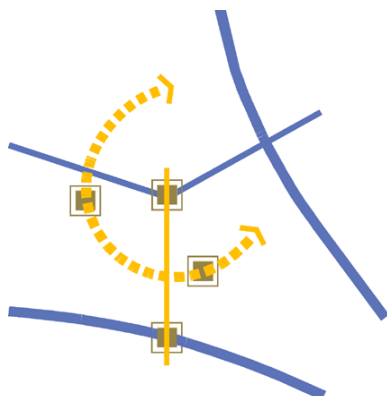


Regione del Veneto
Provincia di Padova

Comune di

Brugine



P.I.

Piano degli Interventi
dei comuni del
PATI «Tra Brenta e Bacchiglione»

Variante n. 16 al P.I. Controdeduzioni alle osservazioni per ripubblicazione

Valutazione di compatibilità idraulica



Enrico Musacchio

Progettisti:
Ing. Enrico Musacchio



Con:

| | | |
|-------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 1.1 | GENERALITA'..... | 2 |
| 2 | NORMATIVA..... | 4 |
| 3 | METODOLOGIA DI LAVORO..... | 7 |
| 4 | FASE CONOSCITIVA..... | 8 |
| 4.1 | ACQUA..... | 8 |
| 4.1.1 | Acque superficiali..... | 8 |
| 4.1.2 | Acque sotterranee..... | 8 |
| 4.2 | SUOLO E SOTTOSUOLO..... | 8 |
| 5 | CRITICITA' IDRAULICHE DEL TERRITORIO COMUNALE..... | 11 |
| 7 | LA VARIANTE URBANISTICA..... | 13 |
| 8 | INVARIANZA IDRAULICA..... | 14 |
| 8.1 | ANALISI URBANISTICA..... | 14 |
| 8.1.1 | Ipotesi trasformazione urbanistica..... | 15 |
| 8.2 | ANALISI IDRAULICA..... | 15 |
| 8.2.1 | Analisi pluviometrica..... | 15 |
| 8.2.2 | Metodi per il calcolo delle portate..... | 17 |
| 8.2.3 | Metodo cinematico..... | 17 |
| 8.2.4 | Ipotesi idrologiche..... | 18 |
| 8.2.5 | Valutazione dei volumi di invaso..... | 18 |
| 8.3 | AZIONI COMPENSATIVE..... | 22 |
| 8.3.1 | Generalità..... | 22 |
| 8.3.2 | Azioni differenziate secondo l'estensione della trasformazione..... | 23 |
| | CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PRESCRITTIVO..... | 24 |
| | Inquadramento generale delle varianti..... | 24 |
| | Varianti cartografiche..... | 25 |

1 PREMESSA

1.1 GENERALITA'

Con proprie deliberazioni 3637 del dicembre 2002 e con le successive modificazioni del maggio 2006, del giugno 2007, e dell'ottobre 2009, la Giunta Regionale del Veneto ha introdotto la valutazione di compatibilità idraulica fra le disposizioni relative allo sviluppo di nuovi strumenti urbanistici comunali o sovracomunali. La normativa si applica a qualunque intervento che comporti una trasformazione dei luoghi in grado di modificare il regime idraulico. In tal caso deve essere redatta una valutazione di compatibilità idraulica dalla quale si desuma, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non venga aggravato l'esistente livello di rischio idraulico, né venga pregiudicata la possibilità di riduzione anche futura di tale livello.

L'intento delle analisi idrauliche che si svolgono per la predisposizione di una compatibilità idraulica di un Piano di Assetto del Territorio ha il duplice scopo di esaminare da un lato la vulnerabilità idraulica, idrogeologica e geomorfologica del territorio dall'altro la necessità di garantire che la trasformazione non modifichi il regime idrologico esistente ed i tempi di corrivazione alla rete, fenomeni che potrebbero aggravare o addirittura pregiudicare la capacità di smaltimento del sistema fognario e della rete idrografica e di bonifica. L'analisi si sofferma dapprima sull'assetto geomorfologico ed idraulico del territorio, per individuare le aree soggette ad allagamento, pericolosità idraulica o ristagno idrico. In un secondo momento si sposta l'attenzione sulle aree di trasformazione destinate all'edificazione dalla pianificazione territoriale in oggetto. Lo screening da compiere si prefigge il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza idraulica, sia nei confronti dell'incolumità degli immobili e dei loro occupanti futuri, sia nei riguardi della compatibilità per i territori contermini affinché la trasformazione non pregiudichi livelli di sicurezza già affermati.

Infine l'attenzione si sposta di nuovo verso la verifica dell'invarianza idraulica del territorio rispetto alle trasformazioni previste. Per trasformazione del territorio in invarianza idraulica, s'intende la variazione di destinazione d'uso o di morfologia costruttiva di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena o una variazione sostanziale dei tempi di corrivazione al corpo idrico che riceve i deflussi superficiali originati dalla stessa.

L'approccio si delinea dalla semplice osservazione che la trasformazione di vaste aree verdi lasceranno il posto a edifici civili, strade, complessi industriali e commerciali; con questo cambiamento maggiori volumi d'acqua, dovuti alle precipitazioni meteoriche, andranno ad appesantire il sistema fognario esistente, determinando, nei casi di sofferenza più critici, stagnazione o allagamenti superficiali.

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

In estrema sintesi, lo studio di compatibilità idraulica si articola in due fasi principali con due sottofasi ciascuna, come viene graficamente descritto nel diagramma di flusso che segue.

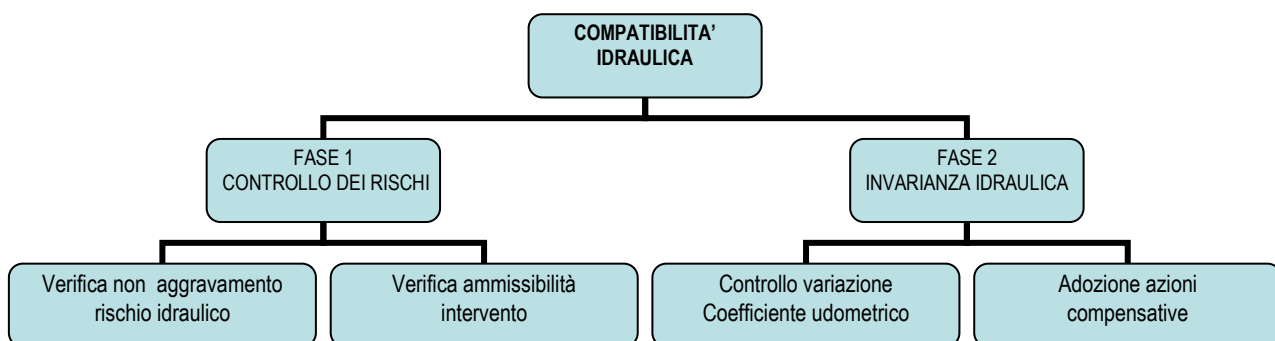


Diagramma 1. Flusso delle operazioni necessarie per lo studio di compatibilità idraulica

Nella fase 1 si esegue il controllo dei rischi, valutando che non venga aggravato l'esistente livello di rischio idraulico e verificando l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze fra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o previsioni d'uso del suolo.

Nella fase 2 si verifica l'invarianza idraulica, controllando la variazione del coefficiente udometrico a seguito dell'impermeabilizzazione del territorio (aree di trasformabilità, infrastrutture, ecc.) e procedendo alla definizione delle eventuali azioni compensative per mantenere invariato il grado di sicurezza nel tempo, anche in termini di perdita della capacità di regolazione delle piene.

2 NORMATIVA

D.L. n°152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche: "Norme in materia ambientale" che recepisce anche le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione della acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole "a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n.258". Ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, le regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni e lagune comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua, che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimento dei rifiuti.

D.G.R.V. n°3637 del 12 dicembre 2002 L.3 agosto 1998, n°267: questa DGR "è necessaria solo per gli strumenti urbanistici generali, o varianti generali, o varianti che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico". La legge prevede i seguenti punti:

- Al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idrogeologici, ogni nuovo strumento urbanistico dovrebbe contenere una valutazione, o studio, di compatibilità idraulica che valuti, per le nuove previsioni urbanistiche, le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare.
- Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame e cioè l'intero territorio comunale per i nuovi Piani Regolatori Generali o per le varianti generali al PRG, ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli strumenti urbanistici vigenti.
- Lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.
- Nella valutazione devono essere verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica delle aree interessate conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali, nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione delle acque o la realizzazione di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici.
- Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo, e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate

massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

- Al riguardo si segnala la possibilità di utilizzare, se opportunamente realizzate, le zone a standard a Parco Urbano (verde pubblico) prive di opere, quali aree di laminazione per le piogge aventi maggiori tempi di ritorno.
- È da evitare, ove possibile, la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche, favorendo invece la diffusione sul territorio dei punti di recapito con l'obiettivo di ridurre i colmi di piena nei canali recipienti e quindi con vantaggi sull'intero sistema di raccolta delle acque superficiali.
- Ove le condizioni della natura litologica del sottosuolo e della qualità delle acque lo consentano, si può valutare la possibilità dell'inserimento di dispositivi che incrementino i processi di infiltrazione nel sottosuolo.
- Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal Piano di Assetto Idrogeologico. Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi.
- Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quelle del piano campagna.
- Lo studio di compatibilità può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

DGR n°1322 10/05/2006: valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici: Questa DGR approfondisce in particolar modo l'impiego dei nuovi strumenti urbanistici come il Piano di Assetto del territorio e il Piano degli interventi. Nella fattispecie cita: "Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l'intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI, ovvero le aree interessate dalle nuove previsioni urbanistiche, oltre che quelle strettamente connesse, per le varianti agli strumenti urbanistici vigenti. Il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità e, soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche. Per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche. Nel corso del complessivo processo approvativo degli interventi urbanistico-edilizi è richiesta con progressiva definizione l'individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di assetto del Territorio - PAT), operativa (Piano degli Interventi - PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi - PUA. Nel caso di varianti successive, per le analisi idrauliche di carattere generale si può anche fare rimando alla valutazione di compatibilità già esaminato in occasione di precedenti strumenti urbanistici".

DGR n°1841 del 19 giugno 2007: la valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici: in seguito la nuova normativa regionale approfondisce alcuni aspetti fondamentali: "A livello di PAT lo studio sarà costituito dalla verifica di compatibilità della trasformazione urbanistica

con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica nonché dalla caratterizzazione idrologica ed idrografica e dalla indicazione delle misure compensative, avendo preso in considerazione come unità fisiografica il sottobacino interessato in un contesto di Ambito Territoriale Omogeneo. Nell'ambito del PI, andando pertanto a localizzare puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio avrà lo sviluppo necessario ad individuare le misure compensative ritenute idonee a garantire l'invarianza idraulica con definizione progettuale a livello preliminare/studio di fattibilità".

DGR n°2948 del 6 ottobre 2009: L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009: in seguito alla sentenza del Consiglio di Stato, che ha definitivamente risolto la controversia insorta fra l'Ordine dei Geologi e la Regione Veneto, la stessa ha annullato la delibera 1841 del 2007, introducendo l'adeguamento alle disposizioni finali giurisdizionali, che consiste nel riconoscimento che la valutazione di compatibilità idraulica deve essere redatta da un tecnico di comprovata esperienza nel settore. Ai fini tecnici, la delibera 2948 non introduce alcuna innovazione rispetto al testo del 2007, pertanto rimangono in vigore le disposizioni già illustrate.

In questa relazione saranno pertanto analizzati tutti gli areali di espansione introdotti con la variante oggetto di studio e tutti quelli riconfermati provenienti da precedenti strumenti urbanistici; per gli areali per i quali non è prevista alcuna alterazione del regime idraulico, ovvero che comportano un'alterazione non significativa, la valutazione di compatibilità idraulica è sostituita dalla relativa asseverazione.

La valutazione di compatibilità idraulica non sostituisce ulteriori studi e atti istruttori di qualunque tipo richiesti al soggetto promotore dalla normativa statale e regionale, in quanto applicabili.

Vengono analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e le fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

Alla luce di quanto disposto negli Atti di Indirizzo emanati ai sensi dell'art. 50 della L.R. 11/2004, le opere relative alla messa in sicurezza da un punto di vista idraulico (utilizzo di pavimentazioni drenanti su sottofondo permeabile per i parcheggi, aree verdi conformate in modo tale da massimizzare le capacità di invaso e laminazione, creazione di invasi compensativi, manufatti di controllo delle portate delle acque meteoriche, ecc.) e geologico (rilevati e valli artificiali, opere di difesa fluviale) dei terreni vengono definite opere di urbanizzazione primaria.

Per interventi diffusi su interi comparti urbani, i proponenti una trasformazione territoriale che comporti un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli concordano preferibilmente la realizzazione di volumi complessivi al servizio dell'intero comparto urbano, di entità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi. Tali volumi andranno collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale.

La relazione analizza le possibili alterazioni e interferenze del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono determinare in queste aree.

3 METODOLOGIA DI LAVORO

La presente relazione di compatibilità idraulica analizza l'ammissibilità degli interventi, considerando le interferenze tra il reticolo idrografico, i dissesti idraulici ad esso connessi, e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione del Piano di Assetto del Territorio.

Lo studio delle trasformazioni in previsione inizia con una accurata caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio, coinvolgendo dapprima tutte le fonti istituzionali possibili (Autorità di Bacino, Genio Civile, Consorzi di Bonifica, Servizi Forestali Regionali, tecnici comunali). Successivamente, passando dal generale al dettaglio, è stata verificata la reale possibilità di trasformazione urbanistica. A tal scopo è stato svolto sul posto un sopralluogo atto ad individuare la trama e le particolarità morfologiche ed idrogeologiche a beneficio di un più ampio quadro di conoscenze per indirizzare con maggiore grado di attenzione e attendibilità, le scelte di fattibilità e le misure compensative.

4 FASE CONOSCITIVA

4.1 ACQUA

4.1.1 Acque superficiali

La rete idrografica comunale è sostanzialmente composta da scoline minori che drenano l'area agricola, le quali convergono in scoli più ampi e poi in canalizzazioni di bonifica che raccolgono sia le acque della zona agricola sia di quella urbanizzata. La zona oggetto di studio rientra idraulicamente sotto la competenza del "Consorzio di Bonifica Bacchiglione" ed in particolare è interna ai sottobacini idraulici denominati "Altipiani" e "Coazze Cavaizze".

Il territorio comunale è prevalentemente a scolo meccanico alternato, potendo scaricare a gravità in condizioni ordinarie, ma dovendo scaricare a mezzo idrovore in caso di piena.

4.1.2 Acque sotterranee

La situazione idrogeologica comunale è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte e in pressione, alloggiato nei materiali più permeabili, quali le sabbie, separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili. Esiste poi una falda superficiale di tipo freatico – non in pressione – la cui superficie si trova appena al di sotto del piano di campagna. In realtà, più che di una singola falda trattasi di un insieme di piccole falde superficiali, in comunicazione idraulica tra loro e talora dotate di debole pressione.

Essendo che nel sottosuolo del territorio comunale gli acquiferi sono rappresentati da livelli sabbiosi, le falde in essi contenute hanno una produttività molto ridotta, le risorse idriche sotterranee sono quindi, in generale, molto modeste.

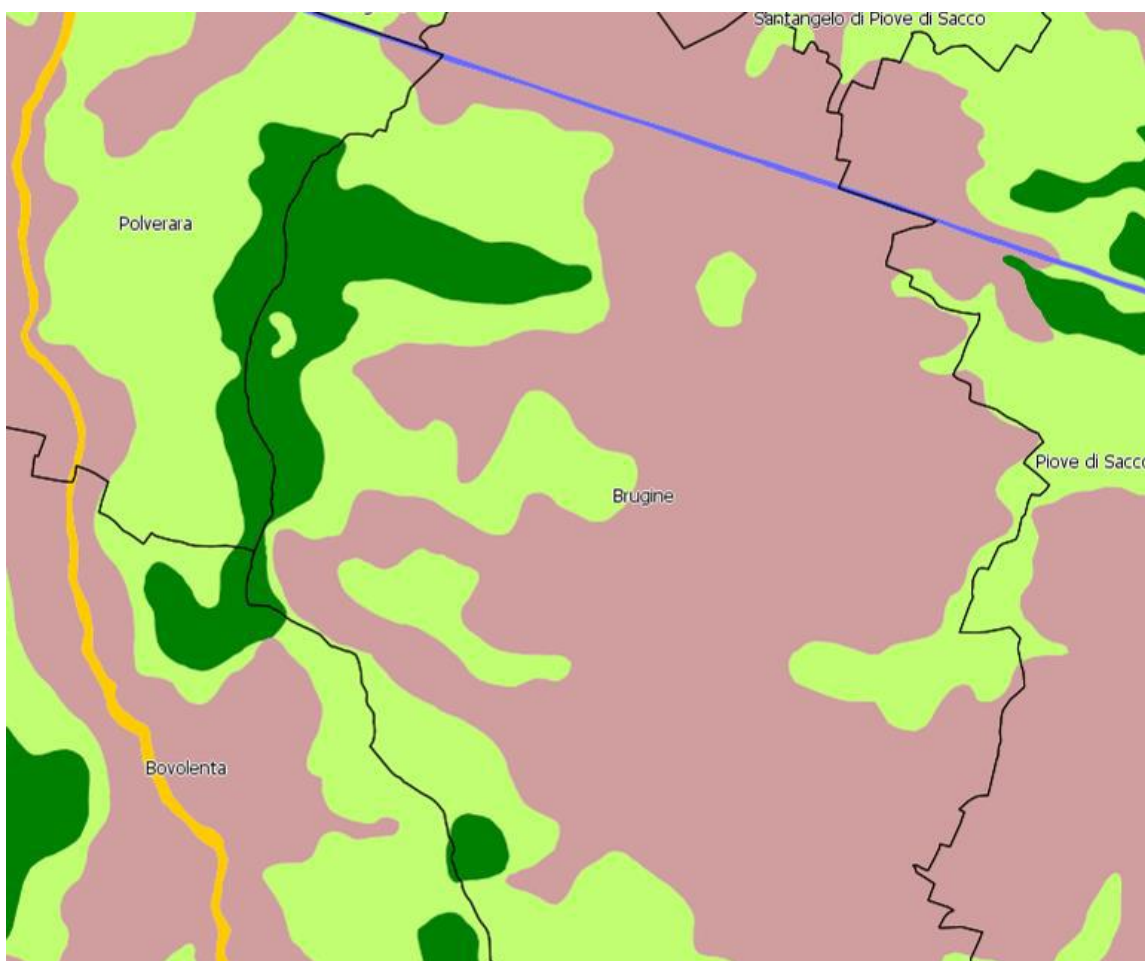
4.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Gli aspetti geomorfologici principali di Brugine sono di origine relativamente recente e legati essenzialmente alla morfologia fluviale del fiume Brenta e dei suoi numerosi rami.

Il Brenta - come altri tra i grandi fiumi che sfociano nella laguna veneta –ha rappresentato uno degli elementi più incontrollabili e di difficile gestione nella storia dell'idraulica veneta. L'attuale morfologia del territorio risponde in gran parte proprio alla commistione di azioni antropiche volte alla riorganizzazione del sistema idraulico e opere della natura.

Il territorio è caratterizzato per la maggior parte da depositi fluviali della pianura alluvionale recente: si individuano numerosi dossi fluviali, riconoscibili spesso dai tracciati delle vie di comunicazione e dalla dislocazione dei centri urbani, che si sono andati formando proprio lungo queste forme. Si ipotizza, dall'osservazione stereoscopica e dall'analisi della tessitura granulometrica, una composizione data da banchi sabbiosi o sabbioso-limosi con buone caratteristiche drenanti, geneticamente legati ad una fase di elevata energia di un ramo principale del Brenta. Gli spessori di tali strati di materiale alluvionale variano da 1-2 m a diversi metri. Si individua inoltre la presenza di ampie zone di pianura costituite da depositi alluvionali indifferenziati, composti da sedimenti limosi e limoso-sabbiosi. Anche queste aree, che coinvolgono gran parte del territorio comunale, sono interessate da forme di antiche divagazioni fluviali: esse, composte per lo più di materiali trasportati dai corsi d'acqua e leggermente più basse rispetto alle precedenti. Nelle aree non intensamente urbanizzate si individuano anche tratti di paleoalvei - antichi percorsi fluviali dati dalla divagazione delle aste fluviali - caratterizzati da un andamento meandriforme con granulometria sabbioso-limosa nella loro parte superficiale passando a sabbiosi talora anche sciolti in profondità.

Si riporta alla pagina seguente uno stralcio della Carta Geomorfologica della Provincia di Padova relativo all'area in esame.






























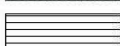
-  Aree prive di copertura fotografica
-  Aree depresse sotto il livello del mare, intercluse o non, bonificate e sottoposte ad idrovora
-  Pianura alluvionale antica
-  Aree a dosso costituenti le arginature naturali delle aste fluviali maggiori
-  Aree depresse, intercluse, bonificate con o senza idrovora
-  Aree di recente bonifica
-  Aree degli alvei fluviali comprensive di eventuali arginature, golene e terrazzi di primo ordine
-  Paleoalvei
-  Cave ripristinate all'uso agricolo
-  Aree umide
-  Aree interne alla fascia di risorgiva con falda sub-superficiale
-  Cave non attive con acqua
-  Cave non attive (abbandonate o dismesse)
-  Terrazzi fluviali del medio Brenta
-  Discariche e/o materiali di riporto
-  Aree di deposito colluviale e conoidi pericollinari
-  Bassura di risorgiva
-  Cave non attive adibite, parzialmente o totalmente, a scarico di materiali vari
-  Cave attive
-  Aree di denudazione dei rilievi collinari
-  Aree lagunari
-  Aree urbane
-  Pianura alluvionale indifferenziata costituita da depositi recenti di divagazione delle aste fluviali

Figura 1 - Provincia di Padova Stralcio della carta Geomorfologica della Provincia di Padova (fonte: Provincia di Padova)

Come si evince dalla Carta Geolitologica della Provincia di Padova tratta dal P.T.C.P. provinciale, il comune di Brugine ed in particolare l'area oggetto di intervento si trovano in un'area a dosso costituente le arginature naturali dell'asta fluviale limitrofa, ovvero, considerata la prossimità all'asta fluviale, nella pianura alluvionale indifferenziata costituita da depositi recenti di divagazione dell'asta fluviale limitrofa.



Aree di pianura

- | | |
|---|--|
|  | L-ALL-01 - Materiali granulari di deposito fluviali/fluvioglaciali a tessitura ghiaiosa e sabbiosa |
|  | L-ALL-05 - Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa |
|  | L-ALL-06 - Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa |
|  | L-ALL-09 - Materiale di deposito palustre a tessitura fine e torbiera |
|  | L-ART-01 - Materiale di riporto |



Punti




- | | |
|---|--|
|  | L-IND-01 - Prova penetrometrica |
|  | L-IND-02 - Sondaggio |
|  | L-IND-03 - Trincea |
|  | L-IND-06 - Colonna stratigrafica (pozzi) |

Figura 2 - Carta Geolitologica della provincia di Padova (Fonte: P.T.C.P. provinciale)

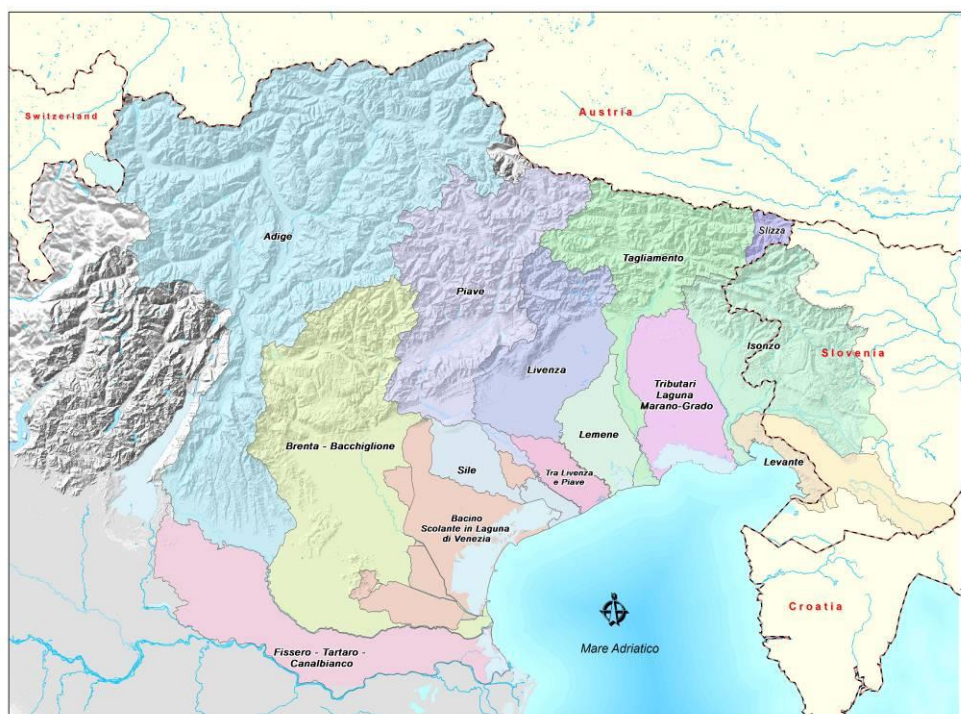
5 CRITICITA' IDRAULICHE DEL TERRITORIO COMUNALE

La legge 3 agosto 1998, n. 267 e successive modifiche ed integrazioni prevede che le Autorità di Bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, che contengano in particolare una descrizione dell'assetto idrogeologico del territorio di competenza, l'individuazione delle aree a rischio idraulico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia, nonché le misure medesime.

L'introduzione di questo strumento di pianificazione deriva dal susseguirsi di disastri idrogeologici quali l'alluvione del 1994, i fatti di Sarno, le alluvioni dell'autunno del 1998 e del 2000 e la tragedia di Soverato, che ha portato all'evidenza della pubblica opinione la fragilità del territorio italiano nel legame tra i suoi caratteri fisici e i fenomeni di antropizzazione.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) si configura come uno strumento che attraverso criteri, indirizzi e norme, consente una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso e che, proprio in quanto "piano stralcio", si inserisca in maniera organica e funzionale nel processo di formazione del Piano di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183. Nel suo insieme il Piano di Bacino costituisce il principale strumento del complesso sistema di pianificazione e programmazione finalizzato alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque. Si presenta quale mezzo operativo, normativo e di vincolo diretto a stabilire la tipologia e le modalità degli interventi necessari a far fronte non solo alle problematiche idrogeologiche, ma anche ambientali, al fine della salvaguardia del territorio sia dal punto di vista fisico che dello sviluppo antropico.

In relazione a quanto sopra citato, all'interno del territorio comunale di Brugine ed in particolare nell'area oggetto di intervento il riferimento principale per le criticità idrogeologiche è il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del Brenta-Bacchiglione, redatto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, i cui limiti amministrativi sono indicati nella successiva figura con il colore giallo.



Il PAI inserisce parte del territorio comunale all'interno di un'area a pericolosità moderata, P1, caratterizzante un po' tutta l'area della Saccisica. La parte centrale del territorio comunale, da nord a

sud, è tuttavia esente da pericolosità, come si evince dallo stralcio della cartografia di pericolosità idraulica del PAI riportato nella figura seguente.

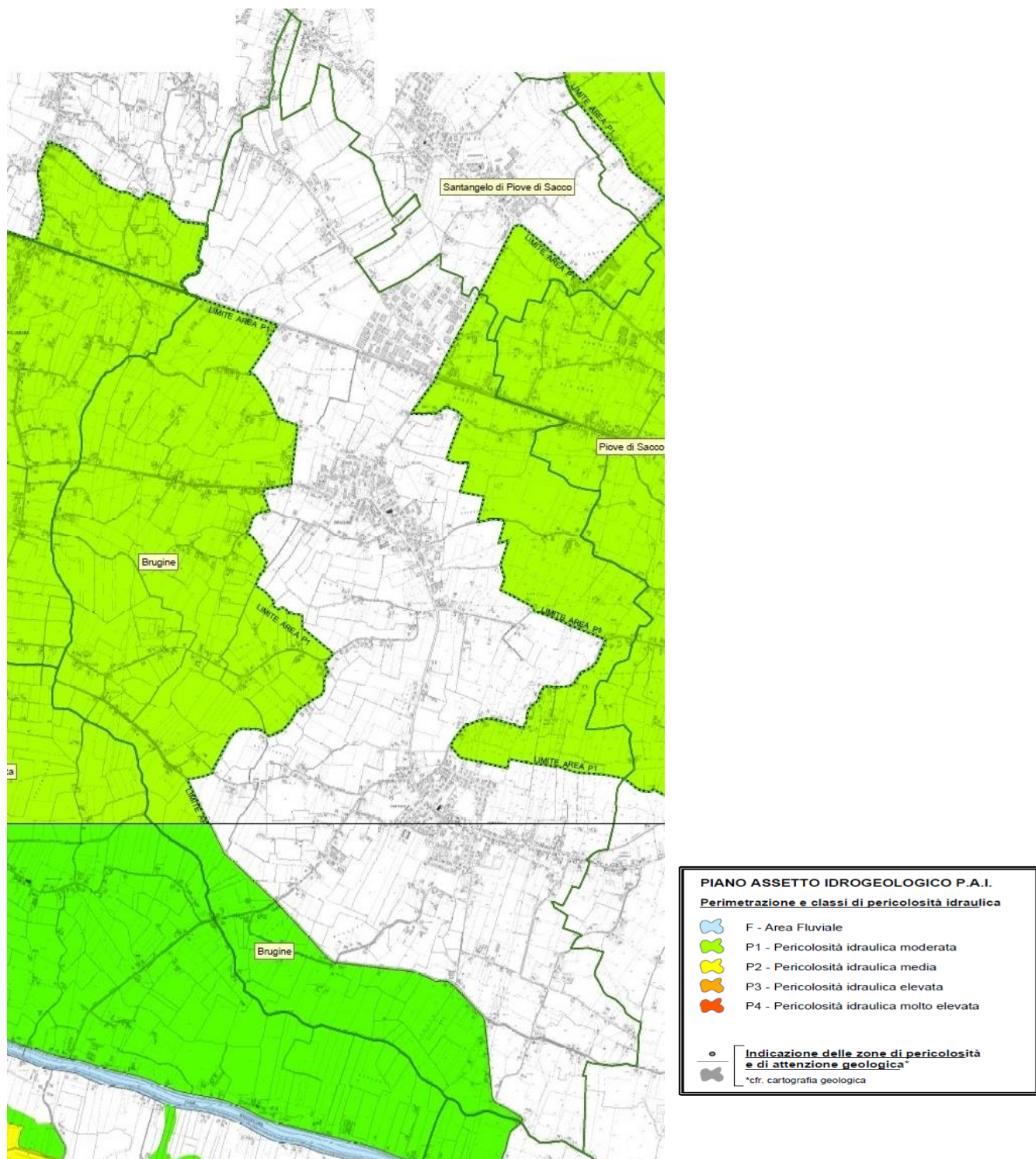


Figura 3 - Stralcio cartografia pericolosità idraulica PAI Brenta-Bacchiglione (Fonte: Autorità di Bacino Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Livenza e Brenta Bacchiglione)

7 LA VARIANTE URBANISTICA

La variante in oggetto recepisce alcune osservazioni presentate dai cittadini aventi diritto rispetto alle previsioni di cui alla variante 16 al Piano degli Interventi comunale. L'accoglimento delle osservazioni comporta, in alcuni casi, la necessità di redigere un nuovo studio di compatibilità idraulica, in quanto si introducono nuovi lotti edificabili in ambiti che non lo prevedevano o si consente un ampliamento della superficie coperta e/o del volume edificato, che comportano una maggiore impermeabilizzazione. Alcune osservazioni sono state invece respinte, pertanto non saranno oggetto di studio.

Nel prospetto che segue si elencano puntualmente le varianti esaminate con indicazione delle variazioni che esse comportano e della conseguente necessità o meno di procedere allo studio di compatibilità idraulica.

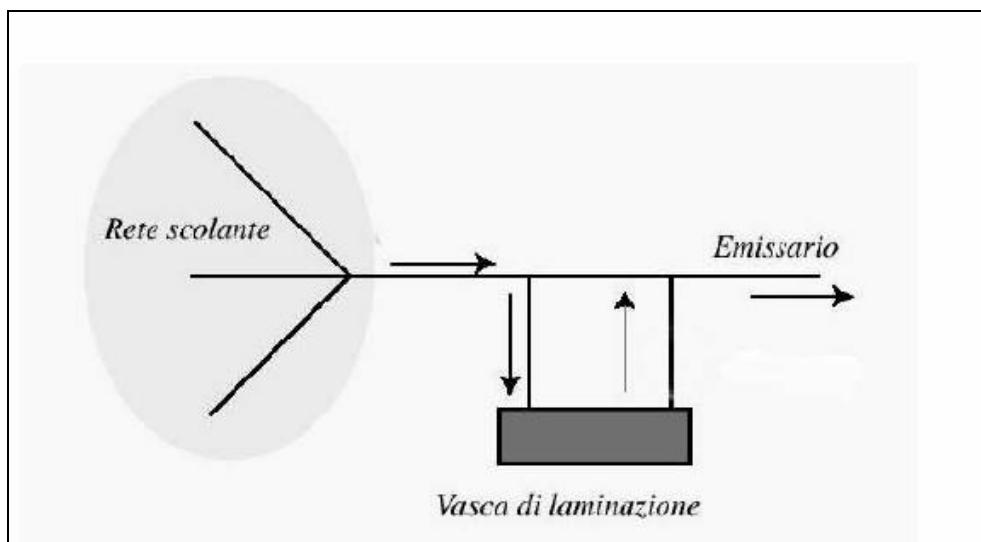
| N° Osservazione | N° Allegato | Sup. (mq) | N° ATO | Compatibilità Idraulica | Descrizione | Motivazioni |
|-----------------|-------------|-----------|--------|-------------------------|--|--|
| 1 | 1 | 6.893,60 | 6 | NO | Viene inserito perimetro scheda in cartografia a solo titolo ricognitivo | Asseverazione in quanto inserito un perimetro di inviluppo senza aumento superfici coperte |
| 2 | 2 | 2.966,70 | 7 | SI | Da zona agricola a: zona C1.4 n.39 con lotto n.31 (mq 1582); viabilità (mq. 632); zona Fd Aree per parcheggi (mq. 752,7) | inserimento di un lotto a cubatura predefinita 800 m ³ |
| 3 | | 6.267,30 | | NO | Respinta | |
| 4 | 3 | 1.515,90 | 7 | SI | Da zona agricola a zona C1.4 n.40 con lotto n.32 | inserimento di un lotto a cubatura predefinita 800 m ³ |
| 5 | 4 | 1.227,60 | 6 | NO | Ricade in ambito già classificato come zona C1.1 | asseverare perché già assoggettata a compatibilità |
| 6 | 5 | 455,00 | 7 | NO | Diventa variante verde | asseverazione perché si riduce copertura |
| 7 | | 2.567,90 | 2 | NO | Respinta | |
| 8 | 6 | 4.852,10 | 7 | NO | Viene riclassificata da zona soggetta a PP a zona soggetta a PUA | asseverare perché già assoggettata a compatibilità, non cambiano le superfici |
| 9 | | 11.198,10 | 4 | NO | Solo modifica alle scheda sulle attività produttive con diversa distribuzione dell'ampliamento ma senza incremento di volume | asseverare perché già assoggettata a compatibilità |
| 10 | | | | NO | Trattasi di sole precisazioni nelle NTO | asseverare perché non comporta variazione superfici impermeabilizzate |
| 11 | | | | NO | Solo allineamento della cartografia rispetto le fasce di rispetto cimiteriali | asseverare perché non comporta variazione superfici impermeabilizzate |

8 INVARIANZA IDRAULICA

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Per queste trasformazioni dell'uso del suolo che provocano una variazione di permeabilità superficiale si prevedono misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell' "invarianza idraulica". Per ciascuna ATO vengono descritte le caratteristiche attuali in termini di superficie complessiva e superficie impermeabile in modo da fornire un primo dato importante che si può collegare al grado di criticità della zona considerata. Una zona con un'alta urbanizzazione produce già adesso grandi volumi d'acqua, immediatamente affidati alla rete di scolo con un elevato rischio idraulico; una zona scarsamente urbanizzata è invece caratterizzata da un buon assorbimento del terreno ed è contraddistinta da una migliore laminazione del colmo di piena, a mezzo di un maggiore tempo di corrivazione del bacino, con risposta idraulica lenta e formazione di minori volumi d'acqua.

Analizzata la situazione attuale si passa all'analisi delle trasformazioni previste dal P.A.T. con l'individuazione dei volumi di accumulo che possono salvaguardare il principio dell'invarianza idraulica fungendo da vere e proprie vasche volano o di laminazione. Il ruolo principale delle vasche di laminazione di una rete meteorica è quello di fungere da volano idraulico immagazzinando temporaneamente una parte delle acque di piena smaltite da una rete di monte e restituendole a valle quando è passato il colmo dell'onda di piena.

Si tratta quindi di manufatti o aree depresse interposte, in genere, tra il collettore finale di una rete e l'emissario terminale avente sezione trasversale insufficiente a fare defluire la portata di piena in arrivo dalla rete stessa. Dovranno essere calcolate le due portate, stato attuale (generalmente calcolata sulla base del massimo coefficiente udometrico accettato dal Consorzio di Bonifica e pari a 10 l/s ha) e di progetto, e quindi determinata la differenza di portata.



8.1 ANALISI URBANISTICA

Le ipotesi di trasformazione in progetto costituiscono un fondamento essenziale per il successivo calcolo dei massimi volumi d'acqua, propedeutici a loro volta all'inquadramento e dimensionamento delle misure di compensazione ai fini del rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Preliminarmente allo svolgimento dei calcoli propriamente idraulici, vengono quindi tradotti i principali dati di variazione urbanistica allo scopo di ipotizzare la situazione più critica per i futuri insediamenti.

Tutto ciò riguarda sia le aree residenziali sia le aree produttive, di nuova istituzione con il P.A.T..

Le ipotesi di nuovo insediamento si basano sulla suddivisione dell'ambito territoriale in carature urbanistiche.

8.1.1 Ipotesi trasformazione urbanistica

Sulla base di trasformazioni urbanistiche già avvenute nel passato in contesti simili sono state imposte per il calcolo idrologico delle ipotesi di copertura urbanistica, grazie alle quali è stato possibile impostare il calcolo di analisi idraulica; ad esempio è stato ipotizzato che trasformazioni urbanistiche residenziali provochino il 55% di impermeabilizzazione del territorio, che trasformazioni produttive il 65% di impermeabilizzazione, e così dicendo per tutte le categorie di trasformazione contemplate nel PAT. Negli allegati descrittivi in calce alla presente relazione è possibile avere una visione di insieme circa le imposizioni di copertura del suolo assunte in fase progettuale.

8.2 ANALISI IDRAULICA

8.2.1 Analisi pluviometrica

L'allegato A della delibera della Giunta Regionale del Veneto 10 maggio 2006 n. 1322 prevede che in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica venga eseguita un'analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrvazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno a cui fare riferimento viene fissato a 50 anni. Appare doveroso a tal proposito fare riferimento ai risultati ottenuti nello studio, affidato a Nordest Ingegneria S.r.l. dall'Ing. Mariano Carraro, Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007, intitolato "*Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento*".

Lo studio si prefigge di individuare, con l'applicazione di un'elaborazione all'avanguardia, le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle avversità atmosferiche del 2007.

Sulla base degli stessi obiettivi del Commissario e del progettista, il lavoro ha come scopo il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia, che costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche. I risultati potranno quindi essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e dalle recenti ordinanze del Commissario.

Elaborazione dati

L'obiettivo delle elaborazioni svolte da Nordest Ingegneria S.r.l. per il Commissario degli allagamenti è quello di determinare delle altezze di pioggia attese per ciascuno dei classici dieci tempi di durata di precipitazione considerati (come negli Annali Idrologici 5, 10, 15, 30, 45 minuti, 1, 3, 6, 12 e 24 ore) e per ognuno dei tempi di ritorno ipotizzati, pari a 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni.

A tal fine sono state stimate le curve di possibilità pluviometrica, che esprimono l'altezza di precipitazione sia in funzione del tempo di ritorno che della durata t della precipitazione.

In particolare, Nordest Ingegneria S.r.l. propone sia la canonica relazione a 2 parametri, avente la seguente forma:

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

sia una formulazione a 3 parametri, che permette di ottenere una curva pluviometrica ottimizzata anche per durate di pioggia molto diverse tra loro:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} \cdot t$$

La stima dei coefficienti è stata eseguita ottimizzando numericamente la consueta procedura di regolarizzazione ai minimi quadrati delle rette di regressione, mediante minimizzazione della somma dei quadrati degli errori relativi. Così operando, tutte le durate assumono eguale peso ai fini della regolarizzazione, a differenza di quanto sarebbe accaduto considerando gli errori assoluti di ciascuna regolarizzazione.

Le curve segnalatrici sono state determinate individuando sottoaree omogenee. A tale scopo, è stata effettuata un'indagine delle medie dei massimi annuali mediante tecniche di cluster analysis. Si tratta di un metodo matematico che consente di ottenere uno o più ottimali gruppi partendo da una serie di osservazioni, in modo tale che ciascun gruppo risulti omogeneo al proprio interno e distinto dagli altri.

Le zone individuate nello studio sono le seguenti:

- • Zona nord-orientale;
- • Zona interna nord-occidentale;
- • Zona costiera e lagunare;
- • Zona sud-occidentale.

Il territorio comunale di Brugine si colloca all'interno della "Zona sud occidentale".

Nelle tabelle sottostanti sono fornite le altezze di pioggia che si riferiscono al tempo di ritorno pari a 50 anni, per la macroarea costiera e lagunare, suddivise in funzione della durata dell'evento piovoso.

Zona sud-occidentale

| T | tp~ 15 minuti | | | tp~ 30 minuti | | | tp~ 45 minuti | | | tp~ 1 ora | | | tp~ 3 ore | | | tp~ 6 ore | | |
|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|--------------------|-------|------|-------------------|-------|------|
| | da 5 min a 45 min | | | da 10 min a 1 ora | | | da 15 min a 3 ore | | | da 30 min a 6 ore | | | da 45 min a 12 ore | | | da 1 ora a 24 ore | | |
| anni | a | n | ? | a | n | ? | a | n | ? | a | n | ? | a | n | ? | a | n | ? |
| 2 | 4.5 | 0.533 | 6.4% | 6.6 | 0.412 | 3.2% | 10.2 | 0.287 | 5.0% | 13.5 | 0.221 | 1.3% | 14.2 | 0.212 | 0.5% | 14.2 | 0.212 | 0.4% |
| 5 | 5.4 | 0.556 | 6.2% | 7.9 | 0.437 | 3.3% | 12.4 | 0.307 | 5.3% | 16.9 | 0.235 | 1.5% | 18.2 | 0.220 | 0.4% | 18.5 | 0.218 | 0.2% |
| 10 | 6.0 | 0.570 | 6.0% | 8.6 | 0.453 | 3.3% | 13.6 | 0.322 | 5.4% | 18.8 | 0.247 | 1.6% | 20.6 | 0.229 | 0.7% | 21.1 | 0.224 | 0.4% |
| 20 | 6.4 | 0.582 | 5.8% | 9.2 | 0.470 | 3.3% | 14.5 | 0.337 | 5.5% | 20.3 | 0.260 | 1.7% | 22.6 | 0.238 | 1.0% | 23.4 | 0.232 | 0.7% |
| 30 | 6.7 | 0.590 | 5.7% | 9.4 | 0.479 | 3.3% | 15.0 | 0.346 | 5.5% | 21.0 | 0.268 | 1.7% | 23.6 | 0.244 | 1.2% | 24.6 | 0.237 | 0.9% |
| 50 | 7.0 | 0.598 | 5.5% | 9.8 | 0.491 | 3.3% | 15.5 | 0.358 | 5.6% | 21.9 | 0.278 | 1.8% | 24.8 | 0.252 | 1.4% | 26.1 | 0.243 | 1.1% |
| 100 | 7.3 | 0.610 | 5.2% | 10.1 | 0.507 | 3.3% | 16.1 | 0.373 | 5.6% | 22.8 | 0.292 | 1.8% | 26.3 | 0.263 | 1.6% | 27.9 | 0.253 | 1.4% |
| 200 | 7.7 | 0.621 | 4.9% | 10.4 | 0.524 | 3.3% | 16.5 | 0.390 | 5.6% | 23.5 | 0.307 | 1.9% | 27.5 | 0.275 | 1.9% | 29.5 | 0.263 | 1.7% |

Per l'impiego dell'equazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri, i coefficienti da utilizzare per i vari tempi di ritorno sono indicati nella successiva rappresentazione tabellare.

| T | a | b | c |
|-----|------|------|-------|
| 2 | 20.6 | 10.8 | 0.842 |
| 5 | 27.4 | 12.1 | 0.839 |
| 10 | 31.6 | 12.9 | 0.834 |
| 20 | 35.2 | 13.6 | 0.827 |
| 30 | 37.1 | 14.0 | 0.823 |
| 50 | 39.5 | 14.5 | 0.817 |
| 100 | 42.4 | 15.2 | 0.808 |
| 200 | 45.0 | 15.9 | 0.799 |

8.2.2 Metodi per il calcolo delle portate

L'allegato A della circolare prevede per il calcolo delle portate di piena l'uso di metodi di tipo concettuale ovvero dati da modelli matematici.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura, il più pratico in considerazione del grado di indeterminazione di alcuni elementi progettuali, (quali ad esempio la reale distribuzione urbanistica, la reale lunghezza della rete di raccolta fino al collettore fognario o al corpo di bonifica più vicino) è apparso il metodo razionale.

8.2.3 Metodo cinematico

L'espressione per il calcolo della portata di deflusso del bacino usata nel metodo cinematico, anche detto metodo razionale, è la seguente:

$$Q_{\max} = \frac{S \cdot \varphi \cdot h(T_c)}{T_c}$$

in cui S è la superficie del bacino, φ è il coefficiente di deflusso, T_c è il tempo di corrivazione, (ovvero il tempo che una goccia d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino arriva alla sezione di chiusura dello stesso) mentre infine $h(T_c)$ è l'altezza di precipitazione considerata.

In termini di volume l'espressione sopra riportata diventa:

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot h(T_c)$$

Per quanto riguarda la stima del tempo al colmo, si è generalmente fatto riferimento al tempo di corrivazione T_c calcolato in ore, mediando aritmeticamente i risultati prodotti dalle seguenti formulazioni:

– Formula di Ruggiero $T_c = 24 \cdot (0.072 \cdot S^{1/3})$ [ore]

– Formula del Pasini
$$T_C = \frac{0.108}{\sqrt{i_{m,asta}}} \cdot (S \cdot L)^{1/3} \quad [\text{ore}]$$

– Formula del Puglisi
$$T_C = 6 \cdot L^{2/3} \cdot (H_{\max} - H_0)^{-1/3} \quad [\text{ore}]$$

In cui S rappresenta l'area in km^2 , L la lunghezza del corso d'acqua espressa in km , H_{\max} la quota massima del bacino espressa in metri s.l.m., H_0 la quota della sezione di chiusura del bacino stesso sempre espressa in metri s.l.m. ed infine $i_{m,asta}$ la pendenza media dell'asta principale di scolo espressa in m/m .

8.2.4 Ipotesi idrologiche

I coefficienti di deflusso allo stato attuale, ed in previsione allo stato di progetto, (che a sua volta soggiacciono all'ipotesi di sviluppo urbanistico) sono stati attribuiti eseguendo una media pesata secondo la copertura del suolo dei singoli coefficienti di deflusso.

In accordo con l'allegato A della Dgr n. 1322 10 maggio 2006, non disponendo di una determinazione sperimentale o analitica dei coefficienti di deflusso, sono stati scelti i seguenti valori per le differenti tipologie di copertura di uso del suolo:

| Tipo di superficie | Coefficiente Deflusso |
|---|-----------------------|
| Aree agricole | 0.10 |
| Superfici permeabili (aree verdi) | 0.20 |
| Superfici semi permeabili (ad esempio grigliati senza massetti, strade non pavimentate, strade in misto stabilizzato) | 0.60 |
| Superfici impermeabili | 0.90 |

Come misura di mitigazione, si provvede ad invasare la differenza di volumi fra stato di progetto e stato di fatto.

8.2.5 Valutazione dei volumi di invaso

I volumi di invaso da realizzare per garantire l'invarianza idraulica nelle superfici soggette a trasformazione si possono ricavare con differenti metodologie, ognuna delle quali specifica per determinate condizioni. Tra i numerosi metodi presenti in letteratura sono stati considerati ai fini dello studio quelli delle sole piogge, dell'invaso e cinematica, che saranno descritti nei seguenti paragrafi.

Metodo delle sole piogge per curve di pioggia a 2 parametri

Tale modello si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino

e dalla rete drenante. Nelle condizioni sopra descritte, applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante, il volume entrante prodotto dal bacino scolante risulta pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot h(\theta) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n$$

dove φ è il coefficiente di deflusso, S è la superficie del bacino drenato a monte della sezione di chiusura ed $h(\theta)$ è la curva di possibilità pluviometrica nella formulazione classica $h(\theta) = a \cdot t^n$.

Il volume in uscita dal sistema, considerando una laminazione ottimale $Q_u = Q_{u,\max}$, risulta:

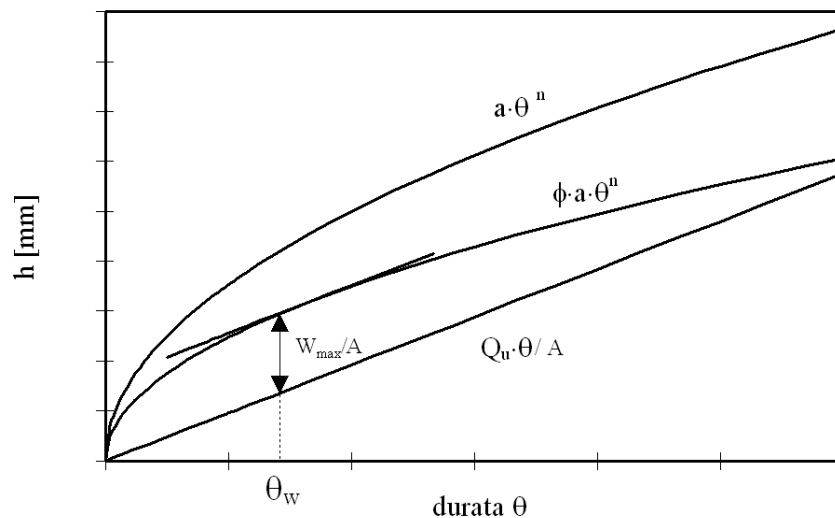
$$W_u = Q_{u,\max} \cdot \theta$$

Il volume massimo da invasare a questo punto è dato dalla massima differenza tra le due curve descritte dalle precedenti relazioni, e può essere individuato graficamente (Figura sottostante) riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta:

$$h_{netta} = \frac{\varphi \cdot a \cdot \theta^n}{S}$$

e la retta rappresentante il volume uscente dalla vasca, riferito all'unità di area del bacino scolante di monte:

$$h_u = \frac{Q_{u,\max} \cdot \theta}{S}$$



Individuazione grafica dell'evento critico con il metodo delle sole piogge

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando $\Delta W = h_{netta} - h_u$, si ricava la durata critica del sistema θ_c nel seguente modo:

$$\theta_c = \left(\frac{Q_{u,\max}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

A questo punto il volume di invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica può essere calcolato nel seguente modo:

$$W_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{u,\max}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{u,\max} \cdot \left(\frac{Q_{u,\max}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Metodo delle sole piogge per curve di pioggia a 3 parametri

Analogamente a quanto espresso per l'applicazione del metodo con le curve di pioggia classiche, si descrive ora l'implementazione del medesimo metodo per il calcolo del volume di invaso utilizzando le curve a tre parametri.

L'impostazione concettuale è ovviamente la stessa, si semplifica però notevolmente la scelta dei parametri della curva di possibilità pluviometrica (essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra 5 minuti e 24 ore) mentre qualche sforzo in più è richiesto per la determinazione delle condizioni di massimo.

La complicazione nasce dall'impossibilità di esprimere in forma esplicita il tempo critico; in sostanza, come sarà chiarito nel seguito, si tratta di risolvere numericamente l'espressione che nasce dal porre nulla la derivata prima, calcolata rispetto a t , che lega il volume entrante nel sistema al volume uscente:

$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot h(\theta) - Q_{u,\max} \cdot \theta = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot \theta}{(b + \theta)^c} - Q_{u,\max} \cdot \theta$$

In cui:

$$h(\theta) = \frac{a \cdot \theta}{(b + \theta)^c}$$

esprime la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

La condizione di massimo si trova annullando la seguente derivata prima:

$$\frac{\partial W}{\partial \theta} = 0 \Rightarrow \frac{\varphi \cdot a \cdot \left[(b + \theta)^c - \theta \cdot c \cdot (b + \theta)^{c-1} \right]}{(b + \theta)^{2c}} - u_{u,\max} = 0$$

L'equazione sopra riportata può essere risolta numericamente con il metodo di Newton-Raphson ottenendo così il valore della durata critica θ_c .

A questo punto il massimo volume compensativo di invaso si ottiene sostituendo nell'equazione

$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot h(\theta_c) - Q_{u,\max} \cdot \theta_c$$

il valore di θ_c precedentemente ricavato.

Metodo cinematico

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino di monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate che sono adottate nella metodologia di calcolo sono le seguenti:

- ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- curva aree-tempi lineare;
- portata costante in uscita dal sistema (laminazione ottimale).

Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W invasato in funzione della durata della pioggia θ , del tempo di corrivazione del bacino T_0 , della portata massima in uscita dal sistema Q_u , del coefficiente di deflusso φ , dell'area del bacino A e dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume W , cioè derivando l'espressione precedente rispetto alla durata θ ed eguagliando a zero si trova:

$$\frac{dW}{d\theta} = 0 \Rightarrow n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^{n-1} + (1-n) \cdot T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Da quest'ultima scrittura analitica si ricava la durata critica del sistema (θ_c), che, inserita nella prima equazione, consente di stimare il volume W di invaso da assegnare al fine di garantire l'invarianza idraulica del sistema scolante.

Metodo dell'invaso

Esaminando la trasformazione afflussi-deflussi secondo il modello concettuale dell'invaso, il coefficiente udometrico espresso in l/s ha può essere calcolato nel seguente modo:

$$u = \frac{p_0 \cdot n \cdot (\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{(1/n-1)}}$$

in cui p_0 è un parametro dipendente dalle unità di misura richieste e dal tipo di bacino (generalmente per piccoli bacini vale 2530), a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, φ rappresenta il coefficiente di deflusso e w il volume di invaso specifico.

Volendo mantenere costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente di deflusso φ , ovvero delle caratteristiche idrauliche delle superfici drenanti, per valutare i volumi di invaso in grado di modulare il picco di piena si può scrivere:

$$w = w_0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - v_0 \cdot I - w_0 \cdot P$$

dove: w_0 = volume specifico di invaso prima della trasformazione dell'uso del suolo;

φ_0 = coefficiente di deflusso specifico prima della trasformazione dell'uso del suolo;

v_0 = volume specifico di invaso per superficie impermeabilizzata;

I = percentuale di superficie impermeabilizzata;

P = percentuale di superficie permeabile.

Per la determinazione delle componenti di w_0 le indicazioni di letteratura pongono, per le zone di bonifica, valori di circa 100-150 m³/ha (Datei, 1997), 40-50 m³/ha nel caso di fognature in ambito urbano comprendente i soli invasi di superficie e quelli corrispondenti alle caditoie (Datei, 1997), 10-15 m³/ha di area urbanizzata riferito alla sola componente dei volumi dei piccoli invasi (Paoletti, 1996).

Le metodologie di calcolo precedentemente descritte conducono a risultati a volte parecchio differenti tra loro. I volumi di laminazione ricavati con il metodo dell'invaso non sono da considerarsi particolarmente affidabili, in quanto condizione necessaria per un corretto utilizzo di tale metodo è la conoscenza approfondita del sistema di smaltimento a monte della sezione di interesse, che, a questo livello progettuale, è impensabile avere. L'approccio secondo il modello delle sole piogge e quello basato su una trasformazione afflussi-deflussi di tipo cinematico producono risultati simili e quindi confrontabili tra loro. Ciò nonostante, in considerazione del parere dei Consorzi di bonifica gestori del sistema di smaltimento delle acque che tendono a privilegiare il metodo dell'invaso, si è deciso di rendere prescrittivi i volumi di invaso ricavati con il metodo dell'invaso (implementazione con curve di pioggia a tre parametri).

8.3 AZIONI COMPENSATIVE

8.3.1 Generalità

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica, in linea generale le misure compensative sono da individuarsi nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

Nelle aree in trasformazione andranno pertanto predisposti dei volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la riduzione delle piene nel corpo idrico recettore.

L'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione d'uso di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

8.3.2 Azioni differenziate secondo l'estensione della trasformazione

In ottemperanza dell'allegato A della Dgr n. 1322 10 maggio 2006 vengono definite delle soglie dimensionali differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione riportata nella seguente tabella:

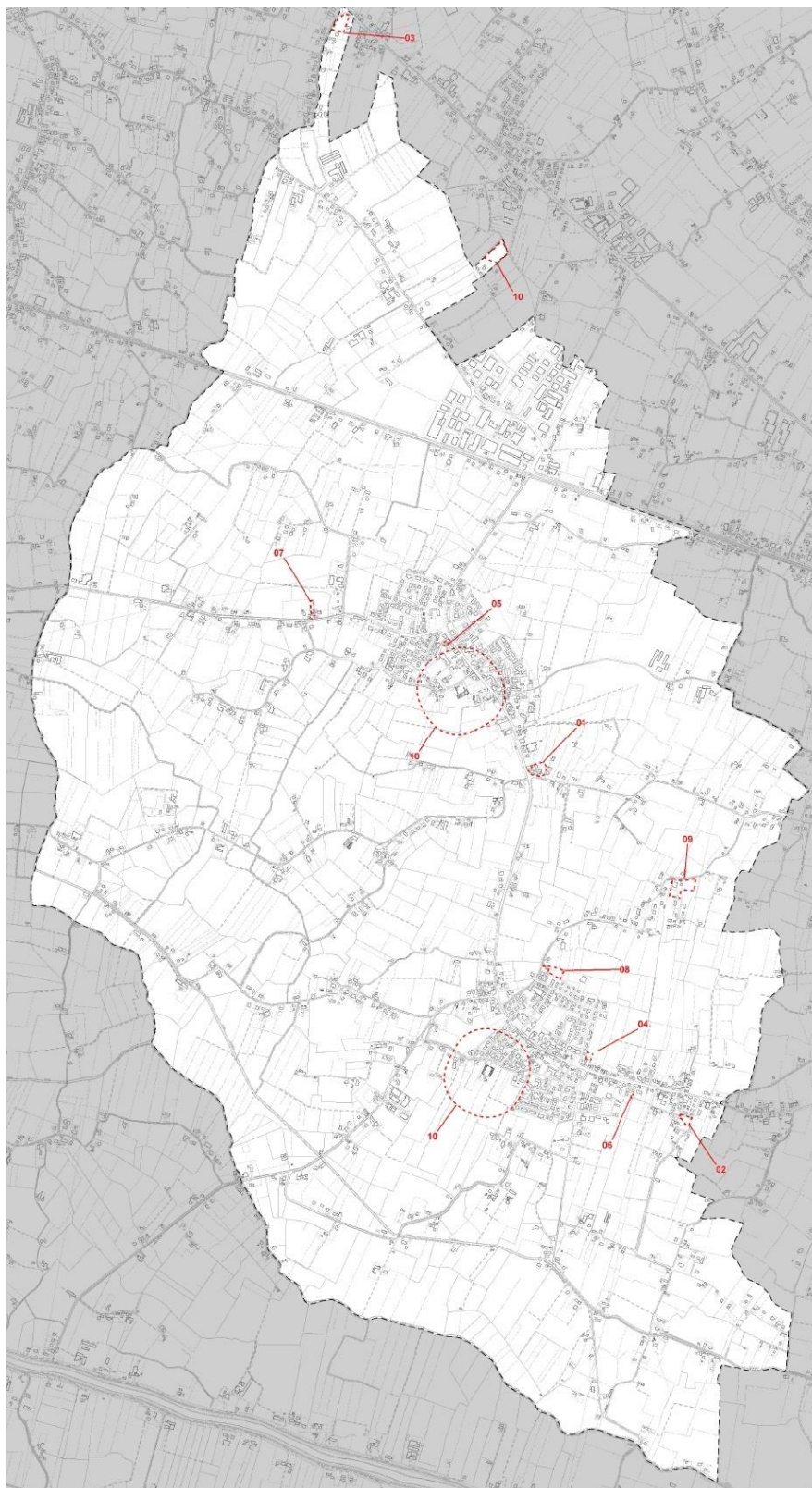
| Classe intervento | | Definizione |
|-------------------|---|---|
| C1 | Trascurabile impermeabilizzazione potenziale | intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha |
| C2 | Modesta impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha |
| C3 | Significativa impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Grado di impermeabilizzazione < 0,3 |
| C4 | Marcata impermeabilizzazione | Intervento su superfici superiori a 10 ha con Grado di impermeabilizzazione > 0,3 |

Per ciascuna classe di invarianza idraulica si riportano in tabella le azioni da intraprendere:

| | | |
|----|--|--|
| C1 | superfici < 0.1 ha | Adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili |
| C2 | Superfici comprese fra 0.1 e 1 ha | Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazioni delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano 1 metro |
| C3 | Superfici comprese fra 1 e 10 ha, G < 0,3 | Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione, è opportuno che i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico siano correttamente dimensionati, in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione |
| C4 | Superfici > 10 ha, G > 0,3 | E' richiesta la presentazione di studio idraulico di dettaglio molto approfondito |

CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PRESCRITTIVO

Inquadramento generale delle varianti



Varianti cartografiche

Le varianti cartografiche da assoggettare a compatibilità idraulica si riducono a soli due fra gli areali complessivamente esaminati, in quanto degli undici areali totali, 7 richiedono una semplice asseverazione e due sono stati oggetto di osservazioni respinte. Nella seguente tabella si riportano tutte le varianti, approvate e respinte, con descrizione sintetica delle motivazioni che hanno condotto alla necessità di studio di compatibilità idraulica o di asseverazione.

| N° Osservazione | N° Allegato | Sup. (mq) | N° ATO | Compatibilità Idraulica | Descrizione | Motivazioni |
|-----------------|-------------|-----------|--------|-------------------------|--|---|
| 1 | 1 | 6.893,60 | 6 | NO | Viene inserito perimetro scheda in cartografia a solo titolo ricognitivo | Asseverazione in quanto inserito un perimetro di inviluppo senza aumento superfici coperte già assoggettate a compatibilità |
| 2 | 2 | 2.966,70 | 7 | SI | Da zona agricola a: zona C1.4 n.39 con lotto n.31 (mq 1582); viabilità (mq. 632); zona Fd Aree per parcheggi (mq. 752,7) | inserimento di un lotto a cubatura predefinita 800 m ³ |
| 3 | | 6.267,30 | | NO | Respinta | |
| 4 | 3 | 1.515,90 | 7 | SI | Da zona agricola a zona C1.4 n.40 con lotto n.32 | inserimento di un lotto a cubatura predefinita 800 m ³ |
| 5 | 4 | 1.227,60 | 6 | NO | Ricade in ambito già classificato come zona C1.1 | asseverare perché già assoggettata a compatibilità |
| 6 | 5 | 455,00 | 7 | NO | Diventa variante verde | asseverazione perché si eliminano previsioni di copertura |
| 7 | | 2.567,90 | 2 | NO | Respinta | |
| 8 | 6 | 4.852,10 | 7 | NO | Viene riclassificata da zona soggetta a PP a zona soggetta a PUA | asseverare perché già assoggettata a compatibilità, non cambiano le superfici |
| 9 | | 11.198,10 | 4 | NO | Solo modifica alle scheda sulle attività produttive con diversa distribuzione dell'ampliamento ma senza incremento di volume | asseverare perché già assoggettata a compatibilità |
| 10 | | | | NO | Trattasi di sole precisazioni nelle NTO | asseverare perché non comporta variazione superfici impermeabilizzate |
| 11 | | | | NO | Solo allineamento della cartografia rispetto le fasce di rispetto cimiteriali | asseverare perché non comporta variazione superfici impermeabilizzate |

Complessivamente i due ambiti interessati da compatibilità idraulica comportano l'utilizzo di una superficie pari a 4482,6 m². Le altre varianti interessano superfici che sono state già assoggettate a compatibilità idraulica con PAT e PI ovvero con le successive varianti al PI, pertanto non comportano aumento di superficie impermeabilizzata rispetto a quanto già assentito in precedenza. Due varianti riguardano modifiche normative e l'introduzione cartografica dei limiti delle fasce di rispetto cimiteriali, quindi, per la loro stessa natura, non comportano variazioni di superficie impermeabilizzata.

Invarianza idraulica

Stima dei volumi di invaso da destinare alla laminazione delle piene

| Areale | Superficie fondiaria reale | Coeff. Deflusso ante operam \varnothing_{ante} | Coeff. Deflusso post operam \varnothing_{post} | Coeff. Udometrico ante operam U_{ante} | Coeff. Udometrico post operam U_{post} | Altezza pioggia $H_{pioggia}$ | Volume invaso totale W_{TOT} | Volume invaso specifico W_s |
|--------|----------------------------|--|--|--|--|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | [m ²] | | | [l/s.ha] | [l/s.ha] | [mm] | [m ³] | [m ³ /ha] |
| 1 | 6.894 | 0,1 | 0,100 | 18,31 | 38,52 | 39,51 | - | ASSEVERAZIONE |
| 2 | 2.967 | 0,1 | 0,590 | 20,88 | 259,58 | 34,76 | 347 | 504 |
| 3 | 6.267 | 0,1 | 0,100 | 18,59 | 38,81 | 39,23 | - | ASSEVERAZIONE |
| 4 | 1.516 | 0,1 | 0,590 | 23,11 | 272,01 | 33,22 | 316 | 504 |
| 5 | 1.228 | 0,1 | 0,100 | 23,85 | 46,71 | 32,80 | - | ASSEVERAZIONE |
| 6 | 455 | 0,1 | 0,100 | 27,55 | 49,26 | 31,17 | - | ASSEVERAZIONE |
| 7 | 2.568 | 0,1 | 0,100 | 21,35 | 44,47 | 34,40 | - | ASSEVERAZIONE |
| 8 | 4.852 | 0,1 | 0,100 | 19,35 | 42,31 | 36,09 | - | ASSEVERAZIONE |
| 9 | 11.198 | 0,1 | 0,100 | 16,93 | 36,98 | 41,10 | - | ASSEVERAZIONE |
| 10 | 1 | 0,1 | 0,100 | 62,86 | 55,82 | 27,63 | - | ASSEVERAZIONE |

Azioni compensative

| Areale | ORIGINE | Superficie | % suolo Imperm. post operam IMP | Classe di intervento Allegato A DGR 1322/06 | Volume invaso specifico W_s | Prescrizioni idrauliche generiche |
|--------|------------|-------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|---|
| | | [m ²] | [%] | | [m ³ /ha] | |
| 1 | PI-VAR. 16 | 6.894 | 0 | C2 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 2 | PI-VAR. 16 | 2.967 | 50 | C2 | 442 | Si prescrive la realizzazione del volume specifico compensativo calcolato e realizzazione di luci di scarico non eccedanti le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm, con tiranti idrici nell'invaso non superiori a 1 metro |
| 3 | PI-VAR. 16 | 6.267 | 0 | C2 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 4 | PI-VAR. 16 | 1.516 | 50 | C2 | 442 | Si prescrive la realizzazione del volume specifico compensativo calcolato e realizzazione di luci di scarico non eccedanti le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm, con tiranti idrici nell'invaso non superiori a 1 metro |
| 5 | PI-VAR. 16 | 1.228 | 0 | C2 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 6 | PI-VAR. 16 | 455 | 0 | C1 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 7 | PI-VAR. 16 | 2.568 | 0 | C2 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 8 | PI-VAR. 16 | 4.852 | 0 | C2 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 9 | PI-VAR. 16 | 11.198 | 0 | C3 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |
| 10 | PI-VAR. 16 | 1 | 0 | C1 | ASSEVERAZIONE | Nessuna prescrizione |

Prescrizioni idrauliche

Non disponendo della documentazione di progetto esecutivo, non sarà possibile in questo stadio svolgere analisi idrauliche precise, e individuare altrettanto precise misure di mitigazione. A fronte di ciò, si indicherà semplicemente il valore minimo di invaso (riportato nelle precedenti rappresentazioni tabellari) da garantire alle trasformazioni che coinvolgono l'ambito, inteso nella sua globalità, al fine di conseguire l'invarianza idraulica.

Asseverazione delle varianti 1, 5, 6, 8, 9, 10

Viste le Delibere della Giunta Regionale del Veneto:

- n. 3637 del 13.12.2002 “L. 3 agosto 1998, n.267 – individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico. Indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici”;
- n° 1322 del 10.05.2006 “L. 3 agosto 1998, n.267 – individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico. Indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici”;
- n° 1841 del 19.06.2007 “L. 3 agosto 1998, n.267 – individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico. Nuove indicazione per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Modifica della D.G.R. 1322 del 10.05.2006, in attuazione della sentenza del TAR del Veneto n.1500/07 del 17.05.2007”;
- DGR n°2948 del 6 ottobre 2009: L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009_

Viste le tipologie delle trasformazioni, che vengono schematicamente riassunte nel seguente prospetto:

| Areale | Sup. (mq) | Descrizione variante |
|---------------|------------------|--|
| 1 | 6.893,60 | Viene inserito perimetro scheda in cartografia a solo titolo ricognitivo |
| 5 | 1.227,60 | Ricade in ambito già classificato come zona C1.1 |
| 6 | 455,00 | Diventa variante verde |
| 8 | 4.852,10 | Viene riclassificata da zona soggetta a PP a zona soggetta a PUA |
| 9 | 11.198,10 | Modifica delle scheda sulle attività produttive, con diversa distribuzione dell'ampliamento ma senza incremento di superficie o volume |
| 10 | ---- | Allineamento della cartografia di PI alle fasce di rispetto cimiteriali |

considerate le motivazioni riportate nel seguente prospetto per ogni singola variante:

| Areale | Motivazione asseverazione |
|--------|---|
| 1 | inserimento di perimetro di inviluppo senza aumento superfici coperte - areale già assoggettato a compatibilità |
| 5 | areale già assoggettato a compatibilità idraulica |
| 6 | eliminazione previsioni di copertura |
| 8 | areale già assoggettato a compatibilità idraulica, non cambiano le superfici |
| 9 | areale già assoggettato a compatibilità idraulica, non cambiano le superfici |
| 10 | non comporta variazione superfici impermeabilizzate |

si assevera

che le trasformazioni individuate con gli areali 1, 5, 6, 8, 9 e 10 nella variante 16 al Piano degli Interventi ed oggetto di controdeduzioni osservazioni da parte degli aventi diritto per ripubblicazione, in conseguenza delle motivazioni sopra riepilogate, non necessitano della predisposizione di valutazione di compatibilità idraulica. I sopra menzionati **Gli areali già precedentemente assoggettati a compatibilità idraulica con precedenti strumenti urbanistici dovranno comunque adempiere alle compensazioni di natura idraulica previste da detti strumenti.**