

Provincia di Modena
Comune di Soliera

Nuova costruzione di fabbricato industriale Art. 53
Via Archimede - Soliera (MO)

Procedimento Unico ai sensi Art. 53 L.R. 24/2017

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: *Chimar S.P.A.*

Proprietà: *C.M.B. s.r.l*

Data: *Luglio 2023*

Progettista:

Ing. Andrea Artusi

Collaborazione alla progettazione:

Ing. Daniele Paganelli



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

Sommario

1	Premessa	3
1.1	Contesto normativo	3
2	Presentazione contesto ambientale stato di fatto e di progetto	21
2.1	Descrizione dell'intervento	21
2.2	Il reticolo idraulico secondario di pianura	26
2.2.1	Potenziati criticità.....	27
2.3	Il reticolo idraulico principale	28
2.3.1	Potenziati criticità.....	28
3	Riduzione della vulnerabilità degli edifici da rischio alluvione	29
3.1	Analisi dei possibili effetti della piena	29
3.1.1	Spinta idrostatica Orizzontale.....	29
3.1.2	Spinta di Galleggiamento	30
3.1.3	Immersione prolungata.....	30
3.1.4	Spinta idrodinamica.....	31
3.1.5	Impatto dei detriti.....	32
3.1.6	Erosione e scalzamento	32
3.2	Strategie di riduzione della vulnerabilità	34
3.2.1	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici	34
3.2.2	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione.....	34
3.2.3	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi	34
3.2.4	Buona tecnica	34
4	Conclusioni.....	36

1 Premessa

La presente relazione tecnica ha lo scopo contestualizzare l'intervento edilizio individuato dal Procedimento Unico ai sensi Art. 53 L.R. 24/2017 avente per oggetto la nuova costruzione di un fabbricato industriale sito in Via Archimede a Limidi di Soliera (MO), nei confronti del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), con riferimento alle possibili interferenze verso il reticolo principale (RP) e 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 PTCP

Si riporta di seguito un estratto della tavola 2.3.1 del PTCP al momento vigente, con focus nell'area interessata dai comuni di Carpi, Soliera e Bomporto.

Tale tavola riporta la mappatura del rischio idraulico, suddividendo il territorio in quattro distinte aree ovvero:

- A1: Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art. 11)
- A2: Aree depresse a elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua superiore ad un metro (Art.11).
- A3: Aree depresse ad elevata criticità idraulica, aree a rapido scorrimento (Art. 11)
- A4: Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art. 11).

Come si può notare viene riportata la presenza dei due principali corsi d'acqua, ovvero Secchia e Panaro che solcano il territorio in direzione Nord Sud, delineando aree golenali naturali ed artificiali con andamento parallelo agli stessi.

In generale si osserva che la quasi totalità del territorio comunale di Soliera viene classificata e retinata come A3: Aree depresse ad elevata criticità idraulica, aree a rapido scorrimento (Art. 11).

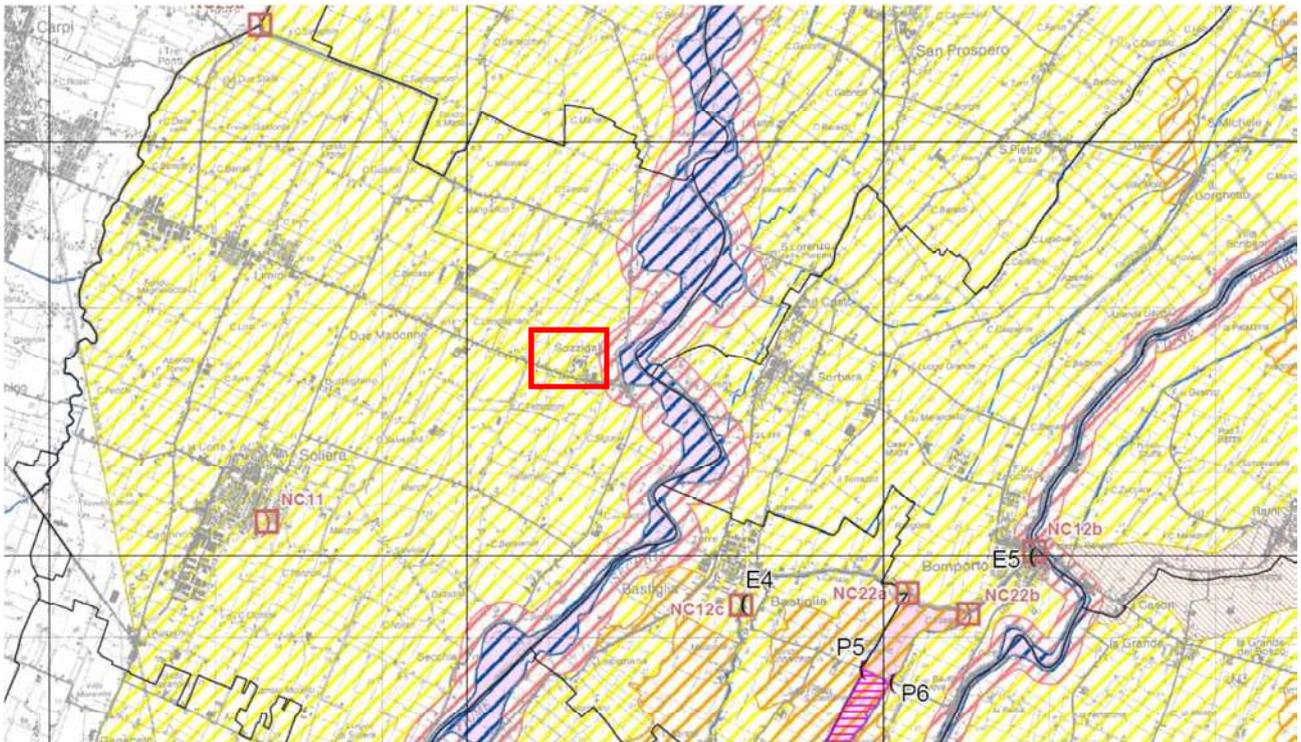


Figura 1: PTCP 2008 – Tav 2.3.1: Rischio idraulico; Carta della pericolosità e della criticità idraulica tra i comuni di Carpi, Soliera e Bomporto.

Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Paleodossi (Art.23A)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)

Figura 2: PTCP 2008 – Tav 2.3.1: Rischio idraulico; Carta della pericolosità e della criticità idraulica – Legenda.

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.

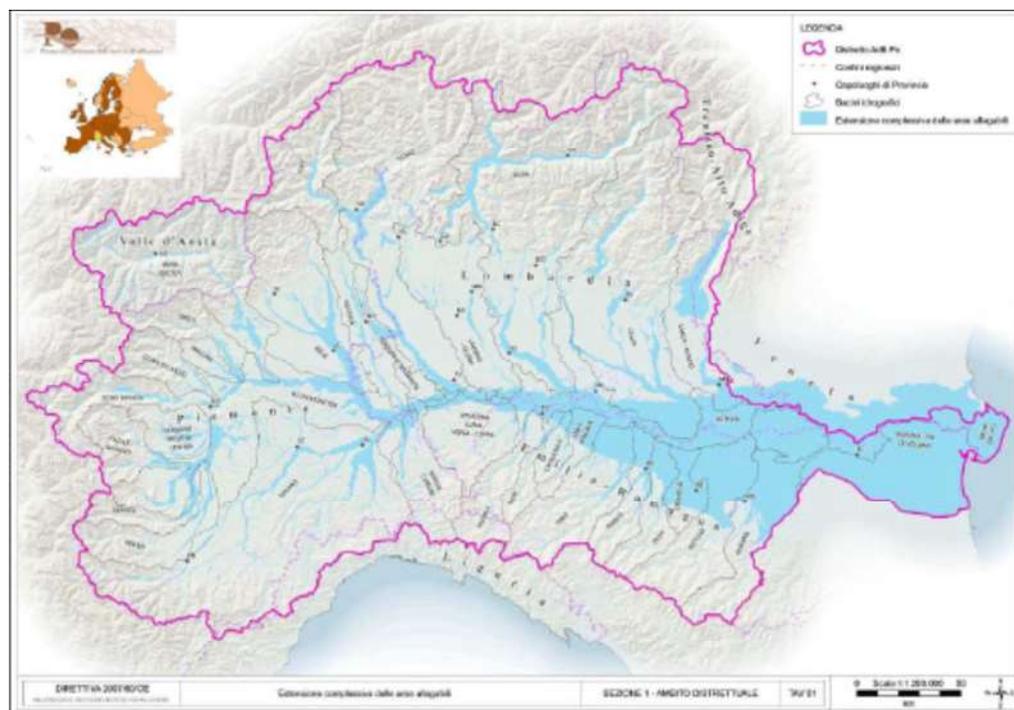


Figura 3: Pericolosità da alluvione complessiva nel distretto padano.

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

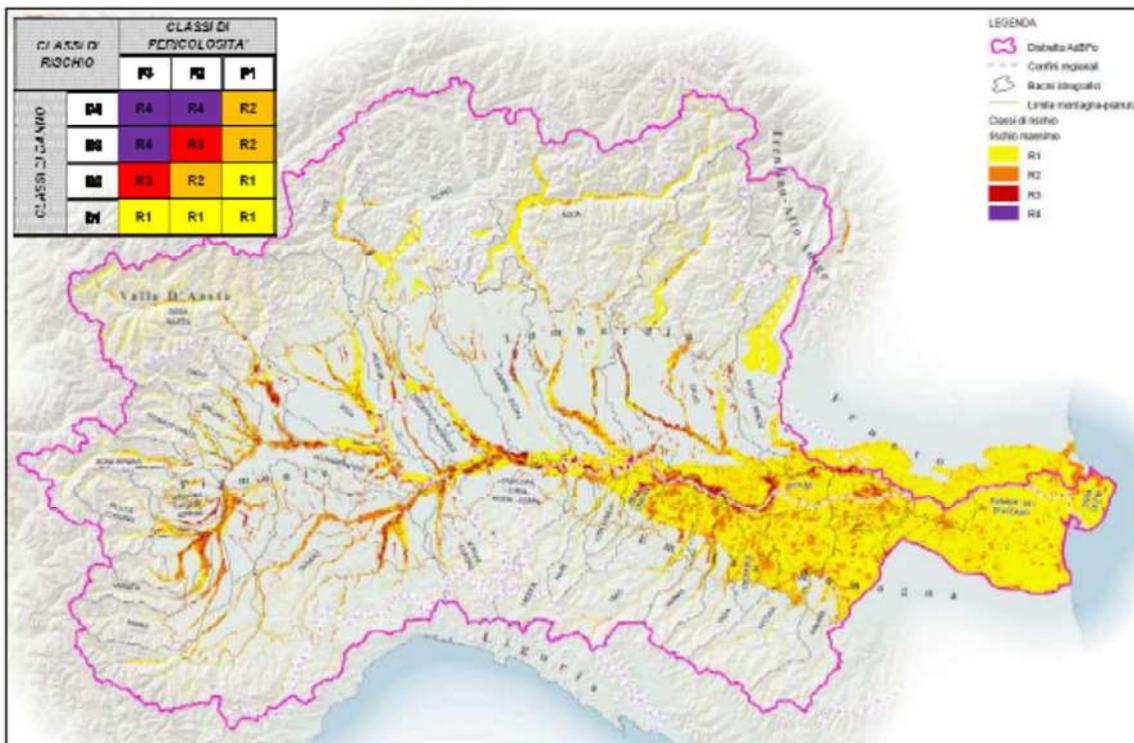


Figura 4: Rischio da alluvione complessiva nel distretto padano.

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'area oggetto di studio e per una porzione di territorio ritenuta necessaria per contestualizzare il sito si osservano gli scenari di pericolosità e di rischio riportati in seguito relativi al reticolo principale e reticolo secondario (RP) e reticolo secondario di pianura (RSP).

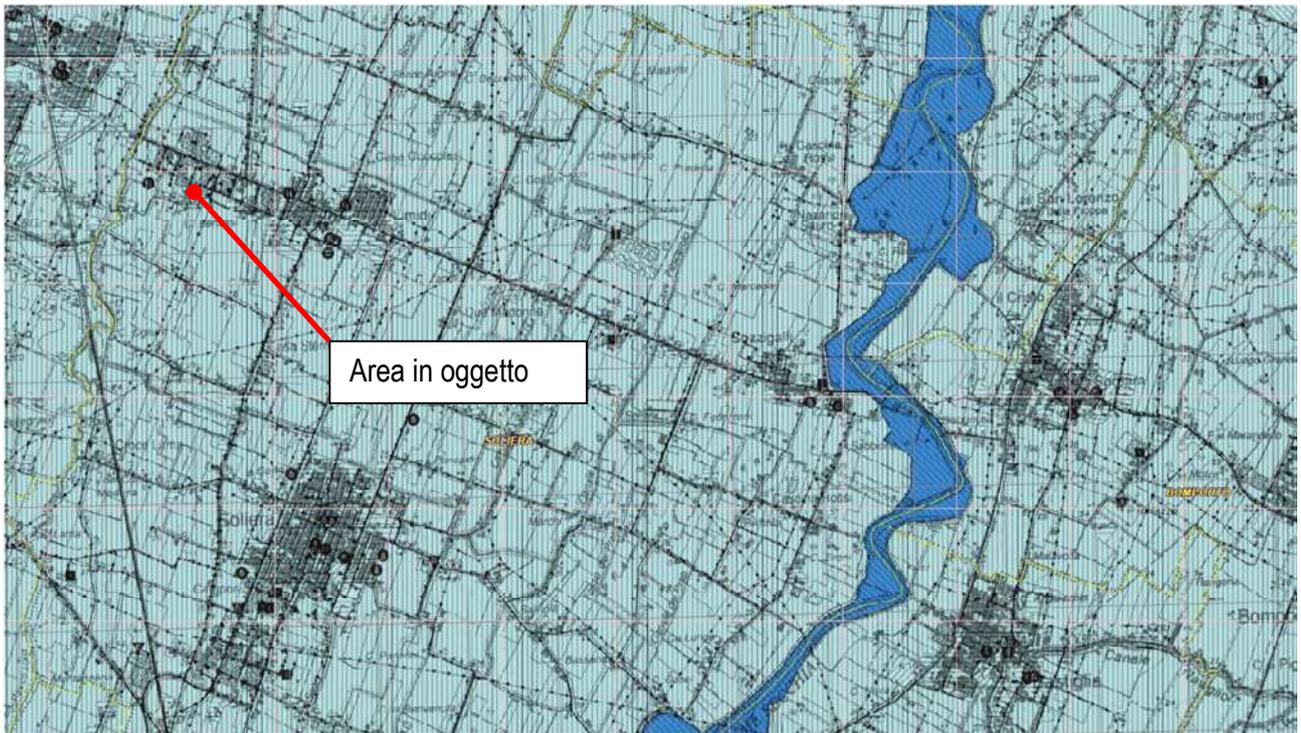


Figura 5: Inquadramento dell'area oggetto di studio su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario. 201 NE Carpi.

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)

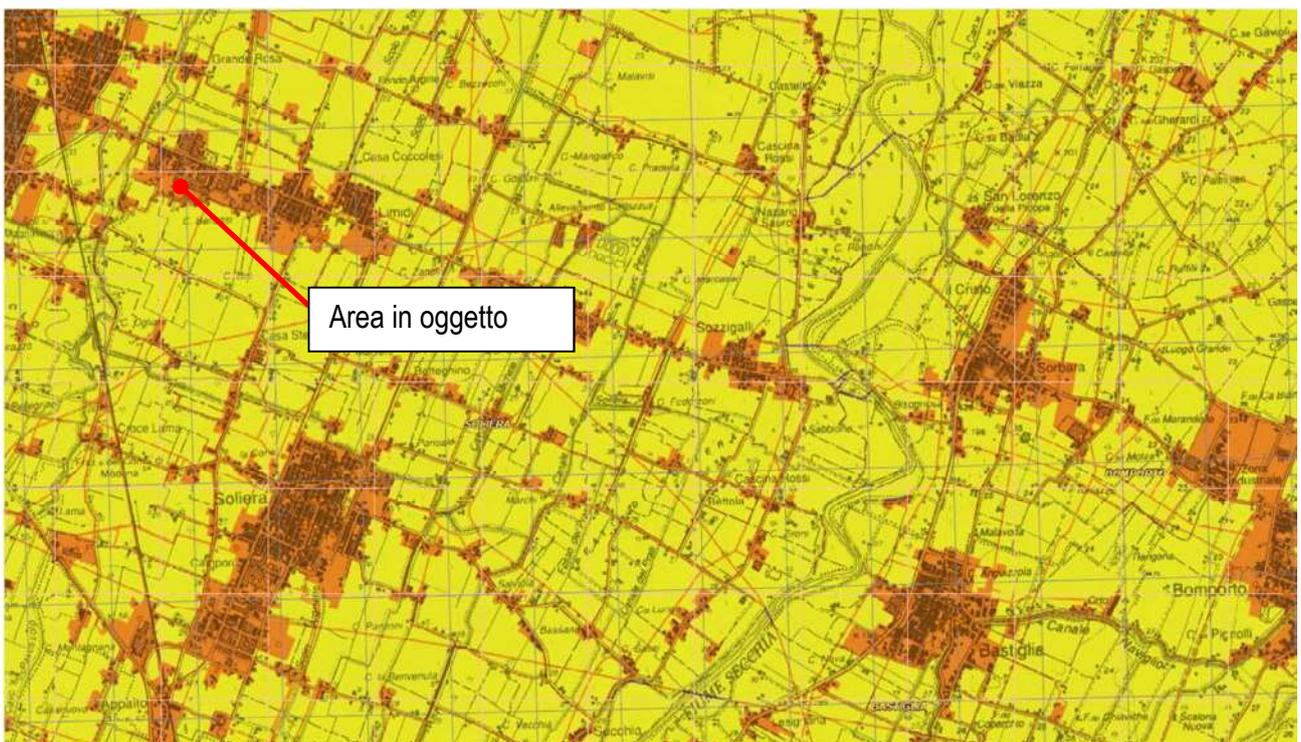


Figura 6: Inquadramento dell'area oggetto di studio su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario. 201 NE Carpi.



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 P1-L (scarsa probabilità di alluvioni o eventi estremi) e relativa classe di rischio R2 – rischio medio.

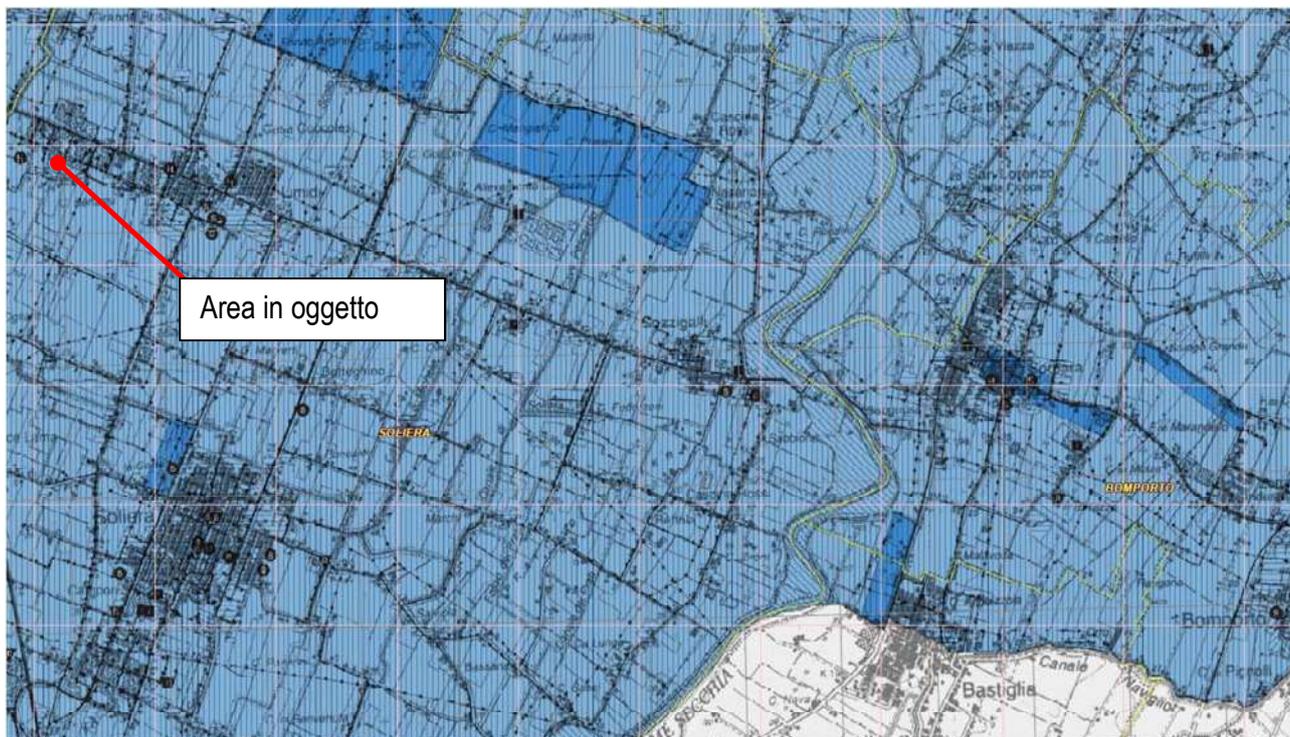


Figura 7: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura. 201 NE Carpi.

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)

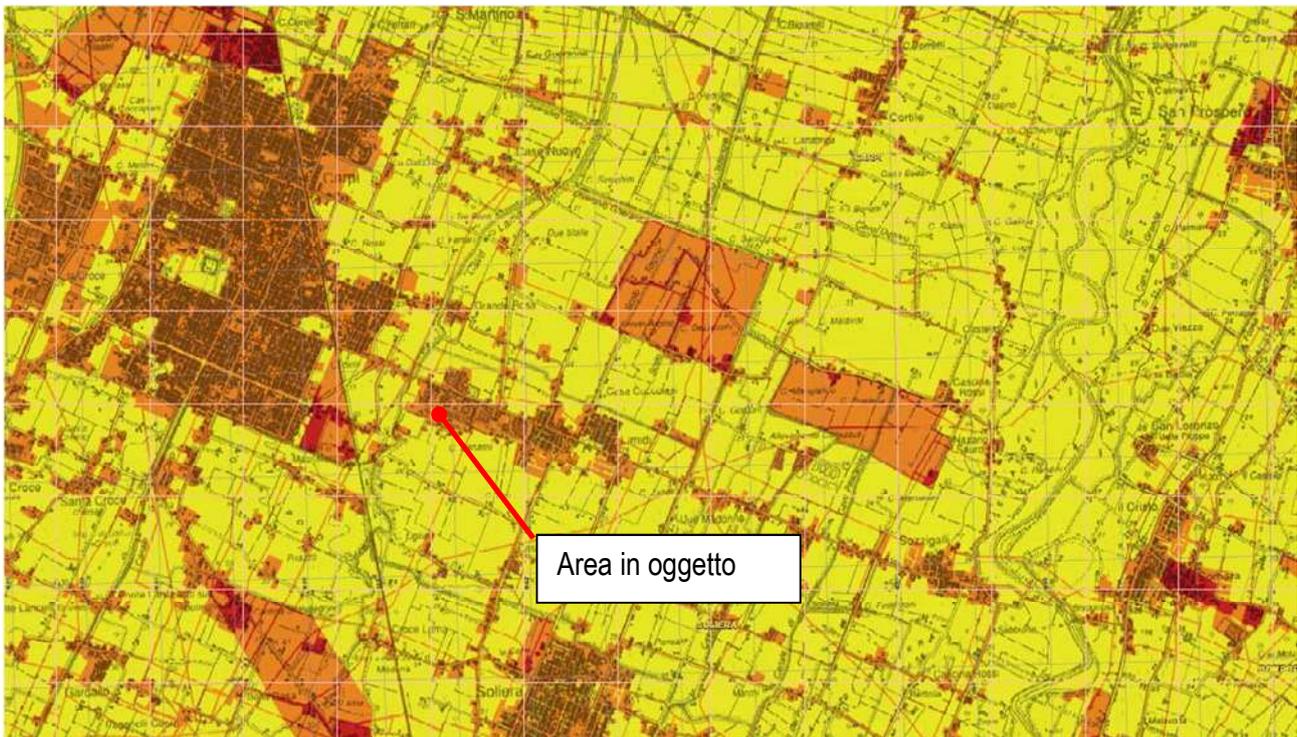


Figura 8: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura. 201 NE Carpi.

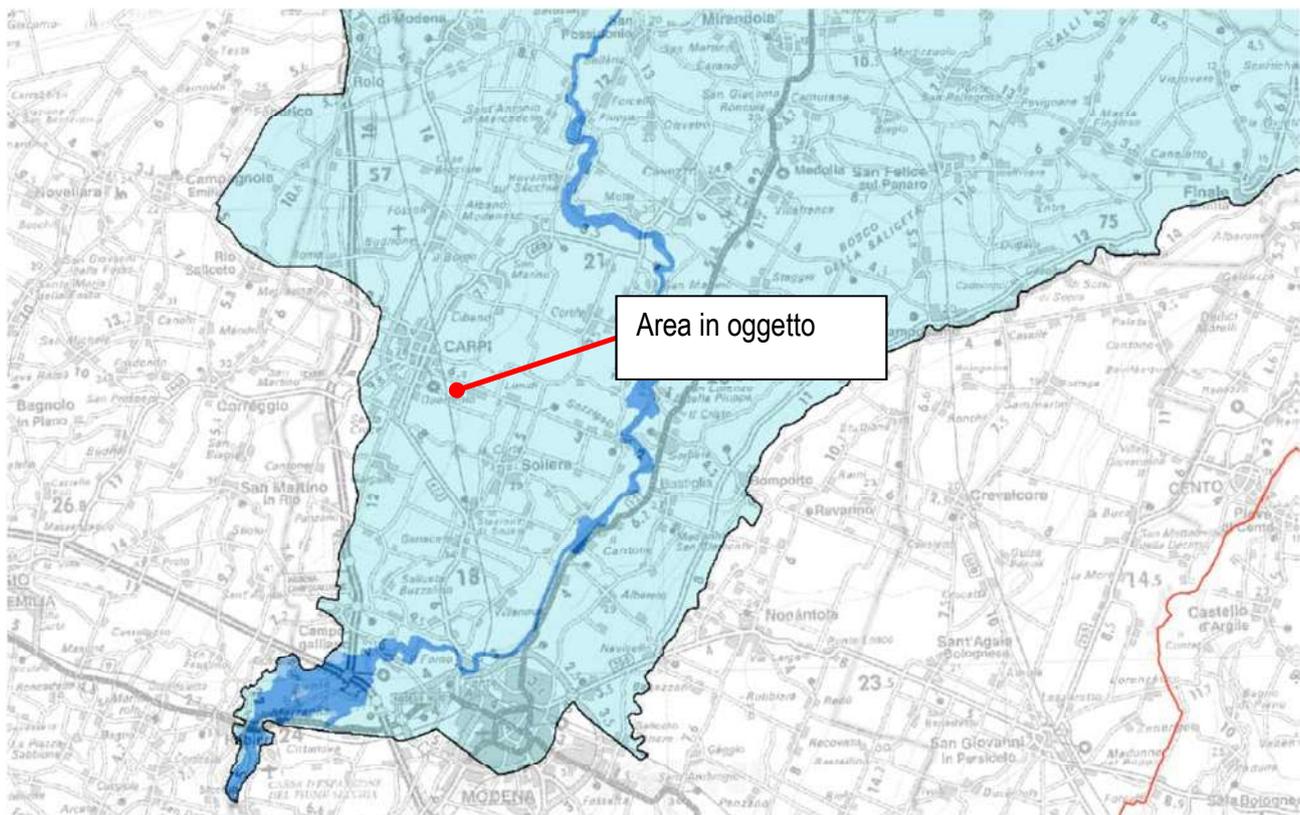
Classi di Rischio

	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 – medio.

Il Piano di Gestione del rischio di alluvioni Secondo ciclo – dicembre 2019 ha pubblicato un aggiornamento delle Mappe di pericolosità e rischio.

L'area oggetto di studio risulta retinata dalla TAV. 30 Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.



Scenari di pericolosità

- P1 (scarsa probabilità)
- P2 (media probabilità)
- P3 (elevata probabilità)

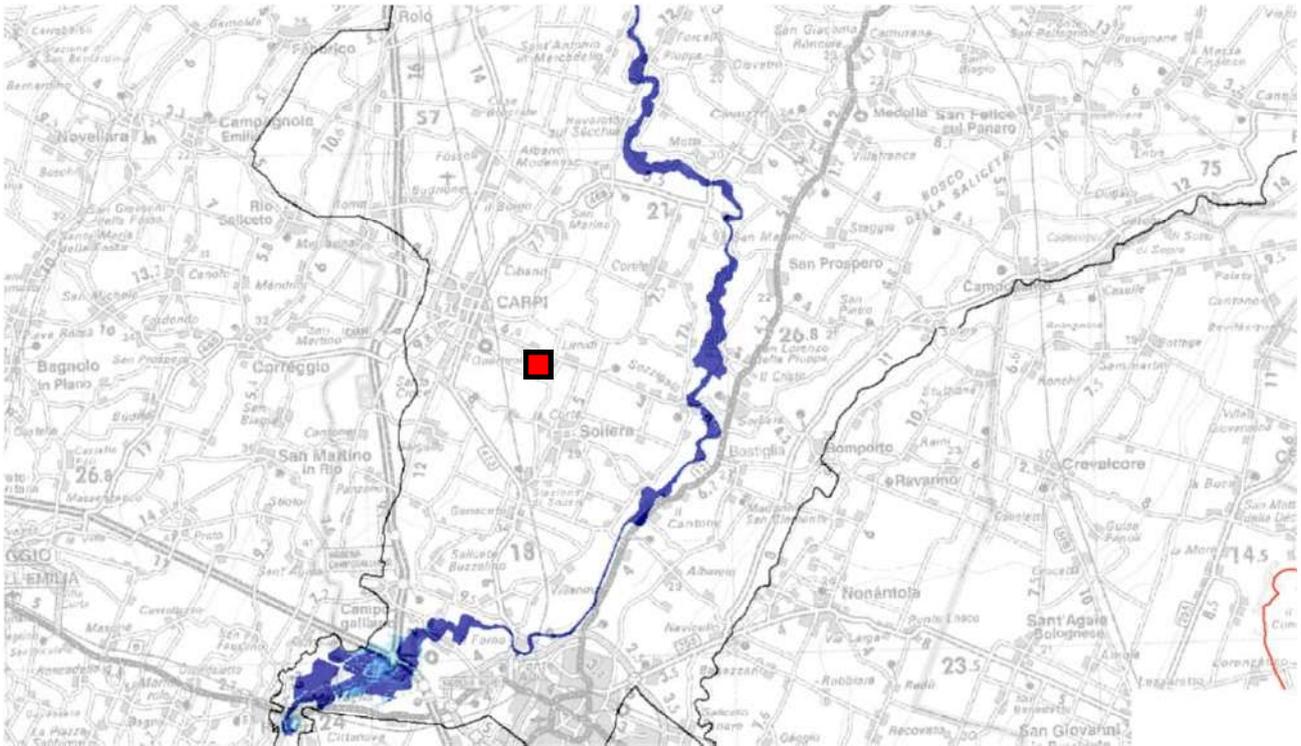
Figura 9: Inquadramento dell'area oggetto di studio su base Piano di Gestione del rischio di alluvioni Secondo ciclo – dicembre 2019. TAV. 30 Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.

L'area oggetto di studio ricade in zona P1 (scarsa probabilità di alluvioni).

Come si evince dalle figure sotto riportate con il dettaglio dei tiranti idrici attesi rispettivamente per scenari:

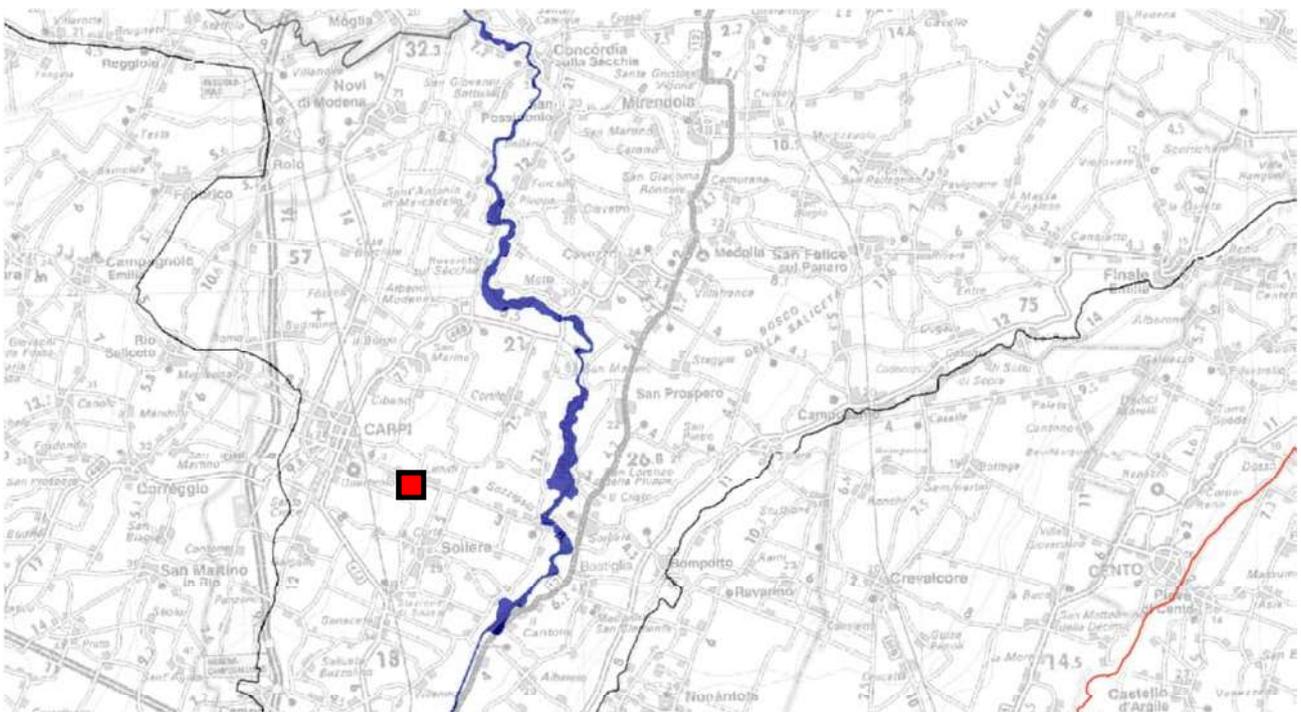
- P3 (elevata probabilità);
- P2 (media probabilità);
- P1 (scarsa probabilità).

l'area in esame risulta essere interessata da eventi alluvionali per scenario P1 (scarsa probabilità) e tirante idrico di altezza compresa tra 1,50 e 2,00 m rispetto al piano campagna medio.



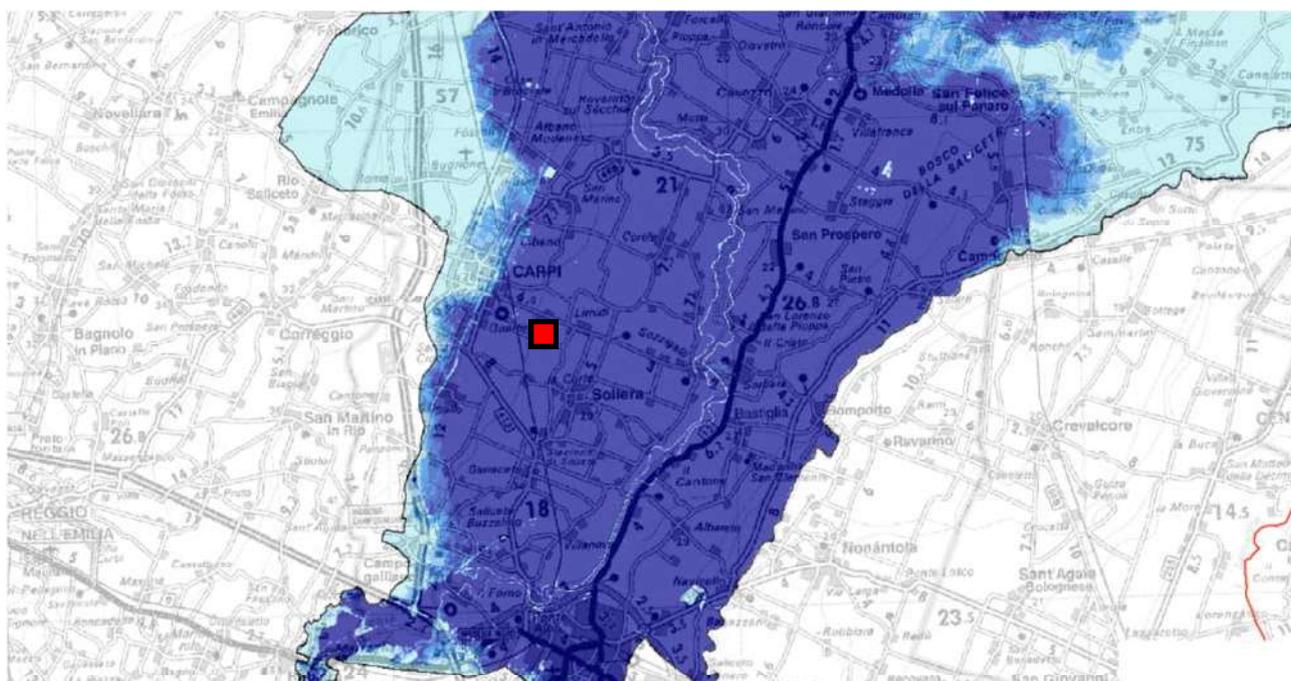
Tiranti - scenario P3 (elevata probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m



Tiranti - scenario P2 (media probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m



Tiranti - scenario P1 (scarsa probabilità)

- altezza < 0.5 m
- 0.5 m ≤ altezza < 1.0 m
- 1.0 m ≤ altezza < 1.5 m
- 1.5 m ≤ altezza < 2.0 m
- altezza ≥ 2.0 m

Figura 10: Inquadramento dell'area oggetto di studio su base Piano di Gestione del rischio di alluvioni Secondo ciclo – dicembre 2019. TAV. 30 Tiranti Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.

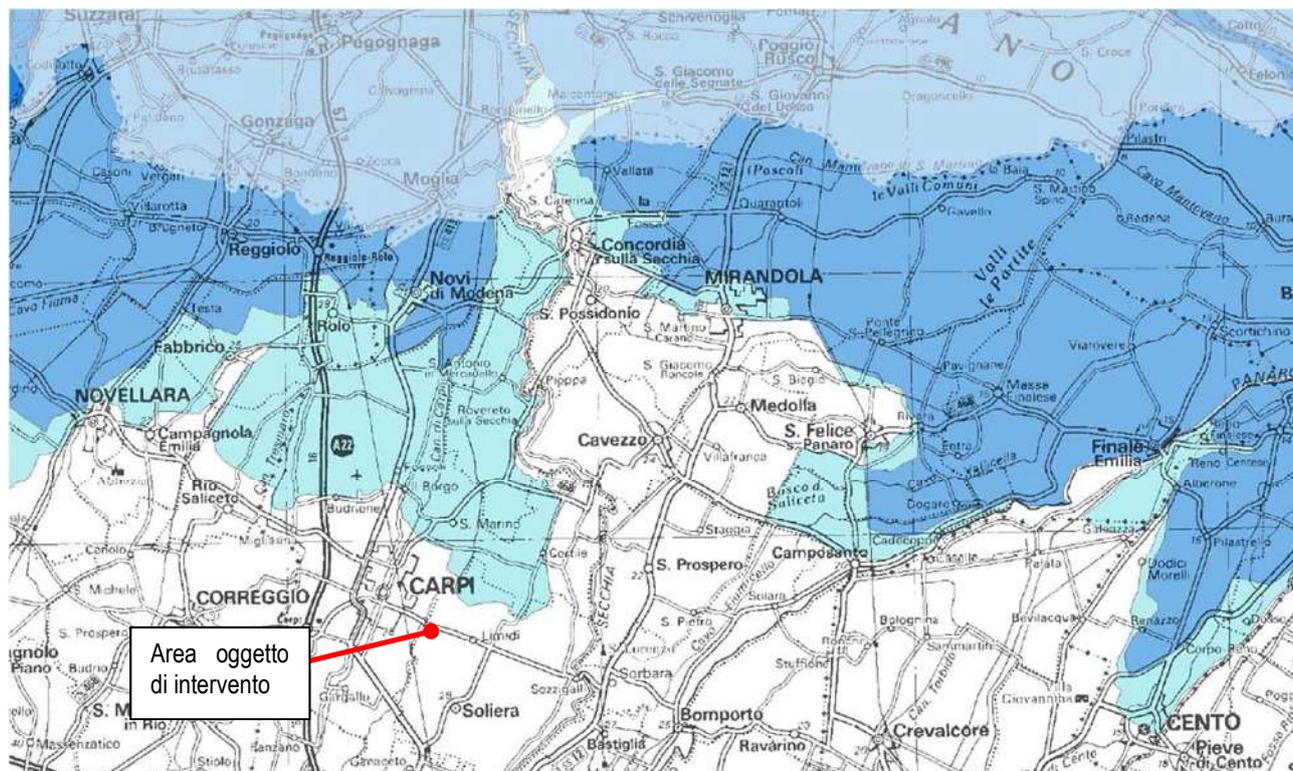
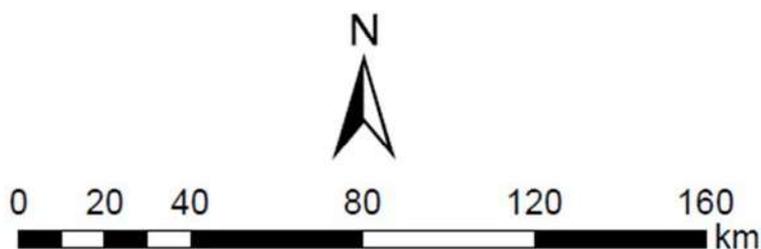
Infine, analizzando la Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale, predisposta dalla Regione Emilia-Romagna in fase di Progetto di Aggiornamento delle mappe delle aree allagabili delle aste arginate di Po, Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno adottato con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 44 del 11 aprile 2022, si nota che l'area oggetto di intervento resta esclusa dalle perimetrazioni relative agli scenari P3, P2 e P1 per quanto riguarda il Fiume Po da Torino al mare, mentre risulta essere interessata da eventi alluvionali per scenario P1 (scarsa probabilità) e tirante idrico di altezza compresa tra 0,50 e 1,00 m rispetto al piano campagna medio per quanto riguarda il Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.

Le perimetrazioni proposte dalla Carta di pericolosità da allagamento Fiumi Po e Secchia del PIANO URBANISTICO GENERALE Unione delle Terre d'Argine in adozione dal 20/07/2023 sono leggermente più cautelative prevedendo per l'area oggetto di intervento Allagamento con spessori d'acqua compresi tra 0.50 m e 1.50 m rispetto al piano campagna medio.

Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale

Progetto di Aggiornamento delle mappe delle aree allagabili delle aste arginate di Po, Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno
adottato con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 44 del 11 aprile 2022

ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001
Fiume Po da Torino al mare



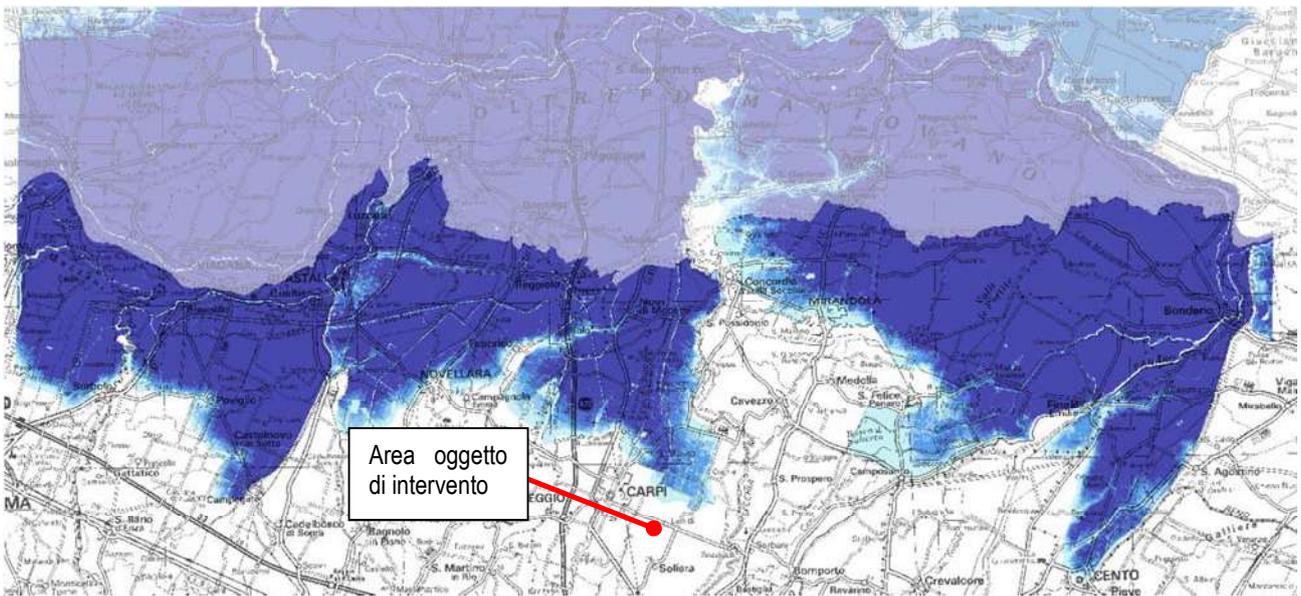
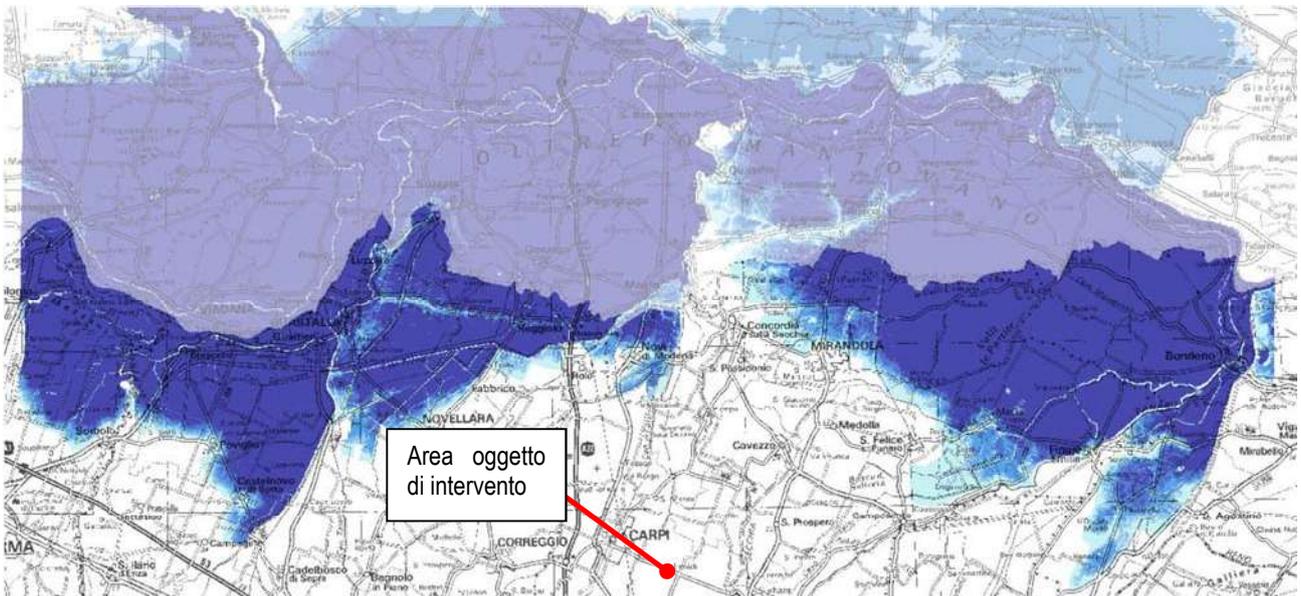
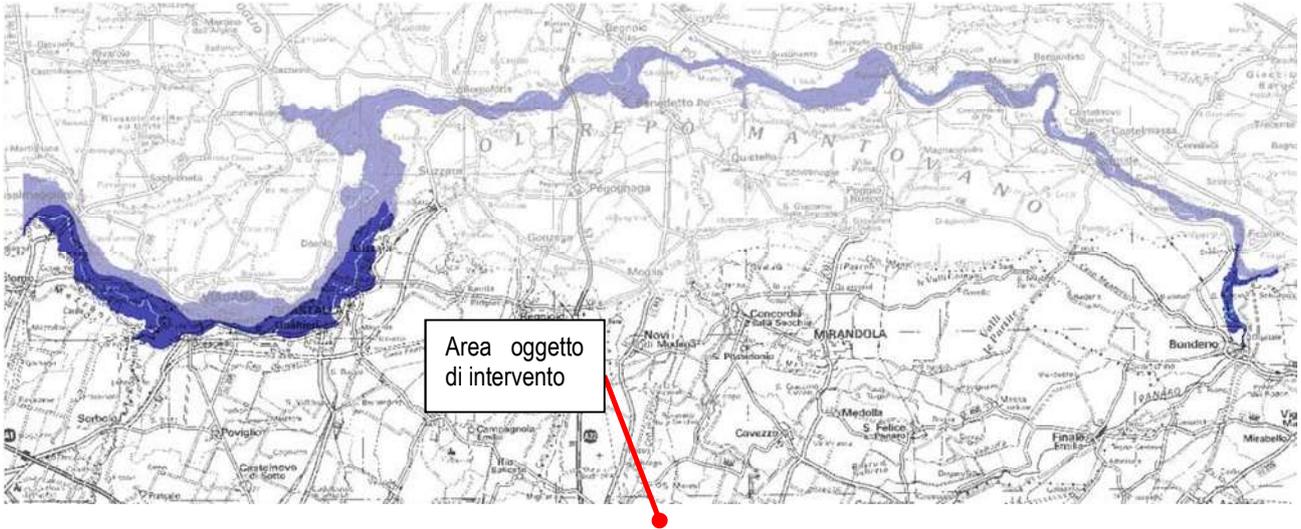
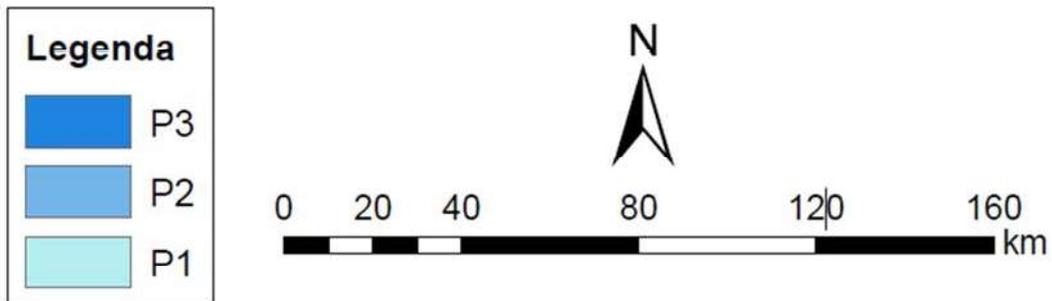


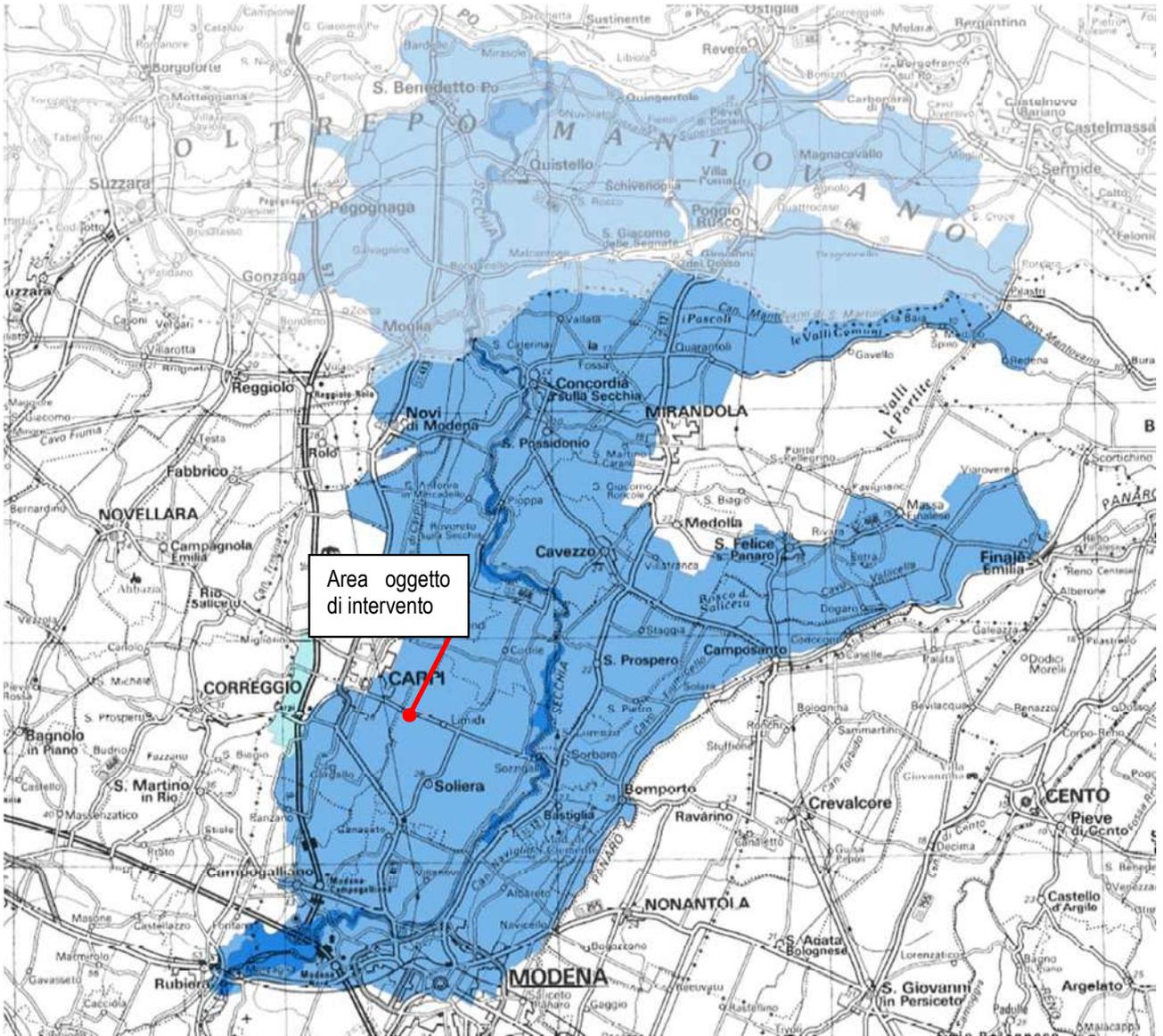
Figura 11: Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale. ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0001 Fiume Po da Torino al mare.

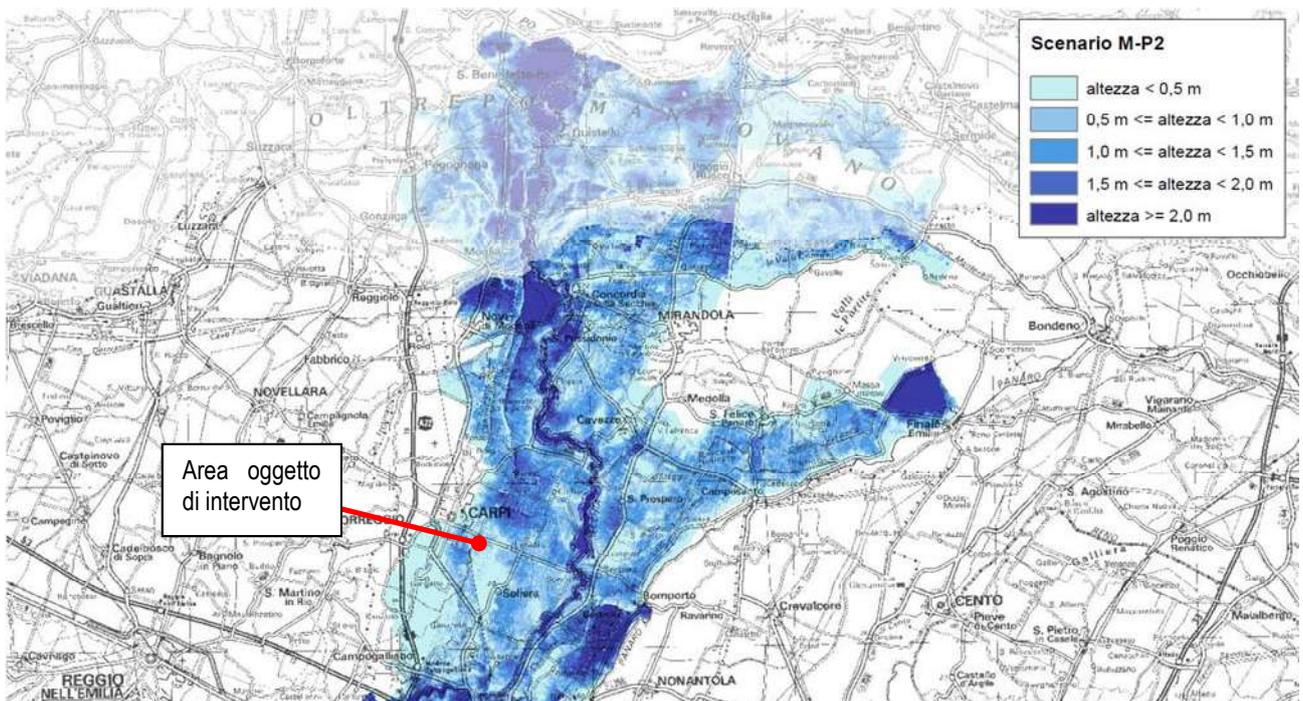
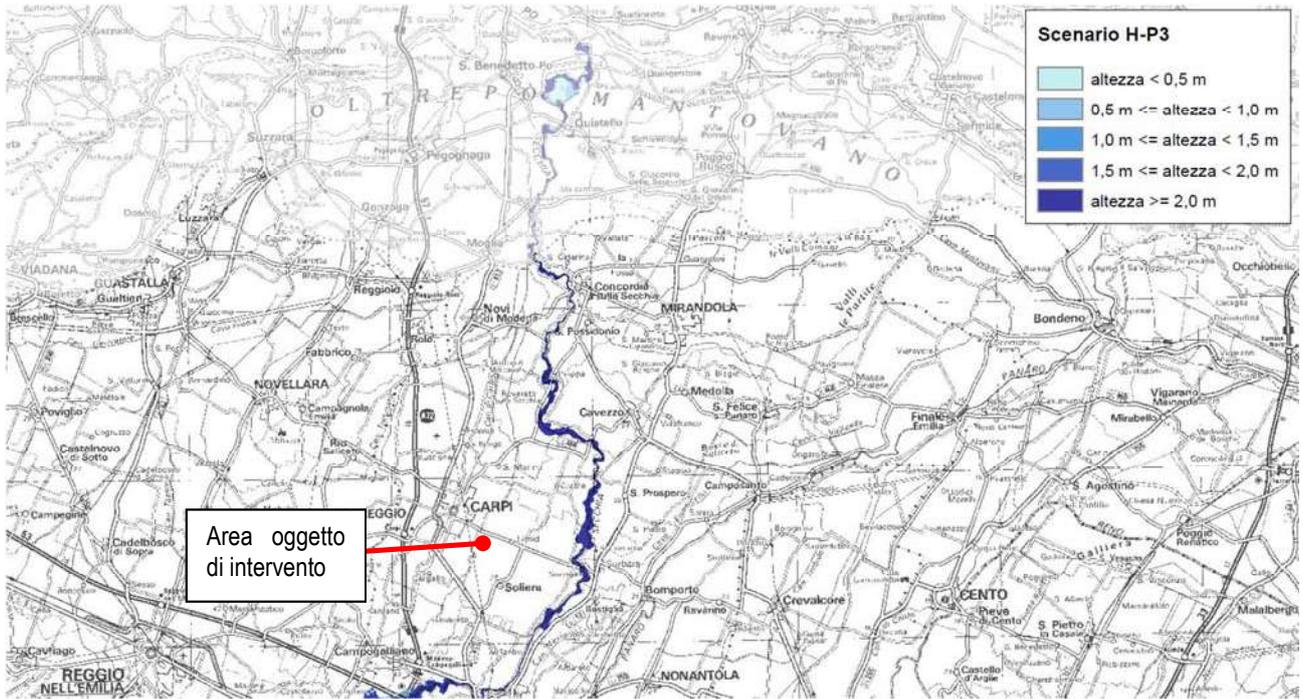
Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale

Progetto di Aggiornamento delle mappe delle aree allagabili delle aste arginate di Po, Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno
adottato con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 44 del 11 aprile 2022

ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0019
Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po







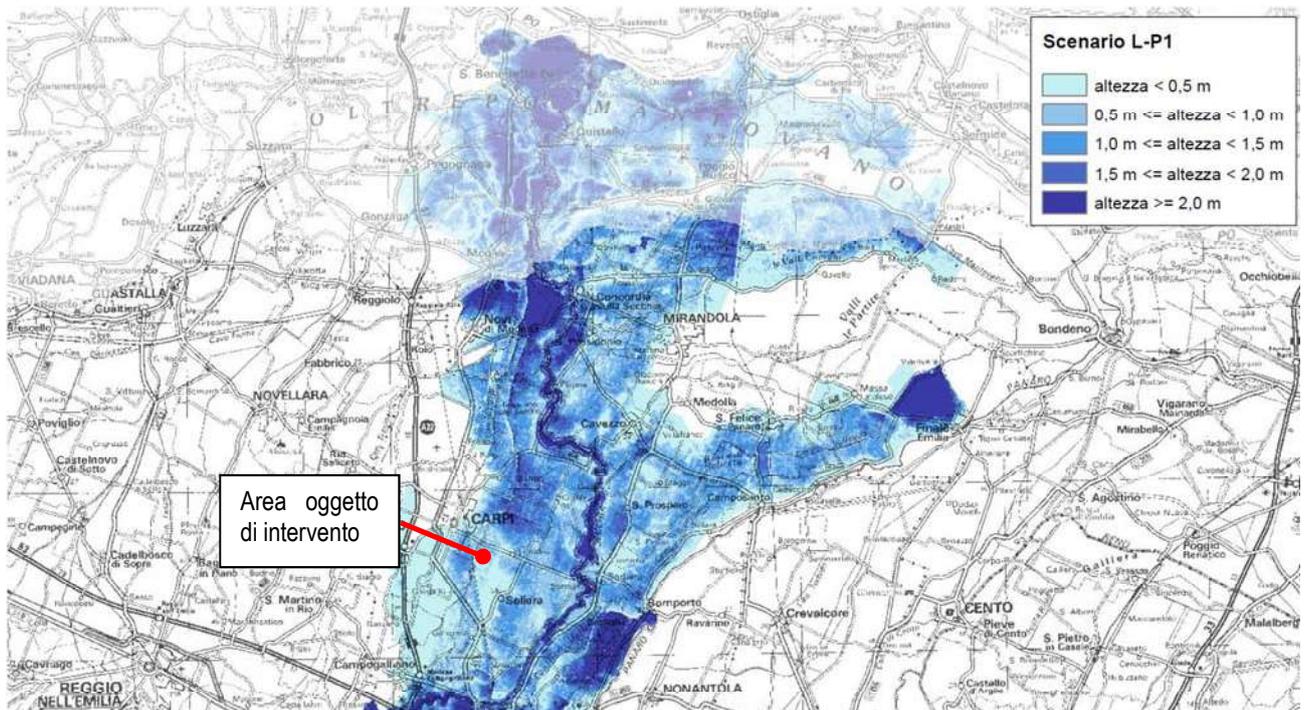


Figura 12: Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale. ITN008_ITBABD_APSFR_2019_RP_FD0019 Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po.



Unione
delle
**Terre
d'Argine**



Campogalliano



Carpi



Novi di Modena



Soliera

PIANO URBANISTICO GENERALE

Carta di pericolosità da allagamento

Fiumi Po e Secchia

UNIONE DELLE TERRE D'ARGINE

Presidente: Alberto Bellelli

Assessore delegato al progetto coordinamento del territorio: Roberto Solomita

Assessori: Enrico Diacci - Paola Guerzoni

Direttore Generale: Daniele Cristoforetti

Dirigente del Settore Sviluppo territoriale: Renzo Pavignani

COMUNI:

Sindaci: Alberto Bellelli - Enrico Diacci - Paola Guerzoni - Roberto Solomita

Assessori delegati all'urbanistica: Susanna Bacchelli - Riccardo Righi

Il progettista (capogruppo):

Gianfranco Gorelli

Il responsabile del procedimento:

Moreno Veronese

Assunzione: D.G.U. nr. 142 del 21/12/2022

Adozione: D.C.U. nr. ... del .../.../2022

Approvazione: D.C.U. nr. ... del .../.../2023



PUG^d
Piano Urbanistico Generale

Riferimento Tavola:
Scala: 1:30.000

VT8

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



Figura 14: Inquadramento territoriale area di intervento.

L'area oggetto di intervento si trova in contesto di tipo urbano, all'interno del perimetro produttivo, a Ovest del centro abitato. Il lotto in oggetto è delimitato a Ovest da un tratto di Via Archimede di futura cessione, a Sud da un'area verde confinante con Via Montecuccoli. Si tratta della costruzione di un edificio produttivo e delle relative pertinenze esterne intese come viabilità e piazzali.

Completano l'intervento la realizzazione di circa 3'114 mq di area destinata a parcheggio pubblico da realizzarsi sul lato Nord di Via Archimede.

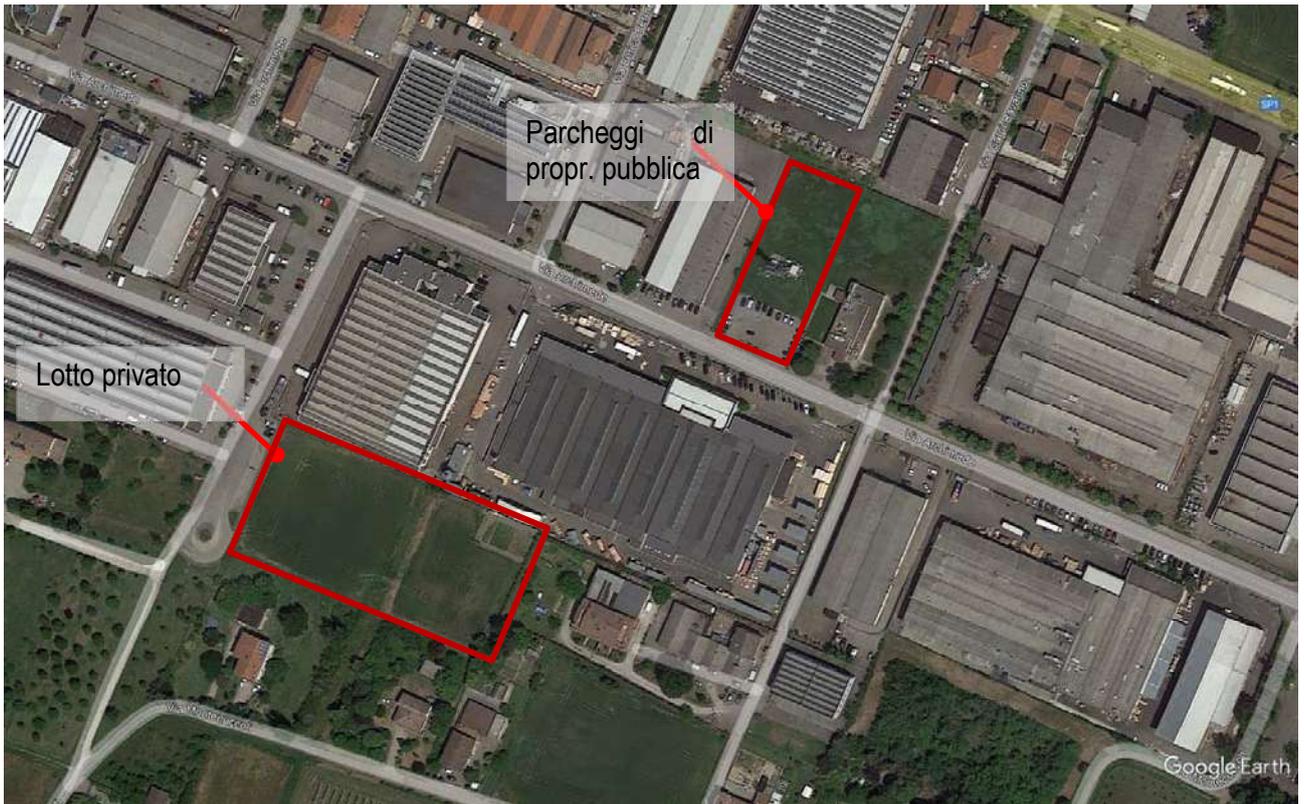


Figura 15: Inquadramento di dettaglio area di intervento.

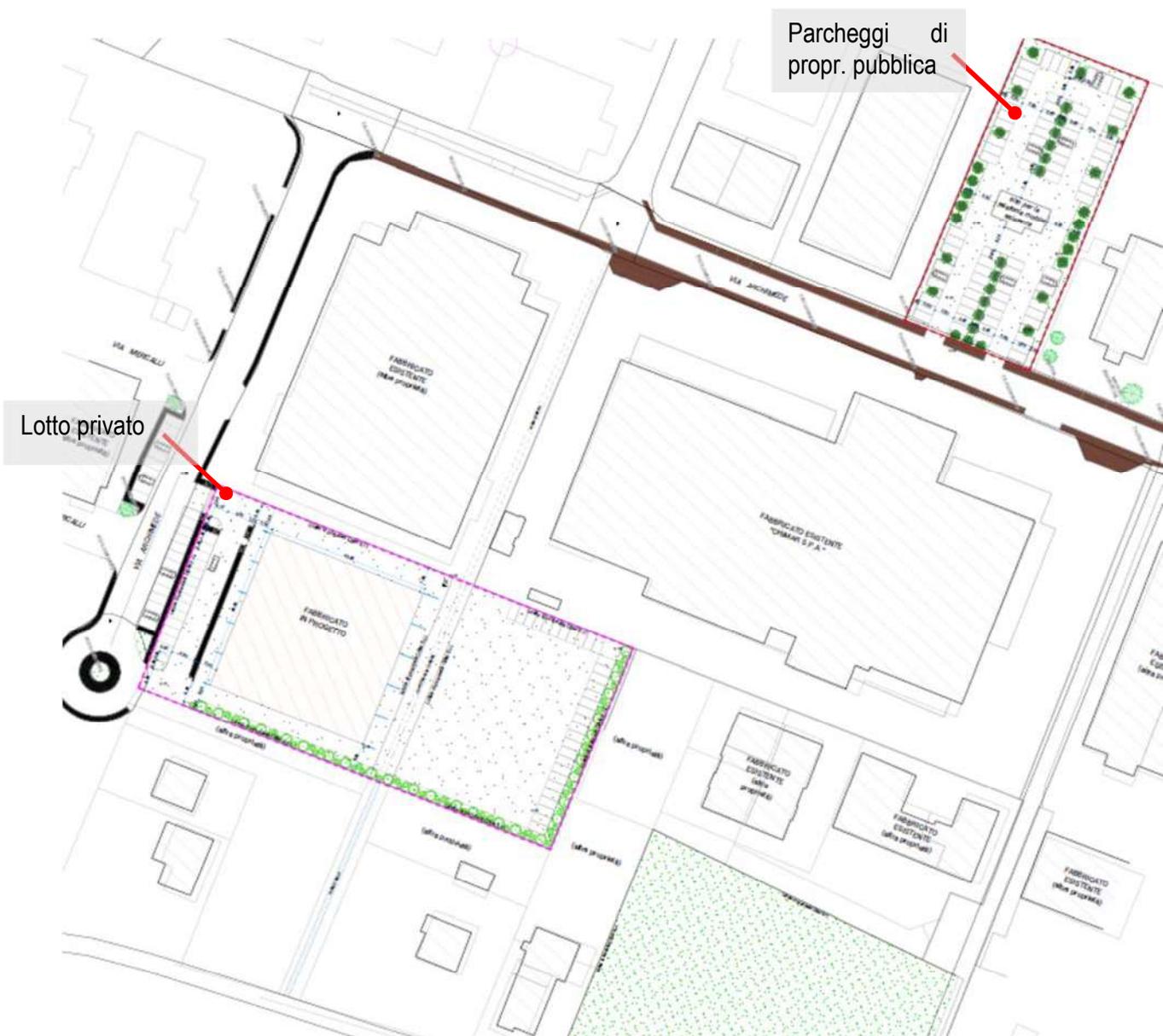


Figura 16: Planimetria generale dell'area – stato di progetto.

E' prevista la realizzazione di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche del lotto privato, con funzione di raccolta e laminazione del colmo di piena, così che l'urbanizzazione in progetto possa recapitare in regime di invarianza idraulica al recapito, costituito dalla rete di fognatura acque meteoriche di futura cessione esistente su Via Archimede. Il parcheggio di proprietà pubblica invece scaricherà in pubblica fognatura acque miste di Via Archimede in maniera diretta, ovvero non in regime di invarianza idraulica.

Il principio di invarianza idraulica determina, nella sostanza, l'invarianza dei coefficienti idrometrici di un comparto nell'ambito delle necessarie operazioni di impermeabilizzazione conseguenti alla realizzazione delle urbanizzazioni: ci si riferisce sostanzialmente alla possibilità di realizzare volumi di invaso e laminazione di capacità adeguata per ridurre il colmo di piena da immettere nel recapito finale che nel caso specifico della presente progettazione dovrà essere "tarato" mediante sollevamento elettromeccanico con portata nominale pari alla portata di invarianza idraulica ovvero 14,60 l/s pari a 20 l/s per ettaro di superficie territoriale afferente ovvero 0,731 ha. Ne deriva un sistema di laminazione di tipo interrato costituito da un volume in linea realizzato mediante sovradimensionamento della rete con collettori circolari CLS DN 1000 per un volume di 272 mc (348 metri lineari di sviluppo) corrispondenti a circa 630 mc/ha imp, a fronte di una portata uscente dal sistema pari a 14,60 l/s.

E' stata effettuata un'analisi delle caratteristiche plano-altimetriche dell'area oggetto di studio affiancando dati generali LiDAR a una campagna di rilievo GPS in sito, ricavando gli esiti di seguito descritti.

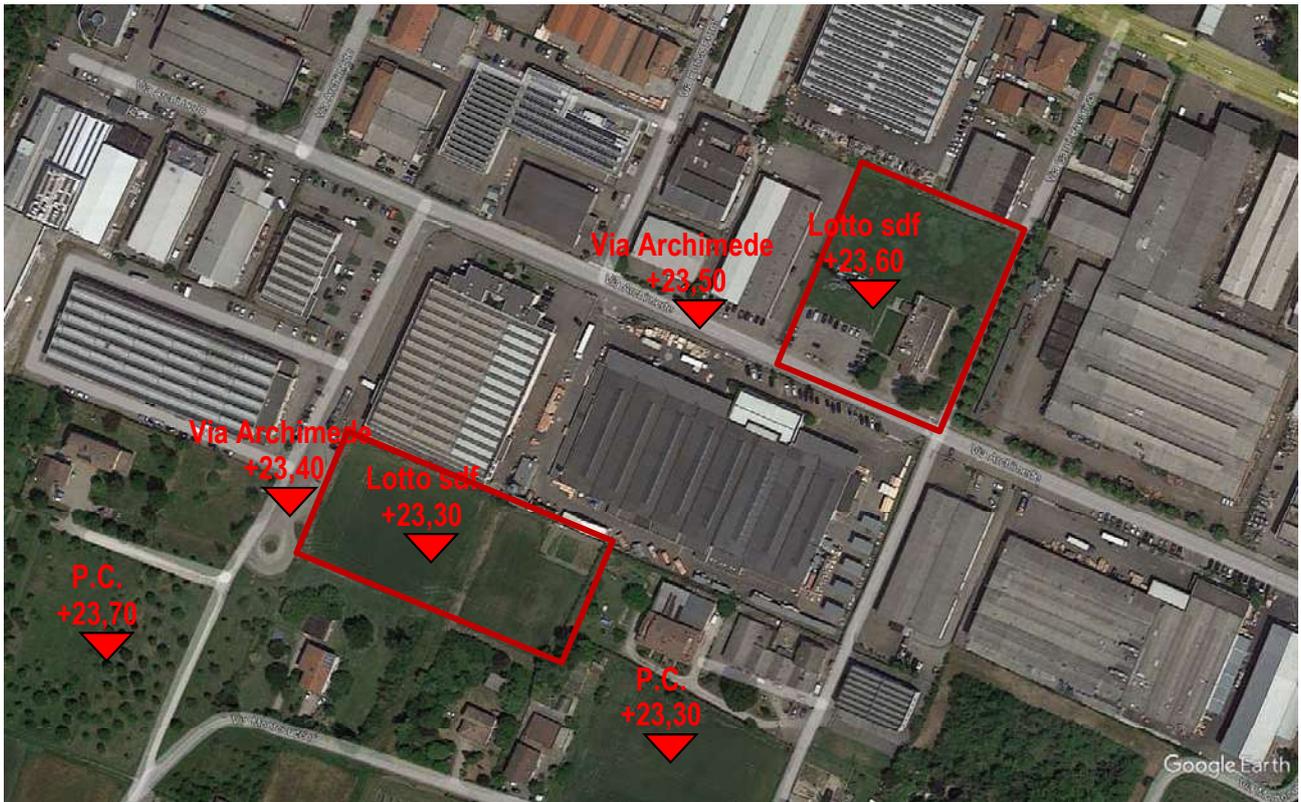


Figura 17: Rilievo GPS dell'area oggetto di studio.



Figura 18: Rilievo GPS dell'area oggetto di studio – Via Archimede.



Figura 19: Rilievo GPS dell'area oggetto di studio – Via Archimede futura cessione.



Figura 20: Analisi LiDAR dell'area oggetto di studio, scala 1:2.000.

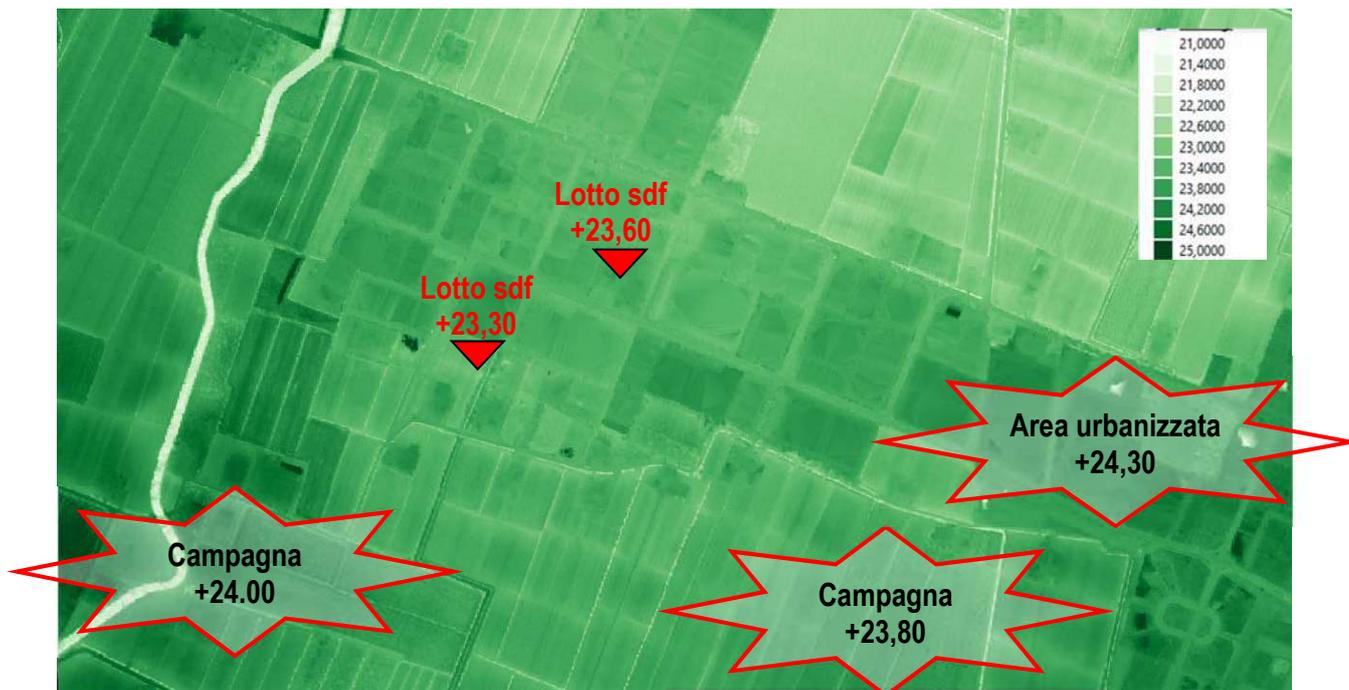


Figura 21: Analisi LiDAR dell'area oggetto di studio, scala 1:5.000.

Il piano di imposta degli immobili di progetto è assunto alla quota di +23,60 m s.l.m. ovvero +0,20 m rispetto al piano della viabilità esistente di Via Archimede mentre la quota media dei piazzali circostanti il fabbricato principale si attesta a circa 23,55 m s.l.m, entrambe da confrontare rispetto alla quota media del piano campagna nelle condizioni ante operam di 23,30 m s.l.m.

Relativamente all'area parcheggio si riscontra una quota media del piano campagna ante operam di + 23,60 m s.l.m., rispetto ad una quota di Via Archimede nel tratto antistante rilevata a +23,50 m s.l.m. La quota media di imposta del piano finito pavimentato manterrà le quote originali di +23.60 m s.l.m..

2.2 Il reticolo idraulico secondario di pianura

Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura circostante rispetto all'area di intervento, viene rilevata la presenza del Condotto irriguo Spinetta I che attraversa l'asse Nord Sud baricentrico rispetto al lotto ove sorgerà l'edificio di progetto.

Inoltre, a circa 300 metri in direzione ovest si trova il Cavo Lama, recapito ultimo delle acque meteoriche del sito.

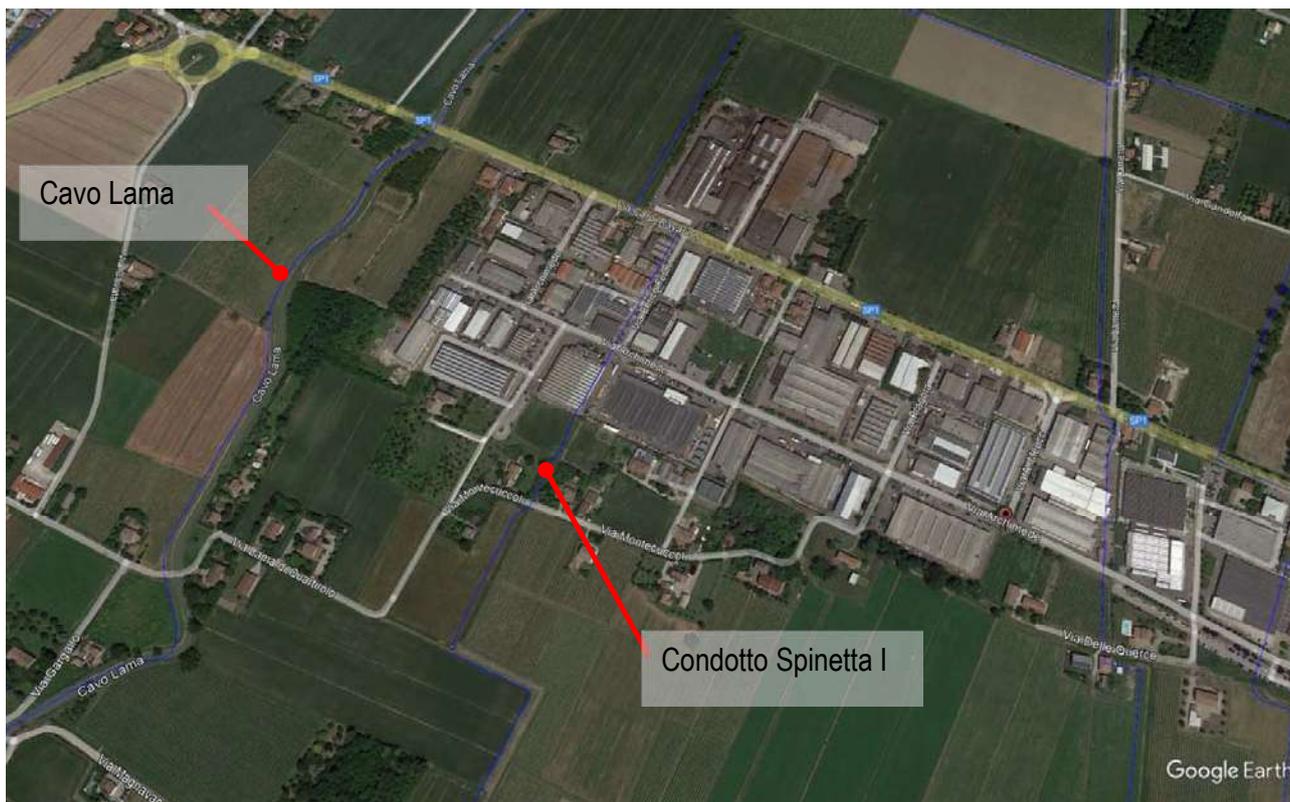


Figura 22: Inquadramento planimetrico reticolo secondario di pianura.

2.2.1 Potenziali criticità

Tali aste idrauliche, date le caratteristiche plano-altimetriche del sito rispetto alla campagna circostante sopra descritte sono da ritenersi non interferenti in modo diretto.

In occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi e diffusi si possono generare fenomeni di crisi del reticolo secondario di pianura, con il raggiungimento delle massime capacità delle aste idrauliche che non sono temporaneamente in grado di drenare il deflusso delle acque dalle campagne.

In queste condizioni sono le aree morfologicamente più depresse nelle adiacenze del sito allo studio a presentare il rischio di deboli ristagni, dell'ordine di pochi centimetri fino a 10 / 20 centimetri di tirante massimo, per lo più in corrispondenza dell'orditura secondaria di fossetti e scoline agricole.

Pertanto, considerata la quota di imposta dei fabbricati (+23.60 m s.l.m.) e dei piazzali circostanti (+23.55 m s.l.m.), sul sedime dei quali è ubicata la rete di drenaggio acque meteoriche e parallelamente la conformazione del territorio adiacente, con andamento degradante in direzione Nord Est, l'area in oggetto non risulta interessata da allagamenti od interferenze 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 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.

Parallelamente è possibile affermare che l'intervento edilizio in oggetto, la cui area scaricherà in regime di invarianza idraulica, non determina un aggravio degli scenari di pericolosità e di rischio idraulico caratteristici del contesto territoriale esaminato.

2.3 Il reticolo idraulico principale

Per quanto riguarda il reticolo idraulico principale nell'areale di influenza della zona oggetto di studio, viene rilevata la presenza del Fiume Secchia (sinistra idraulica) a oltre 5 km di distanza in direzione Est.

L'area in oggetto è dunque potenzialmente esposta a fenomeni di allagamento per rottura arginale del Fiume Secchia.

2.3.1 Potenziali criticità

Come riportato dal Piano di Gestione del rischio di alluvioni Secondo ciclo – dicembre 2019 con l'aggiornamento delle Mappe di pericolosità e rischio, l'area oggetto di studio ricade in zona P1 che equivale a scarsa probabilità di alluvioni che si ritiene possano occorrere in condizioni di sormonto arginale in un punto del reticolo principale nella zona di influenza studiata per quel che riguarda il Fiume Secchia.

Lo scenario P1 relativo al Fiume Secchia determina tiranti idrici attesi medi compresi tra 1,50 e 2,00 rispetto al piano campagna medio mentre i successivi aggiornamenti di dettaglio inquadrano l'area in oggetto soggetta a possibili allagamenti con battenti compresi tra 0,50 e 1,00 metri. Le previsioni di PUG si attestano a battenti compresi tra 0,50 e 1,50 metri.

Come descritto in precedenza, in virtù della regolarizzazione del piano di imposta dei piazzali circostante il fabbricato di progetto alla quota di 23,55 e 23,60 m s.l.m. la quota di imposta del fabbricato stesso (ovvero rispettivamente +0,25 e +0,30 m) rispetto al piano campagna medio ante operam alla quota di 23,30 m s.l.m., il battente massimo atteso in corrispondenza della soglia dell'edificio a fronte di allagamenti da Fiume Secchia resta compreso tra 0,20 e 1,20 m con riferimento alle previsioni di PUG.

Relativamente all'area ove sorgerà il nuovo parcheggio, in virtù del mantenimento del piano medio finito delle superficie pavimentate rispetto alle condizioni ante operam, restano confermati i battenti medi attesi di 0,20 e 1,20 m con riferimento alle previsioni di PUG.

Al contempo, vista l'orografia caratteristica del sito, l'eventuale allagamento è destinato a permanere per un contenuto periodo di tempo: il deflusso naturale verso aree a minore quota altimetrica è sempre garantito.

Inoltre, vista la distanza con il Fiume Secchia (5 km circa), la criticità di una eventuale esondazione per sormonto o crash arginale risulterebbe sicuramente mitigata da elementi antropici presenti sul territorio quali rilevati stradali che ne diminuirebbero sia la portata sia la velocità caratteristica dell'onda di piena.

Per l'analisi approfondita di tali scenari si rimanda ad eventuali studi idraulici di dettaglio da realizzarsi tramite modellazione idraulica bidimensionale.

In linea generale si ritiene necessario che:

- la quota minima del primo piano utile dell'edificio sia ad altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- siano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e il piano / piani superiori.

La realizzazione di presidi di protezione dall'evento e di riduzione della vulnerabilità del sito, quali ad esempio la messa in opera di cordone murarie o dune in terra perimetrali continue e non permeabili, e completamento del presidio idraulico in corrispondenza degli accessi carrai, non è da ritenersi prescrittiva, ma subordinata ad una specifica analisi dei rischi per i beni esposti (dotazioni impiantistiche, risorse e/o materiali, prodotti finiti) presenti all'interno del perimetro aziendale.

In ogni caso la strategia di mitigazione del rischio alluvioni dovrà prevedere l'adozione di un adeguato piano di emergenza specifico per il lotto stesso.

3 Riduzione della vulnerabilità degli edifici da rischio alluvione

Affrontare il tema della riduzione della vulnerabilità delle strutture realizzate in aree esondabili 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.

3.1 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.

3.1.1 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 23: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_h = 1/2 \gamma H^2$$

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 trascurabile.

3.1.2 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.

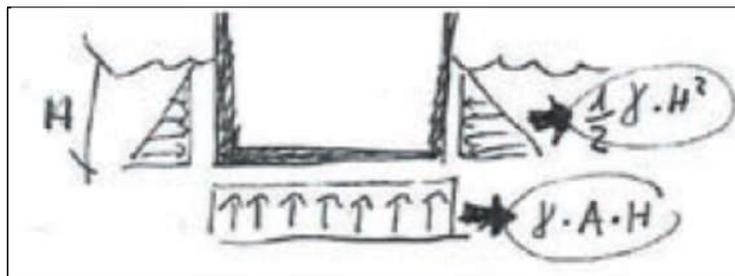


Figura 24: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_v = \gamma AH$$

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 trascurabile

3.1.3 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 trascurabili.

3.1.4 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 25: Schema concettuale del fenomeno

$$F_d = 1/2 C_d \rho V^2 A$$

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 principale e secondario di pianura. La natura stessa di tali fenomeni non comporta velocità tali da provocare danni per eccessiva spinta idrodinamica sui manufatti ed edifici.

3.1.5 *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.

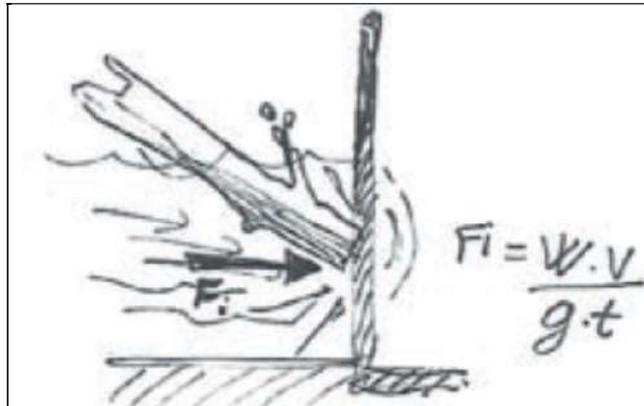


Figura 26: Schema concettuale delle forze agenti.

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.

3.1.6 *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 27: 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 risulta la velocità della lama d'acqua presente sul territorio. Per le considerazioni esposte ai paragrafi precedenti sono escluse velocità tali da provocare scalzamento o erosione di fondamenta di edifici o manufatti in genere.

3.2 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.

3.2.1 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.

3.2.2 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.

3.2.3 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);

3.2.4 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;
- è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione;
- 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;
- 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.

4 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 (PGRA).