

progettazione urbanistica

arch. Luigi Benatti

progettazione impianti meccanici

ing. Massimo Savini

progettazione impianti elettrici

ing. Federico Gasperini

progettazione impianti idraulici

ing. Stefano Melotti

Acustica

ing. Gildo Tomassetti

studio tecnico associato con sede in via Tiarini 20/2b, 40129 Bologna, tel / fax: 051352493 / 051379161, e-mail: teco@studioteco.it

COMUNE DI IMOLA



Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata

Comparto denominato N24A Lasie Selice

PROPRIETA'



Dal 1930, uomini che lavorano.

GRUPPO BASSO S.P.A.

via Feltrina n. 256 - 31100 Treviso

Cod. Fisc. 02477650275

Part. IVA 02275800262

TECO + Partners

RELAZIONE PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

PGRA

Febbraio 2020

data di emissione:

02-2020

disegnato da:

cf

approvato da:

LB

Città Metropolitana di Bologna
Comune di Imola

PUA N24A – “Lasie - Selice”

Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico

Redazione di studio idraulico di dettaglio e relativa documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa

Committente:

GRUPPO BASSO S.P.A.
via Feltrina n. 256 - 31100 Treviso
Cod. Fisc. 02477650275
Part. IVA 02275800262

Data: *Dicembre 2019*

Progettista:

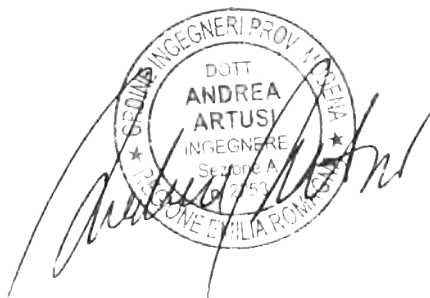
Ing. Andrea Artusi



Via Paganelli, 20 - 41122 Modena
tel. 059/8752988 - fax. 059/4823606

Collaborazione alla progettazione:

Ing. Daniele Paganelli



Sommario

1	Premessa	3
1.1	Contesto normativo	3
1.2	Il reticolo secondario di pianura (Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale)	9
2	Presentazione contesto ambientale stato di fatto e di progetto	11
2.1	Descrizione dell'intervento	11
2.1.1	Il bacino di laminazione di progetto	15
3	Rappresentazione morfologica del territorio in relazione alla rete di drenaggio acque meteoriche di progetto	17
3.1	Il reticolo idraulico secondario di pianura (locale)	19
3.1.1	Criticità	19
3.1.2	Confini naturali e bacinizzazione antropica	20
3.1.3	Descrizioni delle potenziali criticità	20
3.2	Il reticolo principale	20
3.2.1	Criticità	21
4	Verifiche idrauliche	23
4.1	Presentazioni dei risultati e descrizione delle fenomenologie riscontrate	25
5	Riduzione della vulnerabilità degli edifici	27
5.1	Analisi dei possibili effetti della piena	27
5.1.1	Spinta idrostatica Orizzontale	27
5.1.2	Spinta di Galleggiamento	28
5.1.3	Immersione prolungata	28
5.1.4	Spinta idrodinamica	29
5.1.5	Impatto dei detriti	29
5.1.6	Erosione e scalzamento	30
5.2	Strategie di riduzione della vulnerabilità	31
5.2.1	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici	31
5.2.2	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione	31
5.2.3	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi	31
5.2.4	Buona tecnica	31
6	Conclusioni	33

1 Premessa

La presente relazione tecnica ha lo scopo di contestualizzare l'intervento di progetto ovvero il Piano di iniziativa Privata denominato N24A "Lasie Selice" delimitato dalla S.P. n 610 "Selice Montanara" e dalla Via Lasie, nel Comune di Imola(BO), nei confronti del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), con riferimento alle possibili interferenze verso il reticolo secondario di pianura (RSP) presente in loco.

1.1 Contesto normativo

La Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni.

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, deve orientare, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

Le misure del piano si devono concentrare su tre obiettivi principali:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

L' articolazione su più livelli territoriali e la conseguente declinazione delle linee di azione generali in obiettivi locali sempre più precisi e pertinenti è un passaggio importante per organizzare le azioni in ordine di priorità e meglio allocare i finanziamenti sulle azioni più efficaci ed urgenti.

Il piano deve tener conto inoltre della attuale organizzazione del sistema nazionale per la prevenzione, previsione e gestione dei rischi naturali per favorire l'attuazione delle misure e per confermare che le autorità statali, regionali e locali, con le loro azioni congiunte, lavorano insieme per la gestione dei rischi di alluvioni.

II PGRA¹

La Direttiva 2007/60/CE o Direttiva alluvioni in quanto relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni, introduce per gli stati membri l'obbligo di dotarsi di un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e di un Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) per la salvaguardia della vita umana e dei beni esposti e la mitigazione dei danni derivanti dalle alluvioni.

La Direttiva prevede che, l'elaborazione, l'aggiornamento e la revisione del PGRA siano condotti con il più ampio coinvolgimento del pubblico e delle parti interessate, incoraggiandone la partecipazione attiva.

Il D.Lgs. 49/2010 recepisce a livello nazionale la direttiva 2007/60/CE prevedendo la predisposizione del PGRA nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Lo strumento per la valutazione e la gestione del rischio è rappresentato dalle **mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni** (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE).

Le mappe della pericolosità² riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) distinti con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento.



Figura 1: Pericolosità da alluvione complessiva nel distretto padano.

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

¹ "Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni", Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010, I A. Inquadramento generale

² "Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni", Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010, III A. Relazione di Piano

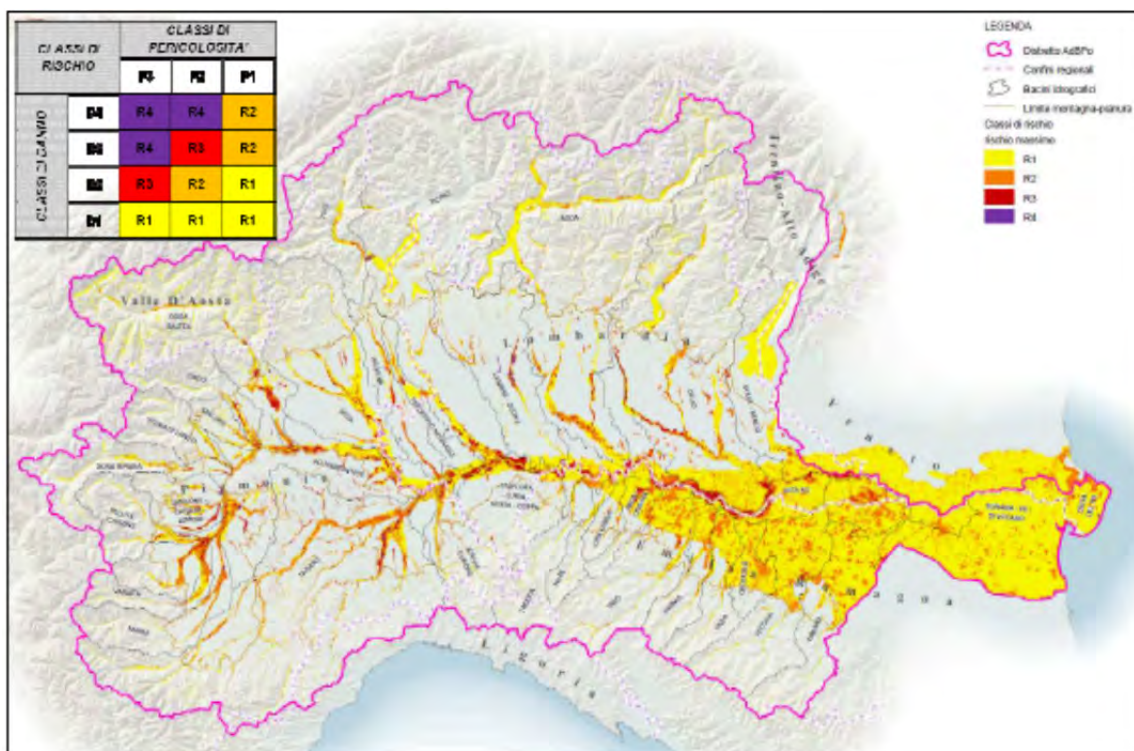


Figura 2: Rischio da alluvione complessiva nel distretto padano.

In particolare la Giunta della Regione Emilia Romagna in data 01 agosto 2016, tramite il DGR 1300/2016 delibera di approvare il documento tecnico "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione) adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n. 5 del 17/12/2015"

Nell'ambito di tale contesto normativo, viene definito al paragrafo 5 il *reticolo secondario di pianura (RSP)* che in tale studio sarà oggetto di indagine nelle modalità descritte nei paragrafi seguenti e per una porzione di territorio ritenuta necessaria per contestualizzare gli interventi in fase di progettazione ed attuazione.

Ambito di riferimento³

Il Reticolo secondario di pianura (RSP) è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio - bassa pianura padana. La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2) previsti dalla Direttiva. Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio. A questa tipologia di aree si aggiungono limitate zone individuate mediante modelli idrologico – idraulici e aree delimitate sulla base del giudizio esperto degli enti gestori in relazione alla incapacità, più volte riscontrata, del reticolo a far fronte ad eventi di precipitazione caratterizzati da tempi di ritorno superiori (in media) a 50 anni (individuato come tempo di ritorno massimo relativo allo scenario P3). Stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici, ha carattere indicativo e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2. Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e

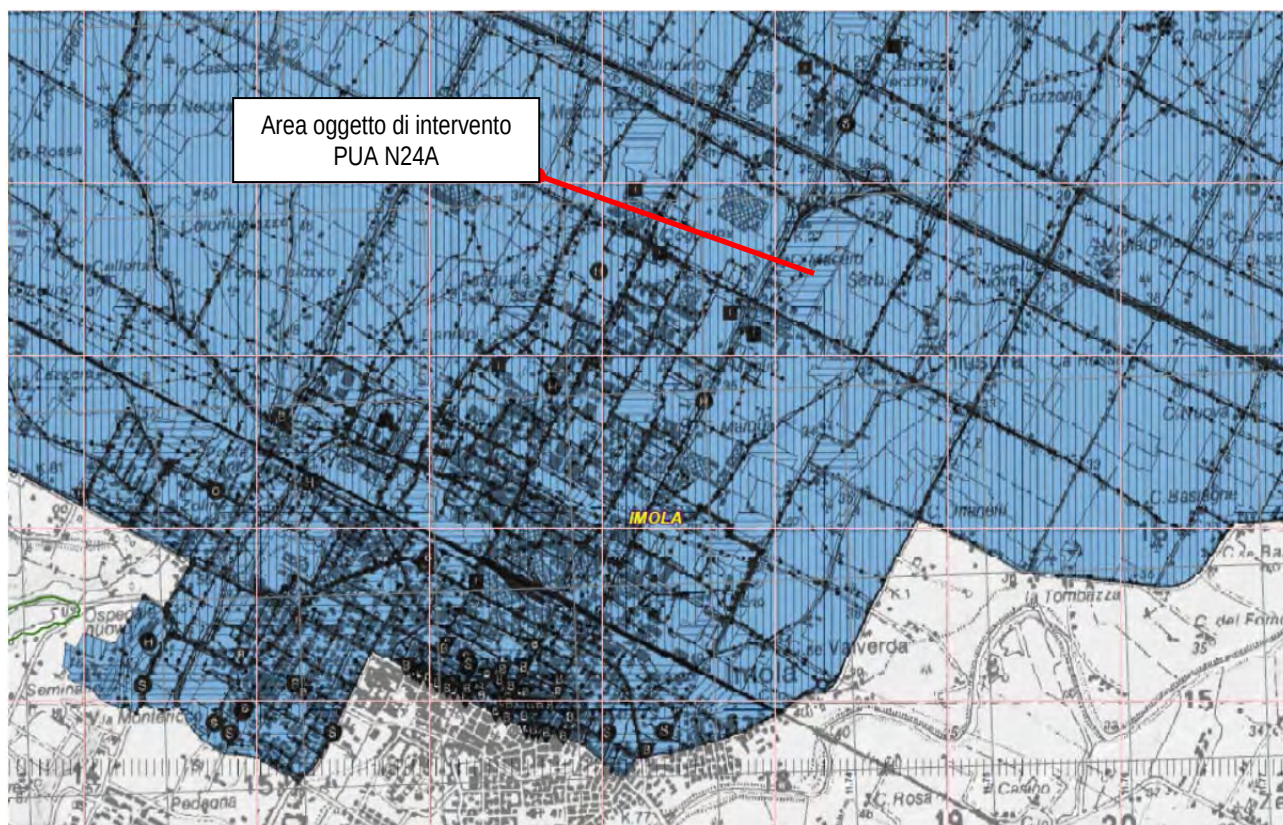
³ DGR 1300/2016 del 01 agosto 2016 - Giunta della Regione Emilia Romagna – Codice Documento GPG/2016/1405 – Paragrafo 5.

Disposizioni specifiche

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2 nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.*



6

Scenari di Pericolosità

- P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

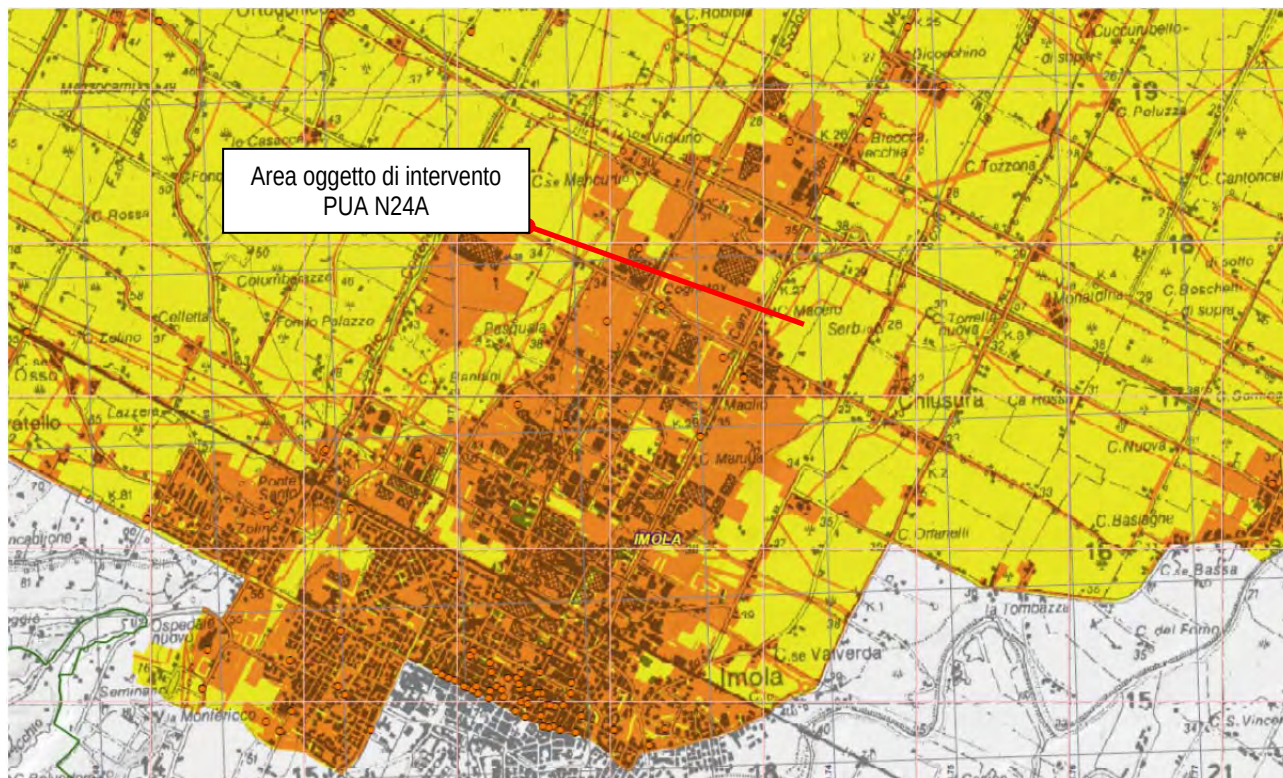


Figura 4– Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura. 239NO-Imola.

Classi di Rischio

	puntuali	lineari	areali
R1 (rischio moderato o nullo)	●	~	
R2 (rischio medio)	●	~	
R3 (rischio elevato)	●	~	
R4 (rischio molto elevato)	●	~	

L'autorità di Bacino del Fiume Po, mediante il Piano di Gestione del rischio Alluvioni del bacino Po (PGRA), individua pertanto l'area oggetto di intervento per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura come area a Pericolosità P2-M Alluvioni poco frequenti e relativa classe di rischio R2 – Rischio medio.

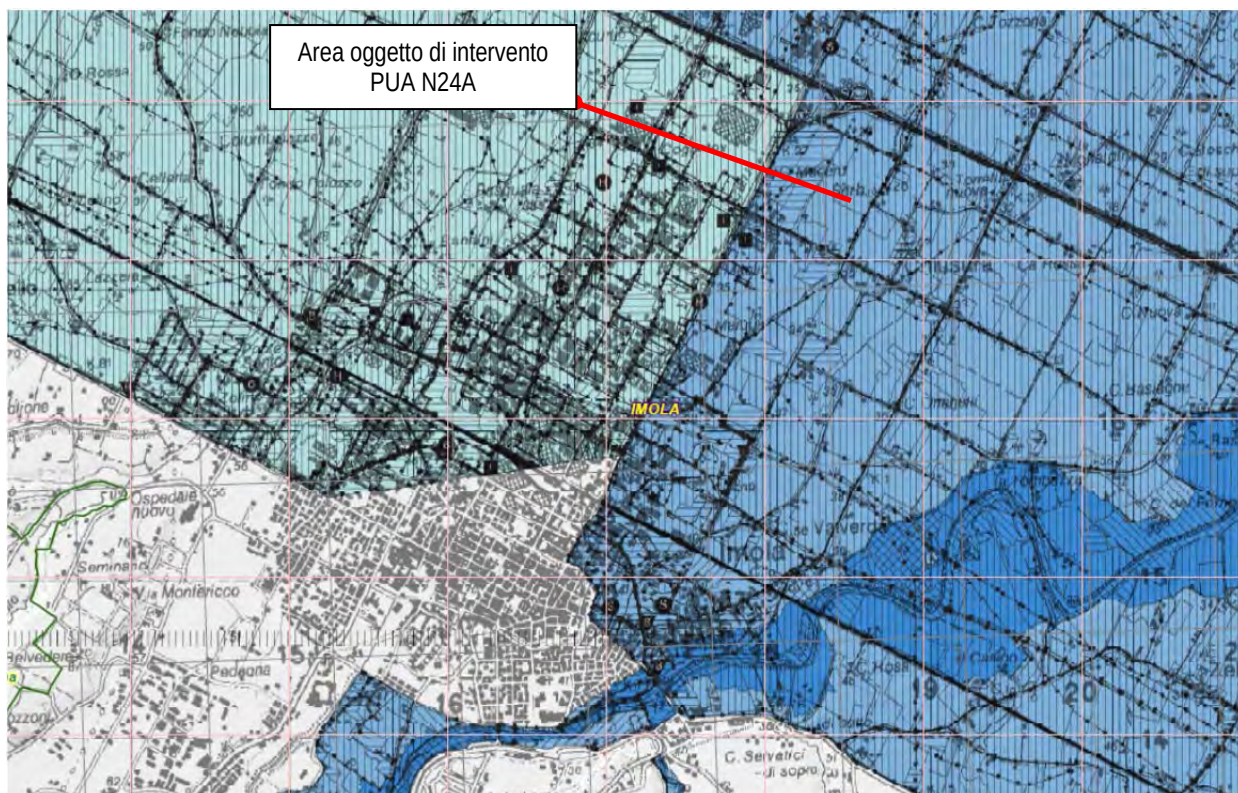


Figura 5: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario. 239NO-Imola.

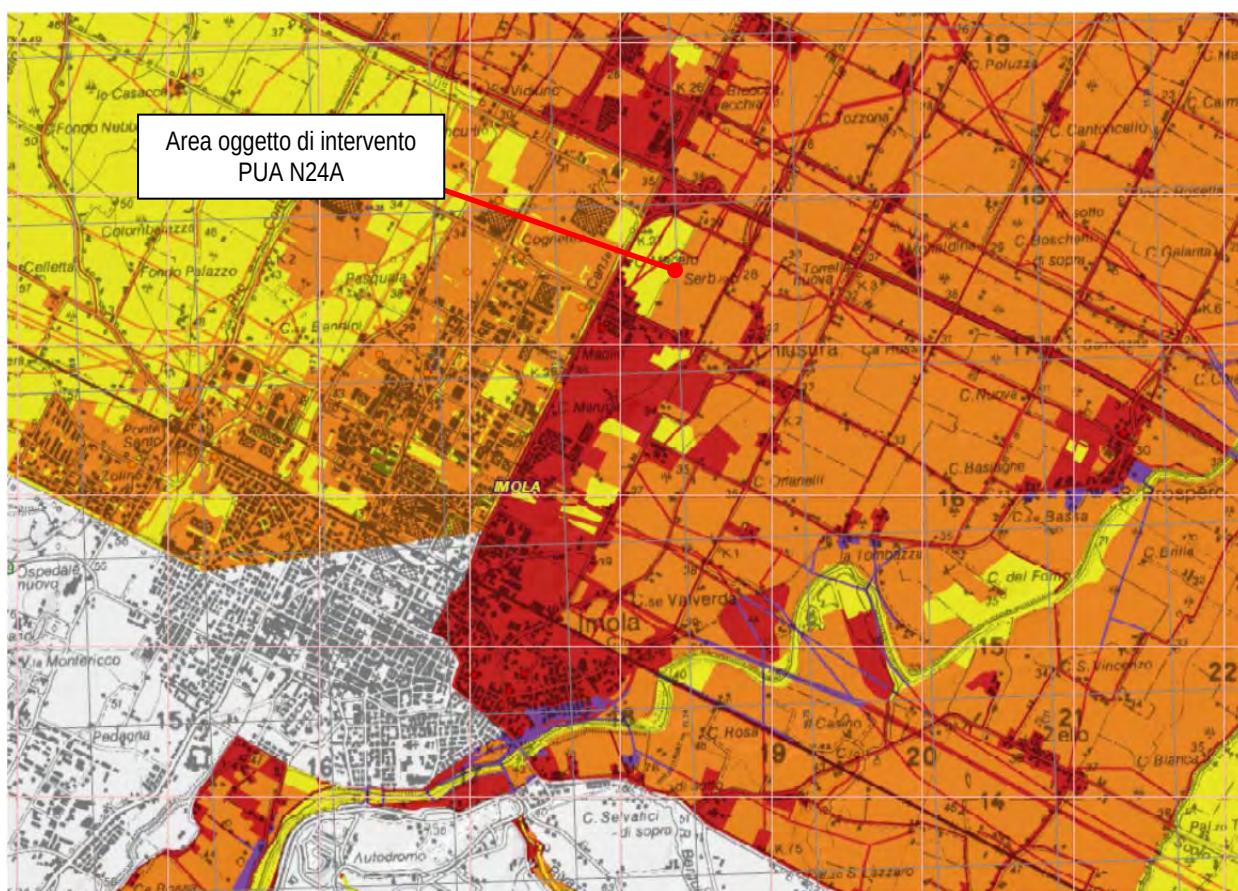


Figura 6: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario. 239NO-Imola

Con riferimento alle scale cromatiche di legenda sopra riportate, l'autorità di Bacino del Fiume Po, mediante il Piano di Gestione del rischio Alluvioni del bacino Po (PGRA), individua pertanto l'area oggetto di intervento per quanto riguarda il reticolo naturale principale e secondario come area a Pericolosità P2-M Alluvioni poco frequenti e relativa classe di rischio R1 Rischio basso ed R2 – Rischio medio a seconda delle aree specifiche di comparto. Si osserva inoltre che alcune aree costituite essenzialmente da fossi di scolo che attraversano l'appezzamento oggi agricolo sono caratterizzate come a rischio R3 – Elevato, in virtù delle depressioni che creano con riferimento al piano medio del terreno.

1.2 Il reticolo secondario di pianura (Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale)

L'area interessata dallo studio ricade nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il comprensorio del Consorzio di bonifica della Romagna Occidentale si estende per circa 200.000 ettari tra il Sillaro ad ovest, il Lamone a est, il Reno a nord e lo spartiacque del bacino idrografico a sud. Esso ricade nel territorio di cinque province - Ravenna (prevalente), Bologna, Forlì-Cesena, Ferrara, Firenze - e di 35 Comuni. E' articolato in due distretti: **distretto di pianura** e **distretto montano**.

L'ambito di pianura del comprensorio consortile si estende per circa 76.000 ettari dalla via Emilia al Reno, tra il Sillaro ed il Lamone. E' articolato in quattro comparti idraulici: **Zaniolo-Buonacquisto**, **Canal Vela**, **Fosso Vecchio** e **Savarna-Sant'Alberto-Mandriole**. Esso coincide con la vasta area in cui il sistema di scolo delle acque meteoriche è costituito esclusivamente da opere artificiali di bonifica in gestione al Consorzio, data la condizione pensile, rispetto al piano campagna, dei corsi d'acqua naturali che l'attraversano. Coincide anche con il bacino idrografico del collettore generale della rete scolante consorziale, denominato **Canale di bonifica in destra di Reno**.

L'ambito montano del comprensorio consortile si estende per circa 124.000 ettari di cui circa 75.000 ha nel territorio della Regione Emilia- Romagna e circa 49.000 ha nel territorio della Regione Toscana. Esso coincide con la parte di comprensorio in cui lo scolo delle acque avviene tramite la rete idrografica naturale. Comprende, da ovest verso est, le **vallate del Santerno**, del **Senio**, del **Lamone** e del **Marzeno**. Il confine nord del distretto corrisponde, in massima parte, alla linea via Emilia, mentre il confine sud è rappresentato dal crinale appenninico tosco-romagnolo.



Figura 7: Area gestita dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale

2 Presentazione contesto ambientale stato di fatto e di progetto

Nei seguenti paragrafi viene presentato l'intervento oggetto di studio in termini di geometria, caratteristiche costruttive e destinazioni d'uso ma soprattutto verranno approfonditi i legami che esso presenta nei confronti del contesto ambientale naturale ed antropico circostante.

2.1 Descrizione dell'intervento

L'area di studio soggetta alla realizzazione del intervento urbanistico è ubicata immediatamente a Nord Ovest dell'agglomerato urbano della città di Imola, facente parte della città Metropolitana di Bologna. Si tratta del Piano Urbanistico Attuativo di iniziativa privata denominato N24A "Lasie Selice"



Figura 8: Inquadramento aereo generale dell'area oggetto di intervento.

L'intervento in particolare ricade all'interno di un perimetro delimitante un'area di circa 18 ha che racchiude l'ambito N24A (circa 9.6 ha), nella porzione di terreno più a Sud ed oggetto della presente trattazione specifica, oltre all'ambito AN2.7 (circa 8.4 ha) nella porzione di terreno più a Nord, non oggetto della presente relazione tecnica, seppur tenuto in stretta considerazione nell'analisi del territorio e delle relative trasformazioni future.

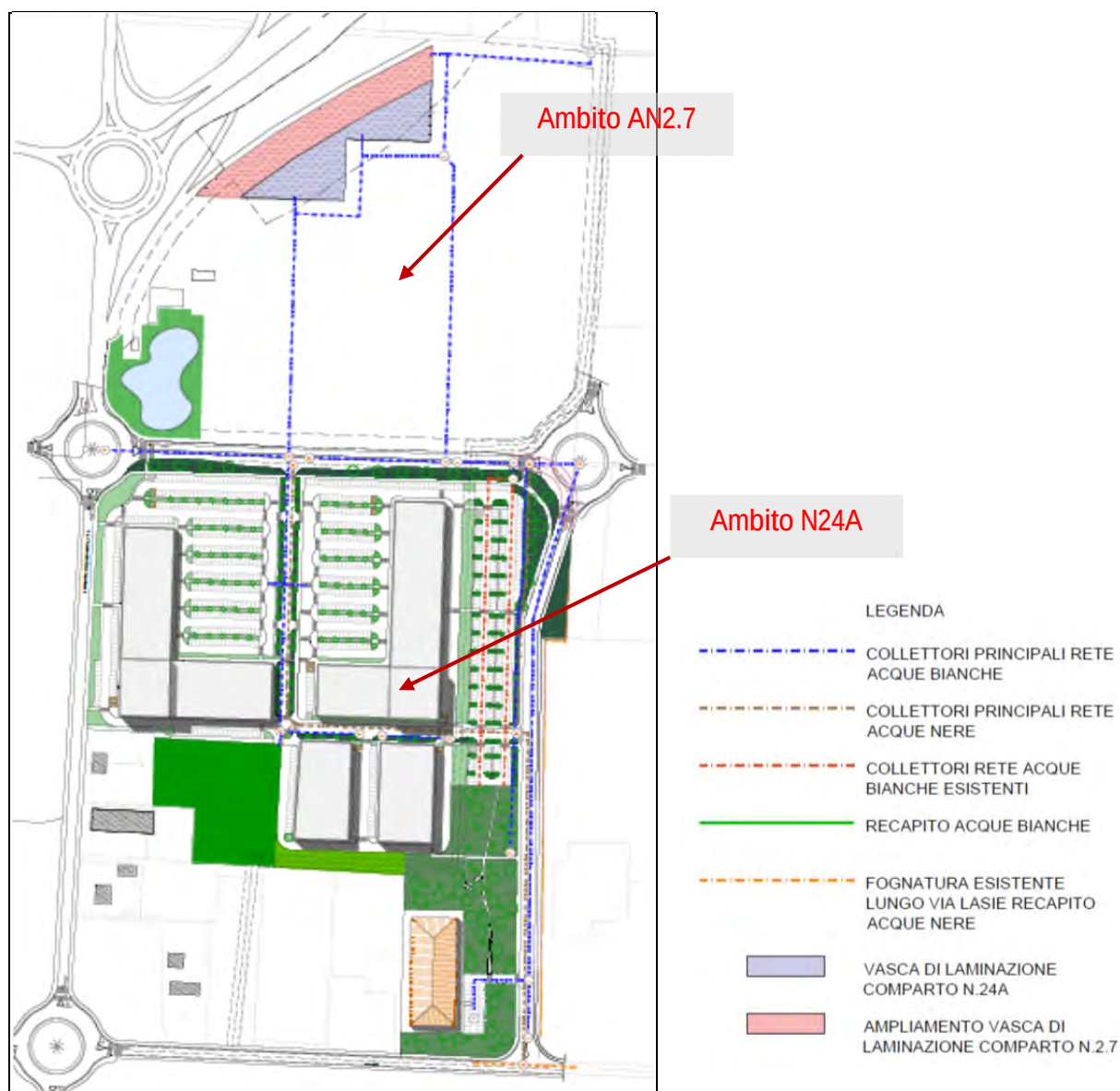


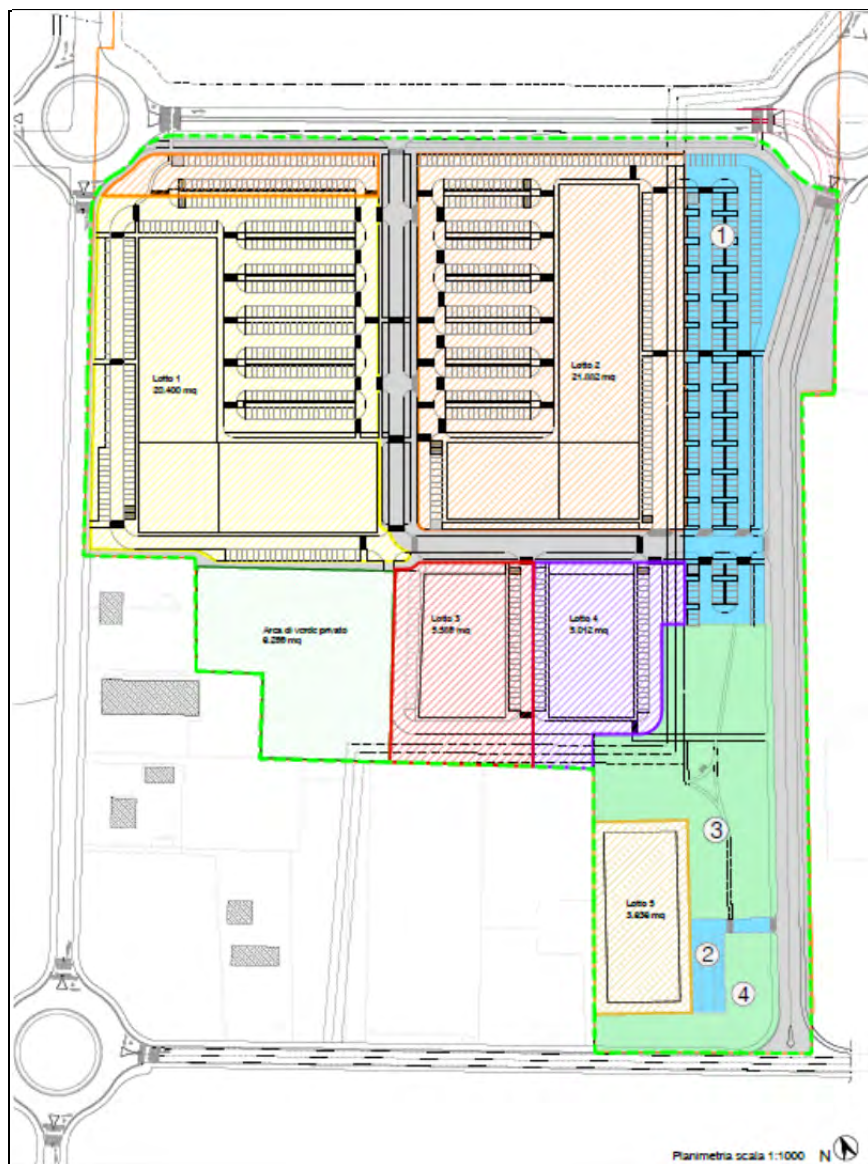
Figura 9: Planimetria generale di inquadramento dei comparto N24A e AN2.7.

Il territorio nel suo complesso è racchiuso tra le Vie Lasie a Sud, S.P. 610 ad Ovest, Via della Fossetta ad Est e Via Bussolo a Nord. Ad una scala maggiore è ubicato a Sud Ovest rispetto al casello autostradale di Imola e della autostrada A14.



Figura 10: Inquadramento aereo dell'area oggetto di intervento.

Come si evince dalla planimetria di progetto riportata in seguito, l'Ambito N24A è caratterizzato dalla presenza di lotti destinati ad attività terziarie, commerciali e di servizio, da lotti di carattere produttivo e assimilabili, da attività complementari alla residenza e da aree di carattere residenziale.



LEGENDA	
	Perimetro del comparto denominato N.24A ST = 96.981 mq
	Aree di U1 da cedere al Comune
	Parcheggi pubblici da cedere al Comune
	Verde pubblico U1 da cedere al Comune
	Aree di verde privato inedificabili interne ai lotti
	Lotto 1 - utilizzazioni terziarie commerciali e di servizio (vedi NTA) P da RUE = 110 P da progetto = 330
	Lotto 2 - utilizzazioni terziarie commerciali e di servizio (vedi NTA) P da RUE = 313 P da progetto = 358
	Lotto 3 - servizi complementari alla residenza (vedi NTA) P da RUE = 52 P da progetto = 52
	Lotto 4 - utilizzazioni produttive e assimilabili (vedi NTA) P da RUE = 29 P da progetto = 29
	Lotto 5 - utilizzazione residenziale (vedi NTA) P da RUE = 2 PA ogni UI P da progetto = autorimessa

Figura 11: Planimetria di progetto – destinazioni urbanistiche PUA N24A.

E' disponibile il progetto preliminare del Sistema di drenaggio urbano e di allontanamento delle acque reflue a servizio del comparto di futura urbanizzazione costituito dai due ambiti definiti ASP_AN2.7 e ASP_N24A.

Nel complesso l'intervento si riferisce ad un comparto di estensione complessiva di circa 180.400 mq comprendente anche le nuove strade pubbliche da realizzare.

Visti i tempi diversi di attuazione dei due comparti e considerato che la direzione naturale del deflusso del territorio risulta verso Nord, il progetto complessivo prevede una suddivisione in due fasi realizzative consecutive e complementari.

In particolare, in virtù della naturale pendenza del terreno degradante in direzione Nord, e considerato che il comparto N24A si trova idraulicamente a monte rispetto al comparto AN2.7, nella prima fase saranno realizzate la totalità delle reti acque meteoriche e reflue interne al perimetro N24A. Contestualmente saranno realizzate le dorsali principali della rete acque meteoriche afferenti all'invaso di laminazione a cielo aperto, nonché l'aliquota strettamente necessaria di quest'ultimo.

La seconda fase (comparto AN2.7) prevede il completamento delle reti di drenaggio acque meteoriche mancanti, ampliamento della superficie della vasca e dunque del volume di invasore caratteristico e delle restanti reti di acque nere.

I rilievi effettuati hanno permesso di valutare che l'area oggetto dell'intervento allo stato attuale, per quanto attiene al deflusso delle acque meteoriche, risulta tributaria della "Fossa Maestà". Infatti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche dell'intero comparto vede come recapito un fossato privato opportunamente risagomato, e recapitante a sua volta nello Scolo Consorziale "Fossa influente nel Maestà"

2.1.1 Il bacino di laminazione di progetto

Il dimensionamento del bacino di laminazione è eseguito in conformità delle disposizioni contenute nel Piano Stralcio per il Bacino del Fiume Reno e delle ulteriori limitazioni imposte dal competente Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Più in particolare, la progettazione considera le curve di possibilità pluviometrica del tipo:

$$h(t, TR) = a \cdot T^n$$

i cui parametri idrologici per tempo di ritorno fissato in 25 anni risultano essere $a=45.29$ mm/ora e $n=0.3129$, ed inoltre adotta la procedura riportata all'allegato numero 6 della relazione tecnica - Rischio Idraulico del Piano di Bacino della regione Emilia- Romagna. Tale metodo afferma che la dimensione del volume minimo di invasore da predisporre in aree sottoposte ad una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che $I+P=100\%$) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^0 \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{1/(1-n)} - 15I - w^0 P$$

dove:

n vale 0.48

w^0 vale 50 m3/ha

ϕ è il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

ϕ^0 è il coefficiente di deflusso prima della trasformazione

I è la quota dell'area di progetto interessata dalla trasformazione

P è la quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione

ANTE OPERAM

Descrizione	Superficie [m ²]	Impermeabile [m ²]	Permeabile [m ²]
Prima	180.400,00	0,00	180.400,00
Totale	180.400,00	0,00	180.400,00

DOPO LA TRASFORMAZIONE

Descrizione	Superficie [m ²]	Impermeabile [m ²]	Permeabile [m ²]
Dopo	180.400,00	157.400,00	23.000,00
Totale	180.400,00	157.400,00	23.000,00

Tabella 1: Caratteristiche dimensionali del bacini idrologico di comparto oggetto di trasformazione.

Dunque, nota la superficie alterata di progetto di 180.400,00 mq, si ottiene il volume w pari a 722,785 mc/ha.

Il progetto inoltre considera che la rete fognaria studiata può invasare 3.290,127 m³ e considera una aliquota dell'80% di tale valore a scomputo della vasca (2.632,102 m³) ottenendo il volume minimo da assegnare alla vasca pari a 10.406,936 mc.

Il bacino di laminazione verrà realizzato attraverso la costruzione di una depressione in un'area verde collocate in fregio al Vicolo Bussolo nelle vicinanze del casello autostradale. La vasca avrà una estensione di circa 7.010 mq ed una profondità media di 1,50 m; sarà posta in diretta comunicazione con la rete di acque bianche in più punti in modo da potere garantire il miglior funzionamento possibile sia in fase di carico, sia in fase di svuotamento.

Alla luce di tali considerazioni l'invaso di laminazione presenterà una quota del ciglio pari a circa +28.15 m s.l.m. ed una quota di fondo pari a +26.65 m s.l.m. Considerata la quota di scorrimento della "Fossa Maestà" alla sezione di recapito terminale pari a +26.11 m s.l.m. , il deflusso a gravità e dell'intera rete di drenaggio e lo svuotamento integrale dell'invaso di laminazione risulta sempre garantito senza il ricorso a dispositivi di sollevamento elettromeccanici.

Fissata la portata massima scaricabile pari a 245,10 [l/s] note le condizioni ante operam e considerando che Tale portata, risulta inferiore a quella limite indicata dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale in $Q_{max} = 18,04 \times 15 = 270,60$ l/s, essa verrà assicurata attraverso la realizzazione di un'opera di sbocco costituita da una collettore emissario del diametro di 400 mm in PVC.

Per maggiori dettagli ed approfondimenti tecnici si rimanda alla relazione tecnica relativa alla progettazione delle reti di drenaggio acque meteoriche dell'intero comparto.

3 Rappresentazione morfologica del territorio in relazione alla rete di drenaggio acque meteoriche di progetto

Con riferimento alla relazione tecnica descrittiva del progetto reti di drenaggio acque meteoriche dell'intera area (N24A + AN2.7) di cui si è riportato lo schema in figura 9, il recapito ultimo delle acque di pioggia è nella Fossa influente nel Maestà in corrispondenza dell'incrocio tra Vicolo Bussolo e Via della Fossetta. Tale asta idraulica vede una quota del ciglio destro pari a circa +28.25 m s.l.m., una quota del fondo pari a +26.10 m s.l.m. ed una quota del ciglio sinistro pari a +27.50 m s.l.m..



Figura 12: Sezione di recapito terminale in Fossa Maestà. Direzione N.

In corrispondenza della bocca tarata di regolazione delle portate uscenti, ovvero in fregio alla via Vicolo Bussolo, lato Sud, si ha allo stato attuale una quota del ciglio stradale sud pari a circa +28.28 m s.l.m. da rapportare ad una quota media del piano campagna a Sud della detta viabilità pari a +28.25 m s.l.m.



Figura 13: Vicolo Bussolo - Sezione in corrispondenza dello sbocco della rete a cielo aperto, a valle della vasca di laminazione. Direzione E.

L'area delimitata dall'ambito N24A, in corrispondenza dell'accesso Sud dalla Via Lasie, presenta una quota altimetrica pari a circa +30.30 m s.l.m..



Figura 14: Via Lasie – Accesso all'area PUA N24A

Ciò porta a definire una pendenza media del terreno degradante in direzione Nord di 2 m su 700 m circa, pari allo 0.28% (2.8 per mille).

I rilievi planoaltimetrici eseguiti nell'intera area del comparto comprendente sia il comparto N24A sia il comparto AN2.7 confermano l'omogeneo degradare delle quote altimetriche in direzione Nord-NordEst ma al contempo evidenziano un potenziale avvallamento nell'area rurale in prossimità del recapito della rete di progetto nella Fossetta influente nel Maestà.

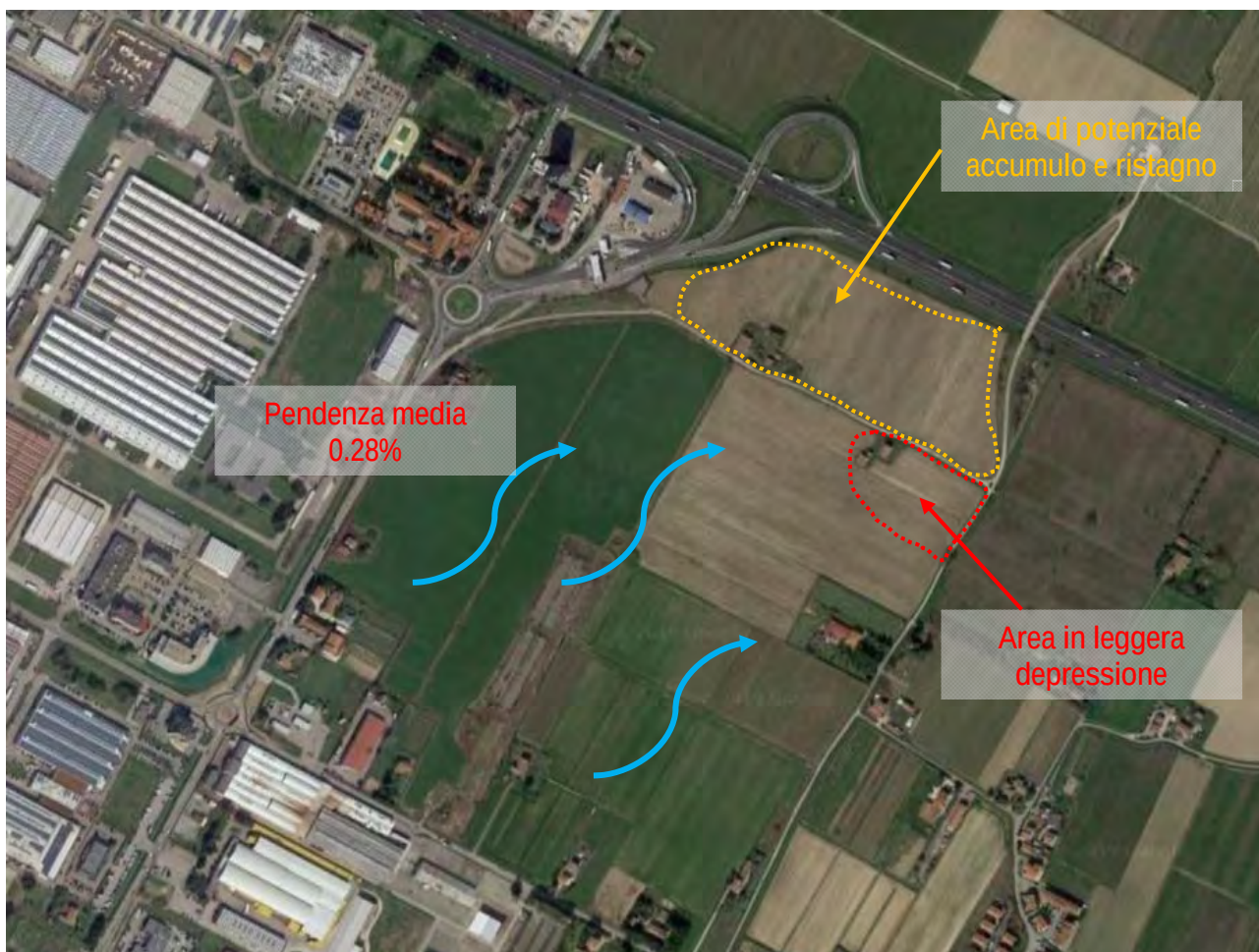


Figura 15: Inquadramento piano altimetrico dell'area oggetto di intervento

Si precisa che la descrizione dell'andamento piano altimetrico dell'area oggetto di studio è effettuata rispetto a punti notevoli del territorio quali ad esempio strade esistenti oltre a cigli e scorrimenti di fossi esistenti non soggetti a modificazioni nella fase di realizzazione del comparto N24A.

Va però osservato che le quote medie del piano campagna all'interno del perimetro del PUA N24A saranno, in fase di progettazione di dettaglio e realizzazione delle opere, innalzate più o meno omogeneamente di circa 40 cm rispetto all'altimetria ante operam per quel che riguarda il piano stradale medio di progetto e di circa 50 cm per quel che concerne il piano medio di imposta dei fabbricati. L'andamento naturalmente degradante in direzione Nord sarà comunque sempre mantenuto.

3.1 Il reticolo idraulico secondario di pianura (locale)

Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura circostante all'area d'intervento, viene rilevata la presenza della "Fossa influente nel Maestà", di competenza del consorzio di Bonifica Romagna Occidentale, ubicata circa a 350 metri ad Est rispetto al perimetro del PUA e defluente in direzione Nord.

Tale fossetta, ad una distanza di circa 150 metri a valle del punto di immissione delle acque di comparto di progetto, sottopassa il rilevato autostradale dell'A14.

3.1.1 Criticità

L'ente gestore della Fossetta Maestà non segnala particolari condizioni di criticità a carico dell'asta idraulica. Si segnala comunque che i rilievi planoaltimetrici eseguiti mettono in evidenza una quota del ciglio sinistro mediamente inferiore di circa 40/50 cm rispetto al ciglio destro.

Pertanto, eventuali fenomeni di esondazione possono propagarsi in direzione est, ovvero verso il comparto in oggetto e creare locali ristagni di acqua nelle aree indicate in figura 15.

3.1.2 Confini naturali e bacinizzazione antropica

Viste le considerazioni esplicitate in merito al reticolo secondario di pianura limitrofo all'area di intervento e quanto presentato riguardo all'inquadramento territoriale ed orografico, si ritiene opportuno considerare nelle successive trattazioni la porzione di territorio delimitata a Nord dal rilevato autostradale dell'A14.

Ad Ovest il limite di indagine è costituito da Via della Fossetta, parallela alla Fossetta influente nel Maestà, ovvero il recapito naturale delle acque di comparto. Ad Est l'area di indagine è delimitata dalla S.P. 610, a Sud da Via Lasie, mentre in direzione Nord si limita l'analisi del territorio in corrispondenza dell'autostrada A14.

3.1.3 Descrizioni delle potenziali criticità

In base a quanto appena descritto in merito al contesto morfologico nel quale si inserisce il PUA N24A in oggetto, è dunque possibile avanzare ipotesi riguardanti le possibili criticità idrauliche che possono emergere localmente in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi e diffusi che possono generare fenomeni di crisi del reticolo secondario di pianura. Si riportano in seguito tali scenari:

- Crisi diffusa del reticolo secondario locale

Tale scenario risulta rappresentativo di un fenomeno di precipitazione particolarmente diffusa arealmente nell'ambito dell'intero bacino del Po e di durata pari a diversi giorni come ad esempio si è verificato con l'evento del maggio '96. Una criticità di questo tipo nasce dal raggiungimento delle massime capacità idrauliche delle aste idrauliche costituenti il reticolo secondario di pianura che, innalzando i relativi livelli di tirante idrico, non consentono più il deflusso delle acque dalle campagne.

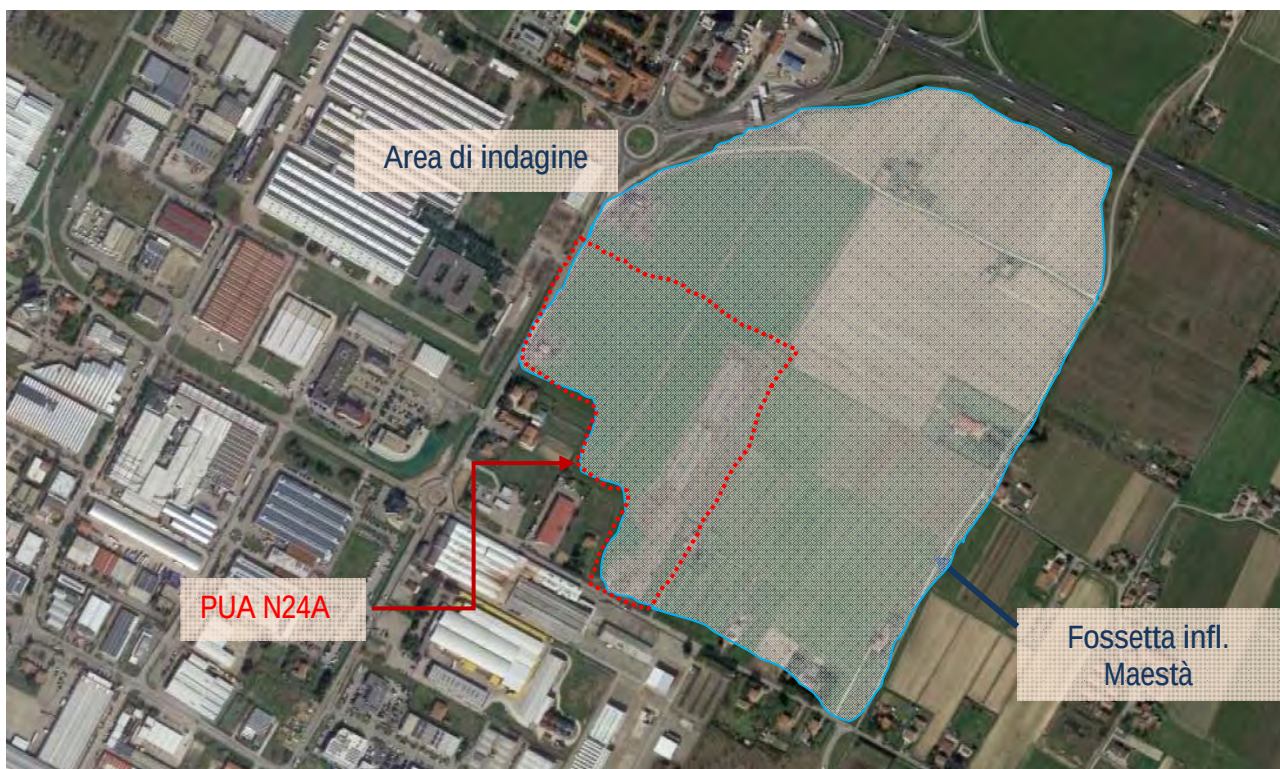


Figura 16 : Inquadramento delle criticità idrauliche

3.2 Il reticolo principale

Per ciò che riguarda il reticolo idrografico principale si segnala la presenza del Fiume Santerno che nasce nell'Appennino imolese e confluisce nel Reno, con un bacino idrografico che nel solo tratto appenninico (dalla

sorgente a Imola, delimitato al ponte sulla Via Emilia) è di 423 km², e che comprendendo il tratto di pianura supera i 700 km².

Nel punto più vicino rispetto al comparto in oggetto il Santerno è ubicato ad una distanza pari a circa 2 km in direzione Sud Est.



Figura 17: Inquadramento territoriale del Fiume Santerno

Nella distanza che separa Il Fiume Santerno e più in particolare ove l'ansa del tracciato inverte la direzione di deflusso, il territorio degrada altimetricamente in maniera omogenea in direzione Nord da una quota pari a circa +34.00 m s.l.m. ad una quota pari a circa 27.20 m s.l.m. nei pressi del recapito nella Fossa Maestà della rete di drenaggio di comparto.

3.2.1 Criticità

Nella porzione di territorio compresa tra l'ansa dell'alveo del Fiume Santerno ed il comparto in oggetto, non si riscontra la presenza di particolari rilevati o geometrie del terreno che possano deviare sostanzialmente una eventuale esondazione del fiume in sinistra idraulica.

La S.P. 54 Via Provinciale Lugheze costituisce un elemento lineare che, in virtù della sua conformazione piano altimetrica, non costituisce un vero e proprio ostacolo al deflusso delle acque se non per battenti idraulici dell'ordine di 20/30 centimetri.

Pertanto alla luce di queste considerazioni eventuali fenomeni di allagamento dovuti a crisi del reticolo principale troverebbero come direzione principale di deflusso la direzione Nord fino al raggiungimento del rilevato autostradale della A14 con potenziale interferenza verso le aree a quota inferiore nei pressi del recapito nella Fossa Maestà della rete di drenaggio di comparto oggetto di studio.

Data la conformazione piano altimetrica del territorio degli ambiti N24A e AN2.7 degradante in direzione Nord con pendenza pari a circa 0.28% (2.8 per mille), all'interno del perimetro del PUA N24A non si attendono fenomeni di allagamento in ragione della differenza di quota tra la quota del piano stradale di comparto e le

aree a quota inferiore nei pressi del recapito nella Fossa Maestà e del rilevato autostradale (cfr. Fig. 15 aree delimitate in giallo e rosso).



Figura 18: Sp54 angolo Via Lasie – Via Basiaghe

Ulteriori considerazioni ed approfondimenti sono rimandati a eventuali studi idraulici di dettaglio relativi all'ambito AN2.7, ove si rende necessario il supporto di una modellazione idraulica bidimensionale.

4 Verifiche idrauliche

Occorre a questo punto definire le sollecitazioni idrauliche da attribuire al territorio oggetto di analisi derivanti dalle potenziali criticità locali già descritte nei paragrafi precedenti. Pertanto, dopo aver analizzato in modo scrupoloso il contesto in cui si trova l'area PUA N24A ed in particolare:

- vista la morfologia del terreno in cui verrà ubicato l'intervento in oggetto;
- analizzato lo stato della rete dei canali e dei fossi costituenti il reticolo secondario di pianura;
- visto l'andamento piano altimetrico e dunque il normale deflusso delle acque;
- considerati gli elementi di natura antropica che possono costituire sottobacini o aree di accumulo;
- considerato il grado di impermeabilizzazione di territorio;
- visto lo schema complessivo della rete di drenaggio esistente;
- recepito il progetto delle reti di drenaggio acque meteoriche del lotto in oggetto;

si ritiene di perseguire un approccio metodologico volto alla definizione delle portate meteoriche che possono interferire con il lotto oggetto di intervento tramite il metodo razionale, descritto dalla seguente relazione:

$$Q = \phi i A$$

Dove:

Q = portata meteorica generata dal bacino idrologico;

ϕ = coefficiente di afflusso;

i =intensità di pioggia;

A = area del bacino idrologico afferente sottesa dalla rete ed in particolare dalla vasca di laminazione.

Da cui è possibile ricavare un volume complessivo di acqua meteorica afferente alla rete di drenaggio di comparto:

$$Vol = QT$$

Dove:

T = durata dell'evento critico

Si individua pertanto un sottobacino idrologico di superficie pari a circa 180'040 mq costituito essenzialmente della superficie dei lotti di ambito N24A e AN2.7 direttamente afferenti alla rete acque meteoriche di recapito, cautelativamente assunta di tipo impermeabile pavimentata alla quale è possibile attribuire un coefficiente di afflusso complessivo pari a 0.9.

Inoltre, per ciò che riguarda gli aspetti idrologici, l'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata condotta sul territorio della Provincia di Bologna secondo le linee guida dell'autorità di bacino del Fiume Reno ha portato all'individuazione dei seguenti valori dei parametri della curva di possibilità climatica validi per il territorio oggetto di interesse, il Comune di Imola:

Tempo Ritorno	a	n
[anni]	(mm/h)	-
2	23.1	0.3018
30	46.8	0.2589
50	51.4	0.2528
100	57.8	0.2451
200	64.4	0.2377

Tabella 2 – Parametri della curva di possibilità climatica indicata dalle linee guida dell'autorità del Fiume Reno valide nel

Comune di Imola

Viste le caratteristiche geometriche del bacino idrologico si sceglie di far riferimento ad un evento di durata pari a 3 ore avente tempo di ritorno pari a 100 anni.

Sotto tali ipotesi il metodo razionale fornisce un valore di portata alla sezione di chiusura del bacino (recapito al fosso stradale di Vicolo Bussolo da risagomare) pari a:

$$Q = \phi i A = 1.13 \text{ mc/sec}$$

Da cui:

$$Vol = 12'259 \text{ mc}$$

Tale volume risulta contenuto nei volumi di laminazione di progetto quantificabile come già evidenziato nei paragrafi precedenti in complessivi 13'038 mc di cui 2'632 mc all'interno della rete e 10'406 nell'invaso a cielo aperto, dimensionati secondo un rapporto pari a circa 720 mc/ha.

4.1 Presentazioni dei risultati e descrizione delle fenomenologie riscontrate

Occorre tenere presente che le portate caratteristiche di progetto con le quali si è eseguito lo studio idraulico sono riferibili ad eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 100 anni. Inoltre, le condizioni al contorno adottate vedono di fatto la totale incapacità dell'area oggetto di studio di scaricare tali portate verso il reticolo secondario di pianura ed i territori limitrofi. In definitiva, la rete in progetto per il drenaggio acque meteoriche del comparto PUA N24A "Lasie-Selice" che, come descritto in precedenza, risulta complementare a quella a servizio del comparto AN2.7 idraulicamente a valle e di futura realizzazione, dispone di un volume funzionale alla laminazione idraulica dei picchi di piena corrispondente a regime a circa 13'038 mc che se rapportati ai 180'040 mq dell'intero sottobacino afferente corrispondono ad un valore di circa 722 mc/ha.

Sotto tali condizioni, il volume di circa 12'300 mc generato da una precipitazione di lunga durata (3 ore) avente tempo di ritorno secolare che interessa l'intero comparto sotteso alla bocca tarata di regolazione delle portate uscenti può essere interamente contenuto all'interno della rete di drenaggio.

Anche in condizioni estreme di totale incapacità della "Fossa Maestà" di ricevere ulteriori apporti meteorici, in quanto già al pieno delle proprie capacità idrauliche, non si attendono fenomeni di allagamento generate dal comparto in oggetto.

Data la conformazione piano altimetrica del territorio degradante in direzione Nord con pendenza pari a circa 0.28% (2.8 per mille), è possibile affermare che all'interno del perimetro del PUA N24A, non si attendono fenomeni di allagamento in ragione della differenza di quota tra il recapito a cielo aperto della rete di drenaggio e la quota del piano stradale di comparto compresa tra 0.75 m al lembo Nord del perimetro e 1.80 m al lembo Sud in prossimità della Via Lasie.

La sicurezza idraulica nei confronti del territorio circostante è incrementata dal fatto che le quote medie del piano campagna all'interno del perimetro del PUA N24A saranno, in fase di progettazione di dettaglio e realizzazione delle opere, innalzate più o meno omogeneamente di circa 40 cm rispetto all'altimetria ante operam per quel che riguarda il piano stradale medio di progetto e di circa 50 cm per quel che concerne il piano medio di imposta dei fabbricati, senza alterare l'andamento naturalmente degradante in direzione Nord sarà comunque sempre mantenuto.

Considerata la quota di imposta media dell'area PUA N24A "Lasie Selice", unitamente alla conformazione del territorio adiacente ed a tutti gli elementi progettuali connessi, nonché degli elementi antropici di progetto, non si attendono allagamenti tali da costituire interferenza provocati dal reticolo secondario di pianura nei confronti sia di un fenomeno di precipitazione di breve durata sia di lunga durata,

Pertanto, il reticolo secondario di pianura (RSP) presente nell'area oggetto di studio non costituisce fonte di criticità nei confronti di persone o cose e non limita in alcun modo la fruizione dell'area PUA N24A "Lasie Selice" e delle relative infrastrutture.

Parallelamente è possibile affermare che l'inserimento delle opere in oggetto non determina un aggravio degli scenari di pericolosità e di rischio idraulico caratteristici del contesto territoriale esaminato.

Relativamente allo scenario rischio alluvioni derivante da reticolo principale (RP) qui costituito dal Fiume Santerno, l'orografia del territorio pone l'area del PUA N24A Lasie Selice ad una quota altimetricamente minore e potenzialmente interessata da eventuali allagamenti dovuti ad esondazione in sinistra idraulica, nelle sezioni ove queste mostrano una marcata curvatura. Inoltre, come accennato nei precedenti paragrafi non si riscontra la presenza di particolari rilevati o forme del terreno che possano deviare il flusso delle acque fino al raggiungimento del rilevato autostradale della A14 con potenziale interferenza verso le aree a quota inferiore nei pressi del recapito nella Fossa Maestà della rete di drenaggio di comparto oggetto di studio.

Anche in questo caso, data la conformazione piano altimetrica del territorio degli ambiti N24A e AN2.7 degradante in direzione Nord, all'interno del perimetro del PUA N24A non si attendono fenomeni di

allagamento e ristagno in ragione della differenza di quota tra la quota del piano stradale di comparto e le aree a quota inferiore nei pressi del recapito nella Fossa Maestà e del rilevato autostradale. Ulteriori considerazioni ed approfondimenti sono rimandati a eventuali studi idraulici di dettaglio relativi all'ambito AN2.7, ove si rende necessario il supporto di una modellazione idraulica bidimensionale.

5 Riduzione della vulnerabilità degli edifici

Affrontare il tema della riduzione della vulnerabilità delle strutture realizzate in aree sondabili impone la definizione di alcuni concetti base di carattere generale che riguardano il rischio alluvione. Si definisce infatti:

$$\text{RISCHIO} = \text{Pericolosità} \times \text{Valore Bene Esposto} \times \text{Vulnerabilità}$$

Dove:

La Pericolosità esprime l'entità del fenomeno (alluvione, frana, sisma, ecc.) e la probabilità che si manifesti in un lasso temporale più o meno ampio.

La Vulnerabilità può esprimersi come il danno atteso, ovvero la percentuale di riduzione del valore che il fenomeno calamitoso produce sul bene; si definisce atteso perché riferito ad un fenomeno la cui intensità e la cui frequenza non è certa bensì legata ad una curva di probabilità statistica. La vulnerabilità è normalmente proporzionale alla intensità del fenomeno.

Per ridurre il Rischio è dunque possibile agire sui tre fattori (pericolosità, valore e vulnerabilità) ricercando ove possibile la maggiore combinazione in termini di costi-benefici. Tale concetto è ben ripreso dalla direttiva europea sulle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) nella quale si esprime la stretta correlazione tra gli interventi per la difesa del suolo ed il beneficio economico che ne può derivare.

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po affronta il tema della mitigazione del rischio mediante interventi strutturali e non che ottengano una riduzione delle sue singole componenti.

In particolare per la diminuzione della pericolosità il PAI ha disegnato un assetto delle difese idrauliche del fiume Po e del reticolo idrografico dimensionato per fenomeni di piena con tempi di ritorno di 200 anni.

La riduzione del valore dei beni esposti si attua invece con quegli articoli normativi del PAI che governano l'uso del suolo nelle aree soggette ad esondazione, così da limitare la presenza di edifici, impianti e attività altrimenti localizzabili.

Esplorare in modo esteso questo campo però non è cosa semplice, perché si intuisce che la vulnerabilità di un edificio o di un impianto o di una sua specifica componente dipende non solo dall'intensità dell'evento, ma dalle tipologie e dalle caratteristiche costruttive del bene stesso, innumerevoli e non sempre note.

5.1 Analisi dei possibili effetti della piena

Nei paragrafi seguenti si presentano tutti gli aspetti che un fenomeno di piena da alluvione può generare in termini di sollecitazioni meccaniche e dinamiche nei confronti di qualsiasi edificio o manufatto interessato dall'evento stesso. I parametri principali che concorrono alla definizione di tali fenomeni fisici riguardano, oltre alla geometria stessa dei manufatti antropici, per lo più le grandezze idrauliche caratteristiche di tali fenomeni come tirante idrico e velocità del flusso. Risulta inoltre non trascurabile anche l'aspetto temporale ovvero la durata con la quale l'onda di piena interagisce con i manufatti stessi.

5.1.1 Spinta idrostatica Orizzontale

La spinta idrostatica è la forza che l'acqua esercita su ogni oggetto sommerso. Il valore della spinta orizzontale è funzione del battente idraulico che si manifesta.



Figura 19: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_h = \frac{1}{2} \gamma H^2$$

Con:

F_h spinta dovuta all'acqua per unità di larghezza della parete

γ peso specifico dell'acqua

H altezza della parte sommersa della parete

Considerazioni

Considerando gli esigui valori di battente idraulico simulati che si vengono a creare nell'area oggetto di indagine, tale aspetto idraulico risulta del tutto trascurabile.

5.1.2 Spinta di Galleggiamento

Nel caso di un oggetto sommerso le forze idrostatiche agiranno in due diverse direzioni. Oltre alle forze orizzontali, già analizzate nel paragrafo precedente, agiranno anche forze verticali, altrimenti dette spinte di galleggiamento, che inducono il sollevamento della costruzione dal suo sistema di fondazione o di pavimentazione, ad esempio sollevando una piscina vuota.

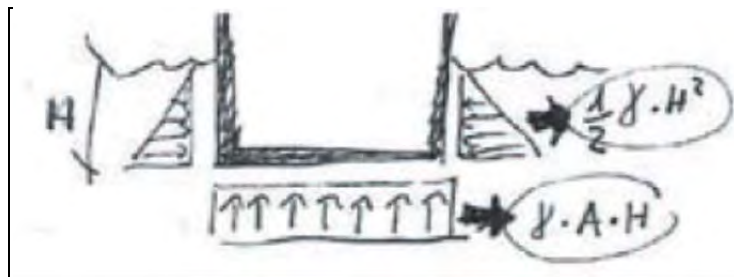


Figura 20: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_v = \gamma AH$$

Con:

F_v forza verticale

γ peso specifico dell'acqua

A area della superficie verticale a contatto con l'acqua

H affondamento della superficie orizzontale rispetto al livello di piena (pelo libero)

Considerazioni

Verificati gli esigui tiranti idraulici simulati che una crisi totale del reticolo secondario di pianura potrebbe provocare, nonché della geometria stessa del fabbricato oggetto di studio, gli effetti della sottospinta di galleggiamento risulta del tutto trascurabile.

5.1.3 Immersione prolungata

L'immersione prolungata in acqua può arrecare danni alle finiture, agli oggetti contenuti, all'arredo, alla struttura e provocare contaminazione da agenti inquinanti.

Considerazioni

Date le caratteristiche geometriche ed architettoniche dell'edificio in oggetto, nonché le condizioni plano-altimetriche ed orografiche dell'ambiente circostante, a seguito delle verifiche idrauliche effettuate i potenziali danni dovuti all'immersione prolungata di parti dell'edificio risultano del tutto trascurabili.

5.1.4 Spinta idrodinamica

E' la forza che agisce sulle superfici non orizzontali esposte al movimento della piena. La stima a priori della forza idrodinamica è basata sulla velocità attesa della piena di riferimento.

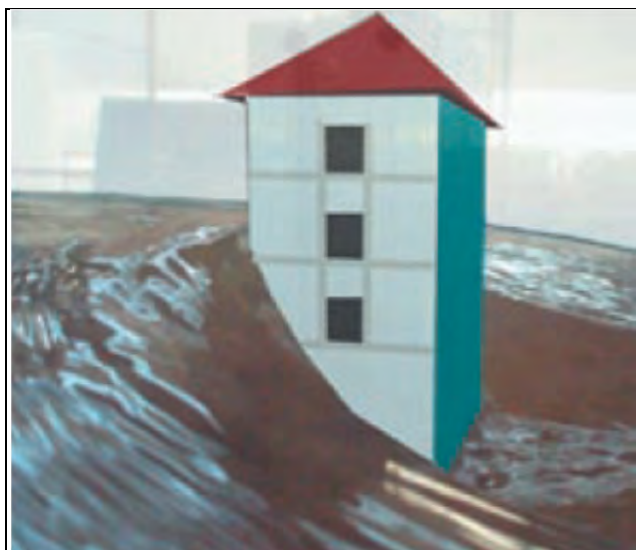


Figura 21: Schema concettuale del fenomeno

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho V^2 A$$

Con:

F_d spinta dinamica esercitata dalla corrente (N)

C_d coefficiente di Drag

ρ densità dell'acqua assunta pari a 1000kg/mc

V velocità della corrente m/s

A area della proiezione dell'edificio in direzione perpendicolare alla corrente (mq)

Si osserva che il coefficiente di drag C_d dipende dalla forma dell'edificio e da altri fattori. Per un normale edificio isolato, C_d può variare fra 0.8 e 2 a seconda della profondità e della direzione della corrente che lo investe, ma può assumere valori molto più alti (anche 5 o 6 volte superiori) in condizioni di vicinanza ad altri oggetti interferenti, quali altri edifici, argini, ostacoli vari.

Considerazioni

In questo studio si stanno affrontando gli effetti di potenziali fenomeni di allagamento dovute a crisi del reticolo secondario di pianura. Eventuali allagamenti di aree più o meno diffuse sono provocate dal raggiungimento della capacità massima delle singole aste idrauliche che si manifestano con esondazioni locali ed ancor più per mancata capacità di ricevere le acque dai sistemi di drenaggio secondari, sia urbani che extra urbani. La natura stessa di tali fenomeni non comporta velocità tali da provocare danni per eccessiva spinta idrodinamica sui manufatti del territorio.

5.1.5 Impatto dei detriti

Il danno è provocato dalla forza dovuta all'impatto degli oggetti portati dalla piena contro le superfici verticali investite. Tali forze rappresentano la più grande incognita per il progettista, ma per sviluppare un progetto si deve farne una valutazione. Gli oggetti portati dalla piena esercitano la massima forza se orientati secondo corrente, con il lato minore che colpisce l'ostacolo e il lato più lungo parallelo alla corrente.

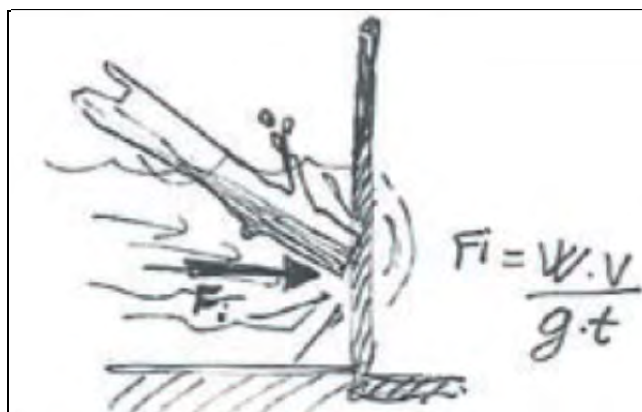


Figura 22: Schema concettuale delle forze agenti.

Considerazioni

Gli eventuali fenomeni di allagamento concentrato o diffuso dovuti a crisi del reticolo secondario di pianura, per le caratteristiche di velocità dei flussi idrici che si possono instaurare sul territorio o in parti di esso, escludono totalmente il rischio di impatto di detriti su opere di antropiche presenti sul territorio.

5.1.6 *Erosione e scalzamento*

Gli edifici solitamente non sono progettati per resistere alle azioni di un'alluvione, si rischia quindi di non conoscere le conseguenze che l'erosione comporta. La crisi delle fondazioni nelle strutture soggette all'inondazione è una causa importante di danno strutturale. Il processo di erosione è favorito dai seguenti fattori: terreno non coesivo, assenza di copertura vegetale o artificiale, alta velocità dell'acqua.



Figura 23: Esperimento di laboratorio, Dipartimento di Idraulica, Università di Pavia. Vista dall'alto di uno ostacolo rettangolare posto su letto sabbioso in seguito a simulazione.

Considerazioni

L'aspetto che domina i possibili fenomeni di erosione e scalzamento di fondazioni di manufatti pubblici o privati risulta ancora una volta la velocità della lama d'acqua presente sul territorio. Considerando che l'origine dell'eventuale allagamento del territorio in questa sede è considerata essere il reticolo secondario di pianura, che si manifesta unicamente con fenomeni di rigurgito o mancata efficienza dei sistemi di drenaggio secondario, sono escluse a priori velocità tali da provocare scalzamento o erosione di fondamenta di edifici o manufatti in genere.

5.2 Strategie di riduzione della vulnerabilità

I paragrafi seguenti hanno lo scopo di fornire suggerimenti e linee guida per l'individuazione delle misure possibili da adottare per la riduzione ed il contenimento dei danni in caso di fenomeni meteorologici particolarmente intensi che possono mettere in crisi localmente il reticolo secondario di pianura.

Date le risultanze del presente studio, tali strategie sono da interpretarsi come elementi di buona tecnica costruttiva non prescrittivi.

5.2.1 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici

Gli impianti elettrici risultano molto sensibili nei confronti della presenza di acqua e possono essere fonte di elevate criticità qualora vengano a contatto con essa se non sono state adottate opportune precauzioni. Pertanto si suggerisce in maniera non prescrittiva di seguire le seguenti linee guida di carattere generale del tipo:

- nelle costruzioni esistenti: qualora non sia possibile sopraelevare il pavimento al di sopra del livello di piena, conviene comunque spostare a livello del soffitto gli impianti elettrici, le tracce in cui passano le canalette dovrebbero avere una pendenza tale da favorire una veloce asciugatura dell'impianto, e si consiglia di mettere in salvo su rialzi, o meglio ancora ai piani alti, gli elettrodomestici o l'arredo che si può danneggiare in caso di piena.
- impianto elettrico e relativo quadro elettrico distinto per vani potenzialmente sommergibili.

5.2.2 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione

Tra le misure passive per ridurre il grado di danneggiamento dei beni e delle strutture risulta sicuramente utile aumentare in generale il grado di impermeabilizzazione. Tale obiettivo è perseguibile in numerosi modalità. Tra le migliori più frequenti e meno impattanti è possibile segnalare le seguenti tematiche:

- Se il livello di piena non supera il metro e' inoltre possibile pensare di impermeabilizzare il perimetro esterno dell'edificio con guaine impermeabili protette da un rivestimento, e porre barriere con guarnizioni sulle soglie, da montare manualmente in caso di allerta. Questo sistema non garantisce risultati se la piena supera il livello di impermeabilizzazione, o se viene a mancare l'intervento umano, ma può funzionare bene per eventi di piena moderati riducendo di molto i danni.
- Si suggerisce di non creare cantine oppure spazi completamente interrati in zona allagabile. Se esistono già, è bene verificare la presenza di aperture tipo bocche di lupo o grigie di aerazione in modo da individuare le possibili vie preferenziali di infiltrazione dell'acqua e dunque poter preventivare le opportune azioni di impermeabilizzazione. Questi luoghi non dovranno essere comunque utilizzati come deposito di beni deteriorabili, ne' come superficie abitabile.

5.2.3 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi

Si ritiene opportuno indicare alcuni suggerimenti che possono comunque aumentare la durabilità degli immobili e ridurre i potenziali danneggiamenti, non solo a fronte di allagamenti diffusi ma anche davanti a fenomeni meteorologici con tempo di ritorno inferiore ai 100 anni come adottato nella analisi qui esposta. Ci si riferisce in particolare ad alcuni dettagli costruttivi di cui tra i più comuni si riporta:

- impianto igienico sanitario con valvole anti riflusso;
- impianti di riscaldamento, condizionamento e trattamento ubicati a quota maggiore possibile;
- realizzazione di cordoli perimetrali: es. le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);

5.2.4 Buona tecnica

Si vogliono di seguito indicare norme generali di buona tecnica che si suggerisce di tenere in considerazione, a prescindere dalla mappatura dei fenomeni di allagamento stimati dalla presente trattazione:

- la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione; a tal proposito si confermano le ipotesi progettuali architettoniche di collocare il piano di calpestio del edificio in fase di ricostruzione ad una quota maggiorata di 20 cm rispetto allo "zero di riferimento" dell'esistente edificio per il quale è prevista la demolizione.
- è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:
 - le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
 - vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
 - le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
 - siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.
- al di sotto del livello di massima piena si consiglia di utilizzare pareti che non presentino intercapedine inaccessibile. Il classico tamponamento a pacchetto composto da blocco esterno, isolante e veletta di mattoni comporta seri problemi se l'isolante non è a cellule chiuse. Questo si impregna d'acqua che difficilmente riesce poi ad evaporare. Invece lo stesso sistema con intercapedine riempita con una schiuma in poliuretano funziona meglio. Tuttavia resta preferibile avere lo strato di isolante facilmente ispezionabile e all'occorrenza smontabile, composto da pannelli rigidi sorretti da guide di metallo o materia plastica. Infatti gli interstizi in luoghi non accessibili danno adito ad accumuli di fango e acqua spesso mischiati ad agenti inquinanti chimici od organici che non potendo defluire rischiano di compromettere la salubrità degli ambienti.
- è necessario favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

6 Conclusioni

Per quanto esposto nella presente relazione tecnica:

Il sottoscritto Andrea Artusi, nato a Carpi, il 20/10/1975, residente a Soliera, in Via XXV Aprile 349, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Modena al n. 2253, in merito al progetto in oggetto,

A S S E V E R A

la veridicità della rappresentazione dello stato dei luoghi, dei dati dimensionali, nonché la rispondenza e la conformità delle opere di progetto alle prescrizioni degli strumenti urbanistici di pianificazione vigenti ed adottati, in particolare la compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità definite dal vigente Piano di Gestione del rischio Alluvioni del bacino del Po (PGRA).