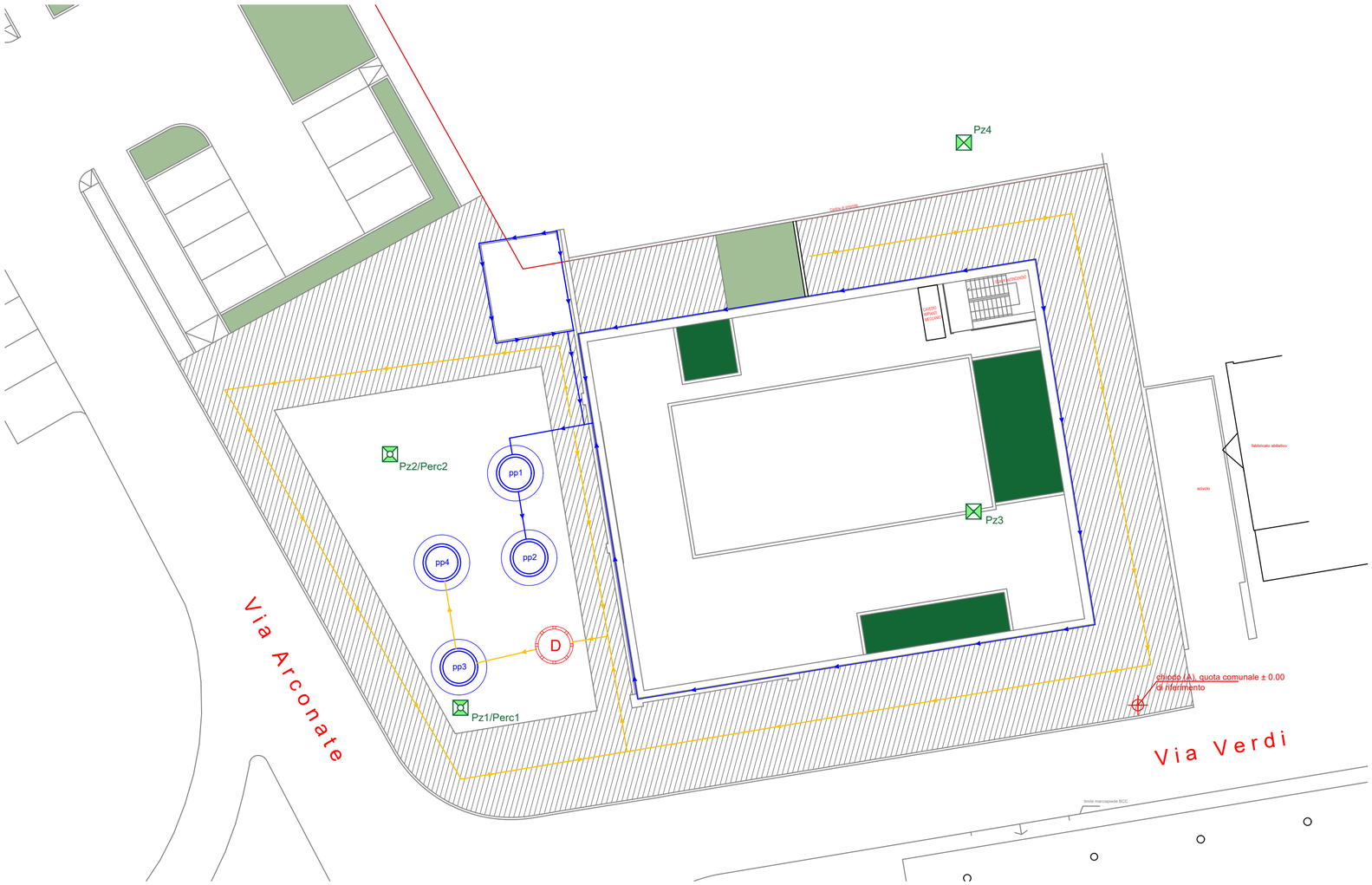
Battente idrico utile massimo	H	3.50	m
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	12.34	l/s
Numero di pozzi	n	4	
Diametro pozzo	D	2.50	m
Distanza dalla falda	L	17.5	m
Coeff. permeabilità di calcolo	K_{calc}	12.10	m/s * 10^{-5}

STOPPA

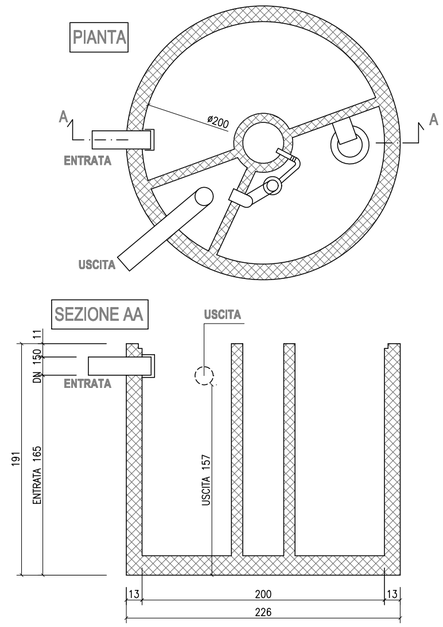
STUDIO DI GEOLOGI

ELABORATO GRAFICO

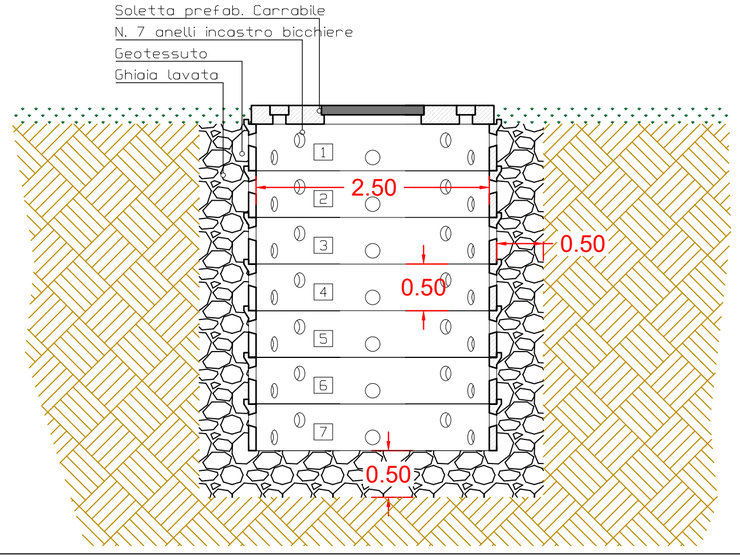
Planimetria generale - Stato di progetto



Schema tipo - Impianto di separazione oli minerali



Schema tipo - Pozzi disperdenti



LEGENDA

- Pozzetto geognostico
- Prova di percolazione
- Linea di raccolta acque meteoriche dilavanti le coperture
- Linea di raccolta acque meteoriche dilavanti la viabilità interna
- Pozzo disperdente
- Desoleatore

Committente:
COMUNE DI BUSTO GAROLFO
Piazza A. Diaz, 1 - 20038 Busto Garolfo (MI)

Lavoro:
PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA Immobile Area "ex Pessina"

INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Indirizzo:
Via Giuseppe Verdi,1 - 20038 Busto Garolfo (MI)

Tavola:
Geo.01

Titolo elaborato:
UBICAZIONE PROVE DI PERCOLAZIONE, PROPOSTA DI UN SISTEMA DI DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE NEL SOTTOSUOLO

STOPPA
STUDIO DI GEOLOGIA
Strada Biandrate, 24
28100 Novara (NO)
P.IVA 01780320030
Tel 0321 407246

Il Progettista:

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
MARCO STOPPA GEOLOGO A.P. SEZ. A N. 482
ALBO PROFESSIONALE

Dott. Geol. Marco Stoppa

Rev:	Data:	Disegnato:	Controllato:	Approvato:	Scala:	Formato:
00	10/05/2024	M.T.	M.S.	M.S.	1:250	A2

Il presente elaborato tecnico è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi n 663 del 22/04/1942 e n. 1485 del 14/12/1942 e pertanto ogni riproduzione anche parziale risulta essere proibita senza la preventiva autorizzazione dei progettisti