

COMUNE DI CRESPINO
Provincia di ROVIGO

P.A.T.

Elaborato

B

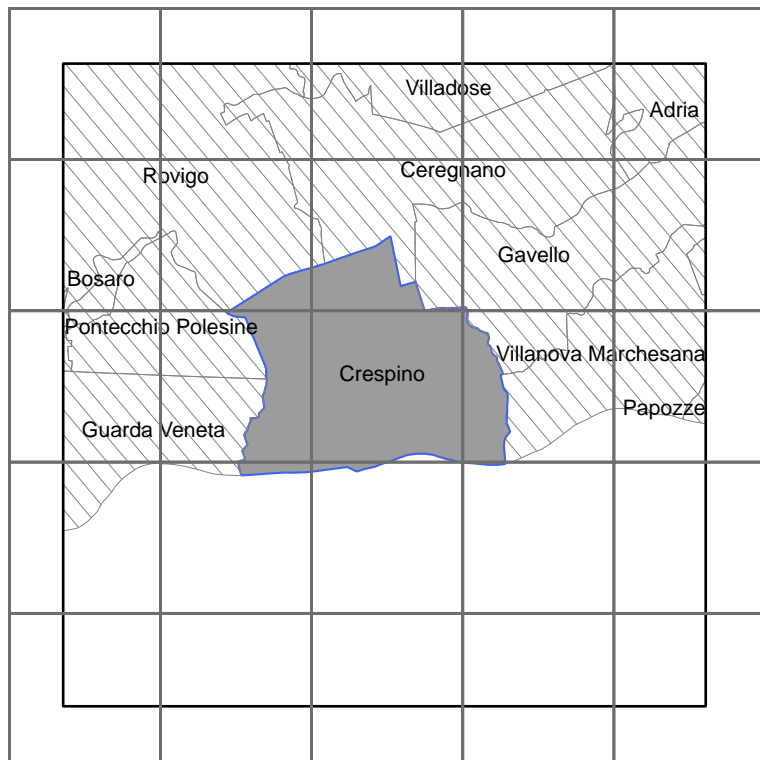
3

Scala

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA

Inquadramento Territoriale



Scala 1:200.000

Amministrazione e coordinamento

Sindaco:
Dott. Luigi Ziviani

Studio di compatibilità idraulica:
Ing. Fabrizio Ravagnani

Data: **DICEMBRE 2009**

1	PREMESSA	3
2	METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA	4
3	CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDRAULICI DEL TERRITORIO.....	5
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
3.2	IL COMPENSORIO DI BONIFICA	6
3.3	CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI	8
3.3.1	MORFOLOGIA	8
3.3.2	LITOLOGIA.....	9
3.3.3	IDROGEOLOGIA.....	10
3.4	RETE IDROGRAFICA LOCALE	11
3.5	RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE.....	12
4	GESTIONE E CONTROLLO DEL TERRITORIO	13
4.1	IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FISSERO-TARTARO-CANALBIANCO	13
4.1.1	PROCEDURE E CRITERI DI PIANO RELATIVI AL PAI CANALBIANCO.....	13
4.1.2	INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	16
4.2	IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO	19
4.2.1	PROCEDURE E CRITERI DI PIANO RELATIVI AL PAI PO.....	19
4.2.2	INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE DIVERSE FASCE IDENTIFICATE DAL PAI PO	22
4.3	IL CONSORZIO DI BONIFICA	27
4.3.1	INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE AREE A DEFLUSSO DIFFICOLTOSO O A PERICOLO DI RISTAGNO IDRICO IDENTIFICATE DAL CONSORZIO DI BONIFICA	27
4.4	GLI ARGINI DEL FIUME PO	29
5	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA E RISTAGNO IDRICO.....	30
5.1.1	PAI FISSERO-TARTARO-CANALBIANCO	30
5.1.2	PAI PO	32
5.1.3	CONSORZIO DI BONIFICA	35
6	COERENZA DELLE AZIONI STRATEGICHE DEL PAT CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO	36
7	STUDIO DELLE PRECIPITAZIONI	43
7.1	EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	46
8	STIMA DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI INVASO	51
8.1	L'INVARIANZA IDRAULICA.....	51
8.2	COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	52
8.3	TEMPO DI CORRIVAZIONE	54
8.4	METODO CINEMATICO	55
8.5	COEFFICIENTE UDOMETRICO	55
8.6	CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI INVASO	55
8.6.1	ATO A 1 – Ato a prevalenza Agricola	56
8.6.2	ATO R 1 – Ato Residenziale - Crespino	58
8.6.3	ATO R 2 – Ato Residenziale – Località Arginello	60
8.6.4	ATO R 3 – Ato Residenziale – Località Selva	61
8.6.5	ATO R 4 – Ato Residenziale – Località San Cassiano.....	62
8.6.6	ATO P 1 – ATO a prevalenza Artigianale.....	64

8.6.7	Analisi dei risultati	65
9	INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	66
9.1	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE PER I BACINI DI INVASO TEMPORANEO	69
9.2	PRESCRIZIONI DA SEGUIRE DURANTE LA REDAZIONE DEL PIANO DEGLI INTERVENTI	70

1 PREMESSA

Lo studio di Compatibilità Idraulica del Piano per l'Assetto del Territorio del comune di Crespino è stato predisposto seguendo il disposto delle Delibere di Giunta Regionale del Veneto n°3637/2002 e successive modifiche ed integrazioni (in particolare la n°1841/2007).

Dopo la D.G.R. n°3637 del 13/12/2002 è necessario valutare la compatibilità idraulica dei nuovi strumenti urbanistici; la procedura deve essere applicata "*... agli strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico*". Dalla valutazione si deve desumere "che non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione attuale e futura di tale livello"; la valutazione deve indicare "le misure compensative introdotte nello strumento urbanistico ai fini del rispetto delle condizioni esposte".

La presente relazione valuta le attuali condizioni di possibile rischio idraulico e le confronta con le nuove previsioni urbanistiche individuando e indicando gli eventuali aggravi del livello di rischio idraulico ed anche i possibili interventi atti a mitigare o non aggravare le condizioni di pericolosità esistenti.

Il presente documento è da intendersi come uno studio preliminare atto a valutare le caratteristiche delle aree soggette ad urbanizzazione derivanti dalle indicazioni del P.A.T., a determinare le curve di possibilità pluviometrica, a dare indicazione circa i volumi aggiuntivi derivanti dalla urbanizzazione ed un primo dimensionamento delle opere di mitigazione.

Per il dimensionamento finale delle opere si rimanda alla fase progettuale successiva.

2 METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA

Lo scopo principale dello studio di compatibilità idraulica, è quello di valutare le modificazioni prodotte dal nuovo strumento urbanistico al regime idraulico esistente. Il cambio di destinazione d'uso di determinate aree comporta infatti la variazione dei coefficienti di deflusso di quelle stesse aree, incrementando così le portate convogliate verso i corpi idrici ricettori, che risultano ormai già al limite della loro capacità nelle condizioni attuali.

Le misure da prendere per non aggravare la situazione verranno illustrate in seguito.

Il metodo che si intende seguire per arrivare a determinare l'incidenza delle nuove opere sullo stato esistente, viene qui brevemente riassunto:

- inquadramento del territorio comunale e delle sue caratteristiche idrogeologiche, con dati desunti dal Quadro Conoscitivo del PAT;
- inquadramento della rete idrografica che interessa il territorio comunale;
- individuazione di eventuali aree depresse, maggiormente soggette a rischio idraulico, fornite dal P.A.I. Fissero Tartaro Canalbianco, dal PAI del fiume Po e dal consorzio di bonifica Padana Polesana;
- cenni idrologici ed analisi delle precipitazioni sulla base dei dati forniti dall'ARPAV Centro Meteorologico di Teolo;
- valutazione delle portate di piena relative alle aree in esame per lo stato attuale e futuro;
- individuazione degli interventi atti a mitigare il rischio idraulico.

3 CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDRAULICI DEL TERRITORIO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il comune di Crespino si colloca nel Basso Polesine, a ridosso del corso del fiume Po.

Il comune di Crespino si estende per circa 31.9 Km² e conta una popolazione di 2139 abitanti insediati per la maggior parte nel capoluogo, situato nella parte a sud del territorio comunale, in prossimità dell'argine del fiume Po.

Il comune di Crespino quindi confina a sud con la provincia di Ferrara, a est con i comuni di Villanova Marchesana e Gavello; a nord con i comuni di Ceregnano e Rovigo, mentre a Ovest con i comuni di Pontecchio Polesine e Guarda Veneta.

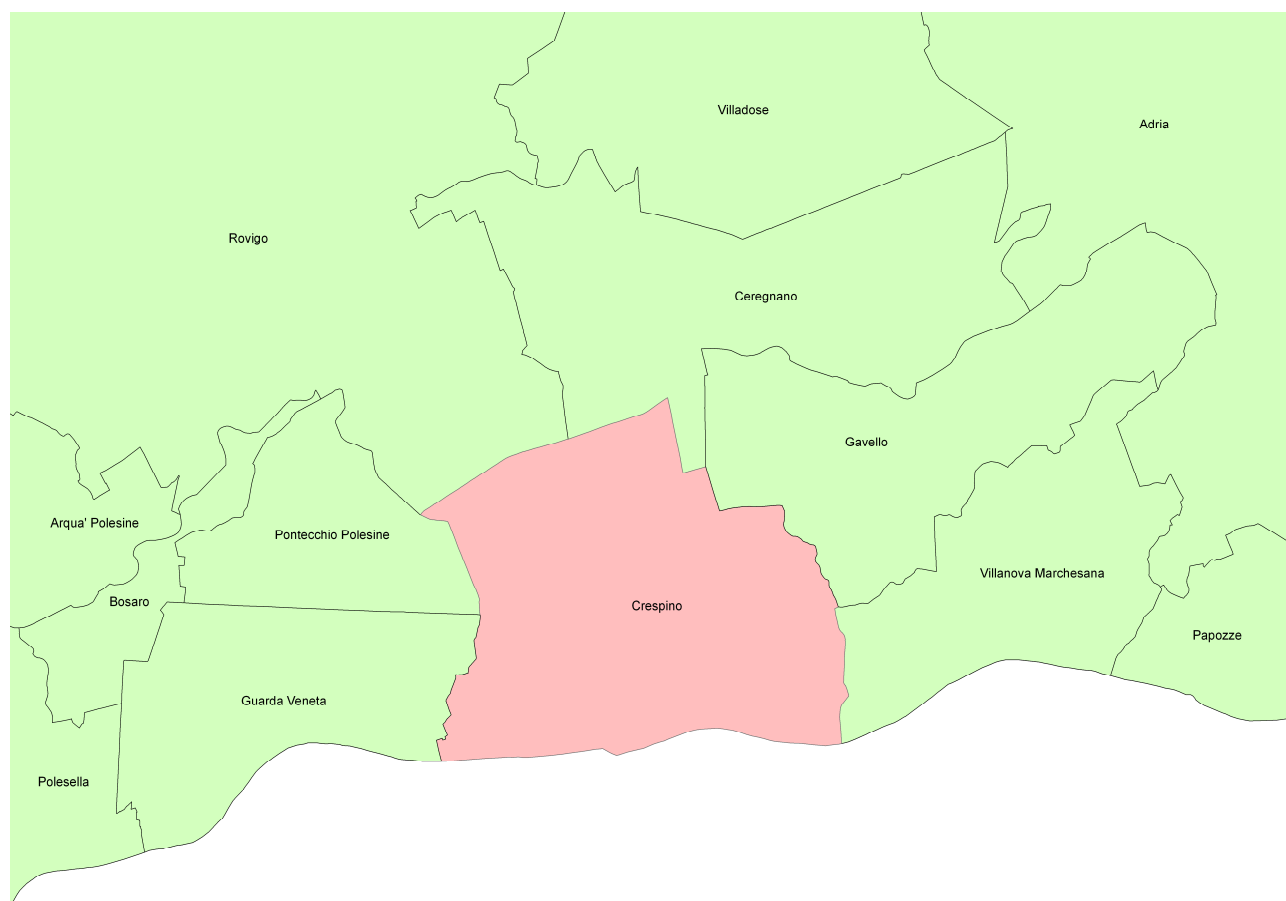


Figura 1 – Inquadramento del comune di Crespino

3.2 IL COMPENSORIO DI BONIFICA

Il territorio del comune di Crespino risulta gestito dal punto di vista idraulico dal consorzio di bonifica Padana Polesana, che, secondo la DGR N. 1408 del 19 Maggio 2009 sarà unito al consorzio Adige Canalbiano istituendo un nuovo unico consorzio, denominato, secondo la successiva DGR N. 2416 del 4 Agosto 2009, Consorzio di Bonifica Adige Po.

Il territorio che costituisce l'attuale comprensorio del Consorzio di Bonifica Padana Polesana, risulta compreso tra i fiumi Po e Tartaro-Canalbiano, da Melara, alla Biconca di Volta Grimana in Comune di Loreo, ed è il risultato delle esondazioni dei fiumi e dei canali che l'hanno percorso dall'era quaternaria fino ai nostri giorni.

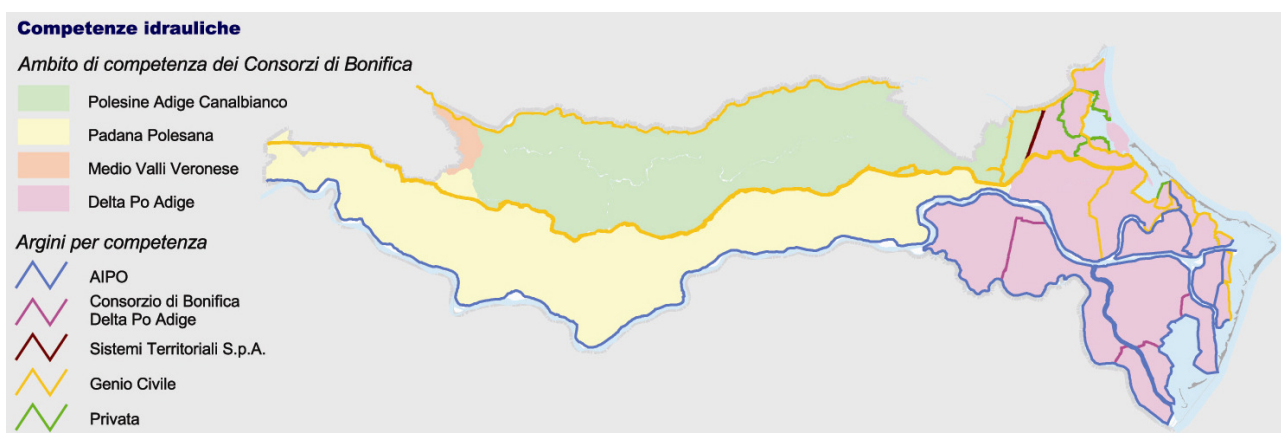


Figura 2 – Ambito di competenza del Consorzi di Bonifica

Il territorio è a sua volta suddiviso in due Unità Territoriali:

- 1. Unità territoriale Padana;**
- 2. Unità territoriale Polesana.**

Le due unità corrispondono con la suddivisione del comprensorio in due parti operata dall'alveo della Fossa di Polesella, che corre dal Canalbiano in Comune di Bosaro, al fiume Po in Comune di Polesella in direzione Nord-Sud.

Il comune di Crespino ricade nell'unità territoriale polesana, essa ha una superficie di circa 19'000 ha, scola le sue acque mediante 12 impianti idrovori che servono 10 bacini idraulici, di cui 9 con scarico nel collettore Padano Polesano, oltre a quello terminale di Cavanella.

I suddetti bacini idraulici corrispondono ad altrettanti comprensori di antichi consorzi di bonifica.

Il territorio Polesano è servito inoltre da altri impianti minori di modesta portata, che servono limitati territori interni ai singoli bacini.

I bacini idraulici appartenenti al territorio Polesano sono i seguenti: Bosco di mezzo - Bosco del Monaco - Terre di Lama, Ponte Foscari, Motta, Gavello - Dragonzo, Crespino, Bellombra, Bottrighe - Vallon - Dossolo, Mazzorno, Casette, Grimanina.

Il territorio gestito del consorzio di bonifica Padana Polesana è suddiviso in diversi bacini idraulici elementari, in particolare il territorio di Crespino ricade parzialmente all'interno dei seguenti sottobacini:

- MOTTA
- CRESPINO
- GAVELLO DRAGONZO

Lo scolo Marcadello, che attraversa il bacino Motta, fa invece parte del bacino Ponte Foscari, infine l'alveo del fiume Po fa parte del bacino del Po tra Mincio e Po di Goro ed è gestito dall'autorità di Bacino del fiume Po.

Nella seguente Figura 3 sono individuati con colori differenti i sottobacini sopra elencati.

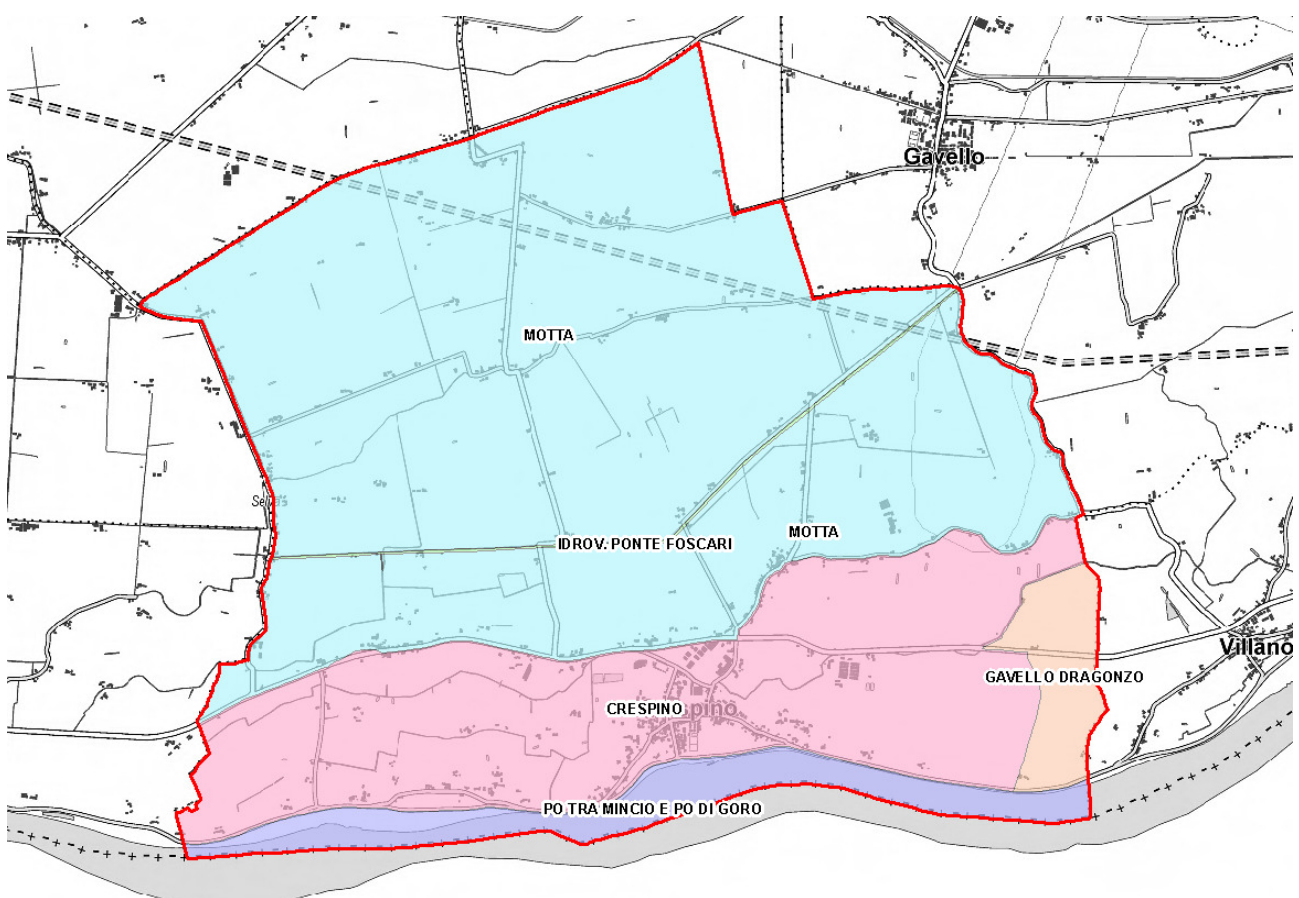


Figura 3 – Bacini idrografici elementari presenti all'interno del territorio comunale

In particolare la parte a nord della strada provinciale SP 33 ricade all'interno del bacino Motta. Il bacino scola le proprie acque attraverso lo scolo Zucca di Levante. E' servito dall'idrovora Motta (situata a nord-est del territorio comunale, al confine tra Ceregnano e Gavello) con recapito diretto nel Collettore Padano Polesano.

La parte a sud della strada provinciale SP 33 fino all'argine maestro del fiume Po e, procedendo verso Est, fino in prossimità di via Eridania, ricade nel bacino Crespino, che scola le proprie acque nel Collettore Padano Polesano in comune di Adria attraverso l'idrovora Chiapparra o a gravità, nel caso di livelli idrometrici favorevoli. Il deflusso delle acque avviene attraverso lo scolo Crespino.

Il bacino Gavello - Dragonzo, include la porzione di territorio a sud della strada provinciale SP 33 e ad est della strada privata all'altezza di via Eridania.

Il bacino scola le proprie acque nel Canalbiano, quindi al di fuori del territorio comunale, attraverso l'idrovora Pianta Melon oppure nel Collettore Padano Polesano attraverso l'omonima idrovora Gavello - Dragonzo.

3.3 CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI

3.3.1 MORFOLOGIA

Dal punto di vista altimetrico le quote maggiori sono presenti lungo le sponde del fiume Po, per poi decrescere procedendo verso Nord.

La figura allegata riporta l'altimetria del territorio in esame, ottenuta mediante le quote riportate nella Carta Tecnica Regionale. La rappresentazione grafica, anche se non estremamente precisa, permette comunque di mettere ben in evidenza la morfologia del territorio in esame, permettendo ad esempio l'individuazione di eventuali zone particolarmente depresse che possano essere soggette a ristagno idrico.

Nella stessa figura sono ben evidenti il rilievo, rispetto al piano campagna, sul quale sorge il centro abitato di Crespino, e il percorso in rilevato della strada provinciale N. 33

La stessa figura mette in evidenza inoltre come la maggior parte del territorio comunale si collochi a quote leggermente superiori allo zero del livello medio mare, in particolare con valori compresi tra 30 cm e 1 m, mentre solo piccole e limitate aree presentano quote inferiori allo zero.

3.3.2 LITOLOGIA

Dal punto di vista litologico il territorio del comune di Crespino è caratterizzato dalla presenza di terreni di natura prevalentemente sabbiosa in un'ampia fascia a ridosso del fiume Po, e a ridosso del confine comunale a nord.

Tutta la fascia centrale è caratterizzata da terreni a prevalente natura limoso-argillosa.

Tali informazioni sono state desunte dall'apposito tematismo del quadro conoscitivo della Regione Veneto, del quale si riporta un estratto nella seguente Figura 4.

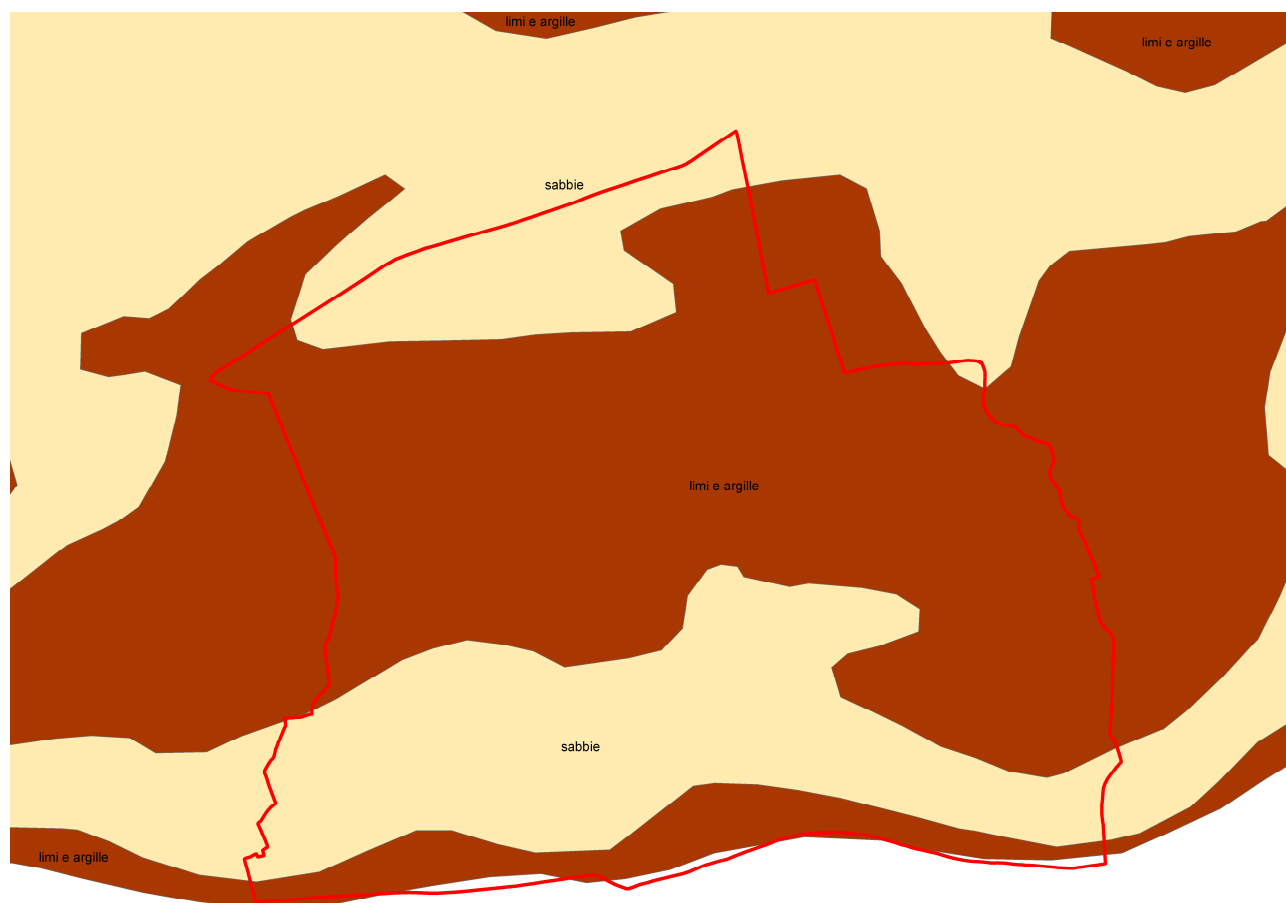


Figura 4 – Litologia del territorio del comune di Crespino estratta dal quadro conoscitivo della regione Veneto (in colore giallo le sabbie, in colore marrone limi e argille)

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'analisi geologica redatta dal professionista incaricato.

3.3.3 IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico il territorio del PAT presenta in genere livelli di falda variabili, influenzati dalla presenza del fiume Po.

La direzione di filtrazione si attesta generalmente da Ovest verso Est, con un gradiente idraulico molto ridotto (dell'ordine di circa 20 cm/Km).

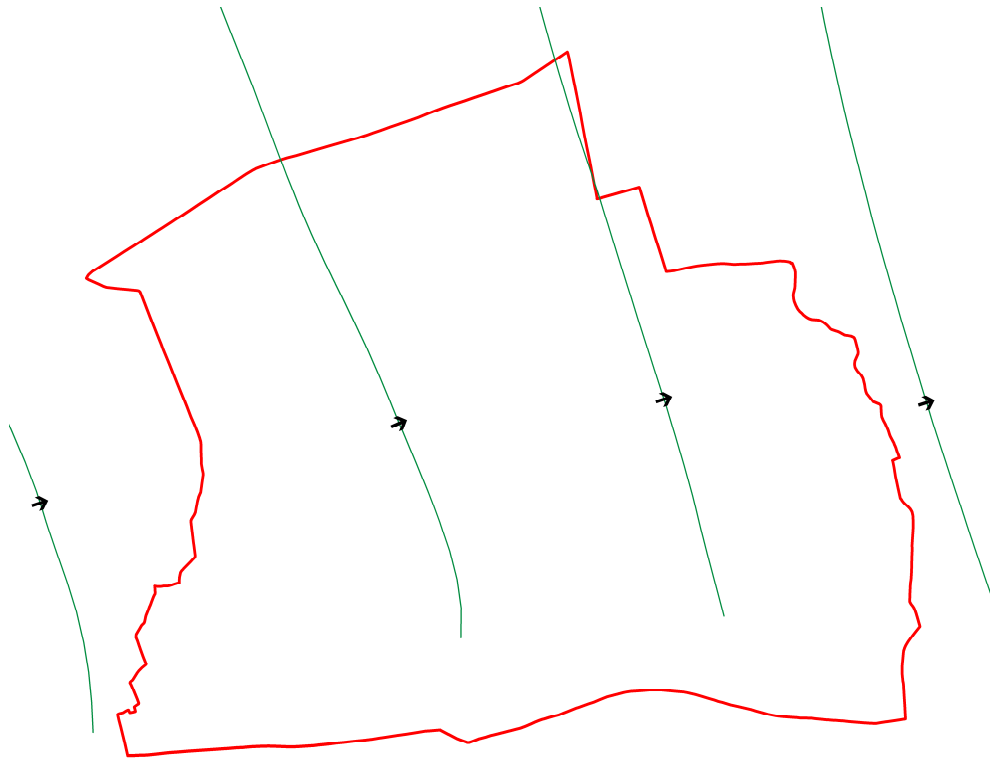


Figura 5 – Direzione di filtrazione nel territorio del comune di Crespino estratta dal quadro conoscitivo della regione Veneto

Per quanto riguarda la permeabilità, considerate le caratteristiche del terreno, è ragionevole pensare a valori compresi tra 10^{-4} e 10^{-7} m/s, con i valori inferiori nella parte centrale del territorio comunale composta da suoli a granulometria fine, e quelli maggiori nelle vicinanze dell'alveo del fiume Po dove sono presenti i suoli a prevalenza sabbiosa.

Si ricorda inoltre che tutto il territorio comunale è classificato come Zona vulnerabile ai nitrati a seguito della direttiva comunitaria 91/676/CEE a cui si è uniformata la successiva normativa nazionale, ovvero il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e il decreto ministeriale 7 aprile 2006.

3.4 RETE IDROGRAFICA LOCALE

La seguente Figura 6 riporta l'indicazione della rete idrografica principale relativa al territorio, e alle zone limitrofe, del comune di Crespino.

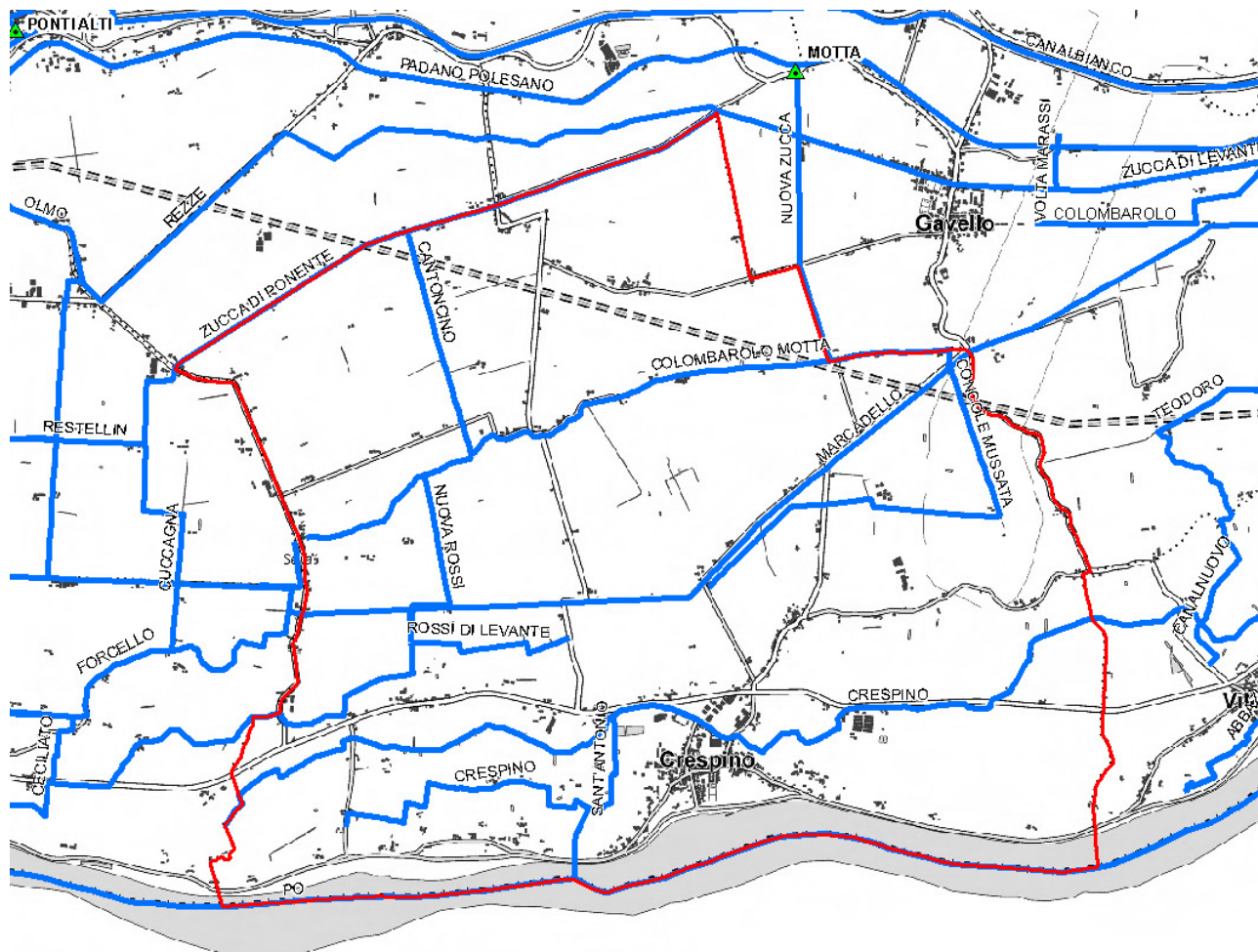


Figura 6 – Rete idrografica principale presente sul territorio comunale

Tra i corsi d'acqua demaniali è presente il fiume Po, che delimita a sud il territorio comunale, sono presenti inoltre diversi corsi d'acqua consortili.

Dal fiume Po, attraverso apposito impianto, viene alimentato il canale "Irrigatore S. Antonio", che convoglia le acque verso l'"Irrigatore Crespino" per poi proseguire fino a raggiungere lo scolo Crespino.

Lo scolo Crespino attraversa da Ovest verso Est l'intero territorio comunale, per poi proseguire nei comuni di Villanova Marchesana e Adria, fino a raggiunge l'impianto idrovoro Chiapparra che riversa le acque nel Collettore Padano Polesano. Lo scolo Crespino drena le acque meteoriche di tutta la porzione di territorio compresa tra gli argini del fiume Po e la SP33 e tra la SP33 e via Aguiaro.

A nord dello scolo Crespino sono presenti lo scolo Rossi di Levante e lo Scolo Rossi di Ponente che confluiscono nella “Nuova Inalveazione Rossi”, la quale, sotto passando lo scolo Marcadello mediante Botte a sifone, convoglia le acque nello scolo Colombarolo Motta.

Ad est del territorio comunale è presente lo scolo Concole Mussata che sottopassa anch'esso lo scolo Marcadello mediante botte a sifone per poi confluire nell'Inalveazione Nuova Zucca.

Lo scolo Marcadello quindi attraversa l'intero territorio del comune di Crespino, senza però riceverne le acque, per poi proseguire fino all'impianto idrovoro Ponte Foscar nel comune di Adria.

A nord dello scolo Marcadello è presente lo scolo Colombarolo Motta che scorre da Ovest verso Est fino a raggiungere l'Inalveazione Nuova Zucca che successivamente prosegue fino all'impianto idrovoro Motta.

A delimitare il confine Nord del territorio comunale è presente lo scolo Zucca di Ponente.

Infine lo scolo Colombarolo Motta e lo scolo Zucca di Ponente sono collegati tramite lo scolo Cantoncino.

Per tutti i canali della rete consortile deve essere garantita una fascia di rispetto di 10,00 m, necessaria per l'esecuzione degli interventi di manutenzione degli stessi, ed ogni intervento previsto entro tale fascia deve essere autorizzato dal consorzio.

3.5 RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE

La rete fognaria del comune di Crespino risulta essere interamente di tipo misto.

Sia il centro abitato che la frazione di Aguiaro risultano essere ben servite dalla rete fognaria, che include tra l'altro otto impianti di sollevamento.

Tutte le acque vengono convogliate ad un unico depuratore situato a Nord-Ovest del centro abitato del paese, con recapito finale nello scolo Crespino.

Si precisa infine che, secondo la Polesine Acque, non sembrano essere presenti, all'interno del territorio del comune di Crespino, aree a rischio di allagamento per insufficienza della rete fognaria.

4 GESTIONE E CONTROLLO DEL TERRITORIO

Il territorio del comune di Crespino ricade per la maggior parte all'interno del bacino del Fissero-Tartaro Canalbianco, ad eccezione delle aree golenali del fiume Po delimitate dagli argini maestri dello stesso e facenti parte del bacino idrografico del fiume Po.

Per tale motivo, nell'analisi del piano di assetto idrogeologico, occorre fare riferimento sia a quello del Fissero-Tartaro-Canalbianco, che a quello del Fiume Po.

Parallelamente all'autorità di Bacino del Fiume Po opera l'AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po) la cui principale attività consiste nella progettazione ed esecuzione degli interventi sulle opere idrauliche dell'intero bacino del Po. Nel caso in oggetto a tale autorità si fa riferimento per quanto riguarda gli argini del fiume Po.

Infine al consorzio di bonifica spetta il compito della predisposizione del piano generale di bonifica e di tutela del territorio rurale, in coordinamento con la programmazione regionale e con gli strumenti urbanistici, oltre a tutta una serie di altri compiti tra cui l'esecuzione e la manutenzione delle opere di bonifica e di irrigazione.

4.1 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FISSERO-TARTARO-CANALBIANCO

Il bacino idrografico del Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante si estende tra Lombardia e Veneto ed è sommariamente delimitato dal corso del fiume Adige a nord e del fiume Po a sud, l'area di Mantova ad ovest ed il Mare Adriatico ad est.

Si tratta di un bacino caratterizzato da cospicue opere artificiali di canalizzazione, interessa un territorio pressoché pianeggiante con ampie zone poste a quota inferiore rispetto ai livelli di piena dei fiumi Adige e Po.

L'intero comprensorio del Consorzio di Bonifica Padana Polesana appartiene al bacino idrografico interregionale del Fissero-Tartaro-Canalbianco che è gestito dalla omonima Autorità di Bacino.

4.1.1 PROCEDURE E CRITERI DI PIANO RELATIVI AL PAI CANALBIANCO

Con il termine di rischio, ed in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori:

- 1) la pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (P); la pericolosità di un elemento va pertanto riferita al periodo di ritorno T, che esprime l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento calamitoso viene superata mediamente una sola volta;
- 2) il valore degli elementi a rischio intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale (E);
- 3) la vulnerabilità degli elementi a rischio (V), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

In definitiva “la formula che descrive il rischio” assume il seguente aspetto:

$$R = P \times E \times V$$

Si definisce come danno il prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$D = E \times V$$

In base ai criteri classificativi del rischio, le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- Moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- Medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- Elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- Molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

I parametri considerati nel P.A.I. per determinare la pericolosità idraulica sono stati:

- l'altezza dell'acqua esondata
- la probabilità di accadimento (tempo di ritorno)

sulla base di diverse considerazioni viene fornita la tabella riassuntiva riportata di seguito.

PERICOLOSITA'		
ELEVATA	MEDIA	MODERATA
Tr= 50 anni h> 1 m	Tr= 50 anni 0 m< h <1 m	Tr= 100 anni h> 0 m

Tabella 1 – Classi di pericolosità e parametri

Per la classificazione delle aree vulnerabili, il PAI fa riferimento alle Zone Territoriali Omogenee tipiche della pianificazione urbanistica comunale che esprimono le caratteristiche sociali ed economiche del territorio. I criteri di individuazione della vulnerabilità sono riportati nella tabella seguente.

	ELEMENTI VULNERABILI DEL P.A.I.		
	Elementi areali	Elementi lineari	Elementi puntiformi
VULNERABILITA' ELEVATA	ZTO A ZTO B ZTO C	- Viabilità principale - Linea ferroviaria - Servizi a rete	- Edifici Pubblici (Municipio, Scuole) - Caserme - Strutture ospedaliere - Discariche... - Industrie a rischio
VULNERABILITA' MEDIA	ZTO D	- Viabilità secondaria	- Beni storici, artistici, architettonici, geologici
VULNERABILITA' MODERATA	ZTO E Aree attrezzate di interesse comune (sport e tempo libero, parcheggi,...) Vincolo ambientale	-	-

Tabella 2 – Elementi di vulnerabilità

Considerato che i fenomeni idraulici che si sviluppano nel bacino del Fissero Tartaro Canalbiano non danno luogo a condizioni di significativo pericolo per l'incolumità delle persone, quanto piuttosto creano condizioni di disagio per le persone e danni di diversa entità alle cose, il PAI ha ritenuto di non poter individuare aree con grado di rischio pari a R4.

La seguente tabella individua le classi di rischio in funzione della vulnerabilità e della pericolosità.

			PERICOLOSITA'		
			ELEVATA	MEDIA	MODERATA
			Tr= 50 anni h> 1 m	Tr= 50 anni 0 m< h <1 m	Tr= 100 anni h> 0 m
VULNERABILITA'	ELEVATA	ZTO A, B, C Viabilità principale, Linea ferroviaria, Servizi a rete, Edifici Pubblici, Caserme, Ospedali	R3	R3	R2
	MEDIA	ZTO D, Beni artistici e architettonici	R3	R2	R1
	MODERATA	ZTO E, Aree attrezzate di interesse comune (sport e tempo libero, parcheggi), Vincolo ambientale	R2	R1	R1

Tabella 3 – Classi di rischio

Per l'individuazione delle aree soggette a vincolo nel nuovo strumento urbanistico (PAT) occorre fare riferimento alle situazioni di rischio sia rilevate, ma soprattutto a quelle potenziali.

Nelle "zone di espansione urbanistica", dove non ci sono ancora insediamenti, paradossalmente la classificazione in termini di rischio sarebbe nulla o comunque bassa.

In quest'ottica è necessario impostare un'azione preventiva facendo riferimento alla pericolosità, avendo però sempre come base di confronto la carta del rischio, in modo da non incorrere in previsioni edificatorie che generino rischio laddove oggi c'è solo pericolo.

4.1.2 INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

Nel seguente paragrafo si riporta un estratto delle norme di attuazione del PAI Fissero-Tartaro-Canalbianco, che elencano gli interventi ammissibili nelle diverse aree a pericolosità idraulica.

Si riportano innanzitutto alcune delle disposizioni comuni per le aree a pericolosità idraulica:

La realizzazione di tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità idraulica elevata è subordinata alla presentazione dello studio di compatibilità idraulica

Al fine di non incrementare in modo apprezzabile le condizioni di pericolosità nelle aree di pericolosità idraulica tutti i nuovi interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione devono essere comunque tali da:

- a) mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle, agevolare o non impedire il deflusso delle piene, non ostacolare sensibilmente il normale deflusso delle acque;*
- b) non aumentare significativamente le condizioni di pericolo a valle o a monte dell'area interessata;*
- c) non ridurre significativamente i volumi invasabili delle aree interessate e favorire se possibile la creazione di nuove aree di libera esondazione;*
- d) non pregiudicare l'attenuazione o l'eliminazione delle cause di pericolosità.*

Nelle aree classificate pericolose, salvo quanto previsto dal successivo comma, è vietato:

- a) eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna capaci di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini;*
- b) realizzare intubazioni o tombinature dei corsi d'acqua superficiali, ad eccezione degli interventi di mitigazione del rischio, di tutela della pubblica incolumità e quelli previsti dal piano di bacino;*
- c) occupare stabilmente con mezzi, manufatti anche provvisori e beni diversi le fasce di transito al piede degli argini;*
- d) posizionare rilevati a protezione di colture agricole conformati in modo da ostacolare il libero deflusso delle acque;*
- e) operare cambiamenti colturali ovvero impiantare nuove colture arboree capaci di favorire l'indebolimento degli argini;*

Gli interventi consentiti per la aree di pericolosità idraulica dovranno essere realizzati minimizzando le interferenze, anche temporanee, con le strutture di difesa idraulica.

Gli interventi di bonifica, di regimazione dei corsi d'acqua, di manutenzione idraulica e di attività estrattive dagli alvei devono salvaguardare i caratteri naturali degli alvei, tutelare la biodiversità degli ecosistemi fluviali, assicurare la conservazione dei valori paesaggistici, garantire l'efficienza delle opere idrauliche, rimuovere gli ostacoli al libero deflusso delle acque.

Art 14 - Azioni ed interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1

Nelle aree classificate a pericolosità moderata - P1 spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, in relazione al gradi di pericolosità individuato e nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano.

Art 13 - Azioni ed interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità media – P2

1. Nelle aree classificate a pericolosità media - P2 oltre agli interventi consentiti nelle aree classificate ad pericolosità elevata – P3 può essere consentita la realizzazione di:

- a) nuove costruzioni purché all'interno di centri edificati e senza volumi utilizzabili situati al di sotto del piano campagna;
- b) l'edificazione in zona agricola, con il limite di una sola volta in tutto il fondo esistente alla data di adozione del piano, di quanto ammesso dalla vigente normativa di settore, inoltre, ad eccezione delle porzioni con vincoli di tutela ambientale o paesistica, è consentito il recupero funzionale a fini residenziali di edifici ed annessi rustici divenuti inidonei alla conduzione dei fondi agricoli;
- c) l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico;
- d) i cambiamenti di destinazione d'uso di immobili all'interno dei centri edificati;
- e) la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, purché risultino compatibili con le condizioni di pericolosità.

2. La realizzazione degli interventi di cui alle lettere a), c) e d) è autorizzata in assenza dello studio di compatibilità idraulica.

3. L'attuazione delle previsioni contenute negli strumenti urbanistici, generali e attuativi, approvati prima

dell'adozione del progetto di Piano, è subordinata, in sede di concessione edilizia, alla verifica, da parte dell'Amministrazione comunale, della compatibilità degli interventi con il grado di pericolosità riscontrato.

4. Nelle aree classificate a pericolosità media - P2, in ragione delle particolari condizioni di vulnerabilità, si applicano comunque le prescrizioni ed indicazioni di cui all'articolo 12, commi 4, 5, 6 e 7.

Art 12 - Azioni ed interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità elevata – P3

1. Nelle aree classificate ad pericolosità elevata - P3 può essere esclusivamente consentita la realizzazione di:

- a) opere di difesa e di sistemazione idraulica, di bonifica e di regimazione delle acque superficiali, di manutenzione idraulica, di sistemazione dei movimenti franosi, di monitoraggio o comunque volte a eliminare, ridurre o mitigare le condizioni di pericolosità o a migliorare la sicurezza delle aree interessate;
- b) azioni di riequilibrio e ricostruzione degli ambienti fluviali naturali allo scopo di ridurre il pericolo idraulico e di valorizzare la fascia di tutela idraulica;
- c) opere urgenti e opere di monitoraggio eseguite dagli organi di protezione civile o dalle autorità idrauliche competenti per la salvaguardia di persone e beni in relazione a situazioni di eventi eccezionali;
- d) nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che, in relazione alle condizioni di pericolosità evidenziate, siano finalizzati alla salvaguardia delle persone o delle cose;
- e) ampliamento o realizzazione ex novo di opere o infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non diversamente localizzabili o non delocalizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;
- f) sottoservizi a rete, ed opere connesse, interrati lungo tracciati stradali esistenti;
- g) manufatti, strutture di servizio mobili, strutture o insediamenti anche provvisori, non destinati al pernottamento di persone, posti alla quota piano di campagna ed attrezzature per il tempo libero, la fruizione dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto all'interno di zone di verde urbano attrezzato, di parchi urbani e di altre aree individuati dai piani regolatori generali a condizione che non ostacolino il libero deflusso delle acque e che siano compatibili con le previsioni dei piani di protezione civile;

h) interventi, anche di demolizione e ricostruzione, sugli edifici esistenti, che consentano, per l'area classificata come pericolosa, di mitigare la vulnerabilità o di migliorare la tutela della pubblica incolumità;

i) interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione di edifici e infrastrutture, così come definiti alle lettere a), b), c) e d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n.457, qualora non comportino aumento di superficie o volume e prevedano soluzioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e delle infrastrutture;

j) interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di abbattimento delle barriere architettoniche e di sicurezza del lavoro, connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto e qualora prevedano soluzioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici;

k) sistemazioni e le manutenzioni di superfici scoperte di edifici esistenti (rampe, muretti, recinzioni, opere a verde e simili);

l) mutamenti di destinazione d'uso degli immobili possibili ai sensi delle norme e delle previsioni urbanistiche vigenti, a condizione che gli stessi non comportino significativo incremento del livello di rischio;

m) ampliamento di edifici o impianti, pubblici o privati, purché realizzati a quote superiori a quelle raggiunte dalla piena di riferimento;

n) altri interventi di modifica della morfologia del territorio, quali ad es. cave e miglione fondiarie, a condizione che non comportino incremento del livello di rischio.

2. La realizzazione degli interventi di cui alle lettere c), f), i), j), k) e l) è autorizzata in assenza dello studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 11.

3. Gli interventi di cui alle lettere h), i) e j) non possono prevedere la realizzazione di volumi utilizzabili situati al di sotto del piano campagna.

4. Nelle aree classificate a pericolosità elevata – P3, oltre alle prescrizioni comuni sopra riportate, è vietato ubicare strutture mobili e immobili, anche di carattere provvisorio o precario, salvo quelle indispensabili per la conduzione dei cantieri.

5. In relazione alle particolari caratteristiche di vulnerabilità, nelle aree classificate a pericolosità elevata – P3 non può essere consentita la realizzazione di:

a) nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modifiche ed integrazioni;

b) nuovi impianti di trattamento delle acque reflue ad esclusione degli impianti di fitodepurazione;

c) nuovi stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del D.Lgs 17 agosto 1999, n. 334;

d) nuovi depositi, anche temporanei, in cui siano presenti sostanze pericolose in quantità superiori a quelle indicate nell'allegati I del D.Lgs 17 agosto 1999, n. 334.

6. Per gli stabilimenti, impianti e depositi, di cui al comma precedente, esistenti alla data di adozione del progetto di Piano sono ammessi esclusivamente gli interventi di ordinaria e straordinaria manutenzione, di adeguamento alle normative ovvero necessari per l'applicazione del successivo comma.

7. I soggetti gestori di depositi, impianti e stabilimenti di cui al comma 4 esistenti predispongono, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, una verifica della pericolosità idraulica a cui sono soggetti i suddetti depositi, impianti e stabilimenti ed individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari per la messa in sicurezza. Tali interventi sono approvati dalla competente autorità idraulica.

8. Solo in connessione con gli interventi di cui al comma precedente possono essere eseguiti ampliamenti che si rendono necessari in relazione alla mancanza di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili.

4.2 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO

Il bacino idrografico del fiume Po è costituito dal bacino idrografico dello stesso, chiuso all'incile del Po di Goro, con esclusione quindi del territorio del Delta del Po.

In riferimento al territorio polesano il PAI Po è delimitato dall'alveo del fiume Po con le rispettive aree golenali.

4.2.1 PROCEDURE E CRITERI DI PIANO RELATIVI AL PAI PO

Di seguito si riporta una breve sintesi delle procedure e dei criteri utilizzati per la definizione delle aree a pericolosità e a rischio idraulico relativamente al PAI del fiume Po.

A differenza del PAI Fissero-Tartaro-Canalbiano l'unità territoriale elementare è costituita dai confini amministrativi comunali: la pericolosità connessa ai fenomeni di dissesto in atto e potenziali, il valore socio-economico e la vulnerabilità sono pertanto determinati tramite indicatori parametrici con riferimento all'intera unità territoriale, indipendentemente dalla distribuzione dei diversi parametri all'interno del comune.

Per la valutazione della pericolosità da esondazione sono stati considerati e relazionati i seguenti parametri:

- superficie: la pericolosità dell'evento alluvionale è naturalmente direttamente correlata all'estensione areale del fenomeno e alla ricorrenza dell'evento stesso
- La ricorrenza è stata suddivisa nelle seguenti classi:
 - eccezionale: > 50 anni
 - occasionale: 10 ÷ 50 anni;
 - ricorrente: < 10 anni;
- altezza dell'evento
- granulometria del materiale depositato
- attenuazione indotta dalle opere di difesa
- opere negative: opere che interferendo con la dinamica fluviale possono essere, esse stesse, causa del fenomeno.

Per tutti i comuni interessati sono stati quindi calcolati i valori di pericolosità compresi fra 1 e 4 (P1 moderata, P2 media, P3 elevata, P4 molto elevata).

Tale operazione è stata eseguita trasformando gli indicatori di pericolosità in una nuova variabile Z_i avente media uguale a 0 e deviazione standard uguale a 1, in modo da poter comparare le distribuzioni di frequenza dei diversi indici. In questo modo è inoltre fattibile il raggruppamento in classi in funzione della distribuzione di frequenza, secondo quanto riportato nella seguente Tabella 4.

Campo di variazione	Classe
$Z_i \leq -1$	1. moderata
$-1 < Z_i \leq 0$	2. media
$0 < Z_i \leq 1$	3. elevata
$Z_i > 1$	4. molto elevata

Tabella 4 – Determinazione della classe di pericolosità in funzione dell'indice Z_i

gli elementi a rischio (**E**) sono rappresentati dalla popolazione, dalle abitazioni, dalle attività economiche e dai beni culturali che possono subire danni in conseguenza del verificarsi del fenomeno. Essi vengono suddivisi in cinque classi:

- **E0** aree disabitate o improduttive;
- **E1** case sparse, infrastrutture viarie minori, zone agricole o a verde pubblico;
- **E2** nuclei abitati, insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori, infrastrutture viarie minori;
- **E3** centri abitati parzialmente coinvolti, grandi insediamenti industriali e commerciali, infrastrutture viarie;
- **E4** centri abitati completamente coinvolti, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici storici e artistici, principali infrastrutture viarie, servizi di rilevante interesse sociale e corsi d'acqua.

Alla vulnerabilità (**V**) vengono attribuite cinque classi così definite:

- **V0** nessun elemento risulta esposto a rischio;
- **V1** gli elementi a rischio possono subire danni estetici o danni funzionali minori;
- **V2** gli elementi a rischio hanno bassa probabilità di essere distrutti o gravemente danneggiati;
- **V3** gli elementi a rischio hanno alta probabilità di essere distrutti o gravemente danneggiati;
- **V4** gli elementi a rischio hanno alta probabilità di essere distrutti, gravemente danneggiati ed esiste la possibilità che vengano coinvolte persone.

Dall'incrocio tra gli elementi a rischio e la vulnerabilità si ottiene una valutazione qualitativa del danno (**D**) secondo lo schema riportato nella seguente tabella

Vulnerabilità Elementi a rischio	V0	V1	V2	V3	V4
E0	D0	D0	D0	D0	D0
E1	D0	D0	D1	D2	D3
E2	D0	D1	D2	D3	D4
E3	D0	D2	D3	D4	D4
E4	D0	D3	D4	D4	D4

Tabella 5 – Valutazione del danno

Le classi di danno risultanti dall'incrocio tra elementi a rischio e vulnerabilità possono essere così descritte:

- **D0** nessun danno o danni irrilevanti;
- **D1** danno basso che si traduce in: danni estetici o funzionali a pochi elementi a rischio, o in bassa probabilità per gli stessi di essere gravemente coinvolti dal fenomeno;
- **D2** danno medio che si traduce in: danni estetici o funzionali a molti elementi a rischio, o in bassa probabilità per alcuni elementi di essere pesantemente coinvolti, o infine in alta probabilità che possano subire gravi danni infrastrutture secondarie, aree agricole ed edifici isolati
- **D3** danno alto che si traduce in: bassa probabilità che molti elementi a rischio siano coinvolti, alta probabilità che alcuni elementi a rischio siano pesantemente coinvolti
- **D4** danno molto alto: il fenomeno può determinare gravi danni a molti elementi a rischio e con possibile coinvolgimento di vite umane.

Attraverso la combinazione del danno e della pericolosità si può dunque arrivare alla determinazione del rischio.

Si ricorda che il rischio così calcolato non può essere inteso in termini assoluti ma è un elemento che, consentendo la comparazione di più situazioni, permette il raggruppamento in più classi dei vari dissesti in funzione del rischio relativo.

Da questo discende che se una situazione risulta appartenere ad una classe di rischio basso, ciò non implica necessariamente che la situazione sia non "rischiosa" in termini assoluti ma semplicemente che, in una scala di priorità, essa è di ordine inferiore rispetto a situazioni che appartengono a categorie di rischio alto.

Hazard	Danno	D0	D1	D2	D3	D4
Z0		R1	R1	R1	R1	R1
Z1		R1	R2	R2	R3	R3
Z2		R1	R2	R3	R3	R4
Z3		R1	R2	R3	R4	R4
Z4		R1	R3	R3	R4	R4

Tabella 6 – Valutazione delle classi del Rischio

4.2.2 INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE DIVERSE FASCE IDENTIFICATE DAL PAI PO

Il PAI del fiume Po suddivide l'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, in tre fasce denominate A, B, C. Per la definizione e l'individuazione di tali fasce si rimanda al paragrafo 5.1.2

Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)

1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

2. Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);
- c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);
- d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;
- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3. Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;
- e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

5. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

2. Nella Fascia B sono vietati:

a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. l);

c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

3. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;

b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;

c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;

d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;

e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Art. 31. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

1. Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

2. I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.

3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, lett. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

Art. 39. Interventi urbanistici e indirizzi alla pianificazione urbanistica

1. I territori delle Fasce A e B individuati dal presente Piano, sono soggetti ai seguenti speciali vincoli e alle limitazioni che seguono, che divengono contenuto vincolante dell'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, per le ragioni di difesa del suolo e di tutela idrogeologica perseguite dal Piano stesso:

a) le aree non edificate ed esterne al perimetro del centro edificato dei comuni, così come definito dalla successiva lett. c), sono destinate a vincolo speciale di tutela fluviale ai sensi dell'art. 5, comma 2, lett. a)

della L. 17 agosto 1942, n. 1150;

b) alle aree esterne ai centri edificati, così come definiti alla seguente lettera c), si applicano le norme delle Fasce A e B, di cui ai successivi commi 3 e 4;

c) per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

2. All'interno dei centri edificati, così come definiti dal precedente comma 1, lett. c), si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti; qualora all'interno dei centri edificati ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

3. Nei territori della Fascia A, sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

4. Nei territori della Fascia B, sono inoltre esclusivamente consentite:

a) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;

b) interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;

c) interventi di adeguamento igienico - funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;

d) opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi del precedente art. 20.

5. La realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, è soggetta ai procedimenti di cui al precedente art. 38.

6. Fatto salvo quanto specificatamente disciplinato dalle precedenti Norme, i Comuni, in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici per renderli coerenti con le previsioni del presente Piano, nei termini previsti all'art. 27, comma 2, devono rispettare i seguenti indirizzi:

a) evitare nella Fascia A e contenere, nella Fascia B la localizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico destinate ad una fruizione collettiva;

b) favorire l'integrazione delle Fasce A e B nel contesto territoriale e ambientale, ricercando la massima coerenza possibile tra l'assetto delle aree urbanizzate e le aree comprese nella fascia;

c) favorire nelle fasce A e B, aree di primaria funzione idraulica e di tutela naturalistico-ambientale, il recupero, il miglioramento ambientale e naturale delle forme fluviali e morfologiche residue, ricercando la

massima coerenza tra la destinazione naturalistica e l'assetto agricolo e forestale (ove presente) delle stesse.

7. Sono fatti salvi gli interventi già abilitati (o per i quali sia già stata presentata denuncia di inizio di attività ai sensi dell'art. 4, comma 7, del D.L. 5 ottobre 1993, n. 398, così come convertito in L. 4 dicembre 1993, n. 493 e successive modifiche) rispetto ai quali i relativi lavori siano già stati iniziati al momento di entrata in vigore del presente Piano e vengano completati entro il termine di tre anni dalla data di inizio.

8. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni e gli atti amministrativi ai sensi delle leggi 9 luglio 1908, n. 445 e 2 febbraio 1974, n. 64, nonché quelli di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e dell'art. 82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 e successive modifiche e integrazioni.

9. Per le aree inserite all'interno dei territori protetti nazionali o regionali, definiti ai sensi della L. 6 dicembre 1991, n. 394 e successive modifiche e integrazioni e/o da specifiche leggi regionali in materia, gli Enti di gestione, in sede di formazione e adozione di strumenti di pianificazione d'area e territoriale o di loro varianti di adeguamento, sono tenuti, nell'ambito di un'intesa con l'Autorità di bacino, a conformare le loro previsioni alle delimitazioni e alle relative prescrizioni del presente Piano, specificatamente finalizzate alla messa in sicurezza dei territori.

4.3 IL CONSORZIO DI BONIFICA

Il Consorzio di bonifica Padana Polesana, tramite indagini dirette sul territorio, ha redatto una propria carta del rischio idraulico. Essa individua le aree maggiormente soggette a fenomeni di ristagno idrico o le aree a deflusso difficoltoso.

Tale cartografia viene inoltre periodicamente aggiornata sulla base delle mutate caratteristiche del territorio.

È a tale cartografia che si fa riferimento per l'individuazione delle aree a deflusso difficoltoso o a pericolo di ristagno idrico.

4.3.1 INTERVENTI AMMISSIBILI NELLE AREE A DEFLUSSO DIFFICOLTOSO O A PERICOLO DI RISTAGNO IDRICO IDENTIFICATE DAL CONSORZIO DI BONIFICA

Nelle aree soggette a deflusso difficoltoso o a pericolo di ristagno idrico, individuate dal consorzio di bonifica, e riportate nella tavola allegata al presente studio di compatibilità idraulica, gli interventi urbanistici ed edificatori saranno disciplinati dai futuri piani degli interventi.

Si precisa inoltre che il piano degli interventi, sulla base di analisi geologico – idrauliche puntuali, o su ulteriori indicazioni del consorzio di bonifica e della Autorità di Bacino, potrà ridefinire i limiti delle aree esondabili e/o con periodico ristagno idrico, giustificando le diversità mediante adeguata documentazione geologico – tecnica allegata al P.I.

Di seguito si riportano comunque alcune prescrizioni da seguire per la realizzazione degli interventi urbanistici all'interno di tali aree.

- Il piano di imposta dei fabbricati di nuova edificazione dovrà essere fissato ad una quota superiore al piano di campagna medio circostante, per una quantità da precisarsi attraverso un'analisi della situazione morfologica circostante
- È preferibile evitare la costruzione di piani interrati e seminterrati.
- Negli interventi di nuova edificazione per gli eventuali volumi interrati, vanno previsti adeguati sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio e quanto necessario per impedire allagamenti dei locali; sono vietati gli scivoli esterni per accesso ai garage e inoltre bocche di lupo, sfiati ecc. vanno disposti sempre con apertura superiore ad una quota maggiore al piano di campagna medio circostante, per una quantità da precisarsi attraverso un'analisi della situazione morfologica circostante.
- Le nuove urbanizzazioni/edificazioni dovranno essere attuate tenendo presente la necessità di non aumentare i coefficienti di deflusso e i coefficienti idrometrici, incompatibili con le capacità della rete scolante. Pertanto l'assetto idraulico dovrà essere adeguatamente studiato adottando tecniche costruttive atte a migliorare la sicurezza ed al contempo diminuire i coefficienti di deflusso con accorgimenti validi sia per le lottizzazioni che per i singoli fabbricati.
- Ad intervento urbanistico o edilizio eseguito, ed a parità di evento di pioggia, la rete di smaltimento delle acque piovane deve prevedere valori di portata massima non superiori a quelli stimabili nella situazione ante intervento. A questo fine, si metteranno in atto le opere di mitigazione idraulica più adeguate alla specifica situazione.
- Prediligere sempre, nella progettazione delle superfici impermeabili, basse o trascurabili pendenze di drenaggio superficiale, organizzando una rete densa di punti di assorbimento (grigliati, chiusini, canalette di drenaggio).

- Utilizzo preferenziale di pavimentazioni destinate a parcheggio veicolare pubblico/privato di tipo drenante ovvero permeabile, da realizzare su opportuno sottofondo che garantisca l'efficienza del drenaggio ed una capacità di invaso (porosità efficace) non inferiore ad una lama d'acqua di 10 cm; la pendenza delle pavimentazioni destinate alla sosta veicolare deve essere sempre inferiore a 1 cm/m;
- prediligere, nella progettazione dei collettori di drenaggi, basse pendenze e grandi diametri;
- valutare l'opportunità di impiego di perdenti delle acque piovane nel primo sottosuolo e tubazioni della rete acque bianche del tipo drenante.
- negli interventi di nuova urbanizzazione, individuare aree a verde, pubbliche e/o private, configurate, dal punto di vista plano-altimetrico, in modo da renderle ricettori di parti non trascurabili di precipitazione defluenti lungo le aree impermeabili limitrofe, e fungere, nel contempo, da bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane. Tale bacino andrà localizzato preferibilmente a valle delle zone urbanizzate o da urbanizzare, ovvero lungo le sponde di scoli o canali a valenza pubblica (consorziale, comunale o di competenza del Genio Civile), anche per permettere futuri interventi di mitigazione e la manutenzione dei corsi d'acqua.
- Devono essere salvaguardate le vie di deflusso dell'acqua per garantire lo scolo ed eliminare possibilità di ristagno, in particolare va assicurata: la salvaguardia dei caratteri dimensionali e morfologici che garantiscono la funzionalità idraulica dei corpi idrici; la salvaguardia o ricostituzione dei collegamenti con fossati o scoli esistenti (di qualsiasi natura e consistenza);
- scoli e fossati non devono subire interclusioni o perdere la funzionalità idraulica;
- ponticelli, tombamenti, o tombotti interrati, devono garantire una luce di passaggio mai inferiore a quella maggiore fra la sezione immediatamente a monte o quella immediatamente a valle della parte di fossato a pelo libero;
- l'eliminazione di fossati o volumi profondi a cielo libero non può essere attuata senza la previsione di misure di compensazioni idraulica adeguate;
- nella realizzazione di nuove arterie stradali, ciclabili o pedonali, contermini a fossati o canali, gli interventi di spostamento sono preferibili a quelli di tombamento; in casi di motivata necessità il tombamento dovrà rispettare la capacità di flusso preesistente e il rispetto del volume preesistente (conteggiato sino al bordo più basso del fossato/canale per ogni sezione considerata).
- è preferibile che la continuità idraulica dei fossati mediante tombamenti avvenga in condizioni di deflusso a superficie libera, eventualmente aumentando la quota del piano campagna o di progetto in corrispondenza dell'opera di attraversamento; nel caso questo non sia possibile, dovrà essere comunque garantita la connessione mediante tubazioni sifonate aventi alle estremità pozzetti e griglie per impedire l'ingresso di persone, animali o di oggetti flottanti. Questi sifoni (e comunque in generale tutti gli attraversamenti), nel caso siano posizionati su alvei non demaniali, dovranno essere periodicamente ispezionati e ripuliti dai proprietari;

4.4 GLI ARGINI DEL FIUME PO

Il fiume Po, in tutto il tratto che interessa la provincia di Rovigo, è caratterizzato da argini artificiali molto alti, e da quote idriche che, durante gli eventi di piena, superano di diversi metri la quota della campagna circostante.

Le quote idriche molto elevate, unite alle particolari caratteristiche del sottosuolo, possono far insorgere fontanazzi cioè “sorgenti” che si formano per infiltrazione d'acqua sul lato esterno dell'argine durante le piene del fiume.

I fontanazzi mettono a rischio la stabilità degli argini in quanto, in caso di mancato intervento da parte dell'uomo, possono favorire una rapida erosione del terreno costituente l'argine stesso.

Durante la piena verificatasi nel 2002 è stato registrato e segnalato dall'AIPO, in un tratto dell'argine ad est del centro abitato di Crespino, l'insorgere di lievi fenomeni di filtrazione alla base dell'argine, comunque non tali da pregiudicare la sicurezza e la stabilità dell'argine stesso. Non si tratta quindi di un vero e proprio fontanazzo, ma di un fenomeno di filtrazione che richiede in ogni caso attenzione.

È presumibile comunque che l'AIPO provveda in futuro a realizzare interventi di rinforzo degli argini nel comune di Crespino e che quindi tale criticità sia risolta.

La seguente figura, in coerenza con le tavole del PTCP adottato dalla provincia di Rovigo, individua in colore arancione il tratto di argine in cui sono state riscontrate le criticità sopra citate.

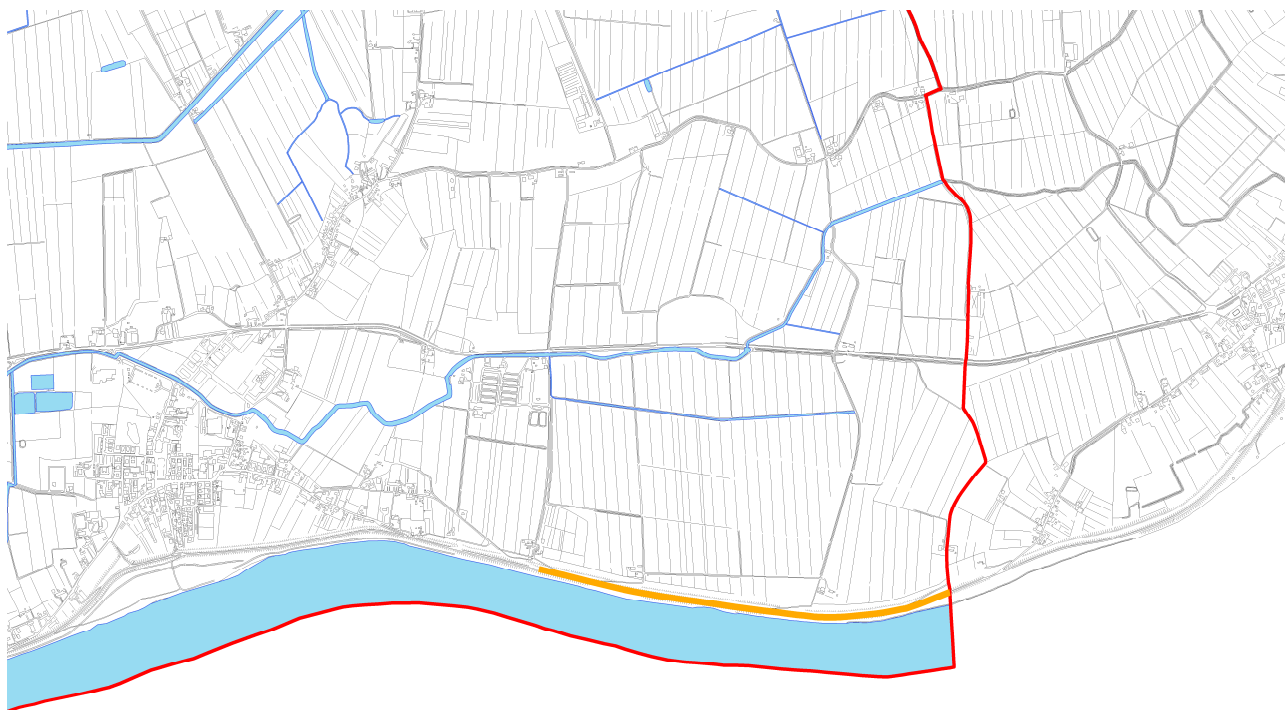


Figura 7 – Individuazione del tratto arginale in cui sono state evidenziate criticità (in colore arancione)

5 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA E RISTAGNO IDRICO

5.1.1 PAI FISSERO-TARTARO-CANALBIANCO

Dall'analisi degli elaborati facenti parte del Piano di Assetto Idrogeologico del Fissero-Tartaro-Canalbianco, è emerso che il territorio del comune di Crespino, essendo soggetto a scolo meccanico, risulta classificato come zona a pericolosità P1: "Aree soggette a scolo meccanico"; in queste aree spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente.



Figura 8 – Estratto della carta delle aree soggette a scolo meccanico

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica da inondazione, dalla seguente Figura 9, si osserva che il territorio del comune di Crespino è libero da aree a pericolosità più o meno elevata.



Figura 9 – Estratto della carta della pericolosità idraulica

Nella seguente figura si riporta un estratto della carta del Rischio, dove si osserva che il territorio del comune di Crespino non ne è interessato. Si ricorda infatti che, secondo quanto precedentemente riportato, il rischio è dato dal prodotto tra la Pericolosità e la Vulnerabilità, e in questo caso non sono presenti aree a Pericolosità idraulica da inondazione.

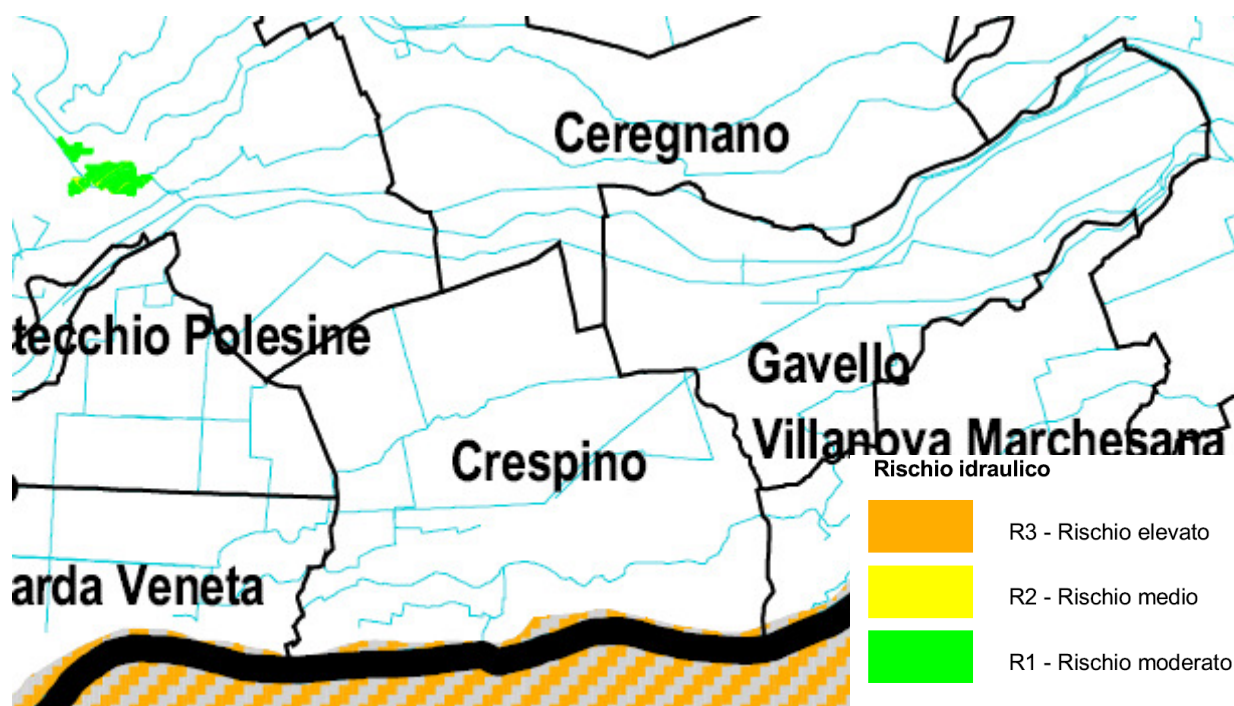


Figura 10 – Estratto della carta del Rischio idraulico

5.1.2 PAI PO

Il PAI del fiume Po suddivide l'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, costituente nel complesso la regione fluviale, in tre fasce:

- **Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s.

- **Fascia di esondazione (Fascia B)**, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento.

Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena, si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo.

Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.

Si assume come portata di riferimento la piena con TR di 200 anni.

La fascia di esondazione (Fascia B) è generalmente delimitata dagli argini maestri (coincide con il piede esterno dell'argine) anche nelle situazioni in cui l'argine sia inadeguato al contenimento della piena di riferimento (tempo di ritorno 200 anni);

- **Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)**, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

Per i corsi d'acqua arginati l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili.

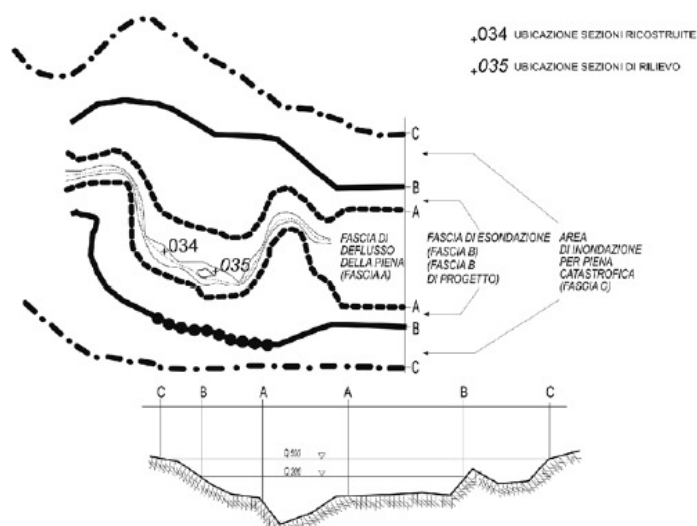


Figura 11 – Schema esplicativo per la delimitazione delle fasce

La seguente figura riporta un estratto delle tavole di delimitazione delle fasce fluviali relativamente al territorio del comune di Crespino, dalla quale si osserva che la fascia C è stata fatta coincidere con la fascia di rispetto idrografico definita ai sensi della legge n. 431/1985.

Nella zona interessata, infatti, non sono presenti elementi morfologici tali da definire il limite dell'area di inondazione per la massima portata registrata o per la piena di riferimento con tempo di ritorno di 500 anni.

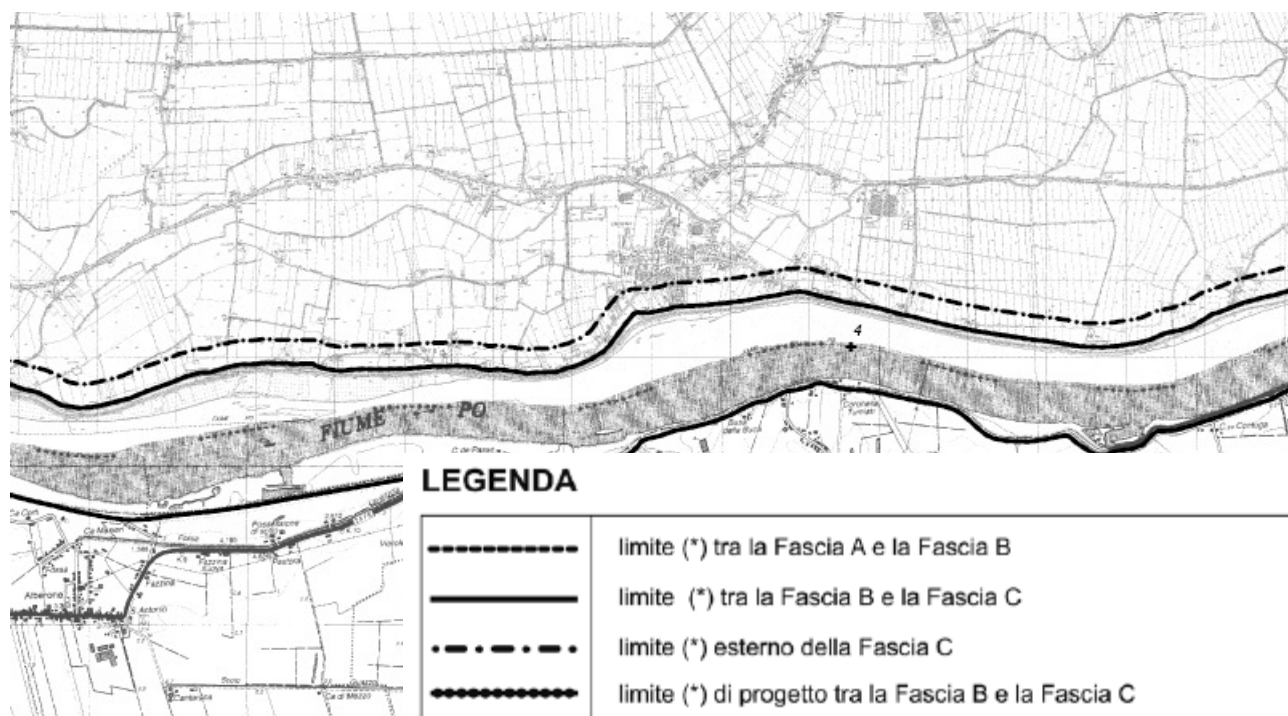


Figura 12 – Estratto della tavola di delimitazione delle fasce fluviali (foglio 186 sezione I)

Nella seguente tabella si riporta un estratto dell'allegato 1 all'atlante dei rischi idraulici e idrogeologici che contiene l'indicazione della classe di rischio dei vari comuni e della tipologia di dissesto che lo compone.

Dalla tabella si osserva che il territorio del comune di Crespino è classificato a rischio elevato R3 e la principale tipologia di dissesto è l'esondazione.

Osservando la successiva Tabella 8 si osserva che dei 31.9 Km² di territorio comunale circa 2.2 Km² sono effettivamente soggetti al rischio idraulico, e corrispondono alle fasce A e B individuate dal PAI Po

Provincia	ISTAT95	Comune	Rischio totale	Principali tipologie di dissesto componenti il rischio					
				Conoide	Esondazione	Fluvio Torrentizie	Frana	Valanga	Non specificata
Rovigo	05029006	BERGANTINO	3		x				
	05029008	CALTO	3		x				
	05029009	CANARO	3		x				
	05029012	CASTELMASSA	3		x				
	05029013	CASTELNOVO BARIANO	1		x				
	05029019	CRESPINO	3		x				
	05029021	FICAROLO	3		x				
	05029025	GAIBA	3		x				
	05029028	GUARDA VENETA	3		x				
	05029032	MELARA	3		x				
	05029033	OCCHIOBELLO	3		x				
	05029034	PAPOZZE	3		x				
	05029037	POLESELLA	3		x				
	05029042	SALARA	3		x				
	05029045	STIENTA	1		x				
	05029051	VILLANOVA MARCHESANA	3		x				

Tabella 7 – Estratto dell'Allegato 1 all'atlante dei rischi idraulici e idrogeologici

Provincia	ISTAT95 Comune	Dimensioni delle principali tipologie di dissesto										
		Superficie Comune (km ²)	Conoide (km ²)	Esondazione montagna (km ²)	Esondazione pianura (km ²)	Fascia B PAI (km ²)	Fascia B PSFF (km ²)	Fluvio Torrentizi (km)	Frana osservata (km ²)	Frana potenziale (km ²)	Valanga (n°)	Non specificato
Rovigo	05029006 BERGANTINO	18,2			7,2	2,8						
	05029008 CALTO	11,0			7,1	2,4						
	05029009 CANARO	32,7			11,2	2,7						
	05029012 CASTELMASSA	11,9			4,8	1,0						
	05029013 CASTELNOVO BARIANO	37,6			7,6	2,0						
	05029019 CRESPINO	31,9			9,3	2,2						
	05029021 FICAROLO	17,8			5,5	3,4						
	05029025 GAIBA	12,1			3,0	3,0						
	05029028 GUARDA VENETA	17,3			11,3	2,4						
	05029032 MELARA	17,6			6,2	1,2						
	05029033 OCCHIOBELLO	32,6			12,2	4,0						
	05029034 PAPOZZE	21,8			8,1	2,9						
	05029037 POLESSELLA	16,6			9,2	0,9						
	05029042 SALARA	14,3			3,0	0,8						
	05029045 STIENTA	24,1			2,1	1,4						
	05029051 VILLANOVA MARCHESANA	18,2			8,7	1,7						

Tabella 8– Estratto dell'Allegato 2 all'atlante dei rischi idraulici e idrogeologici

5.1.3 CONSORZIO DI BONIFICA

Dall'incontro avuto con i tecnici del Consorzio di Bonifica Padana Polesana risulta che sono presenti diverse ed estese aree identificate come a deflusso difficoltoso o a pericolo di ristagno idrico.

La perimetrazione dettagliata delle aree fornite dal consorzio di bonifica è riportata nella tavola allegata al presente studio di compatibilità idraulica.

All'interno del territorio del comune di Crespino sono individuabili quattro vaste aree:

- La prima, situata a nord-est del territorio comunale, presenta un'estensione di circa 41.7 ha.
- La seconda, delimitata a sud dal corso dello scolo Colombarolo Motta e a ovest dallo scolo Cantoncino, presenta un'estensione di circa 197.7 ha.
- La terza area, delimitata a nord dallo scolo Marcadello, si estende per circa 253.2 ha.
- La quarta area compresa tra lo scolo Marcadello e l'argine maestro del fiume Po, si estende per circa 551.9 ha. Tale area include anche parte del centro abitato di Crespino.

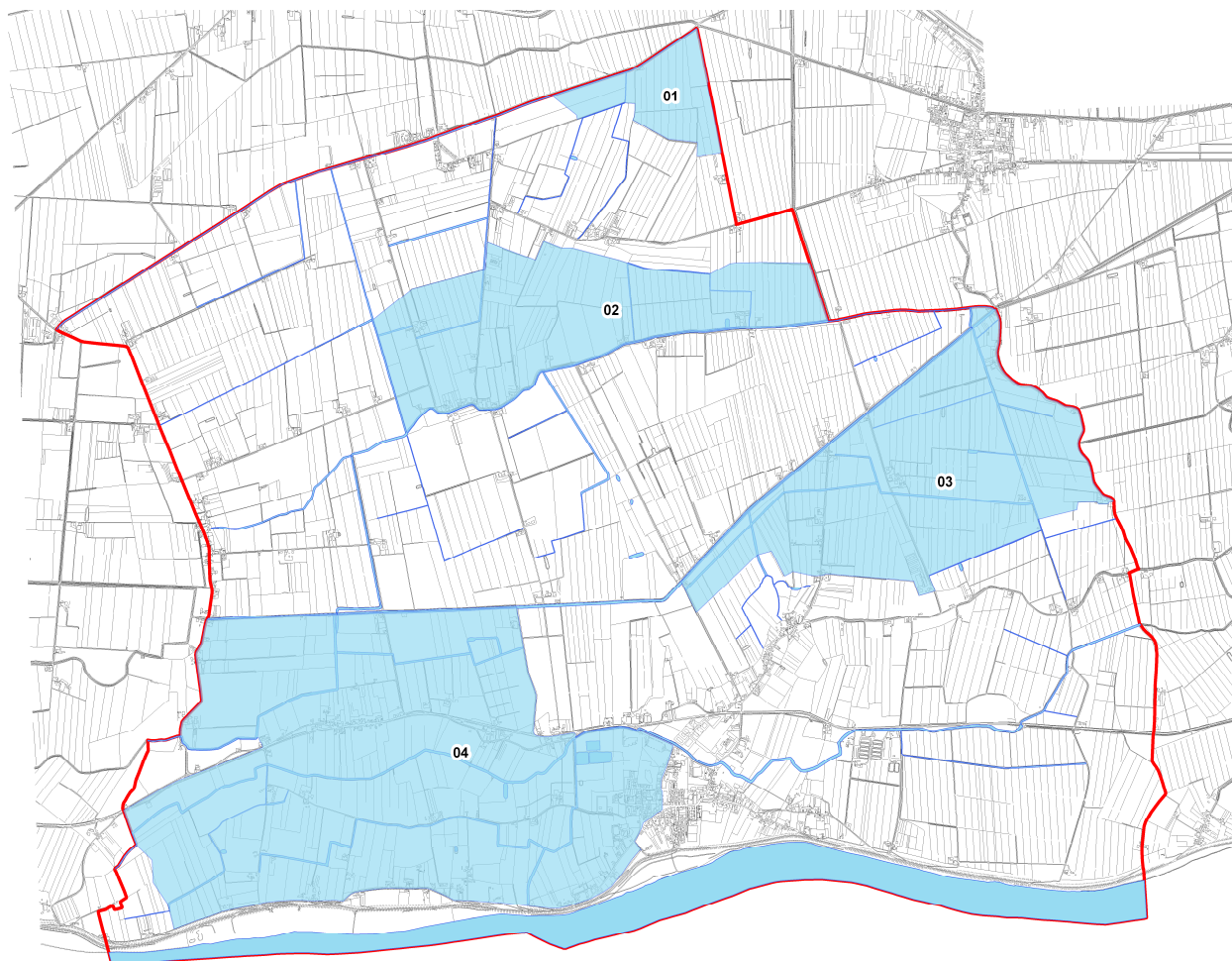


Figura 13 – Aree a deflusso difficoltoso o pericolo di ristagno idrico

6 COERENZA DELLE AZIONI STRATEGICHE DEL PAT CON L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO

Il Piano di Assetto del Territorio suddivide il territorio comunale in ambiti territoriali omogenei, in particolare il PAT individua tre differenti tipologie di ambiti:

- ATO a prevalenza Agricola
- ATO a prevalenza Residenziale
- ATO a prevalenza Produttiva

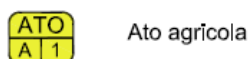
In particolare nel comune di Crespino sono presenti 6 ambiti, di cui uno a prevalenza agricola che comprende la maggior parte del territorio comunale, uno a prevalenza produttiva e ben quattro a prevalenza residenziale.

Il dimensionamento delle superfici massime trasformabili è stato eseguito specificando i valori per ciascun ATO, anche se questi potranno essere leggermente variati dal piano degli interventi nel rispetto del limite massimo della superficie trasformabile calcolata per l'intero territorio comunale.



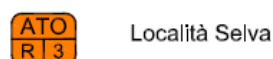
Insieme "A"- ATO con prevalenza dei caratteri del sistema ambientale e paesaggistico

Sottoinsieme "A" - Agricolo-Residenziale Integrato



Insieme "R" e "P" - ATO con prevalenza dei caratteri del sistema insediativo

Sottoinsieme "R" - Prevalenza residenziale Integrato



Sottoinsieme "P" - Misto a dominante produttiva



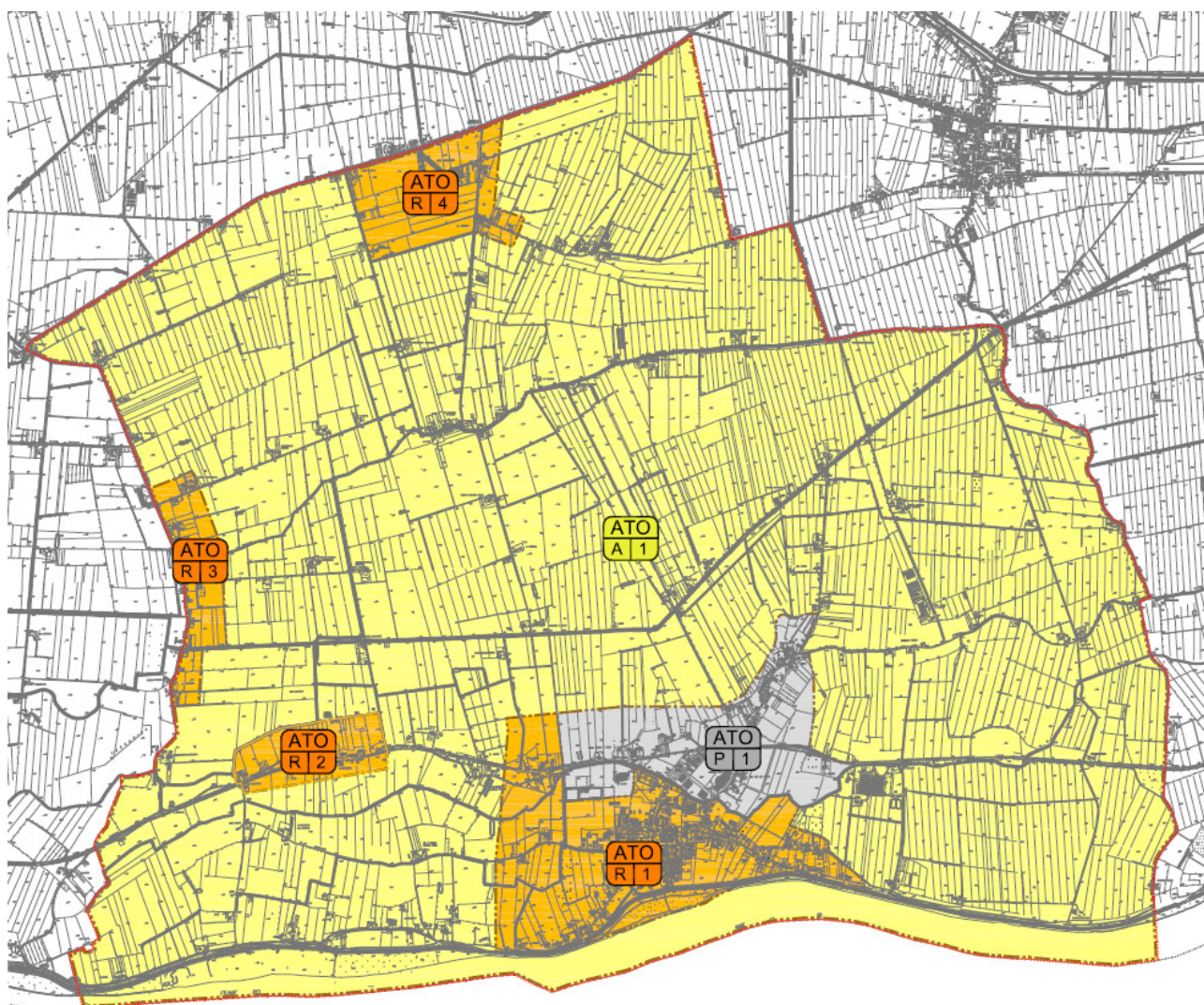


Figura 14 – Ambiti territoriali omogenei del comune di Crespino

Il Piano di Assetto del Territorio ha lo scopo di definire le linee principali di sviluppo del territorio, identificando in particolare la viabilità di progetto, e le possibili direzioni di sviluppo delle zone residenziali, produttive, commerciali e turistiche.

A tal proposito si evidenzia nella tavola 4 del PAT il tracciato della futura autostrada Nogara-Mare che taglia in direzione Ovest-Est l'intero territorio comunale e la strada programmata a livello sovracomunale che taglia il territorio del PAT da Nord a Sud.

È evidente quindi che durante la realizzazione di tali opere dovrà essere posta particolare attenzione sia alla raccolta e allo smaltimento delle acque meteoriche derivanti dal progetto stesso, sia al mantenimento della rete scolante esistente evitando, per quanto possibile, di stravolgere le attuali condizioni di deflusso delle acque meteoriche.

Oltre alla viabilità il PAT definisce diverse possibili linee di sviluppo residenziale e produttivo, quest'ultimo in particolare è concentrato nelle vicinanze del tracciato della futura autostrada Nogara-Mare, tutelando in questo modo maggiormente il centro abitato e le frazioni dai problemi di traffico, rumore e inquinamento connessi alle nuove aree produttive.

Dal punto di vista idraulico, la scelta di molte possibili direzioni di sviluppo rende maggiormente difficile la stima degli interventi di mitigazione necessari, in quanto non è nota l'esatta collocazione ed estensione delle aree oggetto di trasformazione, ma solo il dato complessivo di ogni ATO.

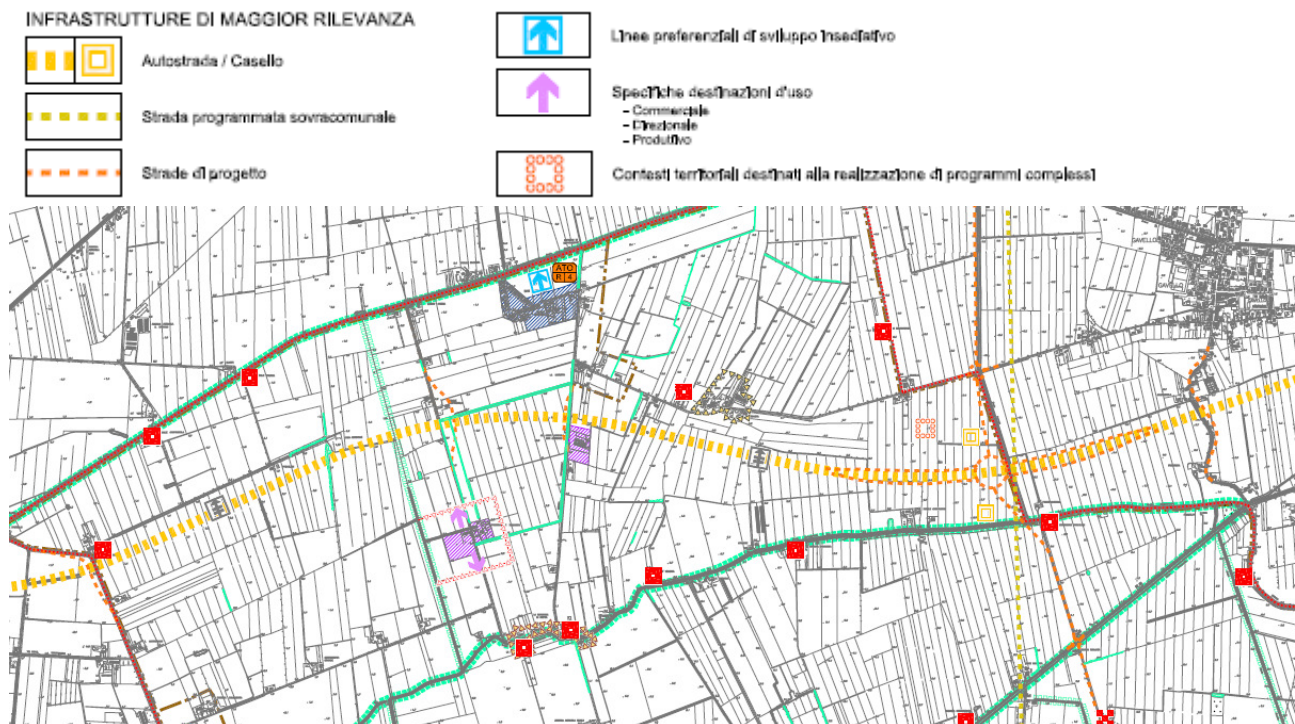


Figura 15 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo alla porzione di territorio comunale interessato dalla Nogara-Mare

Per quanto riguarda lo sviluppo delle aree residenziali esso è distribuito tra i vari ambiti che costituiscono il territorio comunale e sarà analizzato maggiormente in dettaglio nella fase di calcolo successiva.

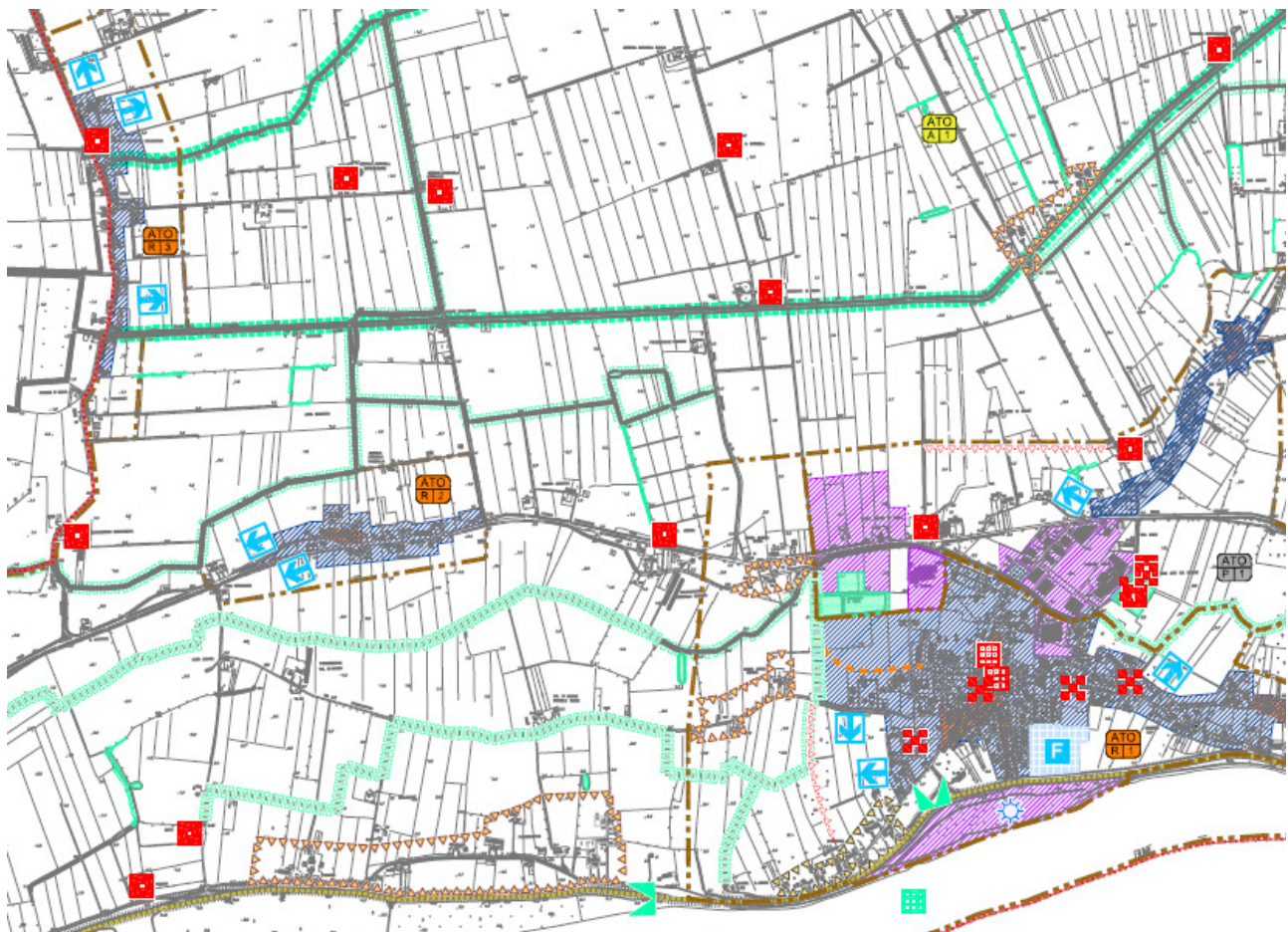


Figura 16 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo alle aree in cui si concentra lo sviluppo residenziale

Per un'ulteriore analisi delle scelte strategiche del PAT si rimanda alla tavola di progetto allegata alla presente relazione.

Dopo aver analizzato le principali direzioni di espansione previste dal PAT, si procede alla verifica della coerenza di quest'ultime con le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI Fissero-Tartaro-Canalbianco, dal PAI del fiume Po e dal consorzio di bonifica.

Le seguenti figure sono state ottenute sovrapponendo le aree a pericolosità idraulica o a deflusso difficoltoso e le fasce identificate dal PAI del fiume Po precedentemente individuate, con la tavola 4 del PAT che definisce le azioni strategiche.

In Figura 17 si riporta un estratto relativo all'area N 01 situata a nord-est del territorio comunale, dalla quale si osserva che non vi sono interferenze tra l'area a deflusso difficoltoso individuata in colore azzurro e le azioni strategiche previste dal PAT. L'area infatti interessa solamente territorio agricolo.

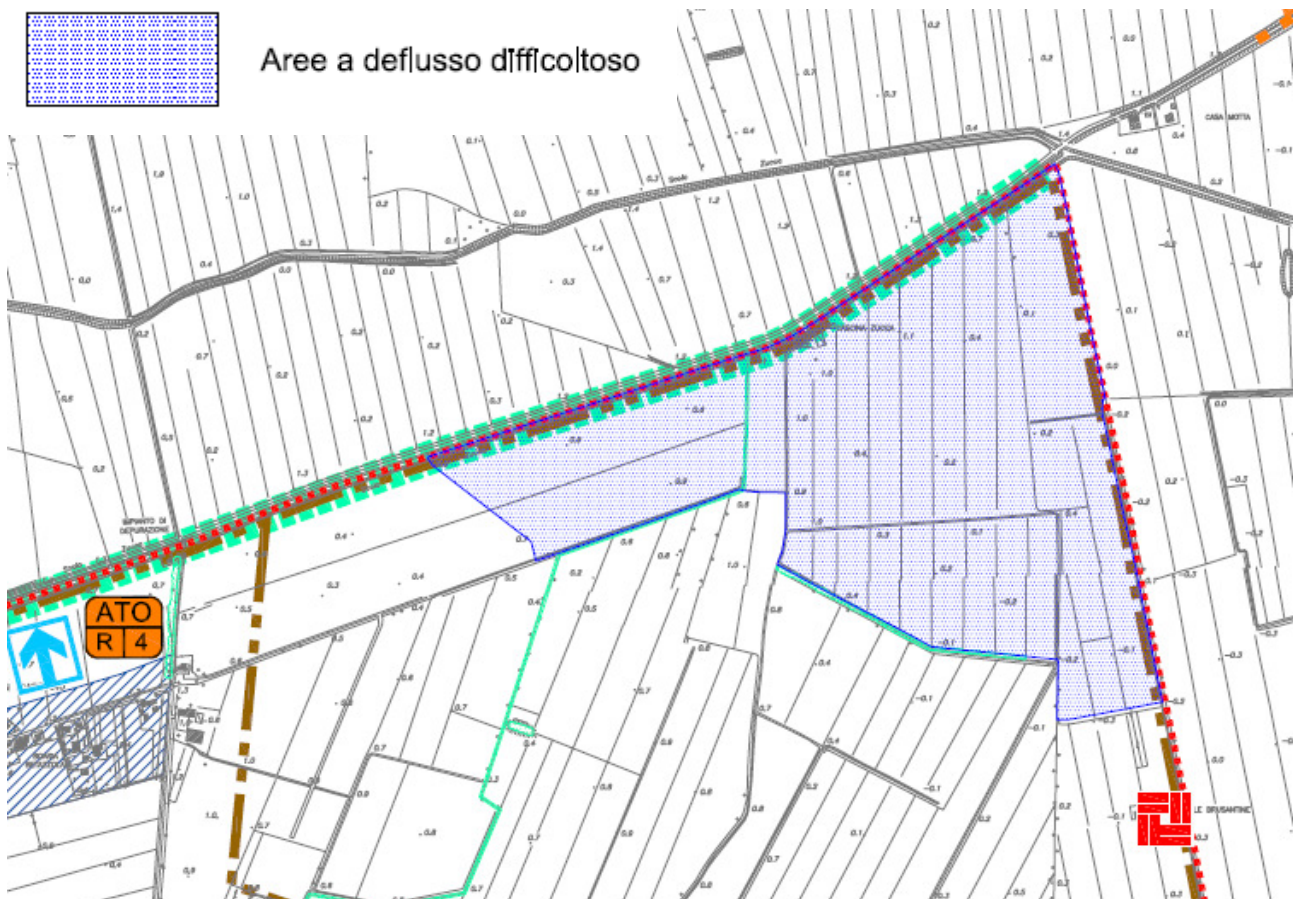


Figura 17 – Sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con la carta della trasformabilità

La seguente Figura 18 riporta un estratto della porzione di territorio situata a nord dello scolo Colombarolo Motta, interessata da una vasta area a deflusso difficoltoso.

Tale area, oltre a essere interessata dal tracciato della futura autostrada Nogara-Mare, è interessata da alcune linee preferenziali di sviluppo produttivo.

In tali aree l'edificazione è consentita a condizione che vengano rispettate le prescrizioni del presente studio di compatibilità idraulica, del consorzio di bonifica competente, nonché le prescrizioni dei futuri piani degli interventi.

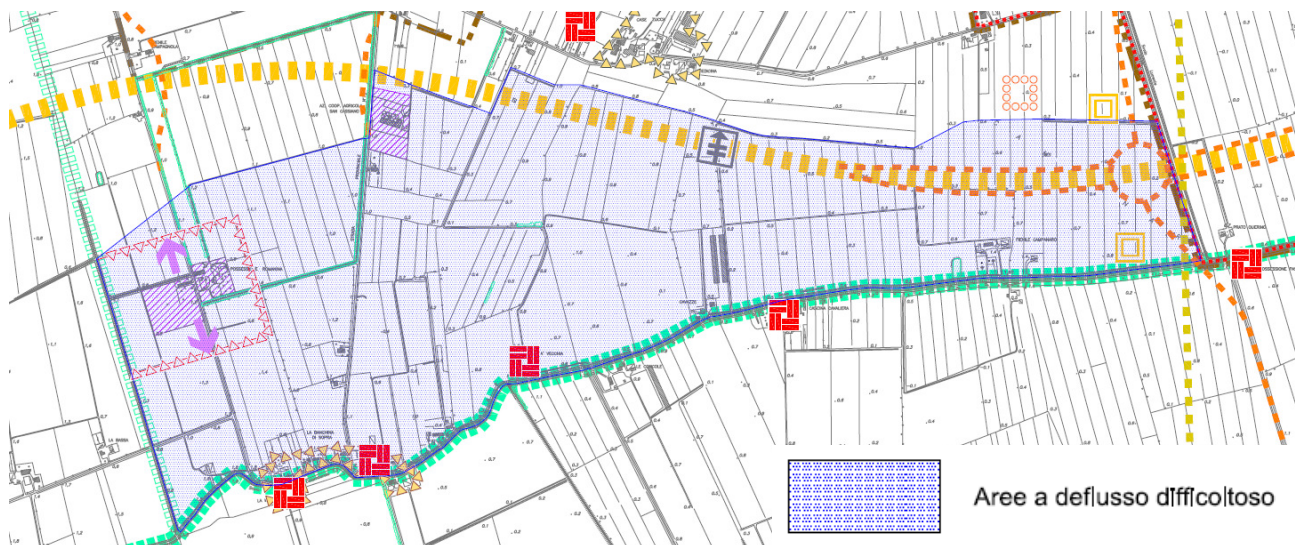


Figura 18 – Sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con la carta della trasformabilità

La seguente Figura 19 riporta un estratto della tavola di confronto tra le aree a pericolosità idraulica e la carta della trasformabilità del PAT, con particolare riferimento alla zona situata ad est del territorio comunale e a sud dello scolo Marcadello.

Tale area non è interessata da linee di sviluppo insediativo o produttivo, ed è attraversata dal tracciato pianificato della strada Padova-Berra.

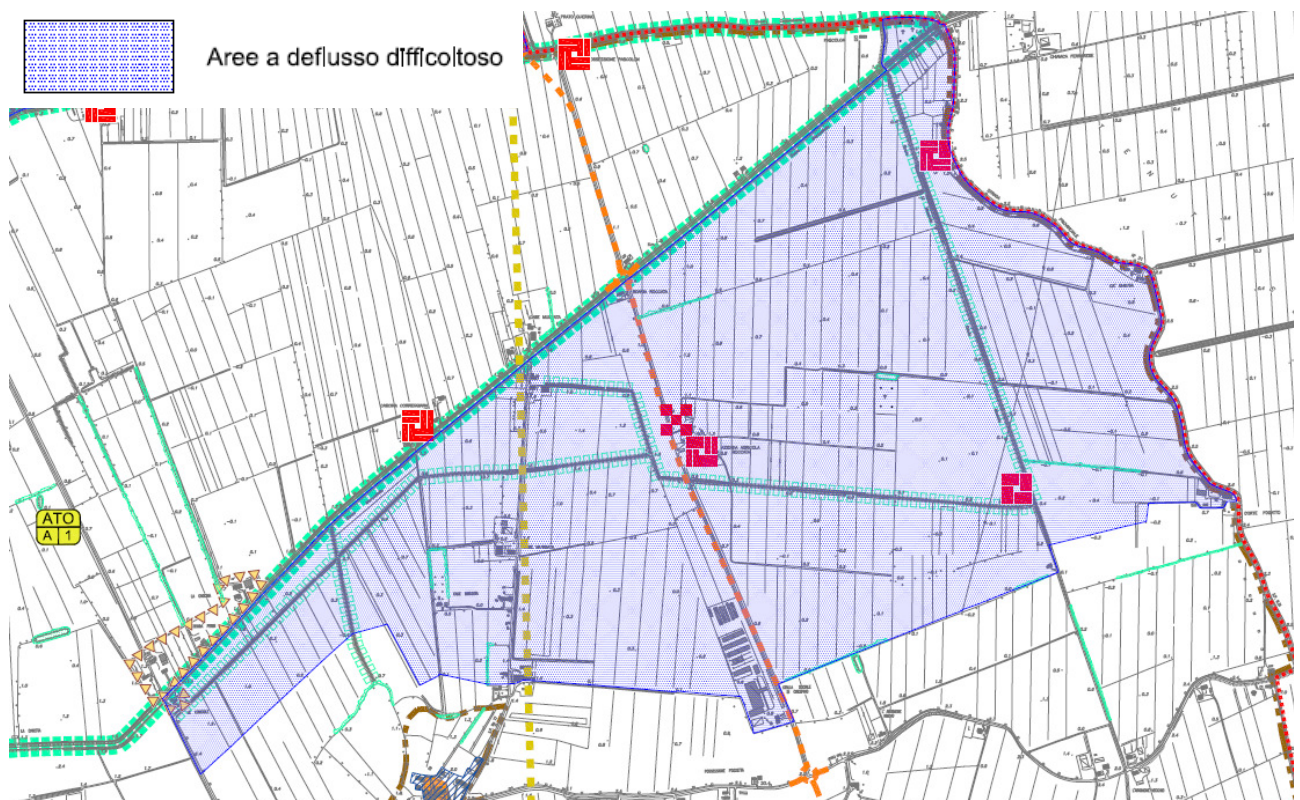


Figura 19 – Sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con la carta della trasformabilità

Nella seguente Figura 20 è riportata la porzione di territorio comunale situata più a sud-ovest, interessata da una vasta area a pericolo di ristagno idrico o deflusso difficoltoso. Tale area interessa la località Arginello e parte del centro abitato di Crespino, e interferisce con alcune delle linee preferenziali di sviluppo residenziale.

In tali aree l'edificazione è consentita a condizione che vengano rispettate le prescrizioni del presente studio di compatibilità idraulica, del consorzio di bonifica competente, nonché le prescrizioni dei futuri piani degli interventi.

La figura inoltre evidenzia come le linee preferenziali di sviluppo non ricadano all'interno delle fasce A-B e C del PAI Po.

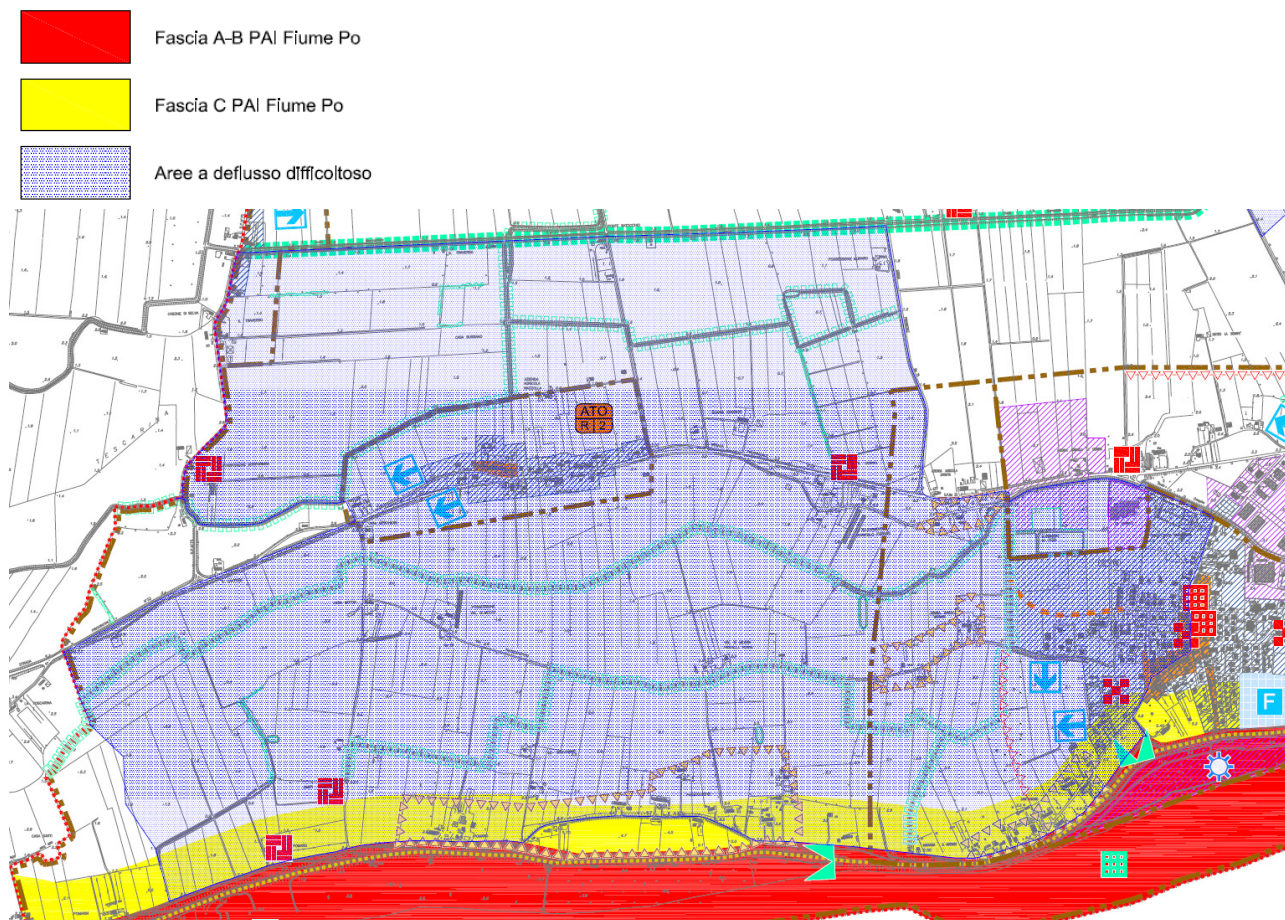


Figura 20 – Sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con la carta della trasformabilità

Infine in Figura 21 si riporta un estratto della porzione sud-est del territorio comunale, interessata solamente dalla fascia C del PAI del fiume Po. All'interno di tale fascia non sono previsti interventi urbanistici.

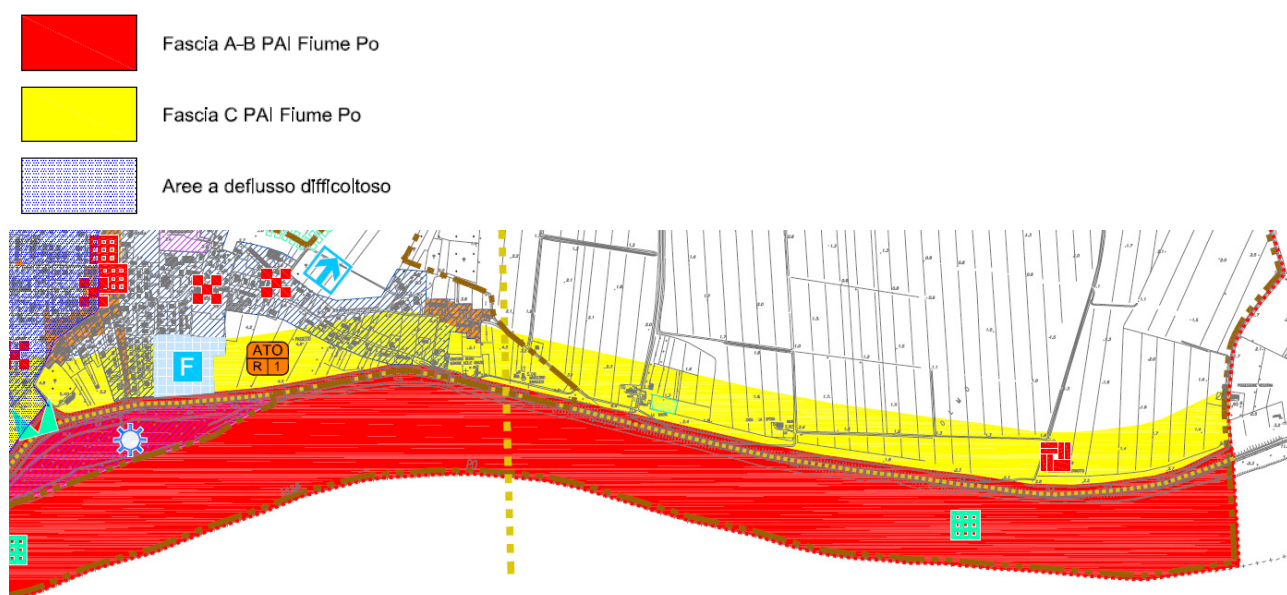


Figura 21 – Sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica con la carta della trasformabilità

7 STUDIO DELLE PRECIPITAZIONI

Per dimensionare le reti di smaltimento delle acque meteoriche è di fondamentale importanza lo studio delle precipitazioni, le quali forniscono i principali apporti idrici.

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

Per lo studio delle precipitazioni occorre innanzitutto individuare la stazione pluviometrica più vicina al territorio del comune di Crespino, che risulta essere quella di Sant'Apollinare, situata nel comune di Rovigo, a nord-ovest di Crespino.

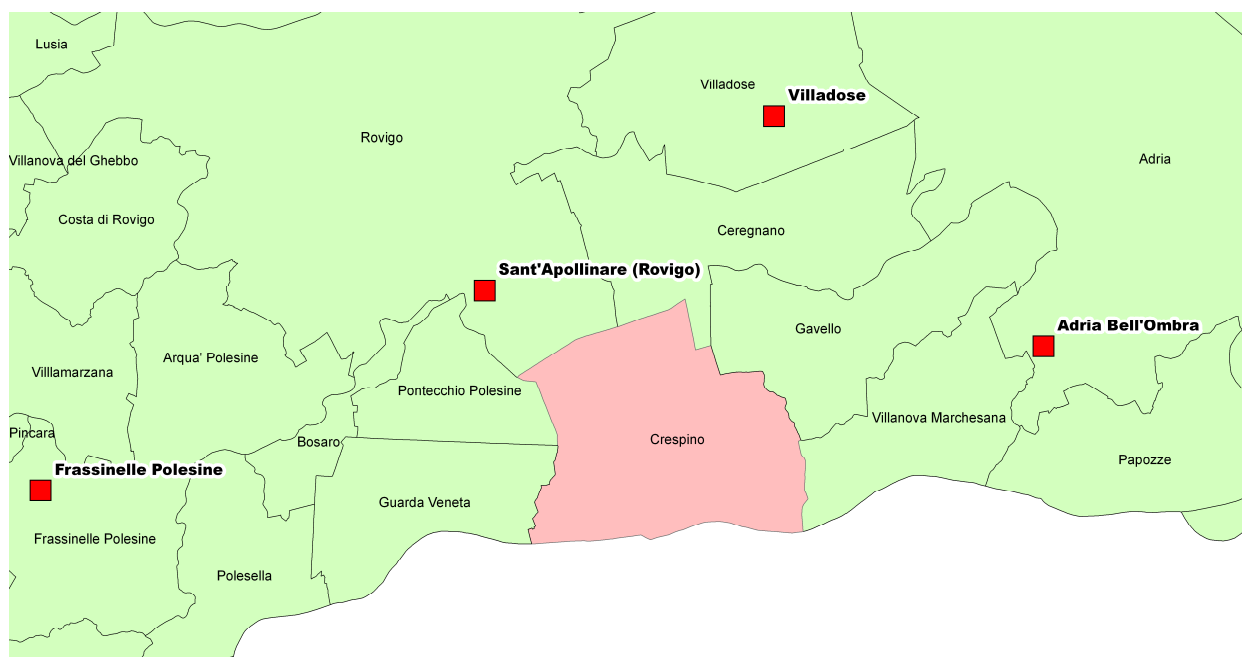


Figura 22 – Collocazione delle stazioni pluviometriche dell'ARPAV

Per tale stazione tuttavia è disponibile una serie temporale di misure per una durata di 11 anni (dal 1988 al 2008).

Considerato che per il tipo di studio in esame la DGR 1841/2007 impone di considerare un tempo di ritorno di 50 anni, e che per ottenere una stima attendibile delle precipitazioni per tale tempo di ritorno è necessario un periodo di osservazione di almeno 25-35 anni, si è ritenuto corretto integrare tali dati con quelli ricavati dagli annali idrologici pubblicati dall'APAT per la stazione di Rovigo, ed eseguire poi un'unica elaborazione.

Nella seguente tabella si riporta l'intero insieme di dati utilizzati per la determinazione delle curve di possibilità climatica. I dati degli anni dal 1932 al 1995 sono stati ottenuti dagli annali idrologici pubblicati dall'APAT per la stazione di Rovigo, mentre quelli dal 1998 al 2008 sono quelli forniti dall'ARPAV relativamente alla stazione di Sant'apollinare.

	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1932						25	34	34	34.4	37.6
1933						21.4	27	40	41	42.2
1934						25	34	34	34.4	37.6
1935										
1936						24.6	26.4	41.8	49	54.2
1937						24	36.8	55.8	91.6	105
1938						30.4	30.6	31	31	31
1939						28.6	30.4	30.4	30.8	36.6
1940						26.2	33.8	33.8	33.8	43.2
1941						31	32.2	38.6	49.6	50.2
1942						39	57.6	61.8	68	86
1943						17.2	20.8	21.8	29	36.2
1944						14	24	34	43	57.5
1945										
1946						17.4	23.4	39.4	44.4	51
1947						17.6	20	31.2	46	46
1948						36.4	46.4	46.4	53	61.6
1949						14.4	17.4	32.4	55	71.6
1950						21.4	41.6	41.6	41.6	41.6
1951										
1952						32	43	49	50.2	51.6
1953						20.6	32	46.2	60	75.4
1954						42	50.8	51	51	51
1955					23	23	26.8	26.8	26.8	35.8
1956		7.4		22.2		32	42.2	42.2	46.8	47
1957			15	22	24.2	25	43	52.2	54.8	56
1958			6.8	12		30	39.8	43.2	52	67.8
1959				41		45.2	47.6	48.6	56.2	60.2
1960		5.8		16.4		21.4	21.4	31.4	36.8	51
1961			12.6			30.4	34	34.8	36	36
1962	5.6	8.6	9.2			15	34.2	39.2	43.2	43.4
1963	23.6	29				29	29.4	29.4	33	50.2
1964	15		17			21.8	22	24.4	29.2	34.4
1965			14.6	15.8	17.2	17.4	21.2	31	41.8	51.6
1966			21	33	39.8	44.6	65.6	71.2	71.2	71.2
1967			8.6	17.2		17.2	26.6	36	37.2	37.2
1968			22.2	26.8	28	28	28.2	29.4	29.6	42
1969			24.4	29.8	31.2	32	34.2	40	45.6	45.8
1970			4.8	6	8.8	9.6	16.8	26.8	28	28.2
1971			14.6	16.6		16.6	16.6	27.2	45.2	47.2
1972			27.4	30.2	31	36.4	36.4	36.4	36.4	36.3
1973			11	15.2	15.2	16.2	24.8	25.2	27.6	36.4
1974			30	46.6	48.8		49.6	49.8		58.2
1975										
1976			24	33	38	39	44.6		51.4	75.4
1977			6	9	13	14	15	21	31	82.2
1978			10	13	16	16.6	18	18	18	24
1979			20.6	28	30	35.4	40	48	73.8	134.4

	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1980			18.6	26.6	27	27.2	28	30.6	33.4	40
1981			17	20	28	29.6	32.4	32.4	32.4	38.4
1982			17	20	28	26.4	26.4	36.4	46	49
1983			15	17.4	18.2	31.8	33.4	33.8	39	45
1984										
1985	12	22	23			20.4	24	24	27	28.4
1986			16.8	19.8	20.8	22.8	36.4	37.2	47	71
1987	10.2	19.8	20			20.2	20.6	26	26.6	26.6
1988			23.6			33	35.2	43.4	43.4	43.4
1989										
1990						16.8	34.2	37	62	63.2
1991						23	23.4	26.4	34	47.6
1992										
1993										
1994						28.4	37.8	38	44.4	49.8
1995						33.2	39.6	48.2	60.8	104.4
1996										
1997										
1998	10.6	19	24.8	29.2	29.2	29.2	29.2	32.4	36.4	36.6
1999	7.8	12.8	16.2	20	20.4	20.4	25.8	32.8	53.6	59.8
2000	9	15.2	22.8	34.4	37.2	37.4	37.8	37.8	37.8	44.4
2001	8	15.8	19.6	29	31.8	33.4	52.6	59.4	66.8	71.4
2002	9.8	18.2	23.8	35.6	51	68	101	127.2	127.2	129.6
2003	4.4	8.6	10.4	15.2	17	17.8	25.6	27.2	29.4	38.6
2004	8.2	10.4	12	15.8	16.2	16.2	21.8	29.2	39.2	49.2
2005	13.8	18.2	22	25	32.2	37.8	68.2	88	92.4	129.6
2006	7	11.8	15.8	27.4	38.6	44.4	52.8	53	53	53.2
2007	12.6	24.8	27.8	43.4	54.2	67	96.8	100.6	101.8	101.8
2008	7.6	12.4	15.8	23	26.8	28.2	35	50.2	54	54

Tabella 9 – Altezze di pioggia massime annue per le varie durate

7.1 EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

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

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

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

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

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

I dati forniti vengono studiati statisticamente con la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel. L'analisi statistico-probabilistica consente di associare ad ogni intensità di precipitazione un corrispondente tempo di ritorno, definito come il numero di anni in cui un certo evento viene mediamente uguagliato o superato.

Secondo la distribuzione di Gumbel l'altezza di pioggia di durata t per assegnato tempo di ritorno T_r vale:

$$h_t = u - \alpha \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right)$$

I parametri u e α della distribuzione di Gumbel si ricavano nota la media e la deviazione standard del campione, mediante le seguenti relazioni:

$$u = m_t - 0.5772\alpha$$

$$\alpha = \frac{\sigma_t}{\sqrt{1.645}}$$

Dove la media delle piogge di durata t vale:

$$m_t = \frac{1}{n} \sum h_{t,i}$$

Mentre la deviazione standard delle piogge di durata t vale:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (h_{t,i} - m_t)^2}$$

Per completezza le curve di possibilità climatica saranno ricavate anche per altri valori del tempo di ritorno, saranno inoltre ricavate due equazioni distinte: una per gli scrosci (durate inferiori all'ora), e una per le piogge orarie, al fine di interpolare in modo migliore i valori ottenuti mediante l'applicazione della distribuzione di Gumbel.

In Tabella 10 si riporta l'analisi dei dati di pioggia disponibili per durate da 5 a 45 minuti, con l'indicazione dei parametri *alfa* e *u* della distribuzione di Gumbel, mentre in Tabella 11 si riportano le altezze di pioggia calcolate tramite la distribuzione di Gumbel al variare del tempo di ritorno per le diverse durate di pioggia.

	DURATE				
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min
ANNI DI DATI	16	17	38	35	30
VALORE MASSIMO	23.6	29	30	46.6	54.2
VALORE MINIMO	4.4	5.8	4.8	6	8.8
MEDIA	10.325	15.282	17.416	23.874	28.027
DEV. ST.	4.564	6.458	6.392	9.590	11.245
alfa	3.559	5.035	4.984	7.477	8.767
u	8.271	12.376	14.539	19.558	22.966

Tabella 10 – Determinazione dei parametri *u* e *alfa* per le piogge di durata inferiore all'ora

	DURATE				
TR [ANNI]	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min
5	13.61	19.93	22.01	30.77	36.12
10	16.28	23.71	25.75	36.39	42.70
20	18.84	27.33	29.34	41.77	49.01
30	20.31	29.42	31.41	44.86	52.64
50	22.16	32.02	33.99	48.73	57.18
100	24.64	35.54	37.47	53.96	63.30

Tabella 11 – Determinazione delle altezze di pioggia per assegnato tempo di ritorno e per durate inferiori all'ora

In Tabella 12 e in Tabella 13 si riportano i risultati dell'analisi dei dati di pioggia per durate orarie da 1 a 24 ore. Dalla tabella si osserva che sono disponibili per l'analisi 67 anni di dati, che dovrebbero permettere la stima delle curve di possibilità climatica con buona attendibilità.

	DURATE				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
ANNI DI DATI	66	67	66	66	67
VALORE MASSIMO	68	101	127.2	127.2	134.4
VALORE MINIMO	9.6	15	18	18	24
MEDIA	27.524	35.197	40.570	46.606	55.134
DEV. ST.	11.021	16.002	17.959	19.074	24.165
alfa	8.593	12.476	14.003	14.872	18.841
u	22.564	27.996	32.487	38.022	44.259

Tabella 12 – Determinazione dei parametri u e alfa per le piogge di durata oraria

	DURATE				
TR [ANNI]	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
5	35.45	46.71	53.49	60.33	72.52
10	41.90	56.07	64.00	71.49	86.66
20	48.09	65.05	74.08	82.19	100.22
30	51.65	70.22	79.88	88.35	108.02
50	56.09	76.68	87.12	96.05	117.78
100	62.09	85.39	96.90	106.43	130.93

Tabella 13 – Determinazione delle altezze di pioggia per assegnato tempo di ritorno e durate orarie

In Tabella 14 si riportano i parametri a ed n della curva di possibilità climatica valida per durate inferiori all'ora (Scrosci). Come già detto in precedenza i parametri a ed n sono stati calcolati anche per tempi di ritorno diversi da quello di 50 anni previsto dalla normativa.

DURATE INFERIORI ALL'ORA			
Tr	a	n	R ²
5	41.38	0.437	0.993
10	48.65	0.432	0.991
20	55.63	0.428	0.990
30	59.65	0.427	0.989
50	64.67	0.425	0.988
100	71.44	0.423	0.987

Tabella 14 – Parametri delle curve di possibilità climatica validi per durate inferiori all'ora

In Tabella 15 si riportano i parametri a ed n della curva di possibilità climatica valida per durate orarie

DURATE DA 1 A 24 ORE			
Tr	a	n	R ²
5	35.90	0.219	0.995
10	42.66	0.220	0.992
20	49.15	0.222	0.989
30	52.89	0.222	0.987
50	57.55	0.223	0.985
100	63.84	0.223	0.983

Tabella 15 – Parametri delle curve di possibilità climatica validi per durate da 1 a 24 ore

Nelle seguenti figure si riportano graficamente le equazioni delle curve di possibilità climatica sopra ricavate per tempo di ritorno di 50 anni.

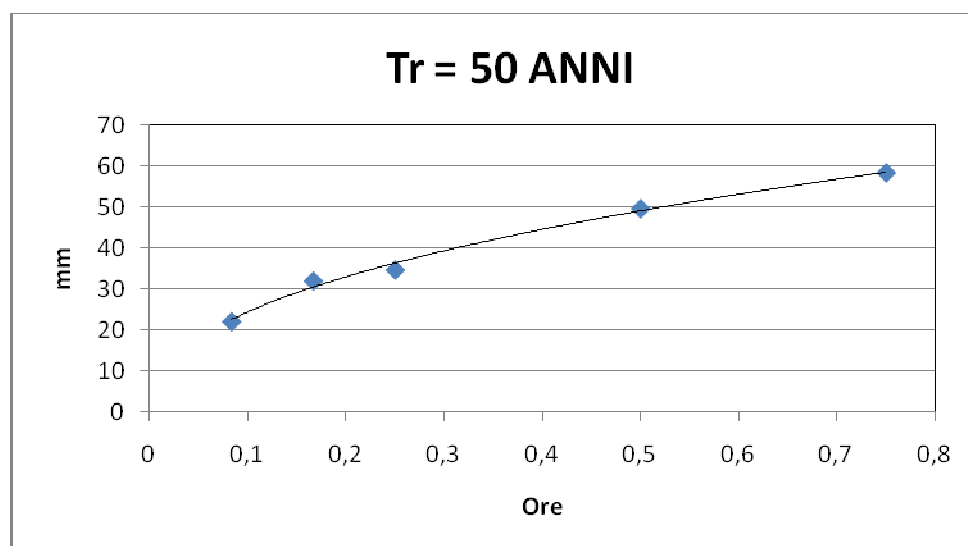


Figura 23 – Equazione della curva di possibilità climatica per durate inferiori all'ora

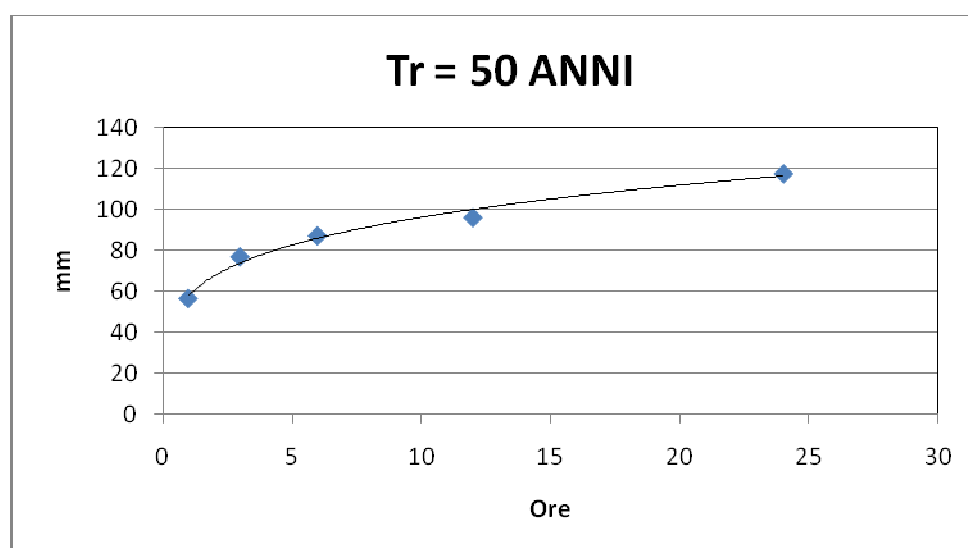


Figura 24 – Equazione della curva di possibilità climatica per durate orarie

In definitiva le equazioni calcolate per tempo di ritorno di 50 anni sono le seguenti

Per durate inferiori all'ora (scrosci):

$$h = 64.67 \cdot t^{0.425}$$

Per piogge orarie:

$$h = 57.55t^{0.223}$$

Con h in millimetri e t in ore

La curva di possibilità climatica, essendo stata ricavata con dati di pioggia a carattere puntuale, per sua definizione ha validità su aree di modesta estensione.

Per estenderne la validità anche a superfici elevate e tenere così conto del fatto che l'intensità di pioggia tende a ridursi all'aumentare dell'estensione del bacino e all'aumentare della durata di pioggia, occorre correggere i parametri della curva di possibilità climatica ricavata.

Il ragguaglio dei coefficienti della curva di possibilità climatica viene eseguito utilizzando le formule di Puppini (1932), tale operazione ha senso tuttavia per superfici di almeno 10000 m²

Le seguenti espressioni sono valide per durate non superiori a 24 h e per aree non superiori a 1300 ha

$$a' = a \left[1 - 0.052 \frac{A}{100} + 0.002 \left(\frac{A}{100} \right)^2 \right]$$

$$n' = n + 0.0175 \frac{A}{100}$$

Dove A è espressa in ettari

8 STIMA DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI INVASO

8.1 L'INVARIANZA IDRAULICA

Con il termine "Invarianza idraulica" si intende che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area deve essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Più in dettaglio l'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Per fare ciò occorre prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'incremento delle portate massime.

Operativamente il calcolo della portata massima prima e dopo l'intervento urbanistico, ed il relativo volume di invaso avviene nel seguente modo:

- 1) Si individua il tempo di corrivazione dell'area oggetto di trasformazione (generalmente agricola)
- 2) Si calcola la portata massima prodotta dall'area oggetto di trasformazione usando una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione della stessa.
- 3) Si calcola il tempo di corrivazione dell'area urbanizzata
- 4) Si calcola la portata massima prodotta dopo l'attuazione dell'intervento urbanistico
- 5) Infine si calcola il volume di invaso necessario a limitare la portata massima, prodotta dopo l'intervento e calcolata al punto 4, a quella massima prima dell'intervento calcolata al punto 2.

Il calcolo del volume critico nell'ipotesi di portata uscente dall'invaso con andamento lineare, cioè nell'ipotesi di utilizzare una bocca tarata avente diametro costante, può essere stimato mediante la seguente relazione¹:

$$V_{crit} = (Q_{max\ 2} \cdot t_c) \cdot \left[\left(\frac{t_{crit}}{t_c} \right)^n - 0.5 \cdot \left(\frac{Q_{max\ 1}}{Q_{max\ 2}} \right) \cdot \left(\frac{t_{crit}}{t_c} + 1 \right) \right]$$

Dove $Q_{max\ 2}$ rappresenta la portata prodotta dall'area urbanizzata dopo l'intervento, stimata per una durata di pioggia pari a t_c ; $Q_{max\ 1}$ rappresenta la portata prodotta dall'area da urbanizzare prima dell'intervento, e calcolata per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino; mentre t_{crit} rappresenta la durata dell'evento di pioggia che massimizza il volume di invaso.

¹ Per maggiori chiarimenti si veda la nota **Analisi del metodo cinematico per il dimensionamento degli invasi di laminazione a servizio delle reti di drenaggio urbano** di G. Gottardi e M. Maglionico, Atti del XXX° Convegno di idraulica e Costruzioni Idrauliche

$$t_{crit} = t_c \cdot n^{-1} \sqrt{\frac{1}{2 \cdot n} \cdot \frac{Q_{max 1}}{Q_{max 2}}}$$

Assumere una portata che varia linearmente deriva dalla necessità di ipotizzare un funzionamento semplice della vasca.

Le formule sopra riportate consentono di considerare la portata in uscita non costante, cercando quindi di ridurre l'inevitabile sottostima del volume di invaso che si otterrebbe con altri metodi che presuppongono tale portata costante.

Alcuni studi infatti hanno evidenziato come la sottostima del volume calcolato con metodi semplificati possa superare anche il 40 %. (Mambretti et al. 1992)

8.2 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Una volta determinata l'equazione di possibilità pluviometrica e quindi l'altezza della lama d'acqua che si stende sul terreno, resta da determinare quale frazione di essa venga raccolta dalla rete di collettori e quale, invece vada dispersa in altro modo: per infiltrazione nel suolo nelle aree a verde, per evapotraspirazione ecc...

A questo punto si introduce il **coefficiente di deflusso** definito come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione in un certo intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo.

Sembra abbastanza intuitivo il fatto che il deflusso, per come è definito, assuma valori maggiori per superfici "impermeabili" quali tetti, strade, ecc., e valori minori per superfici "permeabili" quali prati, giardini, ecc. in cui una parte della precipitazione può infiltrarsi nel terreno e disperdersi senza arrivare alla sezione di chiusura fissata.

I valori dei coefficienti di deflusso cui fare riferimento, secondo quanto riportato nell'allegato A della D.G.R. 1841/2007 al capitolo "Indicazioni operative" relativi ad una pioggia di durata oraria, sono riportati in Tabella 16.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso (ϕ)
Aree agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi...)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0,9

Tabella 16 – Coefficienti di deflusso per piogge orarie

Se una superficie S è composta da aree S_i caratterizzate da diversi coefficienti di deflusso φ_i si calcola il coefficiente medio ponderale tramite la relazione:

$$\overline{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

In realtà il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione in quanto varia la risposta del terreno soggetto alla precipitazione, tuttavia nel presente studio, verrà assunto come costante.

Per il successivo calcolo delle portate è stata effettuata una stima dei coefficienti di afflusso delle future aree urbanizzate mediante la formula sopra riportata, utilizzando i coefficienti di afflusso riportati in Tabella 16.

Per quanto riguarda le aree produttive si stima che il verde pubblico ed i parcheggi occupino ciascuno il 5% della superficie complessiva, si assume inoltre che la viabilità occupi il 30% della superficie, e infine che i lotti coprano il 60% della superficie totale dell'area da urbanizzare.

Tale suddivisione è stata stimata in modo assolutamente approssimativo, in quanto sarà compito del piano degli interventi definire quali siano le percentuali minime dei vari standard da realizzare, inoltre la superficie della viabilità sarà nota solamente in fase di esecuzione dei Piani Urbanistici Attuativi.

Ipotizzando inoltre che i parcheggi vengano realizzati mediante pavimentazioni drenanti, è possibile assegnare i rispettivi coefficienti di afflusso e calcolare il valore medio per unità di superficie.

AREE PRODUTTIVE		
DESTINAZIONI D'USO	%	φ
LOTTI	60	0.9
STRADE	30	0.9
VERDE	5	0.2
PARCHEGGI	5	0.6
TOTALE	100	0.85

Tabella 17 – Coefficiente di afflusso per le aree produttive

Per quanto riguarda le aree residenziali, la percentuale delle superficie destinata a verde e parcheggi è stata stimata ipotizzando che gli standard per le aree a verde siano pari a 10 m²/abitante, e 6 m²/abitante per i parcheggi. Gli abitanti teorici sono stati stimati ipotizzando un volume di 150 m³/abitante.

Si è stimato inoltre che la superficie occupata dalle strade sia inferiore rispetto alle aree produttive, per la minor larghezza della carreggiata.

Come per le aree produttive la suddivisione effettuata è assolutamente indicativa.

Per l'assegnazione dei coefficienti di afflusso ancora una volta si è assunto che i parcheggi siano realizzati mediante pavimentazione drenante, per quanto riguarda i lotti, invece, si è assunto che il 70% della

superficie sia pavimentato e il 30% sia destinato a prato, ottenendo un coefficiente di afflusso medio per il lotto pari a 0.69

AREE RESIDENZIALI		
DESTINAZIONI D'USO	%	ϕ
LOTTI	65	0.69
STRADE	24.28	0.9
VERDE	6.7	0.2
PARCHEGGI	4.02	0.6
TOTALE	100	0.705

Tabella 18 – Coefficiente di afflusso per le aree residenziali

8.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Uno dei parametri che caratterizzano un bacino scolante è proprio il tempo di corrivazione t_c , definito come il tempo mediamente impiegato dalla particella di pioggia che cade nel punto più lontano del bacino a raggiungere la sezione di chiusura.

La determinazione di questo parametro è tutt'altro che semplice ed è quindi necessario affidarsi alle formule sperimentali ricavate dai vari autori, facendo però attenzione a scegliere quella che meglio rappresenta le condizioni del bacino allo studio.

Per i bacini della pianura veneta viene generalmente adottata la formula di Ventura:

$$t_c = 0.315 \cdot \sqrt{S}$$

in cui il tempo di corrivazione t_c è espresso in giorni, mentre S rappresenta la superficie del bacino espressa in km².

Per quanto riguarda, invece, lo stato di progetto, cioè la sua urbanizzazione, il calcolo del tempo di corrivazione viene eseguito con la formula seguente, specifica per ambiente urbano:

$$t_c = t_0 + t_{rete}$$

In cui t_0 è il tempo di accesso alla rete (o tempo di ruscellamento), che può assumere valori compresi fra 300 e 600 s, mentre t_{rete} è il tempo di percorrenza della rete fognaria, che in via approssimativa può essere espresso dalla seguente relazione:

$$t_{rete} = \frac{\sqrt{1.5 \cdot S_{urb}}}{v}$$

In cui S_{urb} è la superficie scolante espressa in m², v è la velocità media nella rete assunta pari a circa 1 m/s.

8.4 METODO CINEMATICO

Esistono diversi metodi per il calcolo delle portate massime, in questo studio si è deciso di seguire il metodo cinematico, meglio noto nella letteratura anglofona come “metodo razionale”.

E' un metodo largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione e viene spesso utilizzato per il predimensionamento delle reti di fognatura bianca e dei canali di bonifica.

Se in un bacino di superficie S cade, per una pioggia di durata t_p , una precipitazione di altezza h , solo una frazione φ del volume meteorico $S \cdot h$ risulta efficace agli effetti del deflusso, dato che la frazione $1 - \varphi$ si perde per evapotraspirazione, infiltrazione nel terreno, ecc..

La portata massima, che si ottiene per $t_p = t_c$ dove t_c esprime il tempo di corrivazione del bacino, è data dalla seguente espressione:

$$Q_{\max} = \frac{\overline{\varphi} \cdot h \cdot S}{t_c}$$

8.5 COEFFICIENTE UDOMETRICO

Il contributo specifico di piena pari al rapporto tra la portata massima e la superficie considerata è detto coefficiente udometrico u . L'ordine di grandezza di u dipende dall'estensione del bacino, i valori minori corrispondono alle estensioni maggiori.

8.6 CALCOLO DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI INVASO

Nel seguente paragrafo si esegue un calcolo sommario delle portate massime prodotte dagli interventi di urbanizzazione, si esegue inoltre una stima dei volumi di invaso necessari a laminare le piene e a garantire l'invarianza idraulica.

Trattandosi di un calcolo approssimativo si è deciso di trascurare il ragguaglio dei parametri della curva di possibilità climatica alla superficie, e di utilizzare solo la curva di possibilità climatica ricavata per durate orarie, eseguendo quindi un calcolo maggiormente semplificato, ma sicuramente a favore di sicurezza.

Si precisa tuttavia che il calcolo di seguito riportato non può sostituire il dimensionamento delle opere relative alle reti acque bianche dei futuri interventi di urbanizzazione, ma fornisce solamente un'indicazione di massima delle portate e dei volumi di invaso per ettaro richiesti.

8.6.1 ATO A 1 – Ato a prevalenza Agricola

L'ATO a prevalenza agricola è costituito dalla maggior parte del territorio rurale del comune di Crespino. Il territorio è caratterizzato da campi coltivati a cereali, con insediamenti sparsi costituiti da edifici che ben rappresentano l'architettura veneta.

La finalità principale del PAT è la tutela dei caratteri del paesaggio agricolo e il recupero del patrimonio esistente attualmente in abbandono o sottoutilizzato; La tutela delle risorse paesaggistiche ed ambientali con particolare riguardo per l'ambito del fiume Po.

Il PAT prevede la formazione di piste ciclabili da realizzare in adiacenza ai corsi d'acqua, con funzioni di collegamento tra i centri abitati e di supporto alle attività turistiche connesse con l'agricoltura.

All'interno dello stesso ambito il PAT prevede anche lo sviluppo di aree di tipo produttivo e turistico nelle vicinanze del tracciato della futura autostrada Nogara-Mare.

La seguente tabella riporta il dimensionamento effettuato dal PAT relativamente all'ATO agricolo, dove si osserva che è stato previsto un carico aggiuntivo residenziale corrispondente a 10.000 m² oltre a 2.000 m² di nuovi standard per un totale di 12.000 m².

Nello stesso ambito sono previsti inoltre 100.000 m² di produttivo e 20.000 m³ di Turistico.

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	10.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	67
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	2.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq 100.000	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq /	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc 20.000	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 19 – Dimensionamento dell'ATO A 1

Per quanto riguarda il carico residenziale esso sarà distribuito all'interno del territorio sottoforma di piccoli interventi, pertanto non è possibile definire a priori la collocazione e l'estensione delle singole aree di trasformabilità. Per tale motivo si esegue, a titolo indicativo, un calcolo riferito alla superficie unitaria di 1 ha, i cui risultati sono riportati in Tabella 20.

La tabella mette in evidenza i principali parametri idrologici per lo stato attuale e trasformato, con il relativo calcolo delle portate massime nelle due situazioni. Si riporta anche il volume di invaso stimato mediante la metodologia precedentemente riportata.

Quello che emerge dalla tabella è che un ettaro di superficie trasformata produce un incremento della portata massima, stimata con tempo di ritorno di 50 anni, di quasi 20 volte; si osserva infatti che la portata calcolata per tempo di ritorno di 50 anni passa da 20 l/s per l'area agricola, a quasi 400 l/s dopo l'urbanizzazione.

Dalla stessa tabella si osserva inoltre che il volume di invaso specifico, calcolato al fine di mantenere invariata la portata immessa negli scolli di Bonifica, vale circa 404 m³/ha.

Nell'ipotesi di effettuare la stima del volume di invaso mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1979) il volume ottenuto sarebbe stato pari a 326 m³/ha.

STATO ATTUALE	UNITA' DI MISURA	VALORE
Superficie massima trasformabile	[m ²]	10000
Tempo di corrivazione area agricola	[min]	45,36
Altezza di pioggia per Tc area agricola	[mm]	54,1
Coefficiente di afflusso area agricola	-	0,1
Portata massima area agricola	[l/s]	19,87
Coefficiente udometrico area agricola	[l/s/ha]	19,87
STATO TRASFORMATO		
Tempo di corrivazione area urbanizzata	[min]	12,04
Altezza di pioggia per Tc area urbanizzata	[mm]	40,2
Coefficiente di afflusso area urbanizzata	-	0,705
Portata massima area urbanizzata	[l/s]	392,27
Coefficiente udometrico area urbanizzata	[l/s/ha]	392,27
Durata di pioggia che massimizza il volume di invaso	[h]	3,30
Volume massimo da invasare	[m ³]	403,96
Volume di invaso specifico	[m ³ /ha]	403,96

Tabella 20 – Calcolo sommario del volume di invaso e delle portate massime per area a destinazione residenziale avente superficie unitaria

Anche il carico produttivo, come quello residenziale, sarà presumibilmente realizzato in più distinti interventi, rendendo impossibile un calcolo riferito alla superficie complessiva.

La seguente Tabella 21 riporta i valori stimati per superficie unitaria (1ha), dalla quale si osserva che il volume di invaso per ettaro supera i 516 m³.

Nell'ipotesi di effettuare la stima del volume di invaso mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1979) il volume ottenuto sarebbe stato pari a 418 m³/ha.

STATO ATTUALE	UNITA' DI MISURA	VALORE
Superficie massima trasformabile	[m ²]	10000
Tempo di corrivazione area agricola	[min]	45,36
Altezza di pioggia per Tc area agricola	[mm]	54,1
Coefficiente di afflusso area agricola	-	0,1
Portata massima area agricola	[l/s]	19,87
Coefficiente udometrico area agricola	[l/s/ha]	19,87
STATO TRASFORMATO		
Tempo di corrivazione area urbanizzata	[min]	12,04
Altezza di pioggia per Tc area urbanizzata	[mm]	40,2
Coefficiente di afflusso area urbanizzata	-	0,850
Portata massima area urbanizzata	[l/s]	473,26
Coefficiente udometrico area urbanizzata	[l/s/ha]	473,26
Durata di pioggia che massimizza il volume di invaso	[h]	4,20
Volume massimo da invasare	[m ³]	516,30
Volume di invaso specifico	[m ³ /ha]	516,30

Tabella 21 – Dimensionamento sommario del volume di invaso e delle portate massime relative all'area produttiva in prossimità dell'Autostrada Nogara-Mare

8.6.2 ATO R 1 – Ato Residenziale - Crespino

L'ATO di territorio residenziale comprende interamente il centro abitato del comune di Crespino situato tra l'argine del fiume Po e la SP 33.

La seguente figura riporta un estratto della tavola 4 del PAT (carta della trasformabilità) relativa all'ATO R1, dalla quale si osserva che lo sviluppo residenziale è previsto in due distinte zone, rispettivamente ad est e ad ovest del centro abitato.

Come osservato in precedenza l'espansione ad Ovest ricade in area a deflusso difficoltoso o a pericolo di ristagno idrico, pertanto gli interventi sono consentiti a condizione del rispetto delle prescrizioni derivanti dal presente studio, nonché quelle derivanti dai futuri piani degli interventi e dal consorzio di bonifica competente.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche esso potrà avvenire tramite gli scolì Crespino e Irrigatore San Antonio, i bacini di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica potranno essere realizzati in adiacenza degli scolì appena citati e dimensionati per l'intera superficie che il piano degli interventi prevederà di urbanizzare.

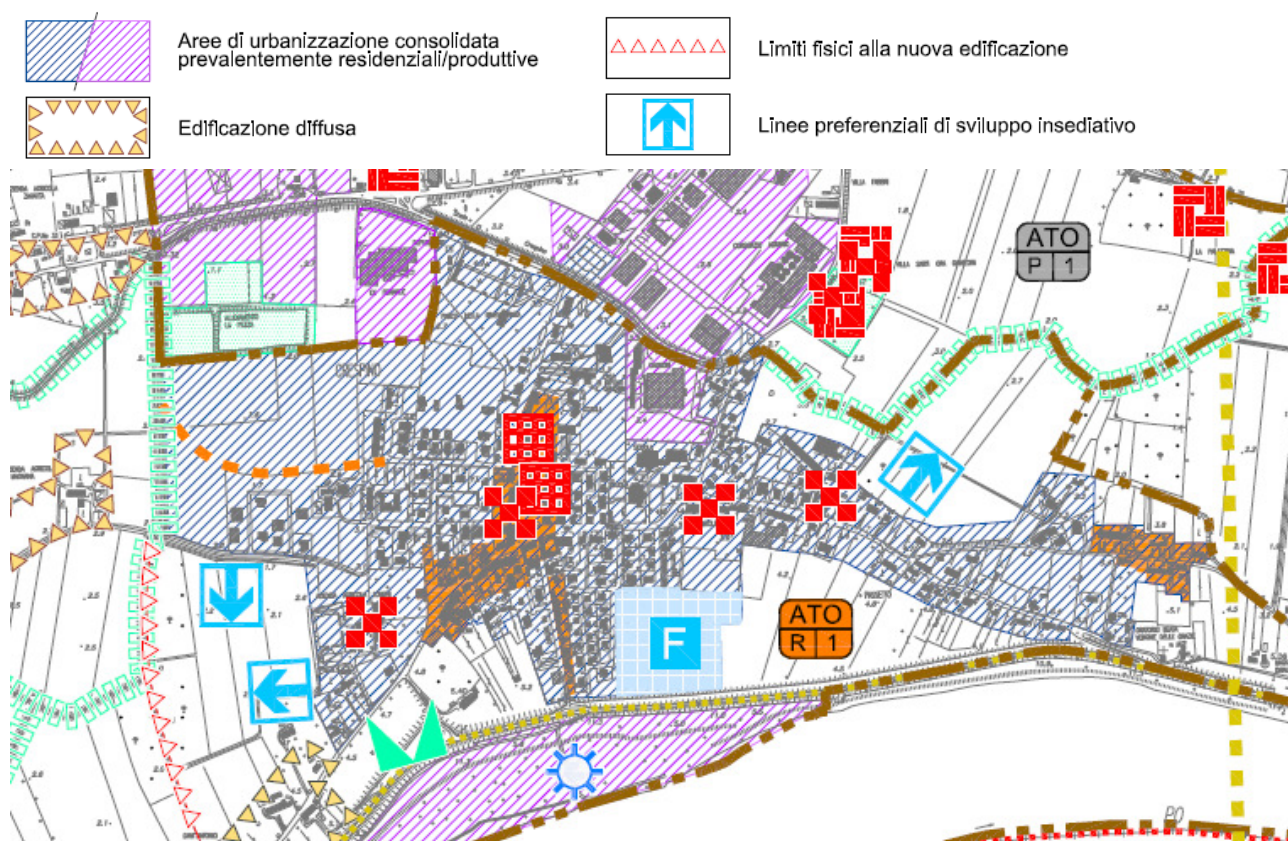


Figura 25 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo all'ATO R1

In Tabella 22 si riporta il dimensionamento previsto dal PAT per l'ATO R 1, il quale prevede un carico aggiuntivo residenziale di 70.000 m² e di relativi 14.000 m² di nuovi standard.

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	70.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	467
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	14.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq /	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq /	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc /	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 22 – Dimensionamento dell'ATO R 1 – Ato Residenziale Crespino

Anche in questo caso non è possibile associare alle superfici di trasformabilità riportate in tabella, precise aree a livello cartografico. Il PAT infatti è uno strumento non conformativo della proprietà che non individua diritti edificatori, e pertanto definisce solamente possibili linee di sviluppo.

Per un calcolo sommario delle portate previste e dei volumi di invaso necessari a mitigare gli effetti prodotti dall'urbanizzazione si rimanda ai risultati di Tabella 20.

8.6.3 ATO R 2 – Ato Residenziale – Località Arginello

L'ATO di territorio residenziale, situato ad Ovest del centro abitato di Crespino, comprende la località Arginello, posizionata a cavallo della SP33.

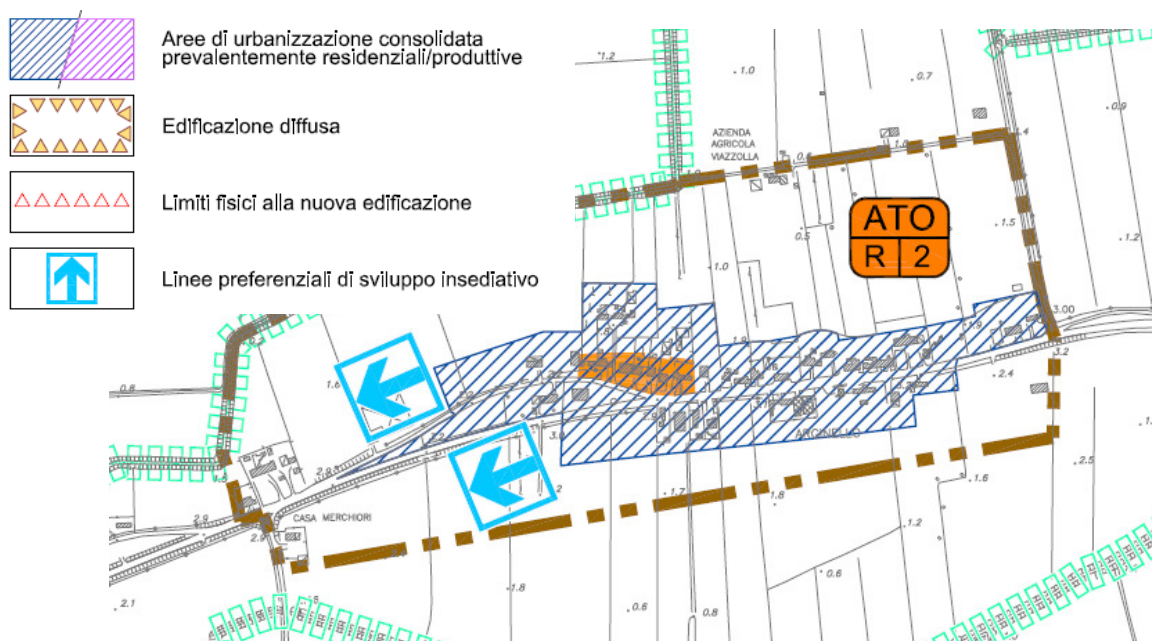


Figura 26 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo All'ATO R2

Anche in questo caso sono state individuate due possibili linee di sviluppo rendendo impossibile la definizione delle effettive superfici a nord e a sud della SP 33.

Il deflusso delle acque dovrà avvenire verso Nord, nello scolo Rossi di Levante, per la superficie trasformata a nord della SP 33, mentre verso Sud, nello scolo Crespino, per la trasformabilità a sud della SP 33.

Come evidenziato in precedenza L'ATO R2 ricade interAMENTE in area a dissesto idrogeologico. Per il calcolo dei volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica si rimanda ai risultati di Tabella 20

Per completezza nella seguente tabella si riporta un estratto dell'allegato alle Norme Tecniche relativo al dimensionamento effettuato dal PAT per l'ATO R2.

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	20.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	133
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	4.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq /	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq /	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc /	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 23 – Dimensionamento ATO R 2 – Ato Residenziale località Arginello

8.6.4 ATO R 3 – Ato Residenziale – Località Selva

L'ATO di territorio residenziale comprende la località Selva, situata a ridosso del confine con il comune di Guarda Veneta e si sviluppa lungo la strada comunale Via Selva.

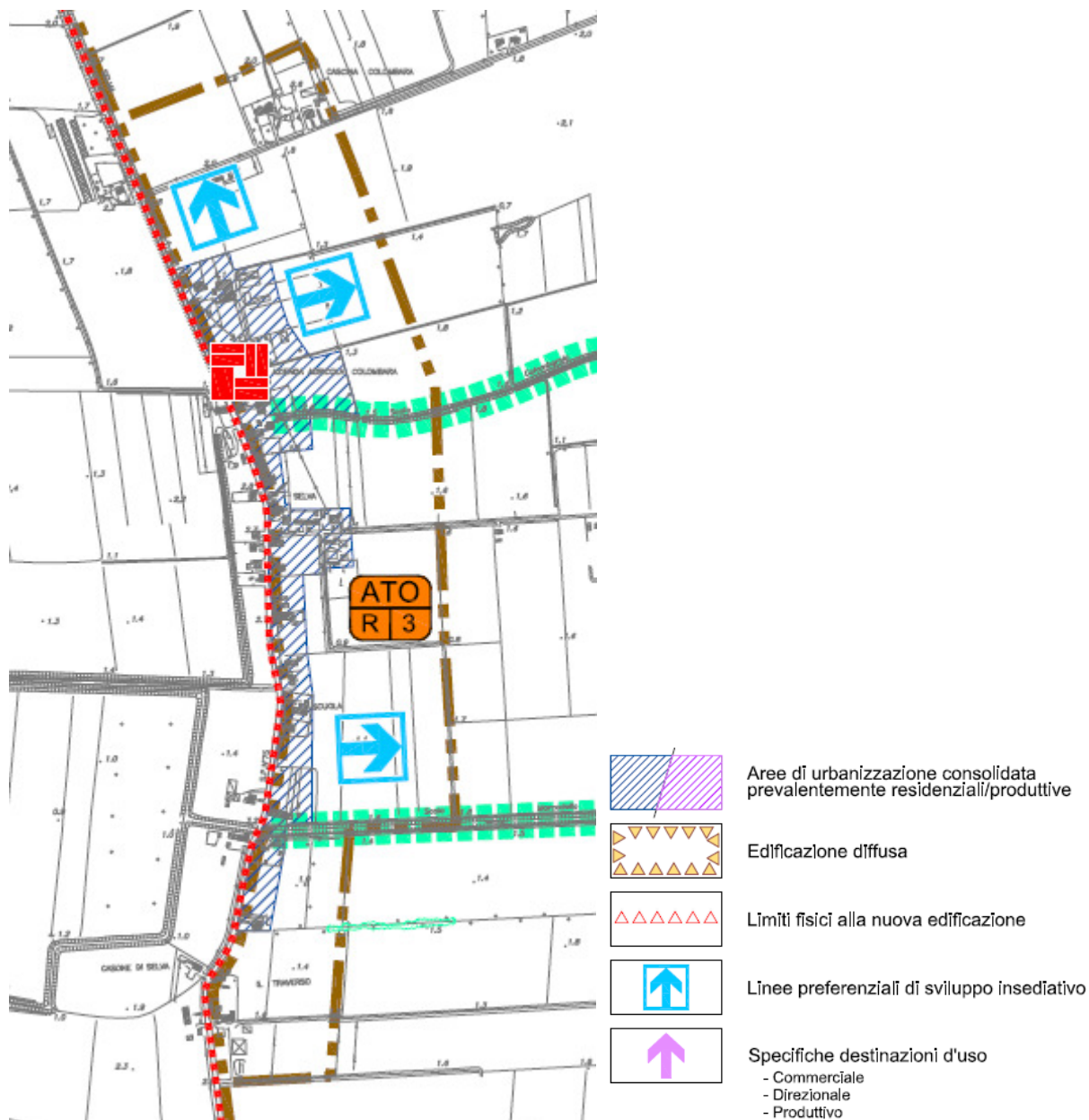


Figura 27 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo All'ATO R3

Anche in questo caso il PAT prevede diverse possibili linee di espansione.

Il deflusso delle acque meteoriche dovrà preferibilmente avvenire attraverso lo scolo Vecchio Colombarolo, in quanto lo scolo Marcadello è di solo transito nel territorio comunale.

Per quanto riguarda il dimensionamento previsto dal PAT si osserva dalla seguente tabella che la superficie massima trasformabile vale 20.000 m² al netto dei 4.000 m² necessari per gli standard (principalmente verde e parcheggi).

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	20.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	133
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	4.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq /	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq /	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc /	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 24 – Dimensionamento ATO R 3 – Ato Residenziale località Selva

Per il calcolo dei volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica, ancora una volta si rimanda ai risultati di Tabella 20 riferiti alla superficie unitaria di 1 ettaro.

8.6.5 ATO R 4 – Ato Residenziale – Località San Cassiano

L'ATO di territorio residenziale comprende interamente la frazione di San Cassiano.

Nella seguente figura si riporta un estratto della tavola 4 del PAT dalla quale si osserva la presenza di un'unica direzione di espansione in direzione Nord.

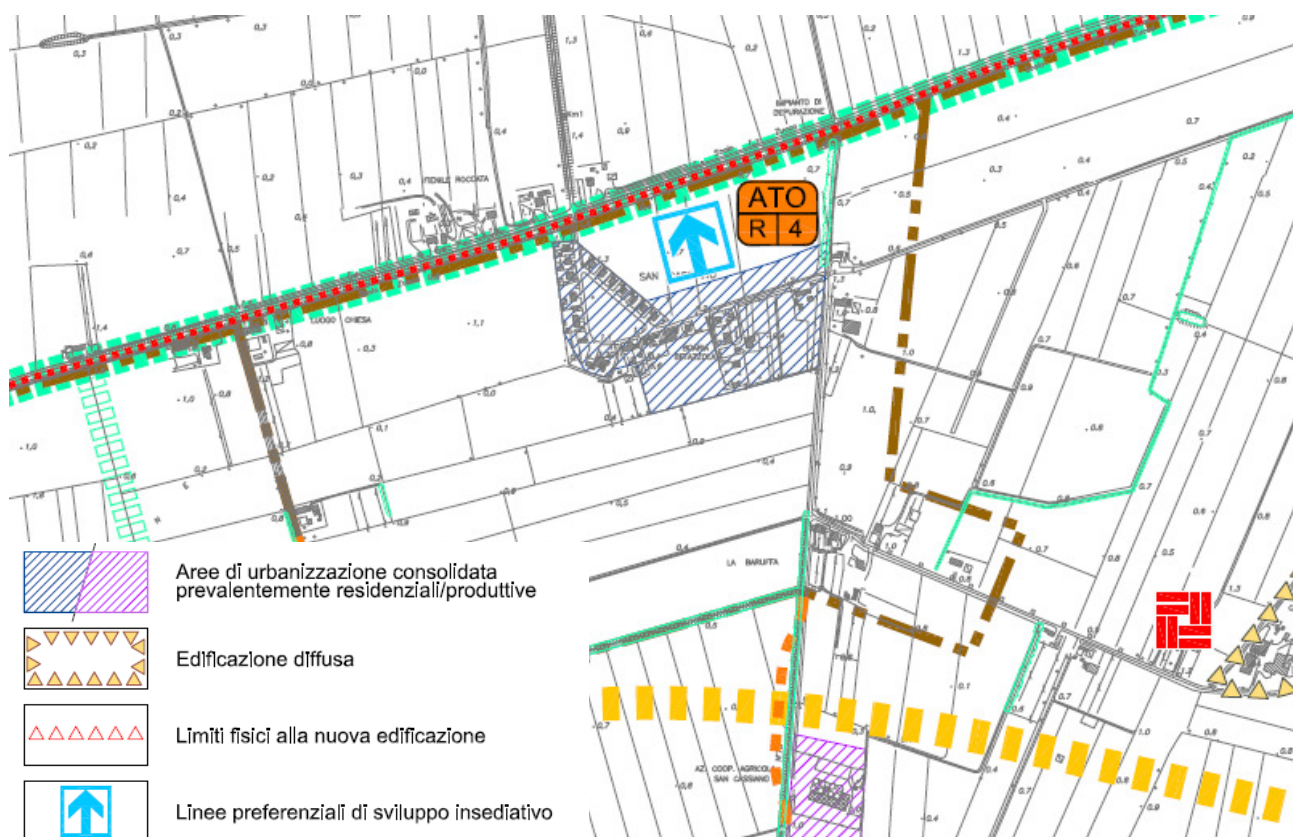


Figura 28 – Estratto della tavola 4 del PAT relativo all'ATO R4

La seguente tabella, estratta dall'allegato alle Norme Tecniche, evidenzia come il PAT preveda una trasformabilità massima di 20.000 m³, che considerando un rapporto di copertura di 1/1 equivalgono ad altrettanti m². Sono previsti anche 4.000 m² di nuovi standard.

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	20.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	133
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	4.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq /	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq /	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc /	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 25 – Dimensionamento ATO R 1.4 – Ato Residenziale località San Cassiano

Il deflusso delle acque meteoriche potrà avvenire attraverso lo scolo Zucca di Ponente che delimita il confine Nord dell'ambito.

Ipotizzando che la trasformazione urbanistica avvenga in un'unica area diventa possibile eseguire una stima sommaria del volume di invaso riferita alla superficie massima trasformabile.

La seguente tabella riporta i risultati del calcolo: il volume di invaso ottenuto è pari a 438 m³/ha. Nell'ipotesi di aver utilizzato il metodo cinematico per il calcolo del volume di invaso, il risultato ottenuto sarebbe stato pari a 355 m³/ha e cioè inferiore di quasi il 20%.

STATO ATTUALE	UNITA' DI MISURA	VALORE
Superficie massima trasformabile	[m ²]	20000
Tempo di corrivazione area agricola	[min]	64,15
Altezza di pioggia per Tc area agricola	[mm]	58,4
Coefficiente di afflusso area agricola	-	0,1
Portata massima area agricola	[l/s]	30,35
Coefficiente udometrico area agricola	[l/s/ha]	15,18
STATO TRASFORMATO		
Tempo di corrivazione area urbanizzata	[min]	12,89
Altezza di pioggia per Tc area urbanizzata	[mm]	40,8
Coefficiente di afflusso area urbanizzata	-	0,705
Portata massima area urbanizzata	[l/s]	744,25
Coefficiente udometrico area urbanizzata	[l/s/ha]	372,13
Durata di pioggia che massimizza il volume di invaso	[h]	4,67
Volume massimo da invasare	[m ³]	876,62
Volume di invaso specifico	[m ³ /ha]	438,31

Tabella 26 – Dimensionamento sommario del volume di invaso e delle portate massime relative all'area trasformabile nell'ATO R4

8.6.6 ATO P 1 – ATO a prevalenza Artigianale

L'ATO a prevalenza produttiva è situato a ovest del territorio del PAT ed è delimitato dall'Ato agricolo e dal confine comunale. Include anche la frazione di Aguiaro.

Dalla seguente figura riportante un estratto della tavola 4 (carta della trasformabilità), si osserva l'assenza di linee di sviluppo produttivo. È presente un'unica direzione di sviluppo per le aree residenziali a nord della SP 33.

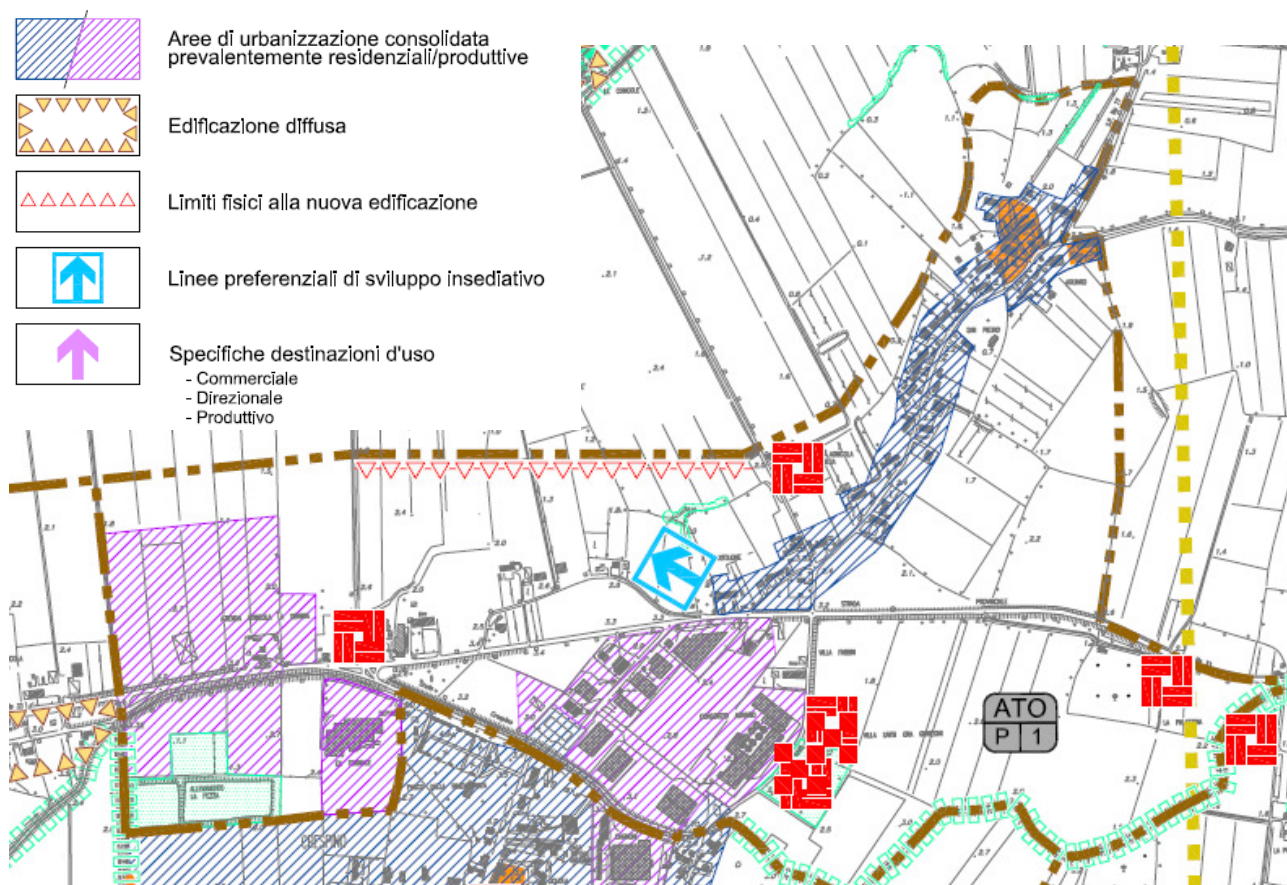


Figura 29 – Estratto della tavola 4 del PAT relativa all'ambito P1

Come per l'ATO R2 il deflusso delle acque meteoriche dovrà avvenire in modo differente per le aree poste a nord e a sud della SP 33 e di via Aguiaro, in particolare a nord tramite fossi privati fino a raggiungere lo scolo Concole Mussata, mentre a sud attraverso lo scolo Crespino.

In questo caso l'urbanizzazione comporta sicuramente maggiori difficoltà dovute alla distanza delle aree trasformabili dalla rete scolante consortile.

Dal dimensionamento del PAT relativo all'ambito P1 riportato nella seguente tabella, è possibile osservare la presenza di un carico residenziale aggiuntivo di 20.000 m^3 equivalente ad altrettanta superficie, ed un carico aggiuntivo direzionale-commerciale da utilizzare per il completamento delle aree esistenti di 5.000 m^2 .

Per il dimensionamento preliminare dei volumi di invaso richiesti si rimanda ai risultati riportati in Tabella 20 e Tabella 21 rispettivamente per le aree residenziali e Commerciali-direzionali.

CARICO INSEDIATIVO			
CARICO AGGIUNTIVO RESIDENZIALE	CARICO AGGIUNTIVO	mc	20.000
	NUOVI ABITANTI TEORICI ABIT. TEORICO = CARICO AGG./150 mc ABITANTE	N	133
	NUOVI STANDARD [30 mq/ab. teorico] ai sensi Art. 31 L.11/2004	mq	4.000
CARICO AGGIUNTIVO PRODUTTIVO, DIR./COMM., TURISTICO			Standard ai sensi dell'art. 31 della L.R. 11/2004
	PRODUTTIVO	mq /	10 mq / 100mq
	COMMERCIALE - DIREZIONALE	mq 5.000	100 mq / 100 mq di Slp
	TURISTICO	mc /	15 mq/100 mc o 10mq/100 mq

Tabella 27 – Dimensionamento ATO P 1 – Ato Produttivo

8.6.7 Analisi dei risultati

Le tabelle precedentemente riportate relative al dimensionamento sommario dei volumi di invaso necessari a garantire il principio dell'invarianza idraulica, hanno messo in evidenza come i volumi richiesti oscillino circa tra i 400 e i 520 m³/ha, con il valore maggiore per destinazione produttiva o commerciale-direzionale.

Si fa presente inoltre come i volumi ottenuti applicando il metodo cinematico (*Alfonsi e Orsi, 1979*) siano inferiori a quelli stimati di quasi il 20%, ciò, come precedentemente esposto, è dovuto alle semplificazioni del metodo stesso, che ipotizza un funzionamento della bocca di scarico difficilmente ottenibile in condizioni reali se non con l'utilizzo di sistemi di regolazione meccanica della portata.

Il metodo utilizzato invece, per la regolazione della portata in uscita del bacino di invaso, ipotizza una regolazione semplice mediante bocche tarate di sezione costante. La portata uscente in questo ha andamento lineare e necessita pertanto di volumi di invaso superiori.

Si precisa inoltre che i valori sino a qui determinati sono sicuramente a favore di sicurezza, nel senso che si è sempre tenuto conto delle "variabili" peggiorative, ma non si è invece considerato il contributo riduttivo dei valori di massima portata dovuti al ragguaglio dei parametri della curva di possibilità climatica sulla superficie, all'evapotraspirazione nelle aree a verde, e all'invaso superficiale che corrisponde al velo d'acqua che si deposita sulla superficie, negli avvallamenti e nelle caditoie e può assumere valori di 40÷ 50 m³/ha.

9 INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Lo studio fino a qui condotto ci ha permesso di illustrare le condizioni geomorfologiche, idrologiche e idrauliche del territorio nello stato attuale. Abbiamo poi introdotto le condizioni di variazione che saranno prodotte con l'attuazione degli interventi di progetto e siamo giunti a determinare le portate finali e i volumi aggiuntivi di acqua raccolta che dovranno essere smaltiti dalla stessa rete di canali di bonifica ora esistente.

Le acque provenienti dalle nuove aree urbanizzate non dovranno essere convogliate direttamente alla rete scolante locale o corpo idrico ricettore (deflusso immediato), al fine di non incrementare possibili situazioni di piena in formazione nell'alveo durante eventi meteorici critici.

E' quindi necessario considerare un modello afflussi-deflussi che consenta di prolungare i tempi di consegna nel corpo ricettore (tramite "immagazzinamento" dell'acqua) andando così a diminuire il valore di colmo della portata nell'idrogramma di piena.

La soluzione più immediata cui si può pensare è la realizzazione di un bacino di raccolta temporanea, che occupa comunque una notevole superficie, ed è quindi necessario limitare per quanto possibile le sue dimensioni, andando ad incrementare le possibilità di invaso a monte di esso. Il tempo di ritorno cui fare riferimento per questo tipo di opere, secondo le indicazioni fornite dal D.G.R. 1841/2007, deve essere assunto pari a 50 anni.

Per lo studio di compatibilità idraulica relativo al PAT la normativa prevede solo una individuazione di massima delle tipologie di interventi di mitigazione del rischio idraulico da adottare, senza entrare nello specifico dimensionamento delle opere.

La D.G.R.V. 1841 introduce una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici in base alla quale si applicano considerazioni differenziate in funzione delle dimensioni delle aree impermeabilizzate. Si riporta di seguito uno schema riassuntivo.

Aree a trascurabile impermeabilizzazione potenziale, su superfici di estensione inferiore a 0,10 ha: è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi.

Aree a modesta impermeabilizzazione potenziale, su superfici comprese tra 0,10 e 1,00 ha: oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

Aree a significativa impermeabilizzazione potenziale, su superfici comprese tra 1,00 e 10,00 ha e interventi su superfici di estensione oltre i 10,00 ha con $Imp < 0,30$: andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

Aree a marcata impermeabilizzazione potenziale, su superfici di estensione superiore a 10,00 ha con $Imp > 0,30$: è richiesta la presenza di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Il PAT adotta i seguenti indirizzi fondamentali di mitigazione idraulica:

A] i nuovi interventi di impermeabilizzazione del suolo (nuove urbanizzazioni, nuova viabilità, nuovi poli produttivi, nuovi interventi edilizi, ecc...) non devono aumentare i coefficienti di deflusso ed i coefficienti udometrici relativamente alle singole aree di intervento, così da garantire la compatibilità con le condizioni idrografiche della rete scolante collocata a valle. Per interventi minori e in assenza di studi idraulici specifici, dovranno essere sempre rispettati gli indirizzi di seguito esposti.

B] ad intervento urbanistico/edilizio eseguito la rete di smaltimento delle acque piovane deve essere sempre in grado di sviluppare valori di portata massima almeno non superiore a quella stimabile nella situazione che precede l'intervento stesso, con riferimento ad un tempo di pioggia pari al tempo di corrvazione della zona oggetto di intervento.

C] prediligere nella progettazione delle superfici impermeabili basse o trascurabili pendenze di drenaggio superficiale. Rendere più densa la rete di punti di assorbimento (grigliati, chiusini, canalette di drenaggio, ecc...).

D] incentivare l'uso di schemi costruttivi che rendano permeabili le pavimentazioni destinate agli stalli di sosta veicolare pubblici/privati; in questo caso le pavimentazioni andranno realizzate su di un opportuno sottofondo che garantisca l'efficienza del drenaggio ed una capacità di invaso (porosità efficace) non inferiore ad una lama d'acqua di 10 cm. Se non è possibile adottare il sopracitato sistema costruttivo valutare l'opportunità di predisporre ulteriori invasi finalizzati a compensare la perdita di capacità filtrante del terreno.

E] è obbligatorio salvaguardare sempre le vie di deflusso dell'acqua per garantire lo scolo e contenere il ristagno. In particolare: a) salvaguardare e/o ricostituire i collegamenti con fossati o corsi d'acqua esistenti; b) rogge e fossati non devono subire interclusioni o perdere la funzionalità idraulica; c) l'eliminazione di fossati o volumi profondi a cielo libero non può essere attuata senza la previsione di adeguate misure di compensazione idraulica; d) nella realizzazione di nuove arterie stradali, ciclabili o pedonali, contermini a corsi d'acqua o fossati, si deve evitare il tombamento dando la precedenza ad interventi di spostamento (in caso di assoluta e motivata necessità il tombamento dovrà rispettare la capacità di flusso preesistente e il rispetto del volume preesistente, volume conteggiato per tratti idraulicamente omogenei sino al ciglio superiore più basso del fossato/canale).

F] nella progettazione delle reti di smaltimento delle acque piovane: a) prediligere, basse pendenze e grandi diametri; b) valutare l'opportunità, ove compatibile con i livelli di falda e col tipo di terreno presente, di impiegare perdenti nel primo sottosuolo e/o tubazioni di tipo drenante, in ogni caso previo trattamento ambientale di rimozione del sedimento/inquinante correlato al flusso di prima pioggia e garantendo la manutentabilità del sistema di infiltrazione.

G] nelle aree a verde la configurazione plano-altimetrica, quando possibile, deve agevolare l'assorbimento di parti non trascurabili di precipitazione defluenti dalle aree impermeabili limitrofe e contribuire, nel contempo, alla laminazione dei contributi di piena in transito nelle reti idrografiche.

H] negli interventi edilizi ed urbanistici evitare di ridurre i volumi invasabili delle aree interessate e favorire la creazione di nuove aree di libera esondazione.

I] è vietato pregiudicare con gli interventi edilizi e/o urbanistici la realizzabilità di opere destinate ad attenuare o eliminare le cause di pericolosità idraulica in zona.

L] se la zona di intervento coinvolge direttamente uno scolo o canale a valenza pubblica (consorziale, comunale, di competenza del Genio Civile regionale o dello Stato) si dovrà preferibilmente definire la distribuzione planivolumetrica dell'intervento in modo che le aree a verde siano distribuite e concentrate lungo le sponde dello scolo o canale. Questo anche per permettere futuri interventi di mitigazione e la manutenzione della via d'acqua.

M] nelle zone ove possono verificarsi, o anche solo prevedersi, fenomeni di esondazione e ristagno incontrollato di acqua è meglio evitare la costruzione di volumi interrati o, in alternativa, prevedere adeguati sistemi di impermeabilizzazione/drenaggio, e quanto necessario per impedire allagamenti dei locali interrati. Il piano di imposta dei fabbricati dovrà essere convenientemente fissato su di una quota superiore al piano campagna medio circostante; tale quota dovrà essere superiore al piano campagna medio circostante di una quantità da precisare attraverso una analisi morfologica locale alla luce dei fenomeni esondativi o di ristagno idrico storicamente accaduti o prevedibilmente possibili.

N] sono vietati interventi di tombinamento o di chiusura di fossati esistenti, anche privati, a meno di evidenti ed indiscutibili necessità attinenti la pubblica o privata sicurezza o comunque da solide e giustificate motivazioni. In caso di tombinamento occorrerà provvedere alla ricostruzione planoaltimetrica delle sezioni idriche perse secondo configurazioni che ripristinino la funzione iniziale sia in termini di volume che di capacità di smaltimento delle portate;

O] se l'intervento interessa canali pubblici consortili o demaniali, anche se non iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, tenere conto che la fascia di 10 m dal ciglio superiore della scarpata, o del piede esterno della scarpata esterna dell'argine esistente, è soggetta alle prescrizioni del R.D. 368/1904 e/o del R.D. 523/1904. L'intervento o il manufatto entro la fascia dovrà essere specificamente autorizzato a titolo precario, fermo restando l'obbligo di tenere completamente sgombera da impedimenti una fascia di almeno 4 m. In ogni caso sono assolutamente vietate nuove edificazioni entro la fascia di 10 m;

P] quando possibile favorire la predisposizione di tecniche di stoccaggio temporaneo di acqua meteorica per il riutilizzo successivo a fini di irrigazione o altro (esempio utilizzo industriale o per prevenzione incendi).

9.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE PER I BACINI DI INVASO TEMPORANEO

I bacini di invaso sono opere di accumulo temporaneo che hanno lo scopo di controllare gli scarichi del sistema di drenaggio.

In genere è utile individuare le aree da destinare a bacino temporaneo per la raccolta dei volumi di acqua prodotti, in vicinanza del corpo ricettore più diretto.

Il dimensionamento di questi bacini dipende molto dalle opere che vengono realizzate a monte per aumentare la capacità di invaso temporaneo prima che il volume d'acqua precipitata arrivi alla consegna finale.

Poiché la superficie di espansione prevista dal P.A.T. per ciascuna ATO verrà realizzata a stralci, si consiglia comunque di realizzare un'unica opera di invaso dimensionata opportunamente per tutte le aree limitrofe. L'opera di invaso dovrà anche tenere conto dell'eventuale volume delle aree consolidate che presentino problemi di smaltimento delle acque.

9.2 PRESCRIZIONI DA SEGUIRE DURANTE LA REDAZIONE DEL PIANO DEGLI INTERVENTI

Di seguito si riportano alcune prescrizioni che dovranno essere recepite dai futuri piani degli interventi:

- 1) Per ogni futuro Piano degli Interventi si dovranno rispettare le prescrizioni di mitigazione idraulica sviluppate nella presente Relazione di Compatibilità Idraulica e si dovrà integrare o affinare le stesse prescrizioni in base alla Norma Urbanistica di dettaglio relativa allo specifico ambito di intervento.
- 2) Le opere di mitigazioni idraulica previste nella pratica urbanistica sono destinate a ridurre l'effetto della maggior impermeabilizzazione causata dall'edificio o dall'intervento di urbanizzazione o dall'intervento al sistema infrastrutturale viario; dette opere acquistano valore di interesse pubblico in quanto riducono il rischio idraulico nelle aree vallive alla zona oggetto di intervento. Nei titoli abilitativi, per le opere di mitigazione idraulica, deve essere sempre prescritta la manutenzione obbligatoria ed eterna in carico ai concessionari e deve essere tenuto presso l'Ufficio Tecnico Comunale un apposito archivio dei progetti al fine di permettere future integrazioni o controlli allo stato dei manufatti.
- 3) Nella regolamentazione urbanistica dei futuri Piani degli Interventi dovrà essere tassativamente previsto il divieto di realizzare interventi edilizi, urbanistici o sulla viabilità, sia di natura privata che di natura pubblica, che rendano impossibile l'esecuzione di opere finalizzate alla riduzione, annullamento o limitazione dei dissesti idraulici precisati nel quadro conoscitivo del PAT.
- 4) Se i P.U.A. che regoleranno l'ampliamento della zona produttiva e delle zone residenziali comporteranno un aumento del coefficiente di deflusso orario, il Permesso a Costruire potrà essere rilasciato previa predisposizione di un progetto di mitigazione per detenzione tale da garantire il pieno rispetto dell'invarianza idraulica. Le opere di mitigazione idraulica ed in genere le opere di fognatura bianca convenzionale devono essere progettate ed eseguite con modalità tali da garantire nel tempo una efficace manutenzione, il semplice controllo e la corretta pulizia.
- 5) Con riferimento ad itinerari ambientali da prevedersi lungo, o in corrispondenza, a strutture arginali si prescrive: a) le opere non devono interferire con le dinamiche lavorative legate alla manutenzione degli argini e dei corsi d'acqua da parte degli Enti tutori; b) utilizzare tecniche costruttive che agevolino l'infiltrazione diretta dell'acqua di pioggia (previa rimozione degli inquinanti e dei sedimenti) c) nella progettazione degli itinerari le opere di mitigazione idraulica e le opere in genere relative alla gestione dell'acqua di pioggia devono essere concordate con il Consorzio di Bonifica e con il Genio Civile competenti per zona.