



Committente:	EDILART COSTRUZIONI SRL
Sede Legale:	Viale Porta Adige, 45 - 45100 Rovigo (RO)
Riferimento:	OPERE DI URBANIZZAZIONE AREA "EX ANGELO CUSTODE" PIRUEA N.34 ED EDIFICAZIONE
Oggetto dell'elaborato:	Relazione Compatibilità Idraulica

RELAZIONE COMPATIBILITÀ IDRAULICA

R.D. n. 1775/33
L. 36/94
D. Lgs. 152/99
DGRV n. 2948 del 06/10/2009 e s.m.i.
L.R. n. 11 del 29/04/2015
DGR n°83 27/03/2018

ROVIGO

Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo
C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648

Rif.	Anno: 2024	Comune di ROVIGO Provincia di Rovigo
	Rel. C.I. 2696/24	
Redatto	Tecnologica Group S.r.l. Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S- 45100 Rovigo (RO) t. 0425 475453 – f. 0425 1682557 www.tecnologicagroup.com - info@tecnologicagroup.com	
	Dott. Geol. Paolo Chiarion	timbro e firma 

Revisioni			
Revisione	Data	Causale	Note
00	16/04/2024	Prima emissione	/
01	06/09/2024	Definizione area edificabile	
02	20/11/2024	Aggiornamento a Parere Idraulico Cons. di Bonifica Adige Po 5173/23	/

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 2 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

SOMMARIO

1. PREMESSA E SCOPO.....	3
1.1. PARERE IDRAULICO CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE PO NR. 5173 DEL 28/04/2023	4
2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	6
2.1. GEOMORFOLOGIA.....	6
2.2. GEOLITOLOGIA.....	6
2.3. ANALISI DELLA PERMEABILITÀ E DELLA PALEOIDROGRAFIA.....	7
2.4. VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE	8
3. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE	8
4. GLI AFFLUSSI METEORICI	11
4.1. LE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	11
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	12
5.1. IL METODO CALCOLO	12
5.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE – COMPATIBILITÀ IDRAULICA	15
6. CONCLUSIONI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	19
6.1. INVARIANZA IDRAULICA	19
6.2. SCARICO A BOCCA TARATA.....	20
7. ALLEGATI.....	20

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 3 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell’area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

1. PREMESSA E SCOPO

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dello studio idraulico, geologico ed idrogeologico effettuato presso il terreno situato in Comune di Rovigo di proprietà di Edilart Costruzioni Srl nell’area “ex Angelo Custode”.

Tale studio si è reso necessario ai sensi della DGRV 2948 del 06/10/2009 in quanto l’intervento comporta un aumento dell’impermeabilizzazione del suolo.

L’ubicazione dell’area in esame viene riportata nelle seguenti immagini satellitari.

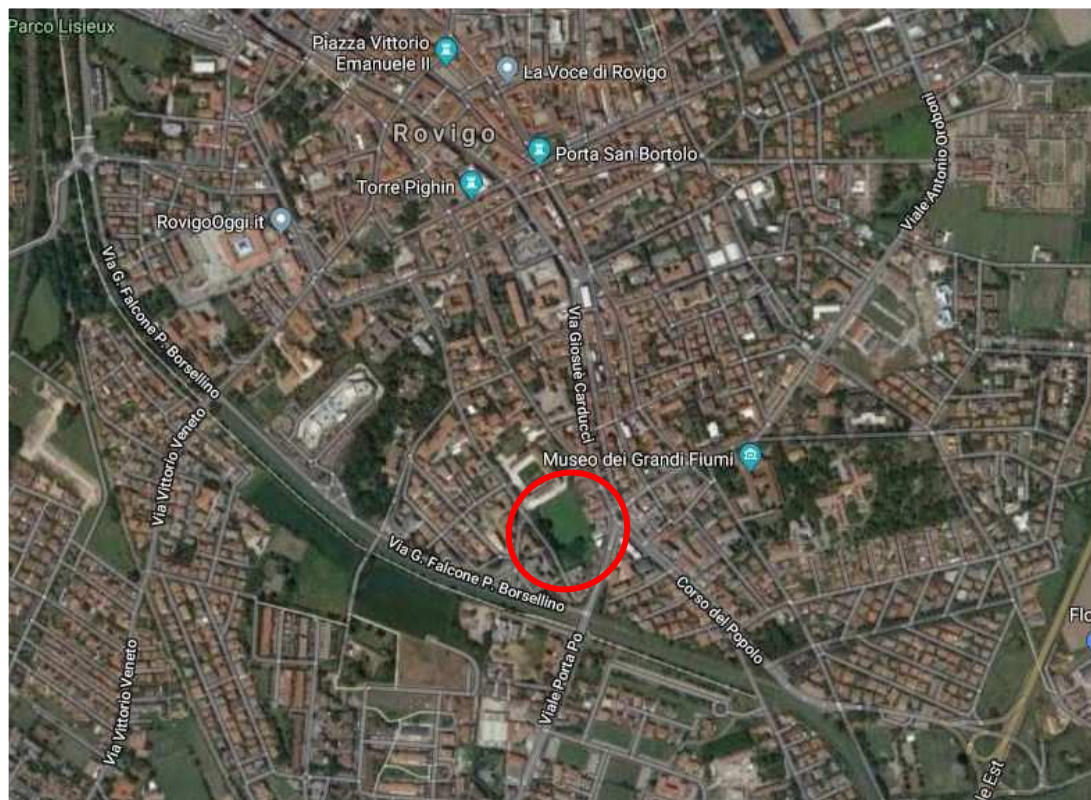


Figura 1 - Ortofoto con posizione dell’area rispetto al territorio comunale di Rovigo



Figura 2 - Ortofoto dell’area oggetto di intervento

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 4 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

Lo scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare. In sintesi lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità dell'intervento prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

Come previsto all'interno dell'allegato A alla DGR 2948 il volume da destinare alla laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante – **principio dell'invarianza idraulica**.

Gli interventi sono definiti secondo le soglie dimensionali:

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.10 ha (1000 mq)
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha (1000 e 10000 mq)
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha (10000 e 100000 mq) – intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.30

1.1. PARERE IDRAULICO CONSORZIO DI BONIFICA ADIGE PO NR. 5173 DEL 28/04/2023

La presente revisione 02 è elaborata in considerazione del Parere Idraulico espresso dal Consorzio di Bonifica Adige Po nr. 5173 del 28/04/2023 nel quale il Consorzio esprime parere favorevole allo “Studio di compatibilità idraulica” del Piano degli Interventi redatto dal dott. geol. Simone Barbieri (20/04/2023), il quale calcolava un volume di invaso specifico delle acque meteoriche nell'area oggetto di intervento pari a 762 m³/ha.

Come indicato nello Studio di cui sopra, pag. 16:

- “il coefficiente (di deflusso) di progetto, invece, è un coefficiente medio, cautelativo, tarato sulla tipologia costruttiva dell'area”.

Nel § 7. Conclusioni, pag. 27, l'estensore correttamente riporta:

- In tale senso, al fine di utilizzare al meglio le superfici di progetto senza perturbare l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, sono state indicate, in via preliminare, le misure di mitigazione possibili in relazione alla situazione idrogeologica locale.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 5 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

- *Si ricorda che, come previsto dalla D.G.R.V. 2948 : Nel corso del complessivo processo approvativo degli interventi urbanistico-edilizi è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di assetto del Territorio - PAT), operativa (Piano degli Interventi – PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi – PUA”; quindi il calcolo idraulico presentato dovrà essere affinato nel corso dei successivi stadi della progettazione urbanistica.*

Analogo concetto è espresso nel parere del Consorzio al primo “Considerato”.

Con la presente revisione si procederà, quindi, allo studio degli interventi di mitigazione alla luce della definizione dell'intervento urbanistico - edilizio.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 6 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

2.1. GEOMORFOLOGIA

La pianura padana è un grande bacino subsidente che si stende tra le Alpi e gli Appennini. Fin dall'Era Cenozoica, in concordanza con la fase meso-alpina, la Pianura Padana ha assunto il ruolo di avanfossa sia per la catena alpina che per quella appenninica. In tale bacino i sedimenti mesozoici di mare profondo si sono sovrapposti ai sedimenti paleogenici e miocenici prevalentemente clastici colmando i principali dislivelli legati all'orogenesi alpina. Alternata a cicli di sedimentazione e fasi tettoniche, l'area è colmata da forti spessori di sedimenti. Per tali sedimenti, ancora in via di costipamento, i coefficienti di compattazione sono ovviamente più elevati negli strati superiori e via via minori andando in profondità, ove il costipamento possibile si è già in parte compiuto.

La subsidenza naturale ha quindi presentato, e tuttora presenta, velocità differenti da zona a zona, con una distribuzione spaziale che appare legata a diversi fenomeni e soprattutto alle differenze di spessore e alla loro diversa natura litologica dei sedimenti ancora sciolti (in particolare dei materiali quaternari).

La subsidenza naturale a sua volta ha condizionato l'evoluzione altimetrica della pianura, l'orientamento degli assi di deflusso fluviale, la differenziazione litologica dei depositi della paleo pianura e conseguentemente anche la costituzione degli acquiferi profondi di origine continentale. Nell'Era quaternaria, sia per l'alternarsi di glaciazioni sia per il notevole deposito di sedimenti, il mare si ritirò gradualmente, lasciando continuare l'opera di colmata ai fiumi discendenti dai versanti.

Con l'ultima glaciazione Wurmiana (70.000-17.000 anni fa) si ebbe la massima regressione marina.

Il livello del mare in tale periodo si abbassò, secondo alcuni autori, di circa 100 metri, tanto che il Po doveva sfociare fra Pescara e Ancona. A causa di un aumento della temperatura media terrestre (interglaciale da 15.000 a 5.000 anni fa) e il conseguente scioglimento dei ghiacciai, si produsse poi una ingressione che portò la linea di costa a oltre 20 Km ad occidente di quella attuale, in quel periodo quindi il territorio di Adria era lambito dal mare (40 Km rispetto alla foce del Po di Pila). A partire dall'interglaciale quindi la formazione del rilievo geomorfologico e paleoidrografico della bassa pianura padana è legato alle continue variazioni idrografiche dei principali corsi d'acqua della zona. Questi ultimi contribuirono con i loro depositi alluvionali, unitamente all'azione del mare a modellare il territorio. I sedimenti fluviali quindi rappresentano l'ultima fase di una lenta azione di riempimento di tutta l'area padana ed è dovuto a loro l'attuale assetto geomorfologico del territorio polesano.

2.2. GEOLITOLOGIA

Nella bassa pianura alluvionale il divagare di antichi corsi fluviali (paleoalvei), ha originato particolari strutture morfologiche rappresentate da fasce allungate di terreni emergenti rispetto al piano campagna circostante, che degrada lateralmente verso aree a quote inferiori.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 7 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

La zona in esame, come del resto la pianura polesana, è costituita in superficie, da terreni geologicamente recenti (Olocene) formati principalmente dall'azione deposizionale dei fiumi Adige, e in misura minore dal Tartaro-Canalbiano e dal Po, che hanno modellato il territorio conferendogli assetti topo-altimetrici variabili.

Nell'area le alluvioni recenti e/o attuali sono rappresentate, dal punto di vista granulometrico, da depositi generalmente fini, che vanno dalle argille alle sabbie limose. Questi depositi sono intercalati a limi, torbe e sabbie, che interessano talora aree molto estese.

Si distingue subito a nord dell'area un paleoalveo di notevole consistenza, proveniente da sud-ovest, che prosegue verso S. Martino di Venezie lungo l'attuale strada per Sarzano e Mardimago mentre a sud-est dell'area è presente un altro paleoalveo, che prosegue per la frazione di Buso. Il sito in questione si trova nell'area di confluenza di due grossi paleoalvei che all'epoca del deposito dovevano avere portate notevoli, considerati i terrazzamenti che hanno lasciato sul territorio. L'area si doveva trovare all'interno di conche di esondazione di tipo meandriforme, con depositi sabbiosi e argilloso-organici alternati a depositi argillosi inorganici dovuti all'interramento del meandro o sovrapposti a seguito delle colmate del fiume presente nelle vicinanze.

2.3. ANALISI DELLA PERMEABILITÀ E DELLA PALEOIDROGRAFIA

La successione degli eventi deposizionali avvenuti nell'Era Quaternaria, ha portato alla costruzione di un apparato alluvionale assai spesso ed articolato nelle sue sequenze litostratigrafiche.

Numerosi sono gli acquiferi che hanno sede nell'ampio bacino deposizionale della pianura polesana.

Essi possiedono caratteristiche idrauliche ed idrogeologiche distinte, relative alla loro formazione, estensione e potenza. In aree di bassa pianura, gli acquiferi sono ormai per lo più indifferenziati, costituenti il cosiddetto "sistema multifalda". Il primo sottosuolo è vario, con caratteristiche litologiche e geotecniche diversificate, ad indicare la genesi di questi terreni alluvionali. Depositi avvenuti ai margini di due grossi paleoalvei e quindi soggetti a fasi di alta energia con condizioni di esondazione e fasi di deposizione e di interrimento con litologie argillose torbose.

Mediante le litologie dei primi metri si possono individuare in terreni di tipo coesivo, con distribuzione areale diversificata tra argille organiche e depositi di argille inorganiche consistenti con passaggi a terreni granulari nei metri sottostanti.

Il coefficiente di permeabilità (stimato) che si può assegnare a depositi quali quelli rilevati nell'area, è da considerarsi mediante dell'ordine del $10^{-7} \div 10^{-8}$ m/s. Esso può variare localmente, per la presenza di lenti sabbiose o di paleoalvei.

Il livello della falda nel periodo del monitoraggio (marzo 2011) è stata rilevata tra -0,70 e -1,0 metro dal piano campagna; è rilevabile un gradiente relativo di flusso della falda con direzione Ovest-Est dovuta al drenaggio impresso probabilmente da terreni più drenanti posti al limite Est dell'area.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 8 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

L'area si presenta infatti come un bacino endoreico che assorbe tutta l'acqua di precipitazione e per infiltrazione attraverso i terreni viene dispersa. La profondità della falda potrebbe diminuire localmente per effetto delle precipitazioni e della bassa permeabilità dei terreni.

Dallo studio dei terreni, condotto mediante l'esecuzione di prove penetrometriche, sono stati classificati i litotipi prevalenti nella parte superficiale.

2.4. VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE

Una considerazione viene rivolta alla idrogeologia della zona in esame; vista la litologia dei terreni superficiali si possono ipotizzare permeabilità dei terreni superficiali alquanto basse, dell'ordine di 10-7/10-8 m/sec. La falda nell'area in questione è stata rilevata a circa 0,70/1,0 metri dal p.c. con escursione di 20/30 cm dovuto alle precipitazioni e all'efficienza del drenaggio creato dalle diverse litologie presenti. Da queste considerazioni, e data la modesta profondità di scavo per la posa dei sottoservizi, non si ritiene necessario l'utilizzo dell'impianto well-point, salvo la presenza di eventuali paleoalvei, di una certa importanza, non rilevati con le indagini né con le foto aeree.

L'aggettamento delle falde freatiche, convogliate in un punto più basso del fondo scavo, può quindi essere fatto con modeste pompe a membrana.

Viste inoltre le dimensioni degli scavi per la posa delle strutture a rete (trincee lunghe), occorre far attenzione alla stabilità delle pareti, ipotizzando un angolo di natural declivio o di stabilità dei terreni (caso di argille) intorno ai 40° - 45°.

E' evidente che qualora il bancone di argille appoggiasse direttamente su uno strato di sabbia con presenza di falda dovrà essere rivalutata la stabilità delle pareti in relazione alla possibilità di instaurarsi del fenomeno di subsidence and bulging, tale per cui tensioni non bilanciate possono creare subsidenza localizzata e quindi scivolamento della parete della trincea.

3. MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'assetto idrogeologico dell'area è fortemente condizionato dalla presenza al confine nord e al confine sud dei due fiumi polesani il Canal Bianco e l'Adige.

Da un punto di vista idrogeologico i litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata possono essere inquadrati nelle seguenti unità idrogeologiche, in successione dall'alto al basso:

- Depositi prevalentemente argillo-limosi a tratti debolmente sabbiosi a bassa-media permeabilità fino a - 7,0 / - 9,0 m

Il livello della falda freatica si attesta ad una profondità media di circa - 0,7 / -1,0 m da p.c. ed è variabile in funzione dell'alimentazione. La falda freatica, ovvero il più superficiale regime idrologico sotterraneo, risulta funzione diretta della piovosità locale (precipitazioni palesi - pioggia, neve, grandine - ed occulte - fenomeni di condensazione al suolo) anche se appare pesantemente influenzata dalle acque cedute o prelevate al terreno attraverso i canali artificiali della rete di scolo e di irrigazione della bonifica.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 9 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

In particolare ciascun bacino idraulico, attraverso il drenaggio eseguito sulla falda dalla sua rete di scolo crea una propria falda, anche se interconnessa a quella dei bacini vicini, dotata di direzione di deflusso, gradienti e regimi propri.

Quest'ultimo aspetto mancando di dati completi metereologici (piovosità), idrologici (altezza dei canali di bonifica), geologici di dettaglio (litologia di superficie, paleoalvei, corpi sedimentari ad elevata permeabilità) e da piezometri disposti regolarmente all'interno dei bacini non consente un'interpretazione esaustiva su direzioni di deflusso e gradienti dettagliati per ogni bacino idraulico.

La direzione di deflusso generale dell'acqua sotterranea ha prevalenza verso est con gradiente idraulico di pochi gradi.

I dati relativi alla stratigrafia del terreno sono stati ricavati dalla consultazione di elaborati e studi eseguiti sul territorio da Enti pubblici e da indagini geognostiche che lo scrivente ha eseguito in zone adiacenti l'area di interesse.

Il documento di sintesi che permette una visione complessiva dello stato del territorio e del suo potenziale sviluppo, è rappresentato dalla Carta della fragilità.

In questo documento, il territorio viene suddiviso in aree differenti a seconda dell'idoneità o meno ad essere destinata allo sviluppo urbanistico.

La suddivisione prevede la classificazione del territorio in “Idoneo”, “Idoneo a condizione” e “Non Idoneo”.

Nel nostro caso il terreno ricade in “**idoneo a condizione**”.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24 Pagina 11 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

4. GLI AFFLUSSI METEORICI

4.1. LE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Al fine di indagare sui valori di deflusso del territorio in esame per la valutazione delle portate da smaltire risulta necessaria l'individuazione delle caratteristiche degli afflussi, causa principale di tale eventi.

Lo studio di compatibilità idraulica infatti, tramite l'analisi delle precipitazioni, ha lo scopo di individuare le portate massime e i modi possibili per attenuare i valori di colmo.

Per lo studio delle precipitazioni occorre innanzitutto individuare una stazione pluviometrica vicina al territorio del comune di Polesella; si è presa a riferimento la Sottostazione Polesine Centrale.

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica forniscono la relazione tra l'altezza di precipitazione h e la durata dell'evento di pioggia t per un prefissato tempo di ritorno Tr , intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

Secondo quanto previsto dalla D.G.R. 3637/2002 e s.m.i. il valore del tempo di ritorno viene fissato in 50 anni, ritenendo così accettabile la frequenza probabile cinquantennale per un evento meteorico che mette in crisi le opere di difesa idraulica.

L'espressione che definisce le curve di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t è espresso in ore, mentre a ed n sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 12 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'invarianza può essere ottenuta prevedendo una serie di invasi (fossi di guardia, canalizzazioni, bacini, ecc.) che consentano di invasare e di laminare il maggior volume di pioggia dovuto all'incremento del coefficiente idrometrico delle aree.

Nel seguito della trattazione, come consigliato dalla normativa, si procederà al calcolo dei volumi di invaso necessari utilizzando il **metodo razionale**, che consiste nel determinare il massimo volume da invasare al variare del tempo di pioggia.

I coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli indicati dalla normativa, e cioè:

Tipo di suolo	Coefficiente di deflusso (φ) DGR 2948/2009
Superfici occupate da edifici	0,90
Pavimentazioni asfaltate o comunque impermeabilizzate	0,90
Pavimentazioni drenanti (ghiaia, stabilizzato, betonelle con sottofondo permeabile)	0,60
Impianti fotovoltaici su terreno senza pavimentazioni ¹	0,30
Aree verdi (giardini, prati)	0,20

Tabella 6 - Coefficienti di deflusso convenzionali per tipologie di superficie scolante

5.1. IL METODO CALCOLO

Il metodo ricalca il procedimento esposto nel testo “Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione” (csdu – HOEPLI, Milano, 1997) e stima il volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica.

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema.

La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione delle precipitazioni efficaci (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 13 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso, per una data durata t viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca V_{in} ed il volume uscito V_{out} dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata t è dato dalla:

$$V_{in} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

Dove:

φ = è il coefficiente di afflusso medio, imposto costante, del bacino drenato a monte della vasca;

S = è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;

h = è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Utilizzando le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

La determinazione della durata critica per il volume di invaso t_{cr} ossia la durata per la quale si ha il massimo volume invasato $V_{inv\ cr}$, si ottiene imponendo nulla la derivata prima del volume di invaso in funzione della durata:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 14 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle “opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione” nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

quindi:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

ne consegue che il massimo volume che dovrà essere contenuto dal serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Una volta individuate le caratteristiche del bacino e le altre condizioni imposte (S , φ , Q_{out} , *Tempo di ritorno*, *Comune*), si deve procedere al calcolo del volume d'invaso critico per ognuno dei sei intervalli di durate (quindi per ogni una delle sei coppie di parametri a e n); infatti non essendo nota a priori la durata critica della precipitazione non è possibile scegliere la curva che meglio si presta a interpretare il fenomeno.

La scelta della curva più adatta può esser condotta confrontando i sei scarti calcolati tra la durata critica e il relativo tempo centrale (t_{ce}) dell'intervallo di durate: la curva più idonea sarà quindi quella per cui risulta minore lo scarto suddetto.

Le acque totali della superficie vengono raccolte nell'area depressa che funge da vasca di laminazione che a sua volta scarica con bocca tarata nel fosso consorziale posto ad est del fondo.

Gli scarichi controllati posti a valle dei sistemi di laminazione rivestono, quali misure atte a garantire il principio dell'invarianza idraulica, molta importanza; finalizzati al controllo della portata massima in uscita verso il corpo recettore, sono dimensionati in base alla formula sotto riportata.

$$S = \frac{Q}{\mu \sqrt{2gh}}$$

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 15 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

5.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE – COMPATIBILITÀ IDRAULICA

La committente Edilart Costruzioni Srl ha definito l'intervento urbanistico raffigurato nella tavola allegata alla presente relazione.

La superficie catastale, raffigurata nella tavola allegata con linea rossa, è pari a 10.240 m²; questa comprende, a sud-ovest, il marciapiede e parte dei parcheggi per automobili di Via Ugo Foscolo. L'area ad uso pubblico è pari a 413,93 m². La strada pubblica è dotata di propria rete per la raccolta delle acque meteoriche. I calcoli che seguono considerano questa area ad uso pubblico.

Come visibile in planimetria allegata la lottizzazione prevede, a nord-ovest, la realizzazione di una piazzetta e una pista ciclabile che successivamente verrà ceduta al Comune di Rovigo, mentre nella zona sud-est è prevista l'edificazione di nr. 27 unità abitative, con annesso garage singolo e nr. 2 strade private di accesso ai vari lotti.

Per il calcolo del coefficiente di deflusso definitivo si sono suddivise le aree come segue.

	Luogo	n	superfici	unità	
1	PIAZZETTA				
	<i>piazzetta</i>		216,10	<i>mq</i>	216,10
	<i>verde</i>		83,22	<i>mq</i>	83,22
	<i>verde</i>		75,70	<i>mq</i>	75,70
	<i>totale</i>			<i>mq</i>	375,02
2	PISTA CICLABILE				
	<i>pista</i>		417,73	<i>mq</i>	417,73
	<i>verde</i>		733,29	<i>mq</i>	733,29
	<i>totale</i>			<i>mq</i>	1.151,02
3	EDIFICI				
	<i>casa</i>	27	60,00	<i>mq</i>	1.620,00
	<i>garage</i>	27	18,00	<i>mq</i>	486,00
	<i>totale</i>			<i>mq</i>	2.106,00

	EDILART COSTRUZIONI Srl		Data em. 20/11/2024
			Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica		Rel. C.I. 2696/24
			Pagina 16 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648		

4	VERDE PRIVATO				
	1		407,15	mq	407,15
	2		119,31	mq	119,31
	3		119,35	mq	119,35
	4		119,38	mq	119,38
	5		119,42	mq	119,42
	6		119,45	mq	119,45
	7		119,31	mq	119,31
	8		277,26	mq	277,26
	1		352,57	mq	352,57
	2,3,4,5,6	5	118,76	mq	593,80
	7		228,89	mq	228,89
	1		431,23	mq	431,23
	2,3,4,5	4	118,79	mq	475,16
	6		303,88	mq	303,88
	1		313,39	mq	313,39
	2		137,04	mq	137,04
	3		115,47	mq	115,47
	4		108,84	mq	108,84
	5		102,08	mq	102,08
	6		203,75	mq	203,75
	totale			mq	4.766,73
5	STRADE PRIVATE				
			375,29	mq	375,29
			304,05	mq	304,05
				mq	679,34
6	MARCIAPIEDI				
	27		6,00	mq	162,00
			26,72	mq	26,72
	24		21,64	mq	519,36
			22,04	mq	22,04
			17,84	mq	17,84
	totale			mq	747,96
	Totale generale			mq	9.826,07
	Superficie catastale			mq	10.240,00
	Strada pubblica, via Foscolo			mq	413,93

L'area totale (piazzetta e ciclabile + privata edificabile) ha un'estensione pari a 9.826,07 m².

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 17 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

L'area non è servita da infrastrutture del Consorzio di Bonifica nelle quali poter convogliare le acque meteoriche.

Considerando l'edificazione di progetto con una superficie totale di 9.826,07 m² e un coefficiente consentito allo scarico in fognatura pari a 1,5 l/s (x 2 bocche tarate) come indicato da Acque Venete SpA, si ottiene un volume di invaso pari a 503,2 m³ con un volume specifico pari 512,1 m³/ha.

Superficie totale stimata	9826,07 m ²	Tipologia di superficie	
Superficie 1	2106 m ²	Abitazioni	coef. d'afflusso stimato j 0,9
Superficie 2	1313,1 m ²	Strade	coef. d'afflusso stimato j 0,9
Superficie 3	748 m ²	Marciapiedi	coef. d'afflusso stimato j 0,9
Superficie 4	m ²		coef. d'afflusso stimato j
Superficie 5	5658,97 m ²	Verde rimanente	coef. d'afflusso stimato j 0,2
Superficie totale calcolata (S)	9826,07 m²	0,98261 ha	coef. d'afflusso calcolato j 0,50

Parametri (a) e (n)

Sottostazione Polesine Centrale, tr 50 anni

Intervallo di tempo	5' - 45'	10' - 1 h	15' - 3 h	30' 6 h	45' - 12 h	1 h - 24 h
Tempo centrale [min]	15	30	45	60	180	360
a [mm min ⁻ⁿ]	6	7,7	12,1	17,9	23,3	27,3
n [-]	0,619	0,540	0,407	0,315	0,260	0,232

Portata totale Q ammessa allo scarico	3 l/s	180 l/min	0,18 m ³ /min	0,003 m ³ /s
	10,8 m ³ /h			

Tempo centrale [min]	15	30	45	60	180	360
a [mm min ⁻ⁿ]	6	7,7	12,1	17,9	23,3	27,3
n [-]	0,619	0,540	0,407	0,315	0,260	0,232
tempo critico t _{cr} [min]	181009	28931	3843	1545	987	813

Noto il tempo critico t_{cr} si calcola per ogni curva il valore assoluto dello scarto (tempo centrale-tempo critico)

scarto t _{ce} -t _{cr}	180994	28901	3798	1485	807	453
---	--------	-------	------	------	-----	-----

Sostituendo nella $V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$ il tempo critico **813** corrispondente al minore degli scarti si calcola il volume di invaso.

V _{inv,cr} [m ³]	503,2 m ³
V _{inv,cr} specifico per invarianza [m ³ ha ⁻¹]	512,1 m ³ /ha

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 18 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

L'invarianza idraulica sarà ottenuta attraverso la realizzazione di nr. 2 fossi (A e B), il primo tra la pista ciclabile e le case a nord-ovest ed il secondo al centro della lottizzazione.

Una rete capillare di tubazioni interrato e caditoie raccoglierà le acque meteoriche da tutta la superficie. Al fine di raggiungere il volume di invaso richiesto la stragrande maggioranza delle tubazioni avranno diametro 80 cm e la restante parte diametro 50 cm.

Lo scarico delle acque meteoriche dal sistema di accumulo avverrà a sud-ovest tramite due bocche tarate che garantiranno 1,5 l/s cadauna. Le tubazioni prima dell'innesto nella pubblica fognatura presenteranno una valvola clapet e, sempre a monte, un pozzetto regolatore di portata.

Calcolo volume fosso A		
Larghezza iniziale	1,40	m
Larghezza finale	1,40	m
Larghezza media	1,40	m
Lunghezza	85,00	m
Profondità iniziale	1,000	m
Profondità finale	1,100	m
Profondità media	1,050	m
Pendenza media	0,12	%
Pendenza sponde	70,00	°
Volume fosso	90,84	m³
Superficie a p.c.	119,00	m ²
Franco di sic. 10cm	11,90	m ³
Volume invaso	78,94	m³

Calcolo volume fosso B		
Larghezza iniziale	3,00	m
Larghezza finale	3,00	m
Larghezza media	3,00	m
Lunghezza	70,00	m
Profondità iniziale	1,500	m
Profondità finale	1,600	m
Profondità media	1,550	m
Pendenza media	0,14	%
Pendenza sponde	70,00	°
Volume fosso	264,29	m³
Superficie a p.c.	210,00	m ²
Franco di sic. 10cm	21,00	m ³
Volume invaso	243,29	m³

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24
		Pagina 19 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

Calcolo tubazioni		
DN	800,00	mm
Lunghezza totale	329,00	m
Volume invaso	165,29	m³

Calcolo tubazioni		
DN	500,00	mm
Lunghezza totale	93,00	m
Volume invaso	18,25	m³

6. CONCLUSIONI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1. INVARIANZA IDRAULICA

Come da tabella soprariportata, al fine di garantire l'invarianza idraulica è necessario che il volume di invaso sia almeno pari a **503,2 m³**.

Le opere da realizzarsi permettono un invaso pari a **538,7 m³**, con un **invaso utile pari a 505,8 m³**, considerando un franco di sicurezza pari a 10 cm.

Totale volume invarianza idraulica con franco di sicurezza 10 cm			
Elemento	Volume elemento	Volume d'invaso utile V_{inv}	
Tubazioni DN800	165,3	165,3	m ³
Tubazioni DN500	18,3	18,3	m ³
Fosso A	90,8	78,9	m ³
Fosso B	264,3	243,3	m ³
Totale volume	538,7	505,8	(V_{inv}), m³
Totale volume invaso richiesto $V_{inv,cr}$		503,2	m³
Scarto $V_{inv} \geq V_{inv,cr}$		2,6	m³
Verifica ($V_{inv} \geq V_{inv,cr}$)		POSITIVA	

In fase di realizzazione delle opere, i terreni verdi saranno livellati e lavorati con pendenze idonee (0,1 ÷ 0,3 %) in modo da veicolare le acque meteoriche ai fossi e alle caditoie di raccolta.

	EDILART COSTRUZIONI Srl	Data em. 20/11/2024
		Revisione n° 02
	Relazione Compatibilità Idraulica	Rel. C.I. 2696/24 Pagina 20 di 20
Oggetto:	Intervento per il progetto di realizzazione delle "opere di urbanizzazione (PIRUEA n. 34) e di edificazione" nell'area ex Angelo Custode di Rovigo - C.C. Rovigo, Foglio 20, mapp. 808, 190, 648	

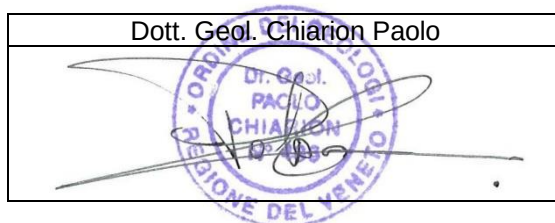
6.2. SCARICO A BOCCA TARATA

Come detto lo scarico delle acque in fognatura avverrà tramite due bocche tarate con portata ammessa allo scarico pari a 1,5 l/s cadauna.

Calcolo apertura bocca tarata		
Portata totale ammessa allo scarico in fognatura	1,5	l/s
μ	0,6	
g	9,81	m/s ²
Tirante	1,00	m
Area tirante	5,64	cm ²
Diametro tirante calcolato	26,81	mm
Diametro scelto onde evitare intasamenti DN	50,00	mm

Onde evitare intasamenti si sceglie un DN commerciale pari a 50 mm (DN 50). Le tubazioni saranno dotate di valvola Clapet.

Rovigo, lì 20/11/2024



7. ALLEGATI

- Planimetria 01/01 – Compatibilità idraulica