

ING. FRANCESCA TROTTI, Iscrizione Ordine Ingegneri della Provincia di Cremona n 1524
Via Padre Zanardi n.22 – 26029 Soncino (CR)
Tel.: 339 4842968
Cod.Fisc.: TRT FNC 77M60 B1570 P.IVA: 02964270983

DOTT. GEOL. MATTIA LUCCHI, Ordine dei Geologi della Regione Lombardia n 1214 AP
Via degli Orfani n.5 – 26029 Soncino (CR)
Tel.: 328 8685420 – 0374 837046
Cod.Fisc.: LCC MTT 72L26 C816D P.IVA: 03129020966

REGIONE LOMBARDIA

Provincia di CREMONA

Al comune di **CREMA**

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

(R.R. Regione Lombardia 7/2017 e successivo REGOLAMENTO REGIONALE 19 aprile 2019 n.8 con
TESTO COORDINATO 21 dicembre 2019)

**Sistema ad infiltrazione a POZZI PERDENTI con infiltrazione in verde organizzato
in ambito di PIANO ATTUATIVO**

LAVORO:

REALIZZAZIONE DI VOLUME TECNICO con pavimentazione impermeabile e verde
di cui committente: Linea Green SPA

PROGETTISTA e D.L.:

DUEUNOSTUDIO ARCHITETTI ASSOCIATI

Arch. Giorgio Schiavini

Arch. Susanna Zaniboni

Via Piacenza, 23 – 26013 Crema (Cr)

Email: dueunostudio@gmail.com Tel.: 0373 83271

STUDIO IDROGEOLOGICO E GEOLOGICO:

dott. GEOLOGO MATTIA LUCCHI

Via degli Orfani, 5 – 26029 Soncino (Cr)

Email: mattia.lucchi@gmail.com Tel.: 328 8685420

TECNICO INCARICATO PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA:

INGEGNERE FRANCESCA TROTTI

Via Padre Zanardi, 22 – 26029 Soncino (Cr)

Email: ingfrancescatrotti@gmail.com Tel.: 339 4842968

data**08/10/2022**.....

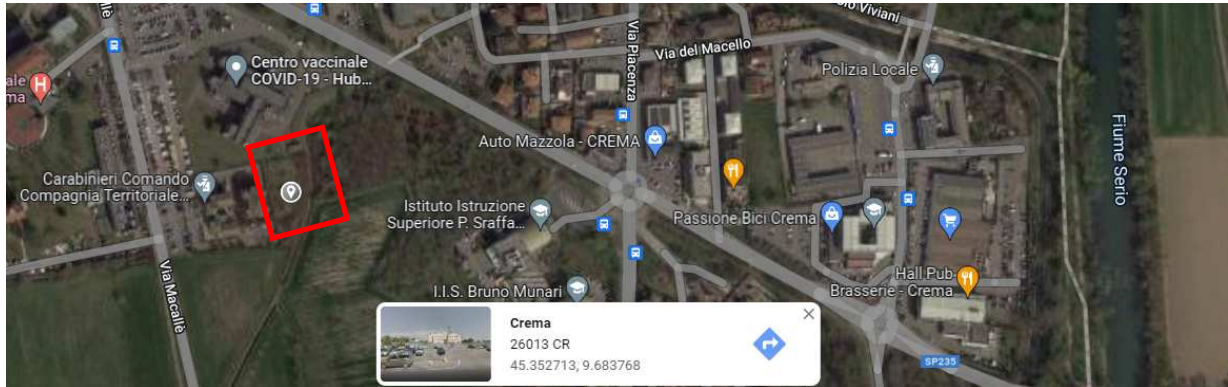
Il progettista idraulico

.....**Ing. Francesca Trotti**.....



PREMESSA ED OBIETTIVI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Su incarico dello Studio associato DueUno di Crema, e per conto del committente la società Linea GREEN S.p.a., nel comune di Crema viene redatto il progetto di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del **Regolamento Regionale n.8 di Regione Lombardia** - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7 - (in seguito indicato semplicemente come "Regolamento") per la nuova realizzazione di volume tecnico e verde di completamento, come da "Inquadramento geografico" indicato.



Inquadramento geografico, in rosso viene indicata la zona oggetto di intervento nel comune di Crema in via Dogali (LOTTO LIBERO con area alla condizione zero di calcolo: area totalmente permeabile)

A seguire si riporta estratto da Regolamento in cui si stabilisce che l'opera in oggetto necessita di progetto di invarianza idraulica trattandosi di nuova costruzione, come si evince dalla cartografia da satellite.

Art. 3

(Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica)

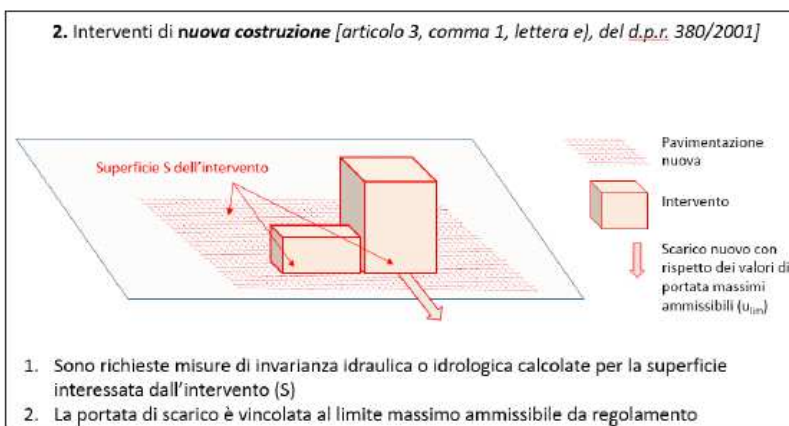
2. *Nell'ambito degli interventi edilizi di cui al Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), sono soggetti all'applicazione del presente regolamento gli interventi:*

a) *di ristrutturazione edilizia, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; ai fini del presente regolamento, non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'articolo 14, comma 6, del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE);*

b) *di nuova costruzione, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;*

...

In riferimento a quanto qui indicato in estratto di Regolamento si riporta lo schema tecnico di riferimento.

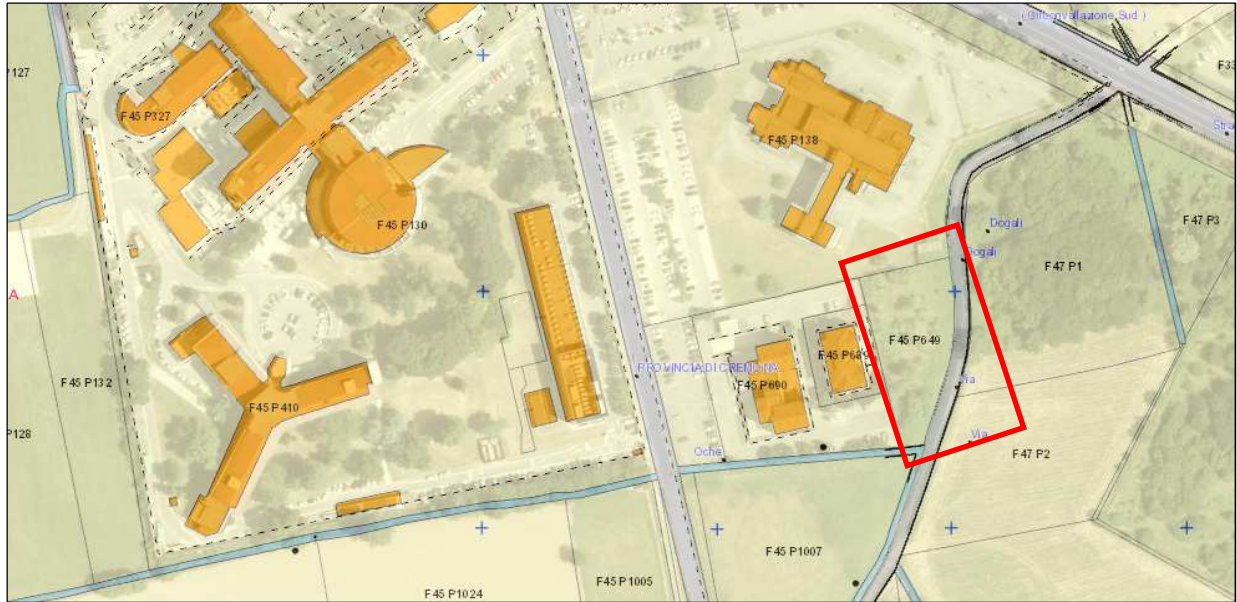


Trattandosi di area libera distinta al foglio 45 mappale 649, per il presente progetto si fa riferimento per il calcolo della superficie scolante a tutto il lotto secondo la sua superficie fondiaria relativamente all'intervento di costruzione, come da progetto, e pertanto si tratta di un'area pari a **2224mq**, ossia 0.2224ha, definito secondo quanto illustrato nelle tavole di progetto di cui alla pratica edilizia redatta dallo Studio Associato architetti Due Uno di Crema e messe a disposizione dello scrivente al fine di determinarne i parametri caratteristici allo stato di fatto ed allo stato di progetto affinché si conseguano nel progetto di invarianza

idraulica i risultati attesi dalle disposizioni regionali in materia di equilibrio del regime idrologico ed idraulico in attenuazione del rischio idraulico conseguente agli eventi meteorici attesi localmente.

Il sottoscritto progettista assume per veritiere le informazioni riportate all'interno del progetto redatto dal tecnico progettista, al quale spetta l'obbligo di asseverare la corrispondenza dello stato dei luoghi a quanto indicato nei documenti cartografici di cui alla pratica edilizia redatta e sulla base dei quali si riporta la planimetria di progetto in **ALLEGATO 1**.

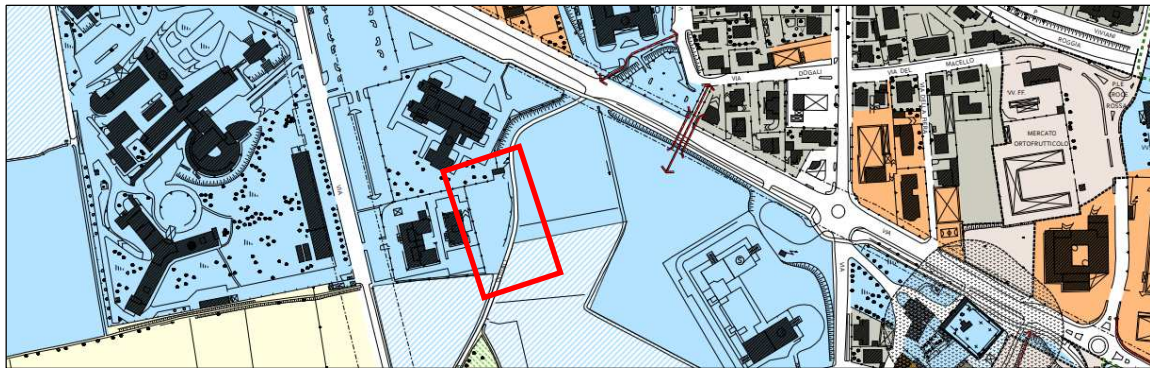
Qui si riportano l'estratto della mappa catastale e a seguire estratti del PGT comunale.



Estratto mappa catastale, foglio 45 mappale 649
In immagine i dati di riferimento del lotto .

Il riferimento di mappa catastale è stato estratto dal portale della Regione Lombardia GEOPORTALE.

Al fine del presente progetto è fondamentale la corrispondenza tra la proprietà del lotto e il dichiarato committente poiché trattandosi di soluzione che prevede infiltrazione nel suolo è necessario che il proprietario dei mappali coincida con il responsabile della gestione delle acque meteoriche.



Ambiti del piano dei servizi - PdS11

- Servizi esistenti (NT Piano dei servizi - PdS11)
- Servizi in progetto (NT Piano dei servizi - PdS11)
- Ambito di applicazione del criterio compensativo per l'acquisizione delle aree appositamente indicate dal piano dei servizi (art. 17.3 NT del PdR6 e art. 13 NT del PdS11)

Ambiti del documento di piano - DdP

- Ambiti di trasformazione (NT Documento di Piano)

Dal SITO PGTWeb – estratto AMBITI TERRITORIALI

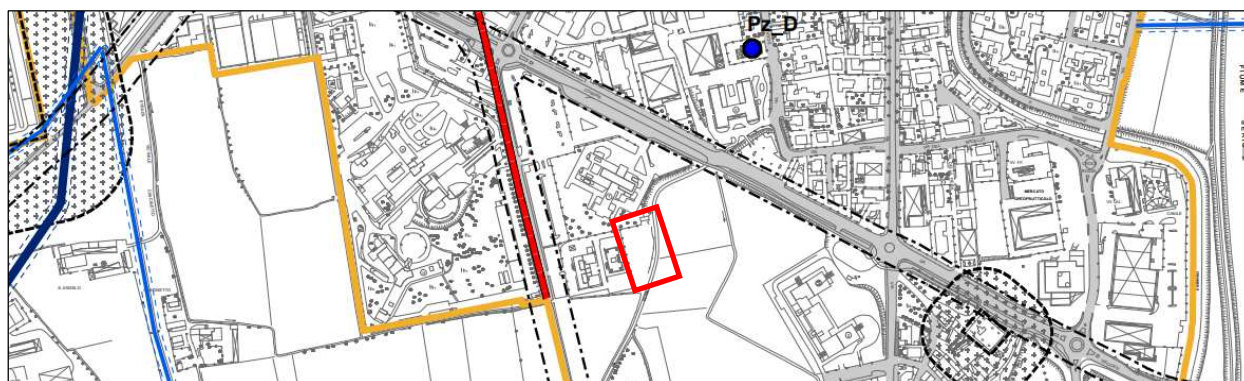
Dalla carta qui inserita si osserva che il lotto rientra tra le zone destinate a servizi, dalla mappa non emerge un retino da ambito di trasformazione. Tuttavia si richiama quanto trasmesso dal progettista generale, ossia l'applicazione dei criteri da Piano attuativo. Quindi pur trattandosi di comune definito come zona B ossia a rischio medio si applicano i criteri di conteggio per la zona A.

Art. 7 (Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione)

1. Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano a tutto il territorio regionale, per promuovere la partecipazione di ogni proponente agli oneri connessi all'impatto idrico e ambientale nonché all'incremento del rischio idraulico conseguente agli interventi di cui all'articolo 3, e per tutti i tipi di permeabilità del suolo, seppure con calcoli differenziati in relazione alla natura del suolo e all'importanza degli interventi. ...

... 5. Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure(1) indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Si precisa che trattandosi di area destinata ai servizi il rimando è contenuto nel PdS: si applicano i criteri più gravosi da Piano Attuativo come da indicazione ricevuta dal progettista architettonico



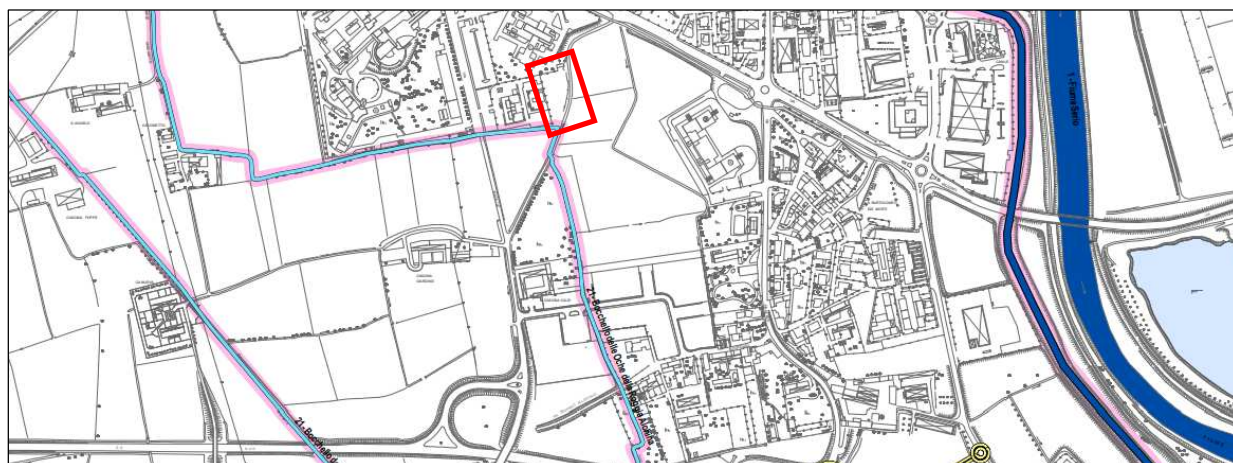
- Fasce di arretramento stradale Art. 40.2 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Fascia di rispetto ferroviario, Art. 49 D.P.R. 753 del 1980 - Art. 192, comma b) delle N.T.A. di P.T.C.P. - Art. 40.3 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- ▨ Fasce rispetto cimiteriali - Art. 40.4 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- ▩ Fascia di rispetto dell' impianto di depurazione ai sensi dell'Allegato 4 del C.M. per la tutela delle acque dall'inquinamento del 04/02/1977.
- Delimitazione del perimetro del Centro Abitato, Delibera di C.C. n° 217 del 2007


Reti tecnologiche


- Metanodotto in esercizio - Art. 40.6 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Metanodotto da porre fuori esercizio - Art. 40.6 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Metanodotto in progetto - Art. 40.6 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Linee elettriche di media tensione da 15.000 Volt - Art. 40.7 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Linee elettriche di alta tensione da 130.000 Volt - Art. 40.7 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- PZ_A Individuazione delle zone di rispetto dei pozzi pubblici per l'approvvigionamento idropotabile del Comune di Crema (Del. G.R. n° 6/15137 del 27/06/19969 - Art. 40.5 delle N.T. del Piano delle Regole - PdR6
- Infrastrutture stradali di progetto Art. 40.1 delle N.T. del PdR6 e Art. 23 del PdS11
- Infrastrutture stradali di competenza Provinciale


Dal SITO PGTWeb – estratto DISTACCHI LIMITE

Per il lotto in esame si mantiene il distacco di arretramento del sistema a pozzi dei soli 2 m presenti in Codice Civile non rientrando nell'ambito di ulteriori controlli di distacco damanufatti oreti tecnologiche esistenti.



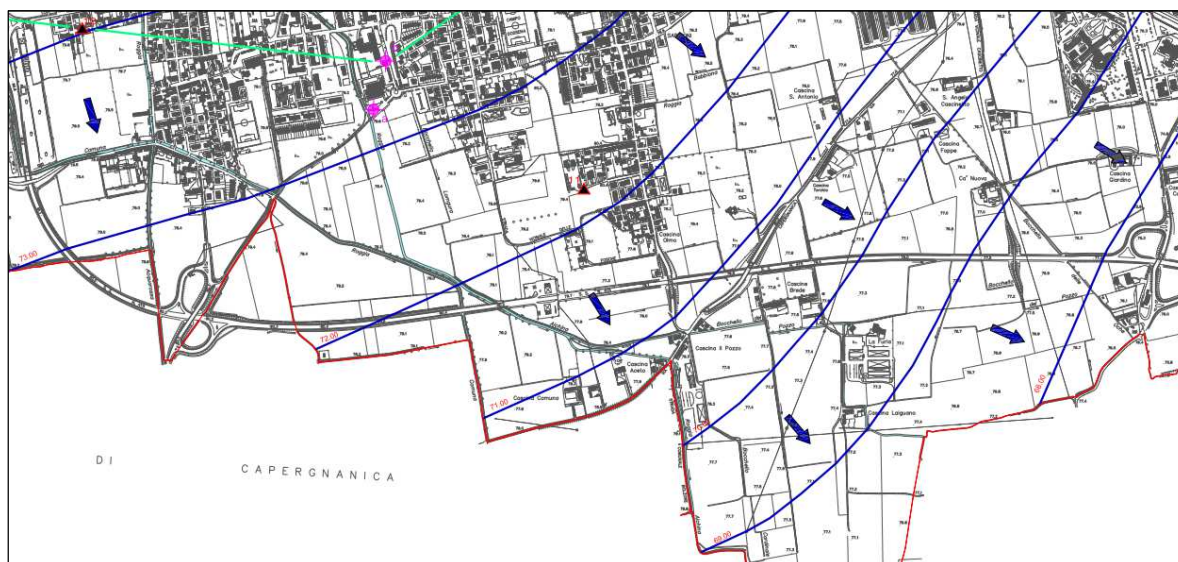
 Fascia di rispetto del reticolo idrico di 4 m Art. 36.1 delle norme del Piano delle Regole


 Fascia di rispetto del reticolo idrico di 10 m Art. 36.1 delle norme del Piano delle Regole

 Reticolo idrico principale Art. 36.2 delle norme del Piano delle Regole

Dal SITO PGTWeb – estratto CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO

Si fa osservare che per quanto riguarda le fasce invece di reticolo nella zona a sud è imposto un distacco pari ad almeno 4 m e pertanto il rispetto viene osservato anche per la collocazione del primo pozzo di confine. Il tracciamento è compito della D.L. che dovrà garantire quanto previsto dal PGT durante una fase di eventuale ricollocazione del manufatto.




 Idrografia principale (Fiume Serio, Canale Vacchelli)
 Idrografia secondaria

ELEMENTI IDROGEOLOGICI


 Pozzi pubblici ad uso idropotabile

- a = via Ferrario
- b = via Rampazzini
- c = via de Marchi
- d = via Dogali
- e = via Brunelli
- f = via Giardini
- g = via Miglioli
- h = via Bramante

 Piezometri

 Curve isopiezometriche (e=1,00 m) e relative quote assolute

 Direzione di flusso della falda freatica

 Tracce di sezioni idrogeologiche

Dal SITO PGTWeb – estratto IDROGEOLOGICA

Dalla mappa del territorio emerge che la profondità della falda è stimata con un distacco dal piano campagna del lotto di almeno 6.7m essendo il lotto ricompreso tra la linea 68 e la linea 69 mentre per la quota locale si legge 75.7mslm. Questo dato è in linea con quanto contenuto all'interno della relazione geologica che assume un distacco garantito di 6.3m essendo questo il limite di fondo prova.

Scopo della valutazione è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico esistente, conseguenti alle trasformazioni del suolo, con l'obiettivo di definire le misure compensative e gli accorgimenti tecnici necessari ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche dell'ambito territoriale interessato.

Pertanto all'interno della presente relazione verranno descritte le opere previste dal progetto per la gestione della acque meteoriche, verificandone l'idoneità rispetto al principio di invarianza idraulica e idrologica indicato nel regolamento, calcolandone la precipitazione di progetto e verificando i volumi disponibili nella soluzione di progetto - a **POZZI PERDENTI** sviluppando sistemi di infiltrazione locali - e le portate transienti nelle diverse componenti delle opere.

Con la **combinazione nel sistema di elementi a dispersione profonda nel suolo ed aree di scavo in depressione non si andrà ad aggravare il sistema di reticolo dei ricettori**: nel rispetto del Regolamento si è annullato l'aggravio del sistema fognario o del reticolo idrico per la componente delle acque meteoriche sfruttando i dati di conoscenza del terreno per ricondurre la condizione del lotto seppur impermeabilizzato alla condizione zero di totale permeabilità. Le caratteristiche fisiche del terreno di riferimento, così come dettagliate nell'analisi del dott. geol. Mattia Lucchi, sono idonee a garantire il buon comportamento in opera del sistema idraulico ad infiltrazione nel suolo previsto massimizzandone la capacità, fermo restando l'obbligo di una costante manutenzione degli elementi che caratterizzano il sistema così come verrà al termine indicato.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il **Comune di Crema** è stato classificato tra le aree **B** di criticità idraulica (media criticità) ai sensi e per gli effetti dell'Art. 7 del regolamento – ALLEGATO C, come indicato dalla seguente tabella.

Comune	Provincia	Criticità Idraulica	Coefficiente P
CORANA	PV	B	
CORBETTA	MI	B	
CORMANO	MI	A	1
CORNA IMAGNA	BC	C	
CORNALBA	BC	C	
CORNALE E BASTIDA	PV	B	
CORNAREDO	MI	B	
CORNATE D'ADDA	MB	A	1
CORNEGLIANO LAUDENSE	LO	B	
CORNO GIOVINE	LO	B	
CORNOVECCHIO	LO	B	
CORREZZANA	MB	A	1
CORBIDO	CO	C	
CORSICO	MI	B	
CORTE DE' CORTESI CON CIGNONE	CR	B	
CORTE DE' FRATI	CR	B	
CORTE FRANCA	BS	A	0,8
CORTE PALASIO	LO	B	
CORTENO GOLGI	BS	C	
CORTENOVA	LC	C	
CORTENUOVA	BC	B	
CORTEOLONA E GENZONE	PV	B	
CORVINO SAN QUIRICO	PV	B	
CORZANO	BS	A	0,8
COSIO VALTELLINO	SO	C	
COSTA DE' NOBILI	PV	B	
COSTA DI MEZZATE	BC	A	1
COSTA DI SERINA	BC	C	
COSTA MASNAGA	LC	A	1
COSTA VALLE IMAGNA	BC	C	
COSTA VOLPINO	BC	C	
COVO	BC	B	
COZZIO	PV	B	
CRANDOLA VALSASSINA	LC	C	
CREDARO	BC	C	
CREDERA RUBBIANO	CR	B	
CREMA	CR	B	

Per queste condizioni sono prescritte: le limitazioni di scarico al recettore indicate all'Art. 8, le modalità di calcolo dei volumi indicate all'Art. 9, le modalità di verifica delle misure di invarianza indicate all'Art.11 del Regolamento. In particolare si riporta tabella applicativa del suddetto regolamento in cui si evidenziano le corrispondenza in ipotesi con il metodo di calcolo.

Tabella 1⁽²⁾

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

In particolare l'art.11 chiede di analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutarne la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna. Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo. Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 deve **valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento**. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo.

Il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve valutare anche se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:

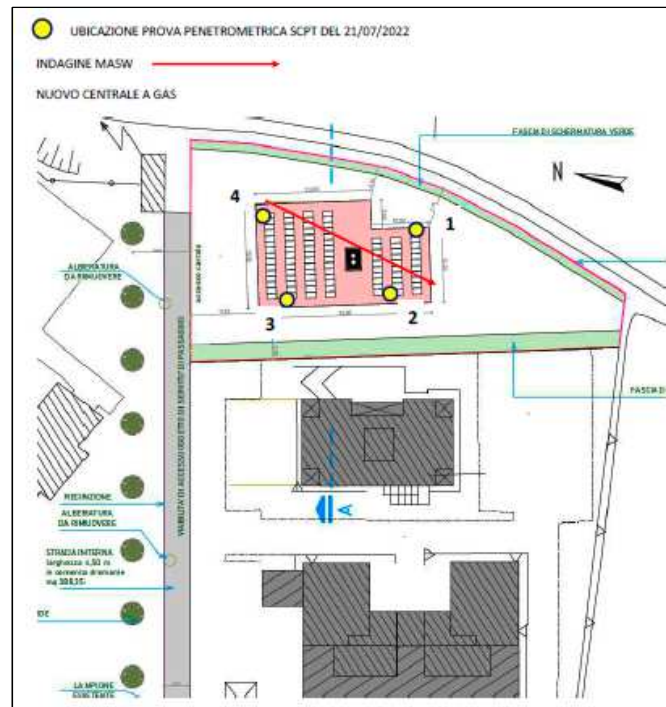
- della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;
- della stabilità del sottosuolo, accertando che le infiltrazioni non contribuiscano alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee;
- della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti.

Di conseguenza alla base del processo di analisi del progetto di invarianza idraulica sta la conoscenza particolareggiata del suolo.

CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area su cui insiste il progetto è stata oggetto di un **dettagliato studio particolareggiato da parte del geologo Mattia Lucchi** che nel mese di Luglio 2022 ha redatto la relazione geologico-geotecnica per le opere strutturali di cui all'intervento strutturale di costruzione di nuova centrale a gas della presente pratica analizzando attraverso N.4 prove le caratteristiche fisiche e meccaniche del suolo spingendosi fino ad una profondità massima di 6.30m dal Piano Campagna.

*Dalla relazione geologica luglio 2022 – Ubicazione prove
Collocazione prove eseguite in lotto di intervento il 21/07/2022*



La prova di riferimento tenuta in considerazione in quanto ritenuta più gravosa è la N.1 di cui si riporta lo schema in estratto.

SCPT 1

Profondità in metri	Sedimenti	Resistenza penetrometrica media, N_{scpt}
0.00 - 0.90	Terreno agrario e di riporto ad addensamento molto alto con probabile componente sabbioso ghiaioso	>20
0.90 - 3.00	Sabbia medio fine in prevalenza da mediamente a ben addensata.	da 6 a 10
3.00 - 6.30	Sabbia media con raro ghiaietto ad addensamento medio alto.	da 8 a 14

Con indicazioni come al seguito riportate:

Durante il recupero delle aste non è stata rilevata la presenza di falda acquifera fino a circa -6,30 m da p.c. in considerazione anche di una stagione particolarmente seccata.

Sulla base dei dati qui indicati è stato quindi necessario richiedere l'extrapolazione dei valori di permeabilità del suolo dato essenziale di progetto per il sistema a batteria di pozzi perdenti come previsto. A seguire si riporta lo schema di analisi debitamente compilato dal dott. geol Mattia Lucchi, trasmesso integralmente nella presente relazione.

PERMEABILITA' DEI SUOLI

Dal punto di vista della permeabilità dei suoli è possibile dare la seguente indicazione di massima, che dovrà eventualmente essere suffragata da indagine specifiche:

Livello prevalentemente sabbioso (prova SCPT: 1) → valore $K = 1 \times 10^{-4}$ m/s grado di permeabilità basso (oltre -90cm fino a -3.0m);

Livello sabbioso con raro ghiaietto (prova SCPT: 1) → valore compreso tra $K = 1 \times 10^{-3}$ m/s e $K = 1 \times 10^{-4}$ m/s grado di permeabilità medio-basso (oltre -3.0m fino a -6.3m);

Falda oltre fondo prova -6.30m

Dott. Geol Mattia Lucchi
Luglio 2022

Dello schema qui riportato si terrà conto nelle analisi di progetto per cui si rimanda al capitolo corrispondente.

Si sottolinea che si utilizzeranno i dati ottenuti per la soluzione a pozzo perdente facendo osservare, come da **ALLEGATO 1**, lo sviluppo per tutta la profondità senza presenza di falda con distacco limite ben oltre la profondità di 1m, ossia parametro ottimale per lo sviluppo della fito-depurazione. Nelle varie analisi si terrà conto del valore di permeabilità qui definito: il calcolo avviene tramite foglio Excell come da capitolo di analisi del progetto del sistema di infiltrazione.

Si ritiene pertanto che l'indagine conoscitiva propedeutica alla fattibilità dell'opera in progetto di invarianza idraulica e determinante ai fini del dimensionamento degli elementi di impianto idraulico di gestione delle acque meteoriche sia sufficientemente esaustiva al fine di individuare compiutamente le caratteristiche di permeabilità del suolo con precise indicazioni sulla profondità dell'acqua di falda.

Qualora si riscontrino situazioni particolarmente dissimili da quanto qui enunciato si ravvisa la necessità di aggiornare con lo stato realizzato l'allegato D da trasmettere alla regione da parte della Direzione dei Lavori. In esso dovranno essere contenuti i dati essenziali in modifica di esecuzione.

Si precisa che per l'opera di infiltrazione superficiale organizzata con leggera depressione del suolo libero a verde e linee di gestione della raccolta essa è prevista come sola captazione delle acque del verde libero e quindi possono comunque gestirsi entro i primi 90cm di suolo dalle caratteristiche non infiltranti alla stregua del lotto libero così come è allo stato attuale. Non è in alcun modo previsto dal presente progetto che le acque dalla copertura o dai piazzali o dai camminamenti possano essere raccolte nel verde a depressione. Qualsiasi possa essere il tracciato futuro oggetto di Permesso di Costruire successivo è previsto che le acque scolanti sulle aree impermeabili debbano dorogersi verso la batteria di pozzi perdenti.

DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO E DELLE MODALITA' DI CALCOLO

Il Comune di Crema, come già richiamato nel precedente capitolo, risulta tra quelli del territorio Lombardo classificati in **zona a criticità idraulica B**, ovvero a media criticità idraulica.

La portata massima ammessa al ricettore per le zone così classificate ai sensi dell'Art. 8 del R.R. 8/2019 risulta **ulim** pari a **20 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Si intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche.

Si sottolinea chiaramente, a tale proposito, che il presente progetto, come verrà nel dettaglio illustrato, **NON prevede che le acque meteoriche vengano convogliate alla fognatura comunale o nella roggia di confine.**

Le acque meteoriche di progetto sono le sole raccolte dalla copertura di progetto della nuova centrale, nonché dalle opere di **pavimentazione impermeabile ipotizzate sulla base della percentuale massima indicata dal progettista architettonico**; pertanto si tratta di acque di dilavamento di superficie non soggette ad inquinanti di natura antropica primaria riconducibili ad attività sensibili. Non sussistendo, secondo quanto previsto dal progetto architettonico redatto dallo studio associato DueUNO, le condizioni d'uso all'obbligo di separazione delle acque di prima pioggia secondo l'elenco delle attività inserito all'art.3 del Regolamento Regionale 4/2006.

Si tratta di insediamento destinato ai servizi con superficie scolante inferiore a 2.000mq che comunque non potrà essere utilizzata in alcun modo per lo stoccaggio di materiali inquinanti.

Altresì, non si riscontra alcuna necessità di prevedere l'installazione di disoleatori o apparecchi di depurazione poiché l'acqua della copertura viene direttamente raccolta dalla superficie scolante e convogliata attraverso condotte ai pozzi di infiltrazione dell'acqua piovana e la pavimentazione interna del lotto è essenzialmente pedonale fatta salva la porzione destinata all'ingresso.

Qualora si ritenesse necessario prevedere dei filtri per la porzione a pavimentazione eventualmente ad uso temporaneo di parcheggio dei mezzi sarà possibile installare un pozzetto di depurazione dell'acqua avendo previsto nell'area qui indicata una raccolta locale che convoglia in propria caditoia che poi immette in rete di raccolta dei pluviali secondo il profilo schematizzato. Pertanto la pendenza della pavimentazione qui definita dovrà essere tale da permettere lo scolo verso la caditoia poi collettata. La

direzione lavori dovrà farsi carico di garantire il processo tramite la buona realizzazione della stratigrafia di fondo alla finitura superficiale.

Nello schema planimetrico in **ALLEGATO 1**, costruito sulla base dell'elaborato originale, si possono riscontrare schematizzati gli elementi qui indicati.

Il lotto ha una **estensione di 2224mq** che allo stato attuale è parzialmente permeabile; esso vedrà una variazione della sua permeabilità essendo prevista la realizzazione di un'area di **667.2mq impermeabile** costituita da zone coperte di nuova realizzazione e nuovi percorsi impermeabili. La restante parte permarrà a verde con caratteristiche filtranti. Il contributo di porzioni semidrenanti è applicata alla sola area dei sistemi ad infiltrazione a pozzi computando altresì in planimetria la zona a depressione per lo scorporo delle acque del verde.

Pertanto, ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d) la superficie scolante dell'intervento deve essere valutata utilizzando i seguenti coefficienti di afflusso: $\varphi = 1$ per tutte le sotto-aree interessate pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi; $\varphi = 0,7$ 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; $\varphi = 0,3$ per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque.

Si osservi pertanto che il **coefficiente di afflusso medio** è calcolato complessivamente pari a **0.53** (>0.40 con lotto compreso tra 1000 e 10000mq comunque in-influente per la determinazione del metodo), per il quale viene prodotto il conteggio in allegato 1 e come da foglio Excell qui inserito.

AREA TOTALE LOTTO					
	2224				
	AREA LOTTO				
	2224	Area totale			
	667,2	Area impermeabile			
	137,56	Area semi-imp			
	1419,24	Area verde			
A SCORPORO	0				
		%			100,0
coeff IMP	1		30,0		
coeff SEMI-IMP	0,7		6,2		
coeff VERDE	0,3		63,8		
	coeff deflusso medio				
		0,53			
	Area scolante				
	1178,7				
	Volumi			P=	1
MINIMO REGOLAMENTO (B)	94,3	800			<i>da piano attuativo</i>
PIOGGE (50)	66,7	56,56		I/s	18,52
PIOGGE (100)	74,7	63,37			
	CONTROLLO SPEDITIVO				

Come si può osservare in tabella, i valori qui espressi sono nel rispetto al rimando della zona ad un ambito in piano attuativo.

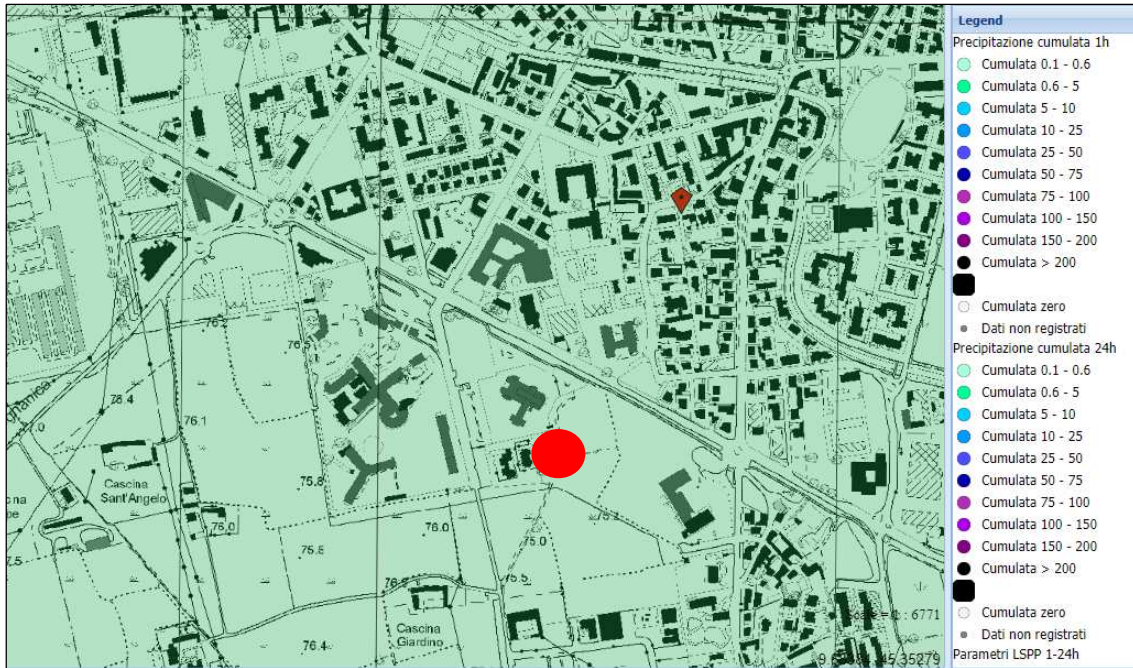
Il conteggio dei mq di superficie scolante avviene tenendo in considerazione la dichiarata copertura indicata nella tavola utilizzata a riferimento di cui si lasciano espresse in allegato con l'aggiunta della percentuale massima espressa per le superfici delle aree a verde privato che devono rimanere tali.

E' prevista l'applicazione del **metodo delle sole piogge**.

Si procede quindi al calcolo della precipitazione critica.

Per determinare la precipitazione critica sulla superficie scolante è stato applicato il Modello di previsione statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata messo a punto da ARPA Lombardia.

Il modello permette di calcolare le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica in ogni punto del territorio utilizzando lo specifico software GIS messo a punto dall'Agenzia.



Estratto cartografico.
(Comune di Crema Coordinate 9.68373; 45.35282)

Tra i vantaggi dell'applicazione del metodo vi è l'aggiornamento continuo dei dati pluviometrici mediante la rete di stazioni idro-termo-pluviometriche gestite da ARPA. I dati tengono conto delle serie storiche aggiornate alla data attuale.

Il modello si basa sull'applicazione della seguente equazione:

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

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

per un tempo di ritorno di $T=50$ anni.

Essendo: h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T , n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Per l'analisi della precipitazione critica è stato considerato il calcolo limite dal confronto tra durate superiori all'ora ed inferiori.

Seguono tabelle di calcolo con riferimento ai parametri ARPA.

a_1 (LSPP):	<input type="text" value="27.75"/>
n (LSPP):	<input type="text" value="0.2807"/>
α (LSPP):	<input type="text" value="0.2807"/>
ψ (LSPP):	<input type="text" value="0.82230002"/>
κ (LSPP):	<input type="text" value="-0.0527"/>

Si inserisce la tabella di definizione delle altezze di pioggia.

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92618	1,26042	1,49296	1,72483	2,03832	2,28353	2,53700	2,0383186
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,7	35,0	41,4	47,9	56,6	63,4	70,4	56,563341
2	31,2	42,5	50,3	58,1	68,7	77,0	85,5	68,71225
3	35,0	47,6	56,4	65,2	77,0	86,3	95,8	76,995082
4	37,9	51,6	61,1	70,6	83,5	93,5	103,9	83,470553
5	40,4	55,0	65,1	75,2	88,9	99,6	110,6	88,866061
6	42,5	57,8	68,5	79,1	93,5	104,8	116,4	93,532406
7	44,4	60,4	71,5	82,6	97,7	109,4	121,6	97,668399
8	46,1	62,7	74,3	85,8	101,4	113,6	126,2	101,39871
9	47,6	64,8	76,8	88,7	104,8	117,4	130,4	104,80715
10	49,1	66,8	79,1	91,4	108,0	120,9	134,4	107,95308
11	50,4	68,6	81,2	93,8	110,9	124,2	138,0	110,88019
12	51,6	70,3	83,2	96,1	113,6	127,3	141,4	113,62169
13	52,8	71,9	85,1	98,3	116,2	130,2	144,6	116,20343
14	53,9	73,4	86,9	100,4	118,6	132,9	147,7	118,64602
15	55,0	74,8	88,6	102,4	121,0	135,5	150,6	120,96615
16	56,0	76,2	90,2	104,2	123,2	138,0	153,3	123,17754
17	56,9	77,5	91,8	106,0	125,3	140,4	155,9	125,29163
18	57,9	78,7	93,3	107,7	127,3	142,6	158,5	127,31807
19	58,7	79,9	94,7	109,4	129,3	144,8	160,9	129,26507
20	59,6	81,1	96,1	111,0	131,1	146,9	163,2	131,1397
21	60,4	82,2	97,4	112,5	132,9	148,9	165,5	132,94806
22	61,2	83,3	98,7	114,0	134,7	150,9	167,6	134,6955
23	62,0	84,3	99,9	115,4	136,4	152,8	169,8	136,38671
24	62,7	85,4	101,1	116,8	138,0	154,6	171,8	138,02582

Si inserisce volume di calcolo secondo i parametri del lotto.

Impermeabile (m ²):	<input type="text" value="667.2"/>
Semimpermeabile (m ²):	<input type="text" value="137.56"/>
Permeabile (m ²):	<input type="text" value="1419.24"/>
Portata di scarico (l/s):	<input type="text" value="117"/>
Tempo di ritorno (anni):	<input type="text" value="50"/>

ST (m ²)	SI (m ²)	Modalità V Phi di calcolo	d invarianza critica (m ³)	Q scarico (l/s)	t svuotamento (ore)	
2.224	1.178,72	0,53 Sole piogge	85,83	477	117	20,38

Si tratta quindi di determinare l'onda entrante, ovvero la portata da smaltire, dovuta alla precipitazione e che va allontanata con il sistema drenante.

La portata costante entrante è quindi pari a: $Q_c = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a: $W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$


in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a1wT$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Si ottiene un valore di precipitazione di progetto pari a **56.6 mm/h**, per una portata limite uscente da area A di 10l/s che determina quindi il valore di volume di 85.83mc.

Tuttavia questo valore di 85.83mc è da tenere in considerazione solo se si recapita l'acqua verso un ricettore esterno ma il progetto qui condotto è influenzato dalla capacità di infiltrazione del terreno e quindi il volume di confronto è quello determinato da una diversa portata OSSIA LA PORTATA DI INFILTRAZIONE.

Nell'eventualità che il committente lo ritenesse opportuno sarebbe possibile effettuare prove di filtrazione. Infatti nel caso in esame non sono state svolte prove specifiche che se invece venissero fatte la normativa prevederebbe una riduzione del 30% dei volumi qualora queste vengano eseguite. Pertanto qui si illustrano alcune regole di gestione della valutazione sperimentale del parametro di permeabilità.


PROVE DI PERMEABILITA' IN POZZETTO SUPERFICIALE A BASE QUADRATA: a carico costante e a carico variabile.




A CARICO COSTANTE

$$k \text{ (m/s)} = \frac{q}{b^2} + \frac{1}{27 \frac{h}{b} + 3}$$

Misura volumetrica della portata →






A carico variabile

$$k \text{ (m/s)} = \frac{(h_2 - h_1)}{t_2 - t_1} \left(\frac{1 + \left(\frac{27hm}{b} \right)}{27 \frac{h_m}{b} + 3} \right)$$

Si registra l'abbassamento del livello dell'acqua rispetto al tempo



Si può comunque eseguire anche una prova speditiva di portata a carico costante per la quale sarà comunque da richiedere la presenza della D.L. e del professionista incaricato dell'analisi dei terreni. Si tratterà di immettere una portata costante di 10l/s in un foro da 50mm di diametro e 2m di altezza valutando il livello di acqua dopo un tempo minimo di 30min. Sulla base della geometria, del valore di portata si otterrà a ritroso il valore di k in m/s.

Allo stato dei luoghi per determinare la portata di infiltrazione del pozzo si fa riferimento alla permeabilità assegnata nel capitolo delle considerazioni geologiche e pertanto $K=1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ per lo strato omogeneo non in falda dalle caratteristiche più gravose.

Si deve determinare la portata uscente dal sistema a pozzi per il quale per ipotesi iterative si conviene al dimensionamento di diametro interno 2.0m per una altezza utile di 2.5m, in numero di 4 elementi complessivi.

La capacità di infiltrazione del sistema a pozzi sulla base del terreno dalle caratteristiche in precedenza illustrate vale **21.5l/s*ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento**. Il dato è in linea con quanto riportato in Regolamento nel paragrafo relativo all'infiltrazione di cui si riporta uno schema di caratterizzazione generica dei valori di permeabilità dei terreni da bibliografia scientifica.

- Classe A Scarsa potenzialità di deflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
- Classe B Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Classe C Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
- Classe D Potenzialità di deflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

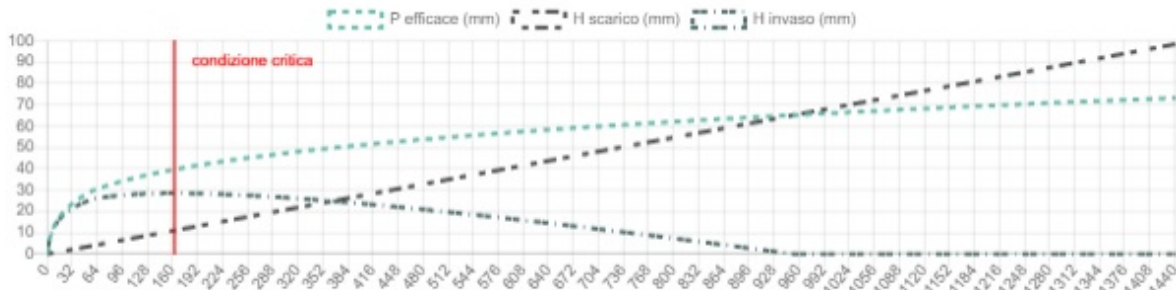
Tabella 1 - Parametri delle curve di Horton proposti dal SCS [1956]

Classe suolo	f_0 [mm/ora]	f_c [mm/ora]	k [ore-1]
A	250	25.4	2
B	200	12.7	2
C	125	6.3	2
D	76	2.5	2

Con riferimento a quanto illustrato si riporta i calcolo di dimensionamento dei volumi.

ST (m ²)	SI (m ²)	Modalità V Phi di calcolo	invarianza (m ³)	d critica (min)	Q scarico (l/s)	t svuotamento (ore)
2,224	1,178,72	0,53 Sole piogge	63,52	163	2,53	6,97

t (min)	P lorda (mm)	RF	P efficace (mm)	H scarico (mm)	V invaso (m ³)	criticità
60	56,56	1,00	29,98	4,10	57,56	0
61	56,83	1,00	30,12	4,16	57,72	0
62	57,09	1,00	30,26	4,23	57,88	0
63	57,34	1,00	30,39	4,30	58,03	0
64	57,60	1,00	30,53	4,37	58,18	0
65	57,85	1,00	30,66	4,44	58,32	0
66	58,10	1,00	30,79	4,50	58,46	0
67	58,34	1,00	30,92	4,57	58,60	0
68	58,59	1,00	31,05	4,64	58,73	0
69	58,83	1,00	31,18	4,71	58,87	0



Come si vede dalla stringa di calcolo ne risulta un volume di 63.52mc < 85.83mc da confrontarsi con **94.3mc** (minimo da art.12) che quindi diviene questo ultimo il **volume di progetto da garantire**.

Infatti applicando il controllo dei requisiti minimi secondo l'art.12 comma 2 del regolamento in area A poiché in piano attuativo si desume un valore minimo di rispetto del volume di laminazione pari a **94.3mc** che si osserva essere maggiore al volume specifico calcolato per l'infiltrazione.

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Seppur il progetto non venga sviluppato in termini di volumi di laminazione da reperire tramite vasche a tenuta ma **si persegue l'obiettivo di restituire al suolo tutto il volume d'acqua calcolato con il metodo delle sole piogge in funzione della capacità del suolo**, si deve comunque garantire tutti i volumi senza portare in conteggio la capacità di infiltrazione come da art.11 comma e)

punto 4 bis: *il volume dei vuoti di un sistema di infiltrazione, opportunamente ridotto al fine di tenere conto della progressiva tendenza all'intasamento, come indicato alla lettera c), numero 4, è computabile come parte del volume da realizzare ai sensi del presente regolamento; **non è considerabile, a tali fini, il volume infiltrato**(13).*

DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

La soluzione progettuale prevede di convogliare le acque raccolte dalle superfici impermeabili di copertura e pavimentazione in una unica linea a doppio ramo che raccorda al tratto finale per andare a scarico con manufatti che contestualmente possano fungere da elementi di dispersione nel sottosuolo e da "vasche di laminazione".

Lo schema è ipotizzato in funzione dell'ingombro del nuovo volume tecnico: è data facoltà al progettista generale di rivedere il tracciato NON avendo portato in computo i volumi della rete.

I pluviali sono direttamente collegati tra loro a mezzo di tubazioni in PVC a tenuta del diametro di 125mm minimo, posate con pendenza minima 0.5% e raccordate tra loro con giunti a tenuta collocati in pozzetti di ispezione: sarà possibile utilizzare diametri di dimensione altresì maggiore in particolar modo come già segnalato per la condotta al tratto finale che prevede l'uso di un DN200 i0.3% in funzione della portata in immissione al tempo di ritorno di 50 anni.

In planimetria verrà mostrata una distribuzione degli elementi quanto più razionale per una gestione dell'area drenante libera. Spetta alla direzione dei lavori realizzare tutti gli accorgimenti in fase di esecuzione affinché le ipotesi di progetto vengano rispettate nel rispetto dei volumi d'acqua convogliabili, secondo il calcolo allegato.

Nel conteggio è previsto l'innesto dei tubi nei primi 50cm a perdere nel coltivo vegetale. Il pozzo è dimensionato per disperdere l'acqua nel suo intorno tramite riempimento dello scavo con ghiaione drenante. I calcoli sono condotti valutando il contributo sia dei fori sulle pareti che del ghiaione di riempimento dell'intercapedine pozzo/parete di scavo; il fondo è aperto e drenante, come da dettaglio nel particolare di sezione. Per questo motivo **è fondamentale l'applicazione di geotessuto, la realizzazione della corona in ghiaione, la posa al fondo del solo ghiaione sottostante come letto, affinché si possa portare a computo come da schema allegato anche la quota parte di vuoti alla base.** Dallo schema di sezione sono riscontrabili le valutazioni sviluppate in considerazione di assenza della falda.

Verifica dei volumi dei pozzi

VOLUME POZZO PERDENTE	
D _{int}	2 m
H _{disp}	2,5 m
pi greco	3,14
Vol	7,85 mc
GHIAIA	
corona	0,75 m
fondo	0,3 m
%	40
VOL _{cor}	6,48 mc
VOL _{fondo}	1,15 mc
VOL _{pendenza}	0,15 mc
VOLUME netto	15,63 mc

La geometria e composizione dei pozzi consegue un volume di 62.52mc < 94.3mc quindi è necessario organizzare altri elementi di raccolta, come già indicati in capitoli precedenti.

Questo dato sui pozzi si ponga attenzione che non è stato maggiorato dall'infiltrazione come invece appare nel foglio di calcolo seguente.

A seguire si riporta il valore totale di capacità del pozzo in geometria con prolunga:

POZZO d200h250				
Diametro interno pozzo	Di	2	m	2
Altezza utile pozzo	Hi	2	m	0
Coeff. Permeabilità	K	1,0E-04	m/s	5,0E-04
Larghezza corona esterna drenante	L	0,75	m	
Volume assorbito da un pozzo		7,91	mc	
Volume puro		7,85	mc	
Volume totale per pozzo		15,76	mc	

Come già indicato, il valore qui riportato non può essere utilizzato per le verifiche specifiche dei volumi al tempo di ritorno di 50anni ma può essere utilizzato per il controllo del tempo di ritorno di 100 anni, quale verifica anti-allagamento tenendo in considerazione anche la capacità di assorbimento (Il segnale di allerta in foglio di calcolo ricorda appunto il richiamo da Regolamento al divieto di utilizzo dell'infiltrazione come valore in conteggio dei volumi).

Si fa osservare che il pozzo, per la tipologia di terreno indagata, ha risorse di poco superiori rispetto a quanto ammissibile in conteggio di invarianza.

Potenzialità di dispersione pari a **63.04mc** > 62.52mc.

Il valore è riportato per valutare la reale capacità di raccolta e scarico.

Ne conviene che con un valore di efficacia così prossimo al valore ammissibile per invarianza vada sviluppato un calcolo specifico sulle aree impermeabilizzate:

- controllo da zona A, $800 * 667.2 / 10000 = 53.38mc$;
- controllo infiltrazione, con portata uscente 1.4l/s (imp667.2 - semi 12.56) = 36.71mc.

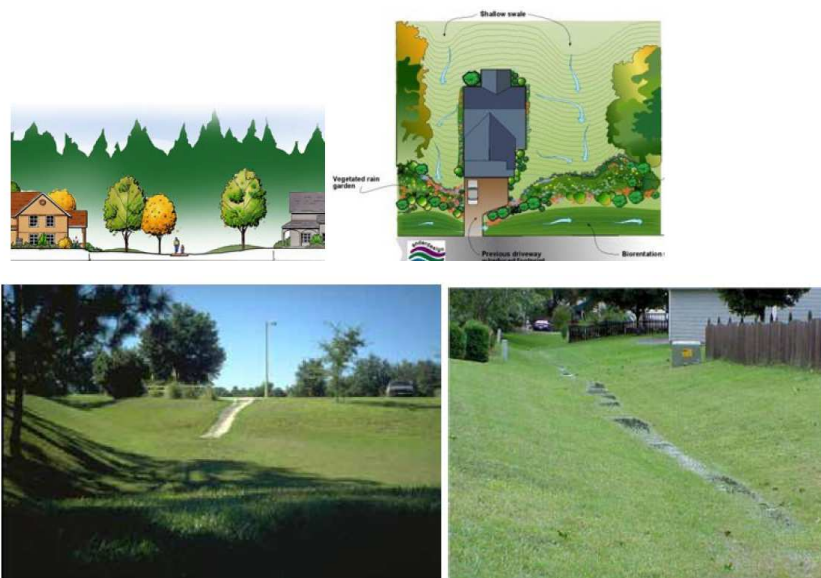
I valori di confronto sono soddisfatti.

Pertanto il calcolo generale di verifica dei volumi al tempo di ritorno di 50anni è così definito:

- $4 * 15.63 + 37.5 = 100.02mc > 94.3$; la verifica è soddisfatta con il contributo del verde ammesso da Regolamento.

In immagine si riporta quanto in riferimento all'interno del documento di legge.

Figura 18 - Schemi di aree di ritenzione/laminazione proposte nei sistemi LID ecc.



Ora, come si evince da planimetria il sistema a 4 pozzi deve garantire distanze reciproche tra i pozzi affinché essi non interferiscano tra di loro. Inoltre è da rispettare anche il distacco dalla roggia.

Si raccomanda in particolar modo per il pozzo finale di verificare che non vi siano direttrici di percolazione dell'acqua della roggia, dal canale verso il lotto. Eventuali passaggi di acqua verso il manufatto ne ostacolerebbero la capacità. Pertanto in fase di scavo si raccomanda di valutare attentamente eventuali presenze di acqua.

Ora sono state descritte tutte le opere previste pur senza computare il tracciato di rete che quindi viene previsto con il diametro minimo applicabile in funzione delle portate in ingresso come da foglio qui inserito, ossia DN125 in PVC con pendenza 0.5%.

Percentuale di riempimento {AE}	Altezza di riempimento {h} "mm"	Superficie della sezione bagnata {S} "cm ² "	Raggio idraulico pari al rapporto SIP	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q _{GS}) "l/s"	Velocità (V _{GS}) "m/s"
5%	5,35	1,7	0,3	31,15	0,02	0,13
10%	10,70	4,7	0,7	34,82	0,09	0,20
15%	16,05	8,5	1,0	37,09	0,22	0,26
20%	21,40	12,8	1,3	38,74	0,40	0,31
25%	26,75	17,6	1,6	40,03	0,62	0,35
30%	32,10	22,7	1,8	41,06	0,89	0,39
35%	37,45	28,0	2,1	41,92	1,20	0,43
40%	42,80	33,6	2,3	42,64	1,53	0,46
45%	48,15	39,2	2,5	43,24	1,90	0,48
50%	53,50	45,0	2,7	43,75	2,27	0,51
55%	58,85	50,7	2,8	44,17	2,66	0,53
60%	64,20	56,3	3,0	44,52	3,06	0,54
65%	69,55	61,9	3,1	44,80	3,44	0,56
70%	74,90	67,2	3,2	45,00	3,81	0,57
75%	80,25	72,3	3,2	45,14	4,15	0,57
80%	85,60	77,1	3,3	45,20	4,45	0,58
85%	90,95	81,5	3,2	45,18	4,69	0,58
90%	96,30	85,2	3,2	45,05	4,85	0,57
95%	101,65	88,2	3,1	44,75	4,89	0,55
100%	107,00	89,9	2,7	43,75	4,55	0,51

Tubi

Modalità di uso corretto:

I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
- tubi di PVC per condotte eventualmente all'interno dei fabbricati: UNI 7443 e suo FA 178-87;
- tubi di PVC per condotte interrato: norme UNI applicabili;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato: UNI 7613;
- tubi di polipropilene (PP): UNI 8319 e suo FA 1-91;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451.

Si applica la formula di Strickler con coefficiente di scabrezza pari a 80 per PVC liscio:

$$V_t = k * R_i^{2/3} * i^{1/2}$$

dove k è il coefficiente di Strickler, R_i è il raggio idraulico e i è la pendenza del tubo;

$$Q_s = V_t * A_b$$

dove V_t è la velocità calcolata ed A_b è la area bagnata.

Si utilizza foglio di calcolo come allegato per il controllo dei valori sulla base della percentuale di riempimento.

Il controllo sulla velocità massima ultima da non superare è pari a 5m/s, valore molto superiore alla velocità di circolazione stabilita.

Trattandosi di acque meteoriche non è necessario garantire una velocità minima.

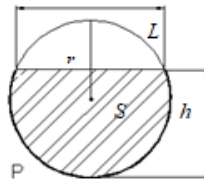
Il tubo convoglia fino ad una portata massima di 4.89l/s andando a riempimento del 95%. La soglia non deve essere raggiunta ma è buona norma che il sistema si mantenga entro una percentuale di riempimento inferiore all'85%. La portata è assolutamente compatibile con i valori in ingresso per la rete così come suddivisa.

Il diametro non deve sopprimere a carichi di volume di invarianza e quindi deve essere compatibile con una gestione in ordinario della rete di fognatura ossia il classico tempo di ritorno massimo di 20anni.

Si riporta comunque il valore al tratto finale del diametro in raccolta sui piccoli bacini quindi in calcolo immediato per una portata limite di 18.52l/s molto maggiore della sola portata da le aree impermeabili in progetto ossia 10.48l/s.

Il diametro previsto è comunque il seguente al tratto finale.

Diametro esterno (mm)	200
Diametro interno (mm)	178
Pendenza i ‰	3
Spessore (m)	80



CALCOLI EFFETTUATI CON IL METODO DI GAUCKLER-STRICKLER

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

Per effettuare i calcoli inserire il Diametro esterno della condotta e la pendenza

Percentuale di riempimento (h/D)	Altezza di riempimento (h) "mm"	Superficie della sezione bagnata (S) "cm ² "	Raggio idraulico pari al rapporto S/P	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q _{GS}) "l/s"	Velocità (V _{GS}) "m/s"
5%	8,90	4,7	0,6	33,90	0,07	0,14
10%	17,80	13,0	1,1	37,90	0,29	0,22
15%	26,70	23,4	1,7	40,38	0,67	0,28
20%	35,60	35,4	2,1	42,17	1,20	0,34
25%	44,50	48,6	2,6	43,57	1,88	0,39
30%	53,40	62,8	3,0	44,70	2,68	0,43
35%	62,30	77,6	3,4	45,63	3,60	0,46
40%	71,20	93,0	3,8	46,41	4,61	0,50
45%	80,10	108,6	4,1	47,07	5,70	0,53
50%	89,00	124,4	4,5	47,62	6,85	0,55
55%	97,90	140,2	4,7	48,08	8,02	0,57
60%	106,80	155,9	4,9	48,46	9,20	0,59
65%	115,70	171,2	5,1	48,76	10,36	0,60
70%	124,60	186,1	5,3	48,99	11,46	0,62
75%	133,50	200,2	5,4	49,14	12,49	0,62
80%	142,40	213,4	5,4	49,21	13,38	0,63
85%	151,30	225,4	5,4	49,18	14,11	0,63
90%	160,20	235,9	5,3	49,04	14,59	0,62
95%	169,10	244,2	5,1	48,72	14,71	0,60
100%	178,00	248,8	4,5	47,62	13,69	0,55

Verifica del tempo di svuotamento.

Lo svuotamento del volume di laminazione è affidato complessivamente al vincolo imposto in uscita in infiltrazione per capacità del suolo naturale e pertanto un tempo di circa 7 ore come riportato nella stringa di calcolo precedente.

Quindi: Tsvuotamento <48 ore; **la verifica COMPLESSIVA è soddisfatta.**

Controllo Tr100 anni

Si verifica ora la capacità del sistema di gestire volumi di pioggia stimati su un tempo di ritorno di 100 anni portando a conteggio le sole aree impermeabili collettate verso il sistema di pozzi.

Impermeabile (m²):

Semimpermeabile (m²):

Permeabile (m²):

Portata di scarico (l/s):

Tempo di ritorno (anni):

ST (m ²)	SI (m ²)	Phi	Modalità di calcolo	V invarianza (m ³)	d critica (min)	Q scarico (l/s)	t svuotamento (ore)
679,76	672,96	0,99	Sole piogge	42,99	200	1,4	8,53

Si determina un complessivo di 42.99mc che è inferiore alla capacità reale di infiltrazione quindi compatibile con le richieste previste dal Regolamento che non impongono la verifica stretta sui 100 anni ma solo un controllo anti-allagamento. I pozzi sono anche posti in aree distanti dal fabbricato principale per quanto compatibile con la distanza dal confine di minimo 2m e dal fondo di

distanza 4me quindi in caso di eccessivo riempimento vi sarà principalmente allagamento del verde che proprio nelle immediate vicinanze è organizzato a depressione.

CONCLUSIONI

E' stato redatto il progetto di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del Regolamento Regionale n.8 di Regione Lombardia per la nuova costruzione di manufatto ad uso servizi in ambito di piano attuativo..

Il sistema drenante prevede di raccogliere le acque pluviali in tubazioni in PVC e convogliarle verso pozzi con integrazione di area a verde in depressione.

Seguendo le indicazioni del RR 8/2019 di regione Lombardia

(Art. 10 comma 1 (Contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica)

1. Nei casi di impermeabilizzazione potenziale alta e media, di cui alla tabella 1 dell'articolo 9, ricadenti nelle aree assoggettate ai limiti indicati per gli ambiti territoriali delle aree A e B dell'articolo 7, e quindi nei casi in cui non si applicano i requisiti minimi di cui all'articolo 12, comma 2, il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve essere corredato con i calcoli, le valutazioni, i grafici e i disegni effettuati a livello di dettaglio corrispondente ad un progetto almeno definitivo, osservando le procedure e metodologie di cui all'articolo 11 e deve contenere i seguenti elementi:

a) relazione tecnica comprendente: ...

b) documentazione progettuale completa di planimetrie e profili in scala adeguata, sezioni, particolari costruttivi;

c) piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intero sistema di opere di invarianza idraulica e idrologica e di recapito nei ricettori, secondo le disposizioni dell'articolo 13;

d) asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento, redatta secondo il modello di cui all'allegato E;),

sono stati calcolati:

- le superfici impermeabili della costruzione
- le precipitazioni di progetto
- le portate transitanti
- i volumi disponibili
- le portate di infiltrazione
- i tempi di svuotamento

Tutti gli elementi esaminati sono risultati conformi ai requisiti previsti dal regolamento.

PIANO DI MANUTENZIONE

Per una corretta manutenzione di un'opera, è necessario partire da una pianificazione esaustiva e completa, che contempli sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici soggetti a manutenzione da tale concetto scaturisce la necessità di redigere, già in fase progettuale, un Piano di Manutenzione che si può definire dinamico in quanto deve seguire il manufatto in tutto il suo ciclo di vita.

Il ciclo di vita di un'opera, e dei suoi elementi tecnici, viene definito come il "periodo di tempo", noto o ipotizzato, in cui il prodotto, qualora venga sottoposto ad una adeguata manutenzione, si presenta in grado di corrispondere alle funzioni per le quali è stato ideato, progettato e realizzato, permanendo all'aspetto in buone condizioni.

A seguire si riportano tutte le indicazioni necessarie per le opere previste.

Si prescrive di verificare periodicamente (almeno una volta l'anno e possibilmente dopo ogni evento meteorico particolarmente intenso):

1. la pulizia delle griglie delle caditoie e dei pozzetti di ispezione, rimuovendo eventuali a foglie e detriti che dovessero ostruire o ridurre la sezione drenante
2. l'assenza di interrimento dei pozzi perdenti, con una semplice verifica della profondità utile del pozzo, rimuovendo eventuale fango depositato sul fondo con opportuni mezzi meccanici

3. la capacità di svuotamento dei pozzi perdenti, verificando che dopo un temporale intenso da 1 ora il pozzo risulti vuoto in un tempo non superiore a 45 minuti.

E' indispensabile per la corretta funzionalità che non avvenga accumulo di detriti all'interno del pozzo e che i fori di dispersione si mantengano liberi.

Pertanto si definiscono:

- attività di verifica e controllo, quali verifica del corretto afflusso delle acque, verifica dell'integrità degli elementi strutturali, verifica della pulizia interna del pozzo;

- attività di manutenzione programmata, quali pulizia a scorrimento, piccola manutenzione edile;

- attività di manutenzione straordinaria, quale rifacimento e sostituzione degli elementi strutturali dovuta ad eventi non prevedibili.

Qualora la manutenzione venisse trascurata la capacità disperdente non verrebbe più garantita. Nel caso di scarsa manutenzione ordinaria sarà da prevedere nello straordinario un intervento di effettivo spurgo con il lavaggio del fondo e delle pareti di ogni pozzo perdente. Con un apposito automezzo verrà lavato ed aspirato tutto il materiale presente "riattivando" così il pozzo perdente.

Il pozzetto desabbiatore, se installato, deve essere costantemente controllato e svuotato delle parti solide in sedimentazione.

Per quanto riguarda le tubazioni in PVC va verificato il corretto deflusso dell'acqua, la verifica dell'integrità delle condizioni strutturali e soprattutto va verificata la tenuta idraulica.

Si prevede ordinariamente la pulizia di scorrimento. Nello straordinario può essere prevista la videoispezione. Si debbono sostituire piccoli tratti di tubazione qualora intervengano eventi di danno non prevedibili.

Le eventuali caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di garantire in ogni momento la portata richiesta dall'impianto; devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo. I pozzetti devono essere realizzati in modo da non emettere odori sgradevoli poiché pur trattandosi di sistema di acque bianche potrebbero contenere elementi marcescenti, quali foglie ad esempio pertanto l'ermeticità degli elementi deve essere accertata effettuando idonea prova. Le caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture se sottoposti all'azione di temperature elevate o a sbalzi delle stesse. Le caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

Per quanto riguarda l'area verde in depressione essa deve essere mantenuta con il controllo della vegetazione, altresì devono continuare ad essere efficaci le linee di scorrimento verso la zona organizzat.

Titolare della manutenzione è il committente, la società Linea Green Spa, che potrà avvalersi di ditte specializzate per svolgere le attività necessarie.

ASSEVERAZIONE PREVISTA DALL'ALLEGATO E

L'asseverazione del progettista prevista dall'Allegato E è riportata in allegato.

Si invita il Direttore dei lavori, quale designato all'interno dello studio associato DueUno di Crema, a verificare la congruità tra il costruito ed il progettato e a trasmettere l'asseverazione prevista dall'allegato D alla Regione.

Allegato D – Modulo per il monitoraggio dell'efficacia delle disposizioni sull'invarianza idraulica e idrologica

Per l'intervento di cui al Regolamento, il **DIRETTORE DEI LAVORI**, come da accordi, delle opere di invarianza idraulica e idrologica è tenuto a compilare il modulo e a trasmetterlo a Regione Lombardia attraverso **l'applicativo INVID** attivo dal primo maggio 2021 al sito <https://www.tributi.regione.lombardia.it/invid/>

Il modulo è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera.

PER PRESA VISIONE Il Direttore dei lavori

.....

ALLEGATI DI PROGETTO

Allegato 1 – Planimetria di progetto

Allegato E

Soncino, 08/10/2022

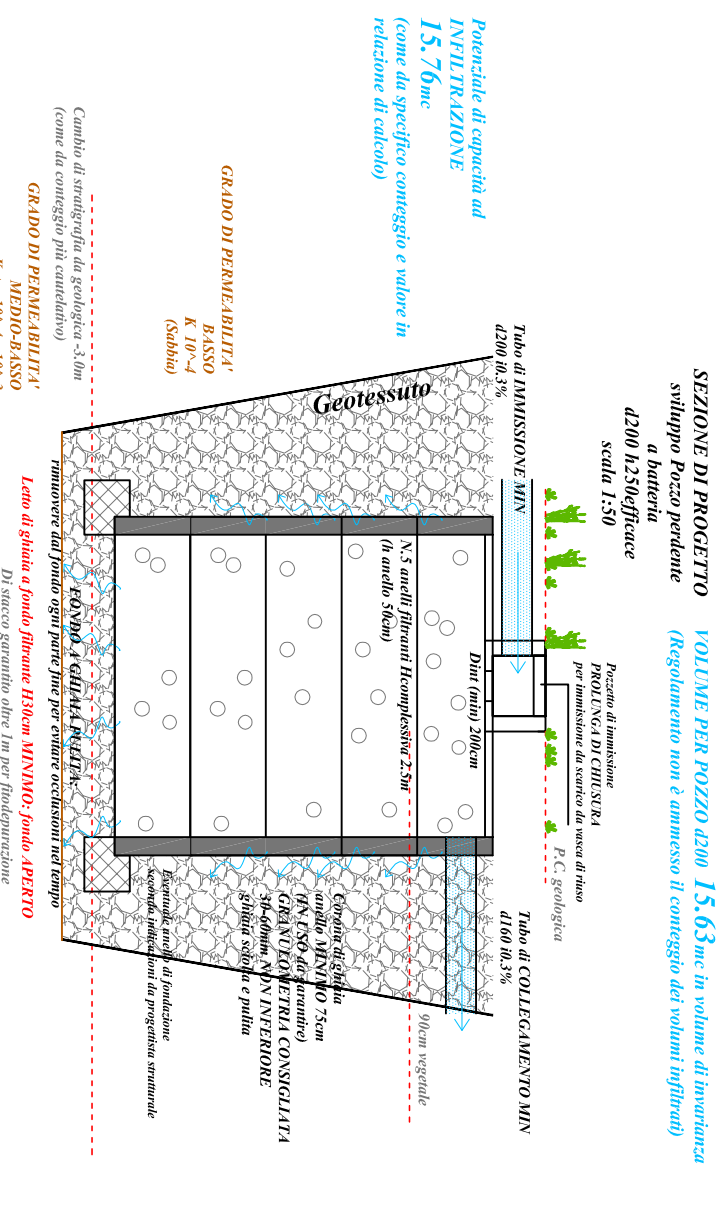
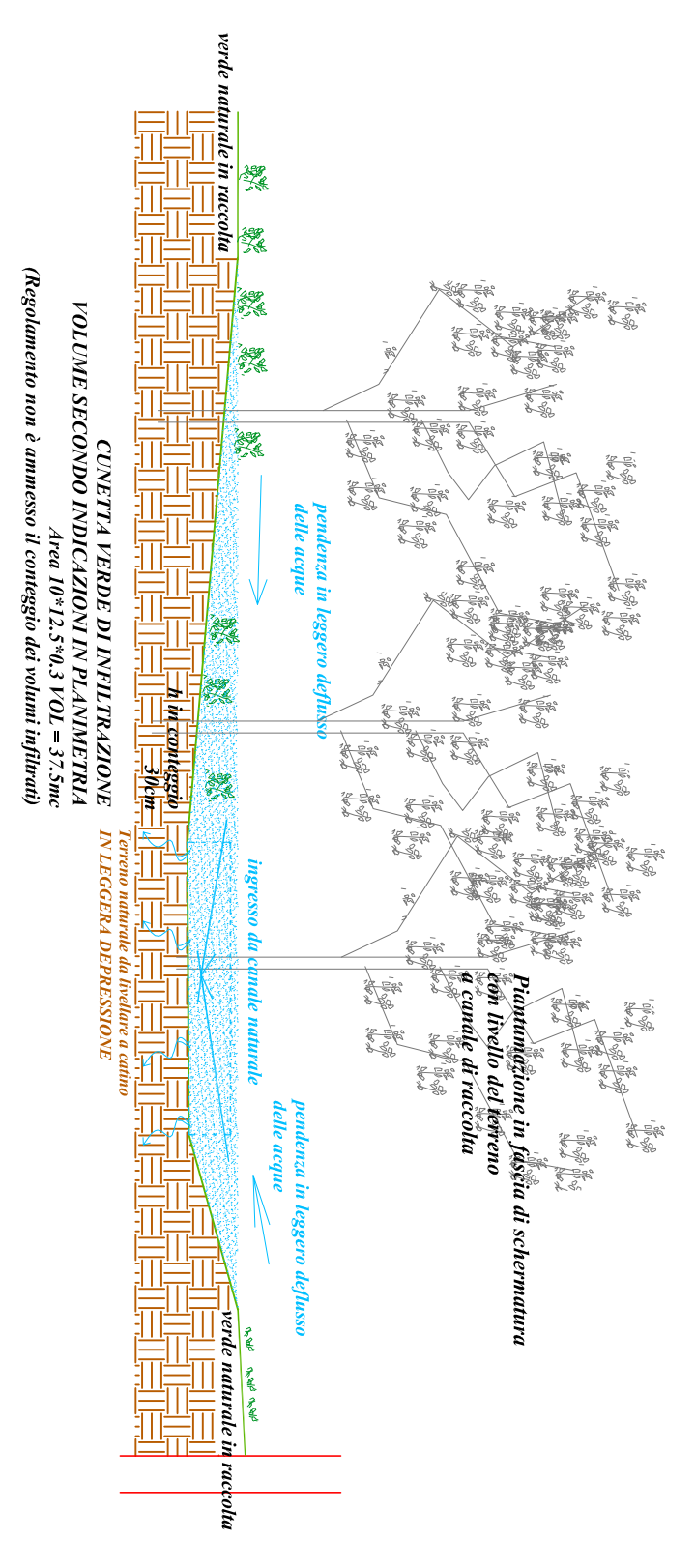
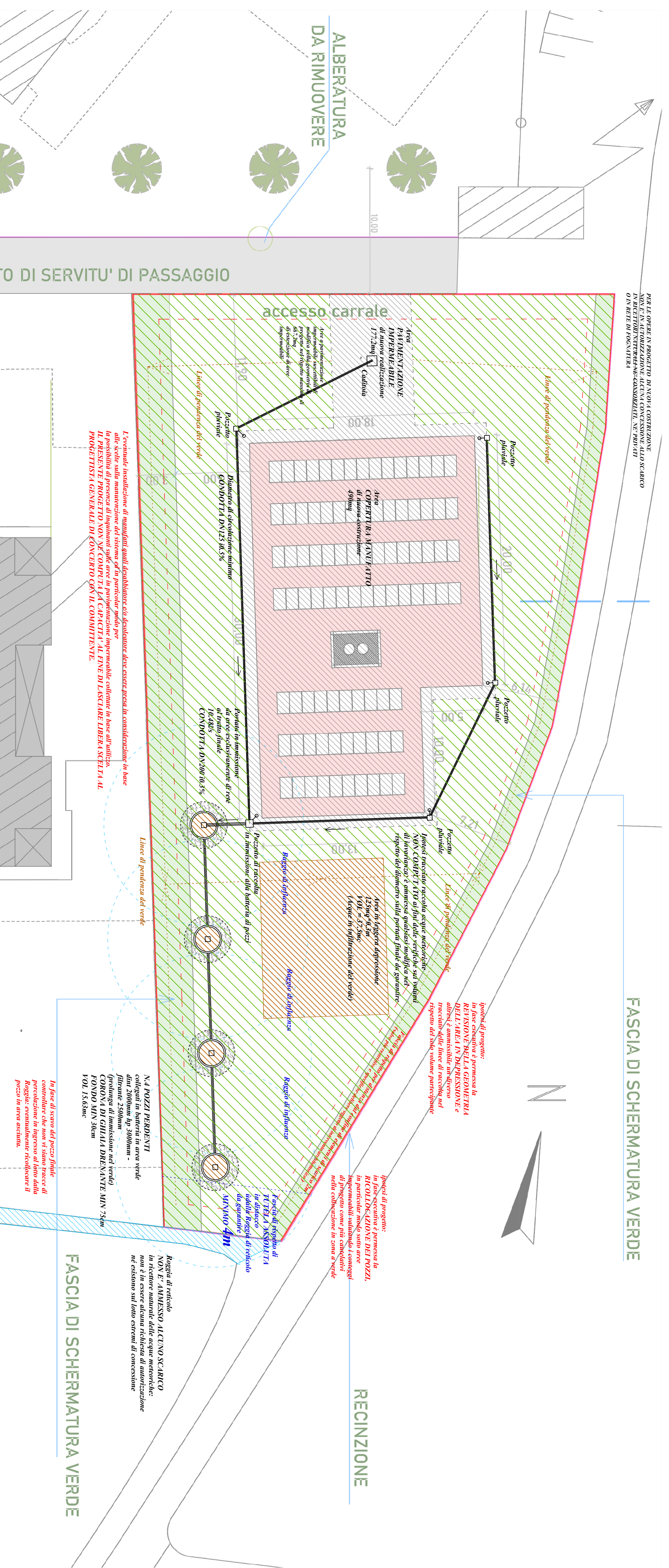
Il progettista

Dott . ing. Francesca Trotti



PER LE OPERE IN PROGETTO DI NUOVA COPERTURA
NON È IN AUTORIZZAZIONE DEL V. CONSIGLIO COMUNALE ALDO CARICO
DANIELI DI FERRARIS

FASCIA DI SCHERMATURA VERDE



LOTTO 2234mq	AREA IMPERMEABILIZZATA
Area impermeabilizzabile (1)	Area impermeabilizzabile (1)
Area impermeabilizzabile (2)	Area impermeabilizzabile (2)
Area impermeabilizzabile (3)	Area impermeabilizzabile (3)
Area impermeabilizzabile (4)	Area impermeabilizzabile (4)
Area impermeabilizzabile (5)	Area impermeabilizzabile (5)
Area impermeabilizzabile (6)	Area impermeabilizzabile (6)
Area impermeabilizzabile (7)	Area impermeabilizzabile (7)
Area impermeabilizzabile (8)	Area impermeabilizzabile (8)
Area impermeabilizzabile (9)	Area impermeabilizzabile (9)
Area impermeabilizzabile (10)	Area impermeabilizzabile (10)

NOMI DI APPLICAZIONE PROGETTO DI INVESTITA
EPILOGO DI INTERVENTO edilizio:
N.1010 MANUFATTI su base libera sulla condizione zero
Art.3, comma 1 del Regolamento Regionale 29 aprile 2019 n.8
- 10/2019/10, sistema 2

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI
INTERVENTO su SCALDABRANDO art.3, comma 1
SUPERFICIE DI INTERVENTO totale 2234mq
(superficie di pianimetria - cf. ELABORATO n.6, SCHEMATIVO)
Valori compresi tra 0,1 ha e 1 ha - 1000mq ossia
METODO DELLE SOLE POGGE, art.1 - allegato G

NOI VOLANTI TECNICI
IN ACCORDO con REGOLAMENTO:
riduzione di progetto definitivo alla D.L. spetta il compito di redigere
progetto esecutivo a base di invito dell'allegato D dalla regione per
l'asservimento del rispetto dei criteri di progetto
(applicativo INVTD)

PIANIMETRIA DI PROGETTO
COMUNE DI CREMONA - regione Lombardia
in data 20/11/2019
ALLEGATO I

PIANIMETRIA DI PROGETTO
COMUNE DI CREMONA - regione Lombardia
in data 20/11/2019
ALLEGATO I

ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ

(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritta/o **FRANCESCA TROTTI**
 nata/o a **BRESCIA** il 20/08/1977.....
 residente a **SONCINO**
 in via **PADRE MARIO ZANARDI** n. 22
 iscritta/ all' [X] Ordine [] Collegio dei INGEGNERI della Provincia di **CREMONA**
 Regione **LOMBARDIA** n. 1524

incaricata/o dal/i signor/i **ENRICO FERRARI**..... in qualità di

[] proprietario, [] utilizzatore [] legale rappresentante **DIRETTORE GENERALE**.....

di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di**NUOVA COSTRUZIONE**.....
 di volumi tecnici e pavimentazioni impermeabili

sito in Provincia di **CREMONA** Comune di **CREMA**.....

in via/piazza **VIA MACCALLE'**n....SN...

Foglio n. 45..... Mappale n. 649.....

In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici

Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

che il comune di **CREMA**....., in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

A: ad alta criticità idraulica

B: a media criticità idraulica

C: a bassa criticità idraulica

oppure

che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità

che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, 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 (art. 12, comma 1, lettera a)

che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)....., pari a:

10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore

che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s 2.53....., che equivale ad una portata infiltrata pari a 21.5..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

> che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:

Classe «0»

Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa

Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media

Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta

> che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:

all'articolo 12, comma 1 del regolamento

all'articolo 12, comma 2 del regolamento

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:

all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)

all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di €

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

SONCINO 08/10/2022
(luogo e data)

Il Dichiarante
Ing. Francesca Trotti



Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.



Cognome **TROTTI**
 Nome **FRANCESCA**
 nato il **20/08/1977**
 (data n. **22760** **1** **S** **A** **1977**)
 e **BRESCIA** **BS**
 Cittadinanza **ITALIANA**
 Residenza **SONCINO**
 Via **VIA PADRE N. ZANARDI 22**
 Stato civile **CONIUGATA**
 Professione **---**
 CONTRIBUTIVI E CONTRASSEGNI SALDITI
 Durata **1,70**
 Capelli **BIONDI**
 Occhi **NARRONI**
 Segni particolari **NESSUNO**



PER CODIA CONFORME
Francesca Trotti