

MEC AME2 1.2

Relazione
Invarianza idraulica

aggiornamenti

05.12.2022

01

02

03

04



**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO
RISTRUTTURAZIONE CON
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E
ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO
IN VIA DE GASPERI INTERSEZIONE
CON VIA BATTISTI
Ambivere (BG), Italia**



PROG. ARCHITETTONICO: StudioCapitanoArchitetti

COLLABORATORI: Remo Capitanio
Alberto Valtulini
Andrea Drago
Greta Cortinovis
Federica Merati

PROG. STRUTTURE: Myallonnier Ingegneria srl
Sergio Myallonnier
Sandro Brignoli

PROG. IMPIANTI: MCZ Ingegneria
Enrico Zambonelli
Sergio Moro

ACUSTICA: Andrea Breviario

GEOLOGIA: Castalia Geologia e Ambiente



COMMITTENTE
Comune di Ambivere
Via Dante Alighieri, 2
24030 - Ambivere (BG)
R.U.P. dr. Nunzio Pantò

STUDIOCAPITANOARCHITETTI

arch. Remo Capitanio - via Montello, 11 24124 Bergamo
tel +39.035.344203 - p.iva 0389812061
studio@capitanoarchitetti.it - www.capitanoarchitetti.it

elaborato di proprietà di STUDIOCAPITANOARCHITETTI
non cedibile a terzi né riproducibile senza preventiva autorizzazione

SOMMARIO

Capitolo 1 INDICE E CODIFICA DOCUMENTI ALLEGATI	3
Capitolo 2 RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO	4
Paragrafo 1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IN OGGETTO	4
Capitolo 3 POSA E DIMENSIONE RETE ACQUE BIANCHE	5
Capitolo 4 SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	6
Paragrafo 1 PREMESSA	6
Paragrafo 2 NORMATIVA	6
Paragrafo 3 PROGETTO	8
Paragrafo 4 QUANTITATIVI DI OLI SEPARATI	10
Paragrafo 5 INDICAZIONI D'USO E MANUTENZIONE	11
Paragrafo 6 CRITERI DI INSTALLAZIONE	12
Paragrafo 7 SPECIFICHE TECNICHE SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE	13
Capitolo 5 RELAZIONE IN INVARIANZA IDRAULICA PER DIMENSIONAMENTO ACQUE METEORICHE PARCHEGGIO ESTERNO.....	14

Capitolo 1 INDICE E CODIFICA DOCUMENTI ALLEGATI

[illegible]

Capitolo 2 RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO

Paragrafo 1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IN OGGETTO

La presente relazione è relativa al dimensionamento idraulico della rete di smaltimento delle acque meteoriche da prevedere all'interno della nuovo parcheggio ad uso pubblico sito nel Comune di Ambivere (BG) per la raccolta delle acque meteoriche e il loro trattamento e smaltimento in fognatura . All'interno del parcheggio si prevede l'installazione di una vasca di accumulo con una capacità di 82 mc e di un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

L'interno si sviluppa su una superficie di:

Area di raccolta	Superficie reale (mq)	Coeff. Corr. ϕ_i	Superficie di calcolo (mq)
Parcheggio Esterno	920	1	920

Capitolo 3 POSA E DIMENSIONE RETE ACQUE BIANCHE

Il problema del dimensionamento idraulico dal punto di vista analitico si riduce a quello di stabilire la correttezza delle dimensioni del collettore in modo che l'area della sezione liquida A ed il raggio medio o idraulico R soddisfino la nota relazione di Chezy:

$$Q = A \cdot V = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

dove:

Q = portata l/s;

χ = coefficiente di conduttanza;

A = area bagnata mq;

R = raggio idraulico m;

i = pendenza %;

Per la determinazione del coefficiente χ è stata applicata la formula empirica di Gauckler-Strickler:

$$\chi = K \cdot R^{1/6}$$

quindi per sostituzione nella legge di Chezy:

$$Q = k \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Applicate le formule sopra riportate si sono verificate le portate di progetto dei vari rami di tubazione; è stato assunto il coefficiente di scabrezza $K=120$ relativo ai tubi in PVC, imposto la massima percentuale di riempimento dei collettori principali al 80 %. Questo limite posto alle altezze di riempimento garantisce una sufficiente ventilazione, assicura un buon margine di sicurezza nel caso di immissioni superiori al previsto, evita sovrappressione causata dai gas in condotta con conseguente diminuzione di velocità e portata effettiva.

Capitolo 4 SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Paragrafo 1 PREMESSA

Le acque piovane, scorrendo su superfici impermeabili di strade, depositi o piazzali, possono raccogliere le sostanze inquinanti ivi depositate, scaricandole in fognatura, corsi d'acqua superficiali, suolo o falde acquifere.

Tali acque possono essere contaminate da:

- oli minerali persi da mezzi parcheggiati o versati negligenemente;
- gasolio e benzina sparsi durante il rifornimento degli automezzi;
- carburante versato accidentalmente in occasione del riempimento dei serbatoi di stoccaggio (caso delle stazioni di servizio o dei depositi di carburante).

Avendo tali caratteristiche, esse necessitano generalmente di un trattamento di separazione di fanghi ed oli, per essere compatibili con le vigenti norme che disciplinano gli scarichi

Paragrafo 2 NORMATIVA

Gli scarichi degli insediamenti civili, quelli ad essi assimilabili e quelli produttivi sono disciplinati dal D.L. n° 152/06 e successive modifiche.

La legge prevede incombenze diversificate a seconda della tipologia di recapito e fissa il limite massimo della concentrazione di idrocarburi totali in 5 mg/l (per emissione in acque superficiali) e 10 mg/l (per emissione in fognatura) (Tab.3 All.5).

Per quanto riguarda le disposizioni in materia di realizzazione, certificazione e dimensionamento dei separatori oli, il riferimento è la direttiva italiana UNI EN 858/I e II, atta a determinare le nozioni di grandezza nominale, efficacia, qualità, manutenzione, principi costruttivi e marcatura/certificazione.

Il 1° luglio 2013 è stato emanato il regolamento Eu 305/2011 (immediatamente cogente in tutti i Paesi membri EU senza bisogno di un decreto nazionale di

recepimento) che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

I separatori oli dovranno essere accompagnati dalla “dichiarazione di prestazione” del produttore ove saranno indicati i requisiti e prestazioni dell'impianto e riportare la marcatura CE (Il tutto come indicato nel regolamento 305/2011 e nella norma UNI EN 858).

I separatori devono essere certificati come classe I da ente terzo, riportano la marcatura CE e sono corredati di “dichiarazione di conformità”. Uno scrupoloso controllo della produzione è garanzia di costanza delle prestazioni e della qualità. I separatori riporteranno, come previsto dalla norma, su apposita placca identificativa, installata in vasca, i seguenti dati:

- classe
- grandezza nominale (numero opportunamente arrotondato che corrisponde al massimo afflusso consentito al separatore (in l/s)
- contenuto del separatore oli e quantità di liquido leggero separabile (in l o m3)
- contenuto del separatore fanghi (in l o m3)
- anno di fabbricazione
- produttore
- marchio di riconoscimento del controllo di qualità

Paragrafo 3 PROGETTO

Sono trattate le acque ricadenti sulle superfici contaminate (piazzali, depositi e parcheggi, ecc).

Le acque ricadenti su coperture, fabbricati e pensiline, sempre che canalizzate a parte, non sono da trattare (a meno di precise disposizioni regionali o locali).

Per il trattamento di tutte le acque piovane l'impianto è costituito da:

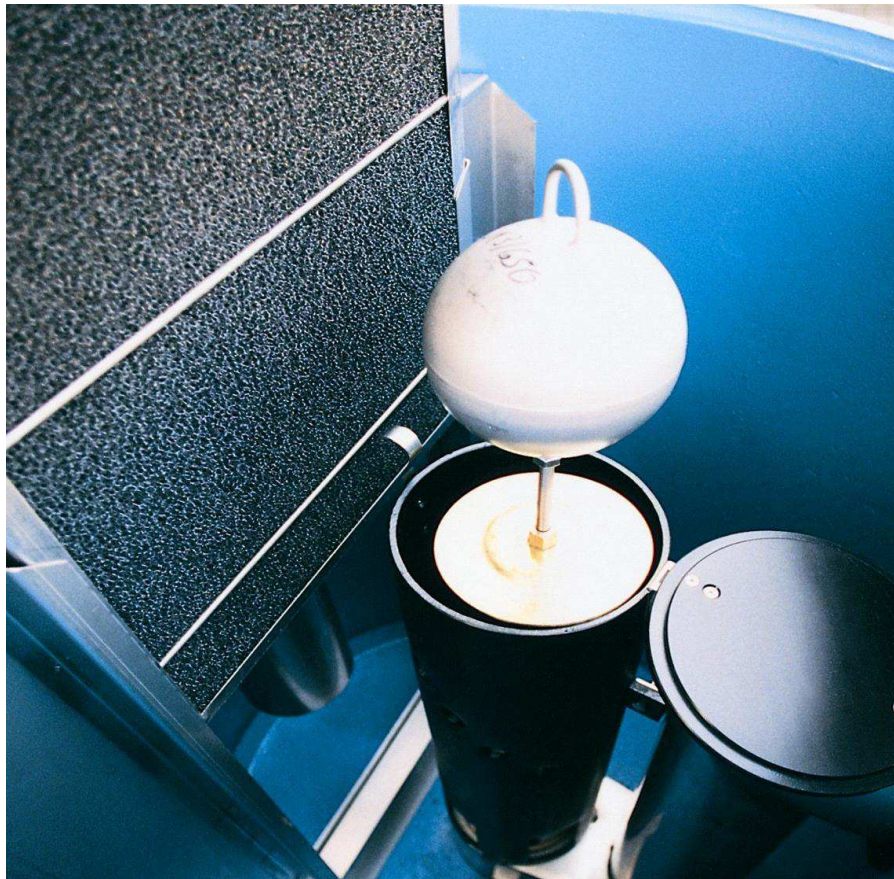
□ un separatore fanghi NEUTRASed + un separatore oli coalescente NEUTRAstar

Funzionamento

L'acqua confluisce dapprima nel separatore fanghi NEUTRASed.

Il materiale pesante in essa contenuto (inerti, fango...) si deposita sul fondo della vasca. Una lastra posta in prossimità dell'ingresso, rallentando il flusso in arrivo, facilita il processo di sedimentazione. Successivamente avviene il passaggio nel separatore oli NEUTRAstar, in cui la particolare conformazione del tubo in ingresso consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente. Le microparticelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, vengono adsorbite dall'inserito a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie.

L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante posto in apposito cilindro in PEHD), che, opportunamente tarato, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo il deflusso di liquido leggero con l'effluente. All'interno del separatore oli può essere installato un sistema di allarme NEUTRAstop, che ne segnala la necessità di svuotamento.



Dimensionamento

La determinazione della grandezza nominale dei separatori (l/s) avviene in conformità a quanto previsto dalle norme DIN 1999 ed UNI EN 858, secondo la seguente formula di calcolo:

$$GN \text{ separatore oli} = Q_r F_d$$

In cui:

Q_r = portata in l/s, pari al prodotto della superficie scolante (in m²) per il coefficiente di piovosità in l/(s m²). Tale coefficiente può essere pari a: 0.010, 0.015, 0.020 o 0.030. In assenza di precise disposizioni si può usare il valore 0.015.

F_d = fattore di densità, dipendente dal tipo di liquido leggero (per stazioni di servizio $F_d = 1$).

Nel caso in oggetto le superfici scolanti hanno una estensione compresa tra 1000 e 1350 m²

Quindi $1350 \text{ m}^2 \times 0.015 \text{ l/s/m}^2 = GN \text{ } 20 \text{ l/s}$

Paragrafo 4 QUANTITATIVI DI OLI SEPARATI

Le quantità massime di oli trattenute nei separatori oli coalescenti NEUTRAstar e NEUTRAcom prima che la chiusura automatica entri in funzione sono le seguenti (i dati relativi al separatore oggetto della presente relazione sono evidenziati in rosso):

NEUTRAstar		NEUTRAcom	
<i>GN (l/s)</i>	<i>Volume oli (litri)</i>	<i>GN (l/s)</i>	<i>Volume oli (litri)</i>
3	184	3	512
6	184	6	677
10	185	10	690
15	339	15	1447
20	501	20	1447
30	731		
40	1326		
50	1353		
65	1353		
80	1454		

Paragrafo 5 INDICAZIONI D'USO E MANUTENZIONE

All'impianto di separazione NEUTRA vanno avviate esclusivamente acque piovane.

Le operazioni di manutenzione sono a carico del gestore (indicativamente una volta al mese) e di una ditta specializzata (indicativamente una volta l'anno).

Le operazioni di controllo a carico del gestore sono le seguenti:

- apertura dei chiusini,
- controllo visivo dell'afflusso e del deflusso,
- segnalazioni di eventuali anomalie (in particolare in occasione di spandimenti dolosi o accidentali),
- rimozione di eventuali rifiuti o materiali grossolani presenti.

Le operazioni di controllo a carico di una ditta specializzata sono le seguenti:

- apertura dei chiusini,
- controllo visivo dell'afflusso e del deflusso,
- definizione del volume del fango sedimentato,
- definizione del volume dell'olio separato,
- estrazione e pulizia (a monte dell'impianto) del filtro coalescente e della chiusura automatica,
- prelievo di un campione e analisi di laboratorio (solitamente di pH, ss e idrocarburi).

Paragrafo 6 CRITERI DI INSTALLAZIONE

L'impianto deve essere completamente interrato all'aperto, al termine della rete di raccolta delle acque piovane di dilavamento, in una posizione accessibile da parte dei mezzi preposti al trasporto in cantiere, allo scarico ed allo spurgo.

A scavo eseguito, i separatori possono essere sistemati su un normale letto di sabbia-ghiaia costipato e livellato (pezzatura max. ghiaia 16 mm – spessore strato 10-20 cm) oppure, se le caratteristiche geotecniche del terreno lo richiedono, su uno strato di magrone leggermente armato.

L'acqua di scavo va accuratamente drenata.

La distanza tra le vasche deve essere di minimo 50 cm per consentirne il montaggio (DIN 4124).

Le vasche sono dotate di golfari per la posa da avvitarsi accuratamente per il sollevamento. Prima dell'impiego di una autogrù è necessario verificare il peso dell'elemento più pesante da scaricare e la distanza di puntellamento della gru dallo scavo. L'angolo tra la fune di trasporto e l'orizzontale non deve essere inferiore a 60° oppure, analogamente, le funi devono essere lunghe almeno 1,5 volte il diametro della vasca.

Il rinterro può generalmente avvenire impiegando materiale di escavazione. In base al carico cui sono sottoposte le vasche (pedonabile, carrabile traffico leggero, carrabile traffico pesante) vanno scelti idonei chiusini del tipo A15, B125 (spessore di 12 cm, per traffico leggero) o D/400 (spessore di 16 cm, per traffico pesante).

Prima della messa in funzione occorre pulire accuratamente le vasche da ogni detrito presente e procedere al loro riempimento con acqua pulita. Non è necessario eseguire la prova di impermeabilità in sito in quanto le vasche monolitiche sono certificate ai sensi delle norme UNI EN 858..

Dopo ogni svuotamento è necessario provvedere al riempimento con acqua pulita.

Paragrafo 7 SPECIFICHE TECNICHE SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE

Capitolo 5 RELAZIONE IN INVARIANZA IDRAULICA PER DIMENSIONAMENTO ACQUE METEORICHE PARCHEGGIO ESTERNO

Regione LOMBARDIA

Provincia di Bergamo

Comune di Ambivere

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA VIA C. BATTISTI VIA C.CAVOUR E VIA
LOCATELLI - REALIZZAZIONE PARCHEGGIO
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

Committente

Nome **Comune di Ambivere**

Indirizzo **Via Dante Alighieri, 2 24030 - Ambivere (BG)**

Edificio / Area

Descrizione

ne **PARCHEGGIO**

Indirizzo **VIA C. BATTISTI VIA C.CAVOUR E VIA LOCATELLI - Ambivere (BG)**

Studio tecnico

Nome **M.C.Z. INGEGNERIA S.R.L.**

Indirizzo **VIA DON LUIGI PALAZZOLO, 9 - 24020 TORRE BOLDONE (BG)**

Progettista

Nome **Ing. ZAMBONELLI ENRICO**

Ordine di **Ingegneri della provincia di BG - n. 2236**

Rif.: 22080_22.10.13_Invarianza

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 2

Data di redazione del documento: 13/10/2022

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 [MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA VIA C. BATTISTI VIA C.CAVOUR E VIA LOCATELLI - REALIZZAZIONE PARCHEGGIO](#), sito in [VIA C. BATTISTI VIA C.CAVOUR E VIA LOCATELLI](#).

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di **920,0 m²**.

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 Ambivere Provincia Bergamo
Livello di criticità Area A - criticità alta
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
PARCHEGGIO	Area impermeabile	920,0	1,00

Superficie totale 920,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 1,0000

Dati amministrativi

Concessione edilizia n. _____ del 13/10/2022
Richiesta permesso di costruire _____ del 13/10/2022
Permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ del 13/10/2022
Variante permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ del 13/10/2022

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.

All'interno del parcheggio si prevede la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque meteoriche con la posa di un desoleatore ed una vasca con volume utile di 82 mc

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 $Q_{umax} = 0,9$ 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/oraⁿ]: coefficiente pluviometrico orario

D [ore]: durata di pioggia

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

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

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

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

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

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

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

<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 m², 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: $w_{\min} = 800$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $w_{\min} = 500$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $w_{\min} = 400$ [m³ 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/oraⁿ]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

D [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrate W_e [m³] è pari a:

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

Il volume uscente W_u [m³], 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 [m³]: volume di laminazione

a [mm/oraⁿ]: 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.

Portata in uscita dall'invaso

Trattandosi di un sistema di scarico a portata costante si adotta la seguente legge di efflusso.

$$Q_u = cost$$

7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi.

Per i metodi semplificati il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

$W [m^3]$: volume invasato

$A_{inv} [m^2]$: area in pianta dell'invaso

8. TEMPO DI SVUOTAMENTO

Il tempo di svuotamento T_{sv} [s] viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf} + Q_u}$$

$W [m^3]$: volume invasato massimo

$Q_{inf} [m^3/s]$: portata infiltrata

$Q_u [m^3/s]$: portata scaricata

Nel caso di sistemi di scarico o di infiltrazione a portata variabile si adotta il valore medio della portata infiltrata e/o scaricata durante il periodo di svuotamento.

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_u}$$

$W [m^3]$: volume invasato massimo

$Q_u [m^3/s]$: portata scaricata

9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Ambivere Provincia Bergamo
Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	10,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso φ
PARCHEGGIO	Area impermeabile	920,0	1,00

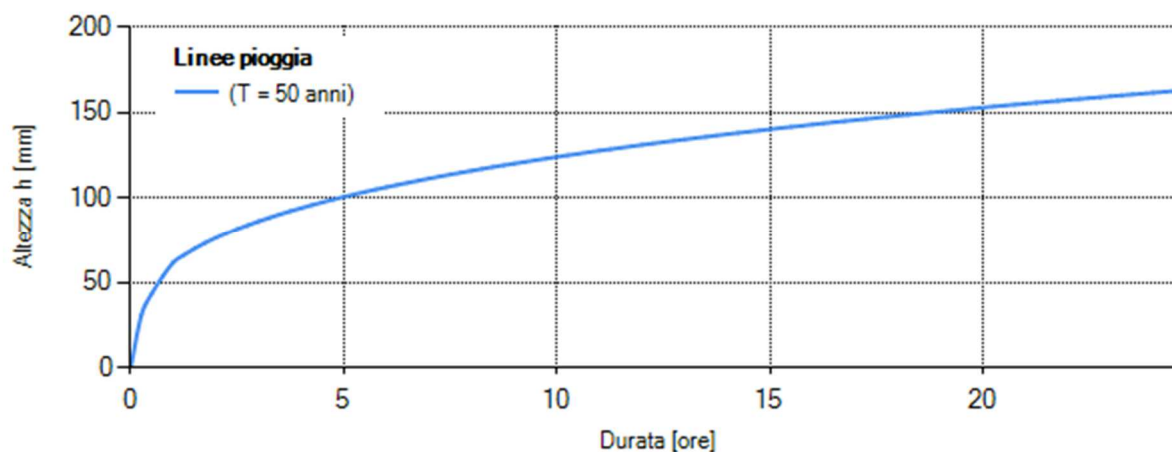
Sup. totale intervento 920,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale φ_m 1,0000

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	30,78	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3013	-
GEV - Parametro alfa	α	0,3013	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0073	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8237	-
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= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	62,06
2	76,47
3	86,41
4	94,24
5	100,79
6	106,48
7	111,54
8	116,12
9	120,32
10	124,20
11	127,82
12	131,21
13	134,41
14	137,45
15	140,34
16	143,09
17	145,73
18	148,26
19	150,70
20	153,04
21	155,31
22	157,50
23	159,63
24	161,69

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	W_T	2,016	-
Parametro pioggia	a	62,060	mm/h ⁿ
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>			

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
PARCHEGGIO	Area impermeabile	920,0	1,00	-

Superficie totale intervento: 920,0 m²

Valori medi

1,0000

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	800,00	m ³ /ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	73,60	m ³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	10,58	ore
Volume invaso minimo	W_0	81,18	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	32,50	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	≥	2,50	m	Positiva
Volume utile invaso	W	81,25	≥	81,18	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	24,5	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	0,92	≤	0,92	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	0,92	l/s

ALLEGATO E – ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITA' DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritto/a ENRICO ZAMBONELLI
nata/o a Bergamo il 13/06/1968
residente a NEMBRO
in via VIA CARDUCCI n. 6
iscritta/o al ☒ Ordine ☐ Collegio di Ingegneri della provincia di BG
Regione _____ n. 2236
incaricata/o dal/i signor/i Comune di Ambivere
in qualità di ☒ proprietario ☐ utilizzatore ☐ legale rappresentante di _____
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
PARCHEGGIO
sito in Provincia di Bergamo Comune di Ambivere
in via/piazza VIA C. BATTISTI VIA C.CAVOUR E VIA LOCATELLI n. _____
Foglio n. _____ Mappale n. _____ Estensione del mappale (m²) 920

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 Ambivere 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 da fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma1, 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) A 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 è pari a 0,00 l/s, che equivale ad una portata infiltrata pari a 0,00 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 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 € 0,00;

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 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.

Torre Boldone, 13/10/2022

(luogo e data)

Il Dichiarante

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.