COMUNE DI

MORNAGO

PROVINCIA DI VARESE

PII PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

AREA DI TRASFORMAZIONE AT4: VIA STAZIONE

PII PG 03.01	RELAZIONE SPECIALISTICA - INVARIANZA IDRAULICA

ADOZIONE

ALLEGATO ALLA DELIBERAZIONE DI C.C. n°. DEL

Adozione	DELIBERAZIONE DI C.C. n°.	DEL
Controdeduzioni	DELIBERAZIONE DI C.C. n°.	DEL
Approvazione	DELIBERAZIONE DI C.C. n°.	DEL
Pubblicazione	BURL. n°.	DEL
Entrata in vigore		-

Il Responsabile del Procedimento	

CONTRATTO DI PARTENARIATO

TIGROS S.P.A.
MORNAGO PATRIMONIO E SERVIZI S.R.L. IN LIQUIDAZIONE

migliore engineering

PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO
ing. Salvatore Maria Migliore

MORNAGO PATRIMONIO
E SERVIZI S.R.L. IN LIQUIDAZIONE
avv. Andrea Soncini
arch. Roberto Pozzi

TIGROS S.P.A.
avv. Alberto Rimoldi
ing. Enrico Moretti

PREMESSA: IL REGOLAMENTO REGIONALE N°7 DEL 2017 2
IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE..... 3
IPOTESI PROGETTUALI 3
INTRODUZIONE: IL PIANO INTEGRATO DI INTERVENTO AT4 DI MORNAGO 5
VERIFICA DI ASSOGGETTAMENTO AL REGOLAMENTO REGIONALE 7
DESCRIZIONE SOLUZIONE PROGETTUALE *(art. 10 – lettera a) punto 1 del reg. invarianza)*..... 8
CALCOLI E DIMENSIONAMENTI *Art. 10 – lettera a) punti 2-3-4-5-6-7*..... 11
- Parametri pluviometrici e precipitazioni di progetto 14
- La procedura di calcolo: premesse e condizioni al contorno 15
- Suddivisione delle aree drenanti e relative superfici..... 15
- Stima della portata infiltrabile 17
- Il metodo delle sole piogge 18
- Verifica del volume di accumulo previsto..... 20
- Il tempo di svuotamento..... 21

PREMESSA: IL REGOLAMENTO REGIONALE N°7 DEL 2017

La Regione Lombardia con d.g.r. n° 7372 del 20/11/2017 ha approvato il "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica …*". Detto regolamento è previsto dall'art. 58 bis della l.r. n°12/2005 così modificata dalla l.r. n°4 del 2016. Successivamente con d.g.r. n° 1516 del 15/04/2019 sono state apportate alcune modifiche e correzioni ad aspetti di dettaglio.

Il principio di invarianza idraulica e idrologica, introdotto dall'articolo 7 della l.r. n°4/2016, fa parte di una serie di disposti normativi emanati con l'obiettivo di mitigare il rischio idraulico e favorire politiche di uso del suolo orientate allo sviluppo sostenibile e al riordino del drenaggio in ambito urbano. L'invarianza idraulica ed idrologica è stata così definita nel regolamento regionale n°7/2017:

- Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione…;
- Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione…

Per drenaggio urbano sostenibile il regolamento recita:

- drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo «alla sorgente» delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque…;

Considerato quanto sopra è evidente come la norma regionale sia concepita per favorire la sostenibilità delle trasformazioni urbane con particolare riferimento al tema della gestione delle acque meteoriche. L'obiettivo è ridurre i deflussi e conseguentemente le portate e il rischio idraulico derivante dalle piene dei corpi idrici naturali a favore di una dispersione e laminazione delle acque "a monte" quanto più possibile in armonia con i naturali processi di infiltrazione.

IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Il Comune di Mornago, recependo i disposti dell'art. 14 del regolamento regionale invarianza, ha predisposto il documento semplificato del rischio idraulico comunale quale strumento che riassume i livelli di rischio idraulico presenti sul territorio per effetto di fenomeni connessi sia a vettori idrici naturali (fiumi, torrenti,…) sia a sistemi di drenaggio artificiali o urbani (fognature,…) oltre a fornire prime indicazioni in merito a misure di intervento per la risoluzione di criticità, mitigazione del rischio e implementazioni di opere di invarianza idraulica.

Sulla base delle informazioni desunte da tale documentazione sono state impostate le ipotesi progettuali che hanno consentito di elaborare lo schema progettuale descritto nella presente relazione e rappresentato nella tavola allegata. Tale schema andrà verificato in sede di redazione del progetto di invarianza ovvero di richiesta del titolo edilizio per l'esecuzione delle opere.

IPOTESI PROGETTUALI

L'area di intervento, sotto il profilo morfologico si localizza in ambito pianeggiante e si presta favorevolmente per ospitare sistemi di drenaggio concepiti secondo i principi di invarianza ovvero consistenti in opere di laminazione e dispersione in loco delle acque meteoriche.

Dal punto di vista idrogeologico si segnalano fattori positivi e potenziali criticità. L'ambito in esame si localizza a valle dell'area acquifera maggiormente vulnerabile e sede dei principali pozzi di emungimento per scopi idropotabili. Tale condizione è favorevole in quanto anche la direzione di scorrimento della falda non interferisce con le aree di ricarica e salvaguardia dei pozzi. D'altro canto, l'area è censita nello studio geologico comunale come ambito a vulnerabilità alta della falda.

Infine, si rileva come le attività insediabili nel futuro comparto urbano sono caratterizzate da un rischio di contaminazione delle acque meteoriche relativamente basso trattandosi di un esercizio commerciale e relativi parcheggi e di spazi e attrezzature per lo sport.

A fronte di tali informazioni sono state assunte le seguenti ipotesi progettuali:

- implementare sistemi di drenaggio che, in armonia al regolamento, privilegino la dispersione in loco delle acque meteoriche nelle forme più consone, senza attivare nuovi scarichi e rimandando a specifiche valutazioni da espletarsi in sede di progettazione esecutiva l'eventuale adozione di accorgimenti per la maggiore tutela della falda;
- assumere i valori di permeabilità dei terreni accertati tramite le prove geologiche effettuate in sito e pari a:

a) $1,6 \times 10^{-4}$ m/s per lo strato posto a -2 da p.c.;

b) $3,3 \times 10^{-5}$ m/s per lo strato posto a -4 da p.c.;

Tali valori sono stati approssimati cautelativamente a:

a) $1,0 \times 10^{-4}$ m/s per lo strato posto a -2 da p.c.;

b) $3,0 \times 10^{-5}$ m/s per lo strato posto a -4 da p.c.;

Le sopra citate ipotesi, se necessario, dovranno essere oggetto di specifica verifica e validazione in sede di redazione del progetto di invarianza.

INTRODUZIONE: IL PIANO INTEGRATO DI INTERVENTO AT4 DI MORNAGO

Il piano in esame riguarda l'ambito denominato AT4 in Via Stazione a Mornago (VA).

Vista aerea dell'area di intervento

Il progetto architettonico prevede la demolizione di fabbricati e infrastrutture esistenti e la realizzazione di nuovi ambiti urbanizzati divisi in 6 aree distinte e così sommariamente identificate:

AREA 1: Edificio commerciale e relativi parcheggi

AREA 2: Ammodernamento viabilità stradale esistente (parte a) e parcheggi (parte b)

AREA 3: Parcheggio pubblico di servizio

AREA 4: Area attrezzata con finalità sportive

AREA 5: Area senza sostanziali variazioni rispetto all'esistente

AREA 6: Bosco non trasformabile

L'area 2, unicamente ai fini dell'invarianza, è a sua volta suddivisa in due sotto-aree ri-delimitate con criterio di funzionalità idraulica così identificate:

2a – Nuova rotatoria, tracciato ciclopedonale e relative pertinenze;

2b – Strada di accesso e parcheggio.

Una visione planimetrica schematica del progetto è riportata nella figura seguente utile esclusivamente ai fini dell'invarianza.

Vista planimetrica del progetto

Nel seguito si descrivono le procedure e le analisi preliminari implementate per il pre-dimensionamento dei sistemi di drenaggio e condotte in armonia al regolamento regionale invarianza. L'esito di tali analisi dovrà essere verificato ed aggiornato in fase di redazione del progetto definitivo di invarianza idraulica.

VERIFICA DI ASSOGGETTAMENTO AL REGOLAMENTO REGIONALE

Le aree che compongono l'ambito di intervento, pur essendo ricomprese in un unico ambito di trasformazione, sono diversificate e, secondo i dettami del regolamento invarianza, riconducibili a diverse tipologie di intervento anche in relazione agli interventi ivi previsti. In particolare, con riferimento ad ogni area, si valuta l'effettiva assoggettabilità al regolamento:

AREA 1: ricadente nella categoria delle "nuove costruzioni" e relativi parcheggi
(rispettivamente comma 2 lettera b e comma 2 bis dell'art. 3 regolamento regionale);
-> Assoggettata.

AREA 2a: ricadente nella categoria degli ammodernamenti stradali e piste ciclopedonali
(rispettivamente comma 3 lettere b) e d) dell'art. 3 regolamento regionale);
-> Non assoggettata.

AREA 2b: ricadente nella categoria dei parcheggi
(comma 2 bis dell'art. 3 regolamento regionale);
-> Assoggettata.

AREA 3: ricadente nella categoria dei parcheggi
(comma 2 bis dell'art. 3 regolamento regionale);
-> Assoggettata.

AREA 4: ricadente nella categoria delle "nuove costruzioni" e relativi parcheggi
(rispettivamente comma 2 lettera b e comma 2 bis dell'art. 3 regolamento regionale);
-> Assoggettata.

AREA 5: nessun intervento -> Non assoggettata.

AREA 6: nessun intervento -> Non assoggettata.

In base a tale distinzione si è provveduto quindi alla progettazione delle opere di invarianza la cui entità è stata valutata unitariamente in armonia al regolamento per la definizione del grado di impermeabilizzazione.

Per completezza, nel presente documento si rende conto brevemente anche dei sistemi di drenaggio non direttamente assoggettati all'invarianza ma comunque facenti parte dell'ambito in esame (area 2a) vengono, invece, tralasciate le aree 5 e 6 dove non saranno realizzati interventi.

DESCRIZIONE SOLUZIONE PROGETTUALE *(art. 10 – lettera a) punto 1 del reg. invarianza)*

Considerato l'esito della verifica di cui al capitolo precedente si procede nel seguito ad illustrare la soluzione progettuale ipotizzata per i sistemi di gestione delle acque meteoriche delle varie porzioni dell'area di intervento.

AREA 1: Edificio commerciale e relativi parcheggi

Trattasi di un'area composta da due elementi distinti: un fabbricato e le sue aree di pertinenza e relativo parcheggio. Il fabbricato avrà un sistema dedicato per il drenaggio e la raccolta delle acque meteoriche costituito pluviali che recapitano a due dorsali di collettori disposti parallelamente all'edificio e connessi al sistema di laminazione e dispersione costituito da una trincea drenante di lunghezza pari a circa 40 m, larghezza 4 m e altezza utile 2,5 m dotata di un totale di 7 pozzi perdenti. La baia di carico sarà dotata di specifico impianto di sollevamento delle acque.

Le aree a parcheggio (in autobloccanti) e i corselli di manovra (asfaltati) nonché le pertinenze dell'edificio saranno dotati di impianto costituito da caditoie disposte ai lati dei corselli pavimentati (doppia falda) e recapitanti in una mini-trincea interrata (tubazione microforata diam. 315 mm e materiale drenante contenuto da geotessuto con sezione indicativa di circa 100x70 cm). Tale dispositivo ha funzione di laminazione e dispersione delle acque. Completa il sistema il sottofondo delle pavimentazioni degli stalli che sarà specificatamente progettato e realizzato per garantire un volume di accumulo che concorre al volume minimo richiesto dal regolamento invarianza da realizzarsi mediante un "materasso drenante" di materiale granulare contenuto da strati di geotessuto.

Si rimanda alle sezioni schematiche per il dettaglio di tali elementi.

AREA 2a: rotatoria e pista ciclopedonale

L'area in esame è già dotata di infrastrutture in quanto sede della strada provinciale SP 17 e dei relativi sistemi di drenaggio (fossi di guardia laterali). Le opere di realizzazione della nuova rotatoria, pur introducendo evidenti modifiche planimetriche, non alterano sostanzialmente il regime di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che saranno convogliate sempre verso i fossi laterali con l'eventuale ausilio di embrici di scolo. I fossi

saranno quindi oggetto di riprofilatura e risagomatura. Verrà altresì ripristinata la continuità del fosso preesistente a sud-est mediante opportuna tubazione di collegamento da prevedersi al di sotto della strada di accesso al nuovo comparto.

AREA 2b: strada di accesso e parcheggi

La strada di accesso e relative aree a parcheggio saranno dotati di impianto costituito da caditoie disposte ai lati dei corselli pavimentati e recapitanti in una mini-trincea interrata analoga a quella dell'area 1 demandata alla laminazione e dispersione delle acque. Completa il sistema il sottofondo delle pavimentazioni realizzato con un "materasso drenante" di materiale granulare contenuto da strati di geotessuto.

AREA 3: parcheggio pubblico

Il parcheggio pubblico con stalli in verde interposto e corselli in autobloccanti avrà un sistema analogo al parcheggio dell'area 1. L'impianto è previsto con caditoie disposte ai lati recapitanti in una mini-trincea interrata demandata alla laminazione e dispersione delle acque. Anche in questo caso è presente il sottofondo del verde interposto con funzione di "materasso drenante".

AREA 4: strutture sportive e pertinenze

Trattasi di un'area composta da due elementi distinti: un fabbricato spogliatoi e le sue aree di pertinenza e parcheggio e i campi da gioco. Il fabbricato avrà un sistema dedicato per il drenaggio e la raccolta delle acque meteoriche costituito pluviali che recapitano a collettori disposti parallelamente all'edificio e connessi al sistema di laminazione e dispersione consistente in una trincea drenante di lunghezza pari a circa 20 m, larghezza 4 m e altezza utile 2,5 m dotata di un totale di 3 pozzi perdenti.

Le strutture da gioco, ognuna con la propria pavimentazione tecnica, saranno dotate di canaline di scarico ai bordi delle pavimentazioni o analogo sistema da precisare in base alla specifica soluzione tecnica di pavimentazione che sarà adottata.

Per il drenaggio, i campi a nord-est beneficeranno della stessa trincea di drenaggio dell'area spogliatoi (opportunamente dimensionata) mentre i campi a sud avranno una analoga trincea con sviluppo di circa 25 m (4 pozzi).

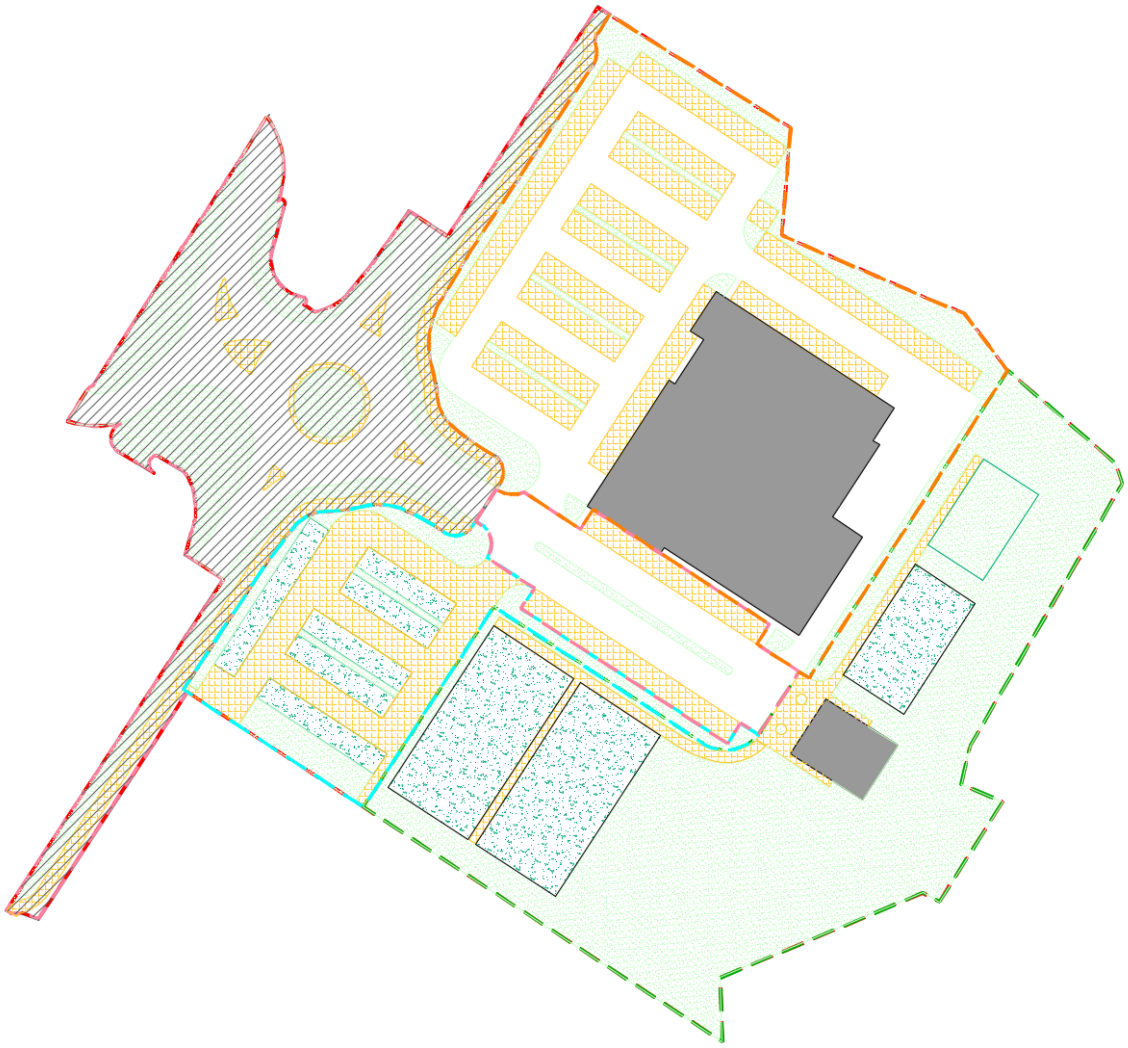
I sistemi previsti in ogni area e quindi in ogni sottobacino sono stati progettati e pre-dimensionati in armonia ai requisiti del regolamento invarianza.

In sede di redazione del progetto di invarianza, a valle delle indispensabili verifiche evidenziate nelle ipotesi progettuali, il progettista/attuatore potrà valutare modifiche ed affinamenti ai sistemi nel seguito descritti sempre nel rispetto dei dettami del regolamento regionale invarianza.

Nel seguito si riportano i pre-dimensionamenti del sistema di scarico sviluppati a livello preliminare secondo un livello di approfondimento commisurato all'entità e complessità dell'opera (art. 10 comma 4 del regolamento).

CALCOLI E DIMENSIONAMENTI *Art. 10 – lettera a) punti 2-3-4-5-6-7*

La classificazione della natura delle aree interessate dal nuovo insediamento è schematizzata nella figura sotto riportata nella quale si differenziano le superfici in base alla loro natura e grado di impermeabilizzazione.



Natura delle superfici in progetto nell'area oggetto di intervento

Nella figura precedente, oltre al limite esterno delle singole aree, e all'area della rotatoria (esclusa dall'invarianza) si distinguono le seguenti tipologie di superfici:

- Fabbricati (grigio scuro) def = 1
- Pavimentazioni impermeabili in asfalto o cemento (bianco) def = 1
- Autobloccanti permeabili (retino arancio) def = 0,7
- Verde interposto e campi da gioco parz. permeabili (macchie verdi) def = 0,3
- Aree verdi non collettate e campi permeabili (puntinato verde) def = 0

Tali superfici hanno le seguenti rispettive estensioni:

Perimetro lotto in esame.....27'660 mq

Rotatoria (esclusa da conteggio invarianza) .....5'215 mq

AREA SOGGETTA AD INVARIANZA .....22'445 mq di cui:

Fabbricati: Superficie impermeabile .....2'810 mq

Pavimentazione impermeabile:.....4'377 mq

Pavimentazione permeabile.....4'443 mq

Area permeabile verde o pavim. permeabile sport.....2'926 mq

Area verde non drenata o pav. totalmente permeabile.....7'889 mq

Estensione delle superfici in progetto nell'area oggetto di intervento

Ai sensi dell'art. 3 comma 6 del regolamento invarianza, si procede a valutare la classificazione dell'intervento ovvero a identificare il grado di impermeabilizzazione dell'intervento e le relative modalità di calcolo ai sensi del regolamento invarianza.
Come è possibile evincere dall'immagine precedente sono state valutate le condizioni di effettiva permeabilità di ogni area in base all'art. 11 comma 2 lettera d) del regolamento.
Le pavimentazioni semi-permeabili sono state considerate con fattore 0,7 (come da regolamento) nonostante oggi tali elementi garantiscano un fattore di permeabilità molto elevato (autobloccanti totalmente permeabili). Per quanto riguarda le aree verdi possono essere assimilate ad "agricole o incolte" (coeff. 0) in quanto prive di sistemi di raccolta e in alcuni casi appositamente sagomate per accogliere eventuali ristagni idrici. Il verde interposto è invece stato conteggiato cautelativamente con fattore 0,3.
La natura e l'estensione delle superfici sopra individuate è riportata nella tabella seguente:

	SUPERFICIE TOTALE AMBITO	SUPERFICIE NON OGGETTO DI INVARIANZA	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE COPERTA VERDE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PAVIMENTATA IMPERMEABILE [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE AREA LAMINAZIONE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE SEMI-PERMEABILE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE DRENATA [mq] (deflusso Φ=0.3)	SUPERFICIE VERDE [mq] (deflusso Φ=0)
Ambito di trasformazione	**mq**	**mq**	**mq**	**1**	**0.7**	**1**	**0.7**	**0.7**	**0.3**	**0**
PII AT4 - VIA STAZIONE MORNAGO	27,660	5,215	22,445	2810	0	4293	0	4443	2926	7973

Conteggio generale superfici

Il valore della superficie impermeabile equivalente ottenuta dalla sommatoria dei prodotti tra le singole superfici e i rispettivi coefficienti di deflusso è pari a:

	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE IMPERMEABILE [mq]	Coefficiente di deflusso dell'intervento	Classe di intervento (tabella 1 regolamento invarianza)	Metodo di calcolo invarianza (art. 9 comma 1 e art. 7 comma 5)
Ambito di trasformazione	**mq**				
PII AT4 - VIA STAZIONE MORNAGO	22,445	11091	0.49	3 -Imp. ALTA	Procedura dettagliata

Verifica classe di intervento

Il comune di Mornago ricade in ambito a **bassa criticità (C)** come si evince dall'estratto dell'allegato C al regolamento invarianza riportato nella figura seguente.

Allegato C - Elenco dei Comuni ricadenti nelle aree ad alta, media e bassa criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento

Comuni ricadenti nelle aree ad alta (A), media (B) e bassa (C) criticità idraulica, ai sensi dell'art. 7 del regolamento:

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
MONTICELLI BRUSATI	BS	A	0,8
MONTICELLI PAVESE	PV	B	
MONTICELLO BRIANZA	LC	A	1
MONTICHIARI	BS	A	0,8
MONTIRONE	BS	A	0,8
MONTODINE	CR	B	
MONTORFANO	CO	A	1
MONTU' BECCARIA	PV	C	
MONVALLE	VA	C	
MONZA	MB	A	1
MONZAMBANO	MN	B	
MORAZZONE	VA	A	1
MORBEGNO	SO	C	
MORENGO	BG	B	
MORIMONDO	MI	B	
MORNAGO	VA	C	
MORNICO AL SERIO	BG	A	1
MORNICO LOSANA	PV	C	
MORTARA	PV	B	
MORTERONE	LC	C	
MOSCAZZANO	CR	B	
MOTTA BALUFFI	CR	B	
MOTTA VISCONTI	MI	B	
MOTTEGGIANA	MN	B	

Estratto allegato C - regolamento regionale

Tuttavia, considerato che l'intervento ricade in area di trasformazione, visto l'art. 7 comma 5 del regolamento, e valutato l'incremento di impermeabilizzazione introdotto dalle opere (superficie > 1 ha) e coefficiente di deflusso >0.4 ne deriva una classe di intervento "3" con impermeabilizzazione potenziale "ALTA". Il metodo di calcolo minimo richiesto dal regolamento regionale è quello della "procedura dettagliata" (vedi tabella 1 art. 9 del regolamento).

Per le aree analoghe a quella oggetto di intervento – al netto di altri fattori concorrenti di cui si dirà più avanti - il regolamento invarianza identifica:

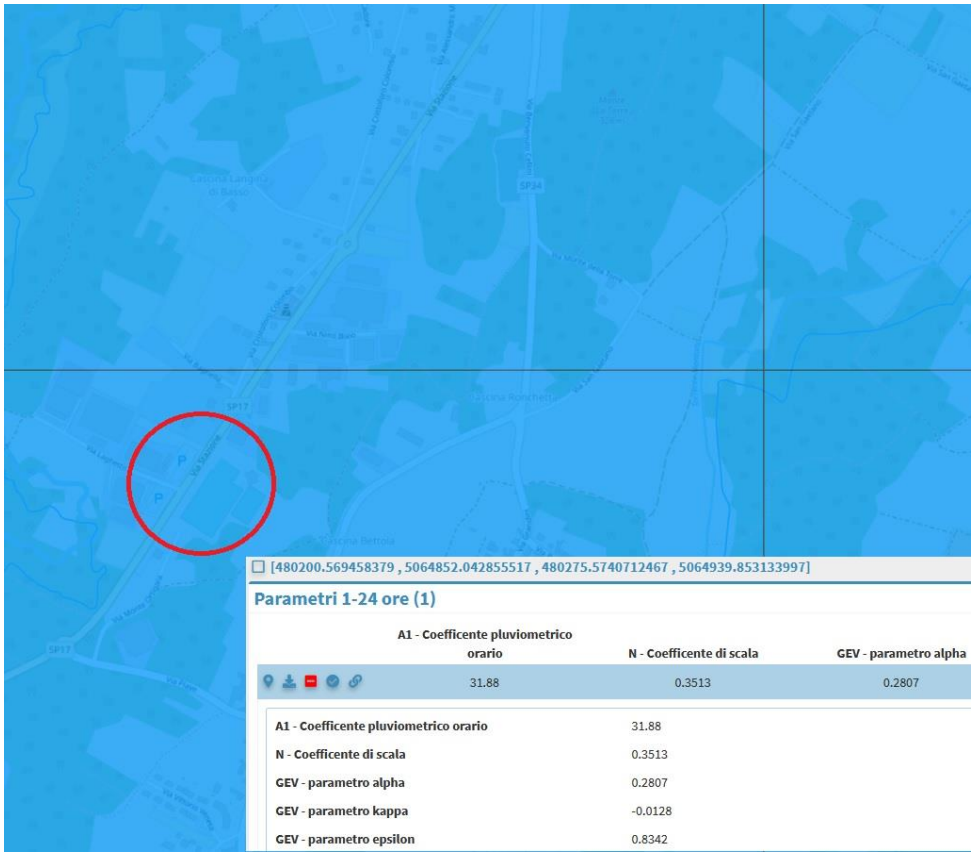
- come valore massimo della portata scaricabile dal contesto urbanizzato un fattore pari a 10 l/s per ettaro impermeabile (art. 8 del regolamento invarianza). Tale valore di portata

è applicabile agli scarichi in fognatura o corpo idrico superficiale fermo restanto eventuali ulteriori limitazioni (ad es. prescrizioni del gestore della fognatura);

- come requisito minimo dei presidi di invarianza (o volume specifico minimo) un volume pari a 800 mc per ettaro di superficie impermeabile, ai sensi dell'art. 12 del regolamento e al netto di eventuali riduzioni ammesse (vedi nel seguito).

- Parametri pluviometrici e precipitazioni di progetto

Le curve di possibilità pluviometrica relative alla zona di interesse sono state desunte dal sito ARPA che per l'area di interesse riporta i seguenti dati:



Dati pluviometrici estratti dal portale ARPA

I parametri di riferimento per l'evento cinquantennale richiesto dalla normativa sono:

a_{50} = 62,398 mm/h

n = 0,3513 (durate >1 h) oppure 0,5 (per durate < 1 h come suggerito dal regolamento).

Per l'evento centennale il parametro "a", impiegato nelle valutazioni e dimensionamenti delle opere, è pari a:

a_{100} = 68,99 mm/h

- La procedura di calcolo: premesse e condizioni al contorno

La presente documentazione è introduttiva e propedeutica al progetto di invarianza propriamente detto il quale dovrà essere sviluppato in sede di richiesta dei titoli edilizi per la realizzazione delle opere.

Stante quanto sopra e tenuto conto delle ipotesi progettuali poc'anzi trattate, si ritiene di procedere con un'analisi speditiva pur sempre sviluppata in armonia al regolamento regionale applicando il metodo semplificato delle sole piogge.

L'ipotesi assunta come base per le analisi, e che dovrà essere confermata dal futuro sviluppo della progettazione, è quella di disperdere in loco tutte le acque meteoriche defluenti dal comparto senza attivare né scarichi in fognatura né scarichi in corpo idrico.

La dispersione avverrà mediante la realizzazione dei sistemi disperdenti la cui localizzazione di massima è riportata sulla tavola allegata.

Stante quanto sopra evidenziato è possibile applicare la riduzione di volume prevista dall'art. 11, comma 2 lett. e) p.to 3) del regolamento regionale invarianza. Tale disposto normativo consente, nei casi analoghi a quello in esame (assenza di nuovi scarichi e completa dispersione in loco delle acque), la riduzione del 30% del parametro di volume minimo citato in precedenza e riferito alle zone "A".

Il **volume di accumulo specifico minimo del caso in esame** ammonta pertanto a:

800 mc/ha_{imp}-30% = **560 mc/ha_{imp}**

Per la totalità del comparto in esame, l'applicazione di tale volume minimo comporta la realizzazione di presidi di invarianza che globalmente forniscano un volume minimo di accumulo pari a:

1,1 ha_{imp} x 560 ~ **616 mc.**

- Suddivisione delle aree drenanti e relative superfici

Data l'impostazione architettonica del comparto e preso atto dell'esigenza di progettare sistemi di drenaggio distinti per ogni area di intervento si rende necessario dividere le superfici in base ai vari bacini di scarico. Si ottengono pertanto le seguenti tabelle riassuntive:

	SUPERFICIE TOTALE AMBITO	SUPERFICIE NON OGGETTO DI INVARIANZA	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE COPERTA VERDE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PAVIMENTATA IMPERMEABILE [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE AREA LAMINAZIONE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE SEMI-PERMEABILE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE DRENATA [mq] (deflusso Φ=0.3)	SUPERFICIE VERDE [mq] (deflusso Φ=0)
Ambito di trasformazione	**mq**	**mq**	**mq**	**1**	**0.7**	**1**	**0.7**	**0.7**	**0.3**	**0**
AREA1	9,151	0	9,151	2554	0	3104	0	2219	0	1274

VERIFICA SOMMA AREE (mq)
9151
CHECK
OK

	SUPERFICIE TOTALE AMBITO	SUPERFICIE NON OGGETTO DI INVARIANZA	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE COPERTA VERDE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PAVIMENTATA IMPERMEABILE [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE AREA LAMINAZIONE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE SEMI-PERMEABILE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE DRENATA [mq] (deflusso Φ=0.3)	SUPERFICIE VERDE [mq] (deflusso Φ=0)
Ambito di trasformazione	**mq**	**mq**	**mq**	**1**	**0.7**	**1**	**0.7**	**0.7**	**0.3**	**0**
AREA2b	1,671	0	1,671	0	0	1099	0	487	0	85

VERIFICA SOMMA AREE (mq)
1671
CHECK
OK

	SUPERFICIE TOTALE AMBITO	SUPERFICIE NON OGGETTO DI INVARIANZA	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE COPERTA VERDE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PAVIMENTATA IMPERMEABILE [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE AREA LAMINAZIONE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE SEMI-PERMEABILE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE DRENATA [mq] (deflusso Φ=0.3)	SUPERFICIE VERDE [mq] (deflusso Φ=0)
Ambito di trasformazione	**mq**	**mq**	**mq**	**1**	**0.7**	**1**	**0.7**	**0.7**	**0.3**	**0**
AREA3	2,808	0	2,808	0	0	36	0	1245	812	715

VERIFICA SOMMA AREE (mq)
2808
CHECK
OK

	SUPERFICIE TOTALE AMBITO	SUPERFICIE NON OGGETTO DI INVARIANZA	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	SUPERFICIE COPERTA [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE COPERTA VERDE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PAVIMENTATA IMPERMEABILE [mq] (deflusso Φ=1)	SUPERFICIE AREA LAMINAZIONE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE SEMI-PERMEABILE [mq] (deflusso Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE DRENATA [mq] (deflusso Φ=0.3)	SUPERFICIE VERDE [mq] (deflusso Φ=0)
Ambito di trasformazione	**mq**	**mq**	**mq**	**1**	**0.7**	**1**	**0.7**	**0.7**	**0.3**	**0**
AREA4	8,815	0	8,815	256	0	54	0	492	2114	5899

VERIFICA SOMMA AREE (mq)
8815
CHECK
OK

Suddivisione delle superfici nei vari sottobacini

	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	**SUPERFICIE IMPERMEABILE [mq]**	**Coefficiente di deflusso dell'intervento**
Ambito di trasformazione	**mq**		
AREA 1	9,151	7211	0.79

	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	**SUPERFICIE IMPERMEABILE [mq]**	**Coefficiente di deflusso dell'intervento**
Ambito di trasformazione	**mq**		
AREA 2b	1,671	1440	0.86

	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	**SUPERFICIE IMPERMEABILE [mq]**	**Coefficiente di deflusso dell'intervento**
Ambito di trasformazione	**mq**		
AREA 3	2,808	1151	0.41

	SUPERFICIE DELL'INTERVENTO	**SUPERFICIE IMPERMEABILE [mq]**	**Coefficiente di deflusso dell'intervento**
Ambito di trasformazione	**mq**		
AREA 4	8,815	1289	0.15

Stima dell'area impermeabile per ogni sottobacino

- Stima della portata infiltrabile

Si procede a stimare la capacità disperdente dei sistemi previsti in ogni area così identificati:

AREA 1:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1 m, sviluppo lineare di circa 420 m e superficie disperdente di 420 mq
- Trincea con pozzi perdenti avente larghezza pari a 4m sviluppo lineare di circa 40 m e superficie disperdente di 160 mq

AREA 2b:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1 m, sviluppo lineare di circa 140 m e superficie disperdente di 140 mq

AREA 3:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1 m, sviluppo lineare di circa 168 m e superficie disperdente di 168 mq

AREA 4:

- Trincea con pozzi perdenti avente larghezza pari a 4m sviluppo lineare di circa 45 m e superficie disperdente di 180 mq

Quando la falda è molto profonda, rispetto alle dimensioni del dispositivo infiltrante, allora il moto si sviluppa, prevalentemente, in direzione verticale. In tali condizioni è possibile adottare la formulazione di Darcy per cui si ha: $Q=KiA$

Stimando il gradiente medio "i" sotto l'ipotesi di sistema drenante saturo, assumendo il valore di permeabilità (K) stimato nelle ipotesi progettuali e tenuto conto delle aree di infiltrazione (A) poc'anzi stimate si ottengono i seguenti valori delle portate smaltibili. Si trascurano a favore di sicurezza i contributi di infiltrazione del materasso drenante ipotizzato al di sotto delle pavimentazioni degli stalli di sosta.

AREA 1:

- Minitrincea: 44 l/s
- Trincea: 6 l/s

Portata infiltrabile totale: 50 l/s

Portata specifica per ettaro impermeabile ~ 69l/s ha_{imp}

AREA 2b:

- Minitrincea: ~15 l/s

Portata specifica per ettaro impermeabile ~ 100l/s ha_{imp}

AREA 3:

- Minitrincea: ~18 l/s

Portata specifica per ettaro impermeabile ~ 152l/s ha_{imp}

AREA 4:

- Trincea: ~4.5 l/s

Portata specifica per ettaro impermeabile ~ 35l/s ha_{imp}

- Il metodo delle sole piogge

Applicando il metodo delle sole piogge con riferimento all'evento con tempo di ritorno cinquantennale per ogni area di intervento si ottiene:

Parametri pluviometrici ARPA (durata > 1 ora) TdR 50 anni		
a	62.398	[mm/ora ^ n]
n	0.3513	[-]
Limite di scarico da art.7 comma 5 - art. 8 comma 1	69.01	[l/s ha IMP]
Durata Critica metodo sole piogge	0.8246	[ore]
Volume minimo da art.7 comma 5 - art. 12 comma 2	800	[mc/ha IMP]
Volume minimo RIDOTTO	560	[mc/ha IMP]

PREVISIONE	Superficie totale intervento [mq]	Coefficiente di deflusso dell'intervento [-]	Area impermabile dell'intervento [mq]	Portata massima scaricabile [l/s]	Volume vasca [mc]	Volume specifico [mc/ha IMP]	Volume minimo [mc/ha IMP]
Ambiti di trasformazione							
AREA 1	9151	0.79	7211	50	**273**	378	**404**

Applicazione metodo sole piogge – 50 anni – AREA 1

Parametri pluviometrici ARPA (durata > 1 ora) TdR 50 anni		
a	62.398	[mm/ora ^ n]
n	0.3513	[-]
Limite di scarico da art.7 comma 5 - art. 8 comma 1	101.56	[l/s ha IMP]
Durata Critica metodo sole piogge	0.4544	[ore]
Volume minimo da art.7 comma 5 - art. 12 comma 2	800	[mc/ha IMP]
Volume minimo RIDOTTO	560	[mc/ha IMP]

PREVISIONE	Superficie totale intervento [mq]	Coefficiente di deflusso dell'intervento [-]	Area impermabile dell'intervento [mq]	Portata massima scaricabile [l/s]	Volume vasca [mc]	Volume specifico [mc/ha IMP]	Volume minimo [mc/ha IMP]
Ambiti di trasformazione							
AREA 2b	1671	0.86	1440	15	**44**	307	**81**

Applicazione metodo sole piogge – 50 anni – AREA 2b

Parametri pluviometrici ARPA (durata > 1 ora) TdR 50 anni		
a	62.398	[mm/ora ^ n]
n	0.3513	[-]
Limite di scarico da art.7 comma 5 - art. 8 comma 1	152.45	[l/s ha IMP]
Durata Critica metodo sole piogge	0.2430	[ore]
Volume minimo da art.7 comma 5 - art. 12 comma 2	800	[mc/ha IMP]
Volume minimo RIDOTTO	560	[mc/ha IMP]

PREVISIONE	Superficie totale intervento [mq]	Coefficiente di deflusso dell'intervento [-]	Area impermabile dell'intervento [mq]	Portata massima scaricabile [l/s]	Volume vasca [mc]	Volume specifico [mc/ha IMP]	Volume minimo [mc/ha IMP]
Ambiti di trasformazione							
AREA 3	2808	0.41	1151	18	**28**	246	**64**

Applicazione metodo sole piogge – 50 anni – AREA 3

Parametri pluviometrici ARPA (durata > 1 ora) TdR 50 anni		
a	62.398	[mm/ora ^ n]
n	0.3513	[-]
Limite di scarico da art.7 comma 5 - art. 8 comma 1	34.59	[l/s ha IMP]
Durata Critica metodo sole piogge	2.3912	[ore]
Volume minimo da art.7 comma 5 - art. 12 comma 2	800	[mc/ha IMP]
Volume minimo RIDOTTO	560	[mc/ha IMP]

PREVISIONE	Superficie totale intervento [mq]	Coefficiente di deflusso dell'intervento [-]	Area impermabile dell'intervento [mq]	Portata massima scaricabile [l/s]	Volume vasca [mc]	Volume specifico [mc/ha IMP]	Volume minimo [mc/ha IMP]
Ambiti di trasformazione							
AREA 4	8815	0.15	1289	4	**71**	550	**72**

Applicazione metodo sole piogge – 50 anni – AREA 4

I volumi di accumulo stimati per un evento con tempo di ritorno di 50 anni ammontano ad un totale di circa 416 mc inferiore al minimo poc'anzi quantificato pari a 616.

Il valore di progetto è quindi quello riferito al minimo previsto dal regolamento così suddiviso:

Area 1: 404 mc (di cui circa 250 mc attribuibili al parcheggio e 154 mc al fabbricato)

Area 2: 81 mc

Area 3: 64 mc

Area 4: 72 mc

In sede di redazione del progetto di invarianza il dimensionamento dovrà essere verificato con la metodologia approfondita richiesta dal regolamento.

- Verifica del volume di accumulo previsto

I sistemi di accumulo e dispersione previsti in progetto assicurano i volumi nel seguito stimati assumendo una percentuale dei vuoti pari al 30% per le mini-trincee e materassi del 35% per le trincee.

AREA 1:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1m, altezza 70cm sviluppo di 420 m
  VOL = 105 mc
- Materasso drenante di superficie pari a circa 1944 mq, altezza 25cm
  VOL = 145 mc
- Trincea larghezza 4m, altezza 2.5m sviluppo di 40 m con 7 pozzi diam. 2m e h 2.5m
  VOL = 175 mc
  Volume totale 425 mc (>404mc -> verificato)

AREA 2b:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1m, altezza 70cm sviluppo di 140 m
  VOL =35 mc
- Materasso drenante di superficie pari a circa 450 mq, altezza 35cm
  VOL =51 mc
  Volume totale 86 mc (>81mc -> verificato)

AREA 3:

- Minitrincea con tubo diam. 315mm, larghezza 1m, altezza 70cm sviluppo di 168 m
  VOL =42 mc
- Materasso drenante di superficie pari a circa 406 mq (metà superficie), altezza 20cm
  VOL =24 mc
  Volume totale 66 mc (>64mc -> verificato)

AREA 4:

- Trincea larghezza 4m, altezza 2.5m sviluppo di 30 m con 3 pozzi diam. 2m e h 2.5m
  Volume totale 120 mc (>72mc -> verificato)

I volumi previsti in progetto sono tutti superiori ai minimi stimati.

- Il tempo di svuotamento

La verifica del tempo di svuotamento è stata condotta con riferimento ad ogni sistema previsto e alla relativa portata di filtrazione garantita dai sistemi. Si ottengono i seguenti valori dei tempi di svuotamento tutti inferiori al minimo regolamentare (48 ore).

AREA 1:

Portata infiltrabile totale:	50 l/s
Volume invaso	425 mc
Tempo di svuotamento	~2-3 ore

AREA 2b:

Portata infiltrabile totale:	15 l/s
Volume invaso	86 mc
Tempo di svuotamento	~1-2 ore

AREA 3:

Portata infiltrabile totale:	18 l/s
Volume invaso	66 mc
Tempo di svuotamento	~1-2 ore

AREA 4:

Portata infiltrabile totale:	4.5 l/s
Volume invaso	120 mc
Tempo di svuotamento	~7-8 ore

- Pre-dimensionamento tubazioni

Il dimensionamento dei sistemi di convogliamento delle acque meteoriche (tubazioni) per i vari sottobacini richiede una serie di passaggi finalizzati alla determinazione dell'evento critico di progetto (portata di piena) e successivo dimensionamento.

Si osserva che i tempi di corrivazione dei bacini in esame sono molto limitati a causa della ridotta estensione del bacino stesso. In prima approssimazione si può assumere un tempo di corrivazione massimo di circa 5-6 minuti.

La stima delle portate di progetto, visto quanto sopra, è stata pertanto condotta in armonia alla UNI EN 12056 con riferimento ad un parametro sintetico di pioggia pari a 0,055 l/s per metro quadrato; tale fattore, nel caso in esame, approssima abbastanza fedelmente l'effetto di un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Una volta calcolate le portate di progetto connesse con ogni sottobacino di riferimento si procede a verificare ogni tratto di tubazione con software di calcolo specifico che consente di accertare la portata massima convogliabile dalle tubazioni. I parametri e vincoli assunti per il dimensionamento e le verifiche in condizione di moto uniforme sono state:

- grado di riempimento max 75%
- pendenza 0,5%

I parametri di riferimento delle velocità minime e massime in condotta, rispettati nelle verifiche di progetto, sono quelli suggeriti dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 11633 del 7 gennaio 1974 che vanno dagli 0.5 m/s, ai 5 m/s per le portate meteoriche.

Il software impiegato per le verifiche di moto uniforme è un applicativo di calcolo "freeware" fornito per la verifica di tubazioni in PVC (*Progetto GDW*). Il valore di scabrezza adottato è quello classico di letteratura riferito a tubazioni plastiche detto "*Ks di Strickler*" pari a circa 90 $m^{1/3}/s$.