

Linee guida per gli interventi di prevenzione dagli allagamenti e mitigazione degli effetti

Venezia, 3 agosto 2009



**Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici
del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto**

Gentili Amministratori, cari Cittadini, cari colleghi tecnici e progettisti

Da quando ho iniziato l'attività Commissariale molte cose sono state fatte, abbiamo avviato fondamentali lavori idraulici (e qualcuno è anche già terminato); abbiamo impostato un quadro di interventi importante che dà finalmente una prospettiva di risoluzione alle problematiche idrauliche del territorio sia di breve che di lungo termine; abbiamo messo in risalto con ordinanze dedicate l'importanza delle opere di mitigazione negli interventi urbanistici responsabilizzando il più possibile tutti gli attori dei processi decisionali. Tutto questo con il vostro preziosissimo aiuto fin dai primi incontri con osservazioni e proposte che sono riuscite ad evidenziare problematiche concrete e soluzioni alle quali poi abbiamo dato rigore scientifico con il quadro degli interventi previsti.

Ed è nel proporVi il presente lavoro sulle *linee guida per gli interventi di mitigazione*, che chiedo ancora la collaborazione di tutti in modo che esse possano avere tutta l'efficacia che abbiamo pensato nello scriverle.

Chiedo quindi:

Agli Amministratori comunali

- di predisporre il Piano delle Acque, strumento principe della pianificazione idraulica e renderlo disponibile e consultabile a professionisti e cittadini (p.e. sul sito Internet comunale);
- di pensare al Piano delle Acque in una prospettiva di bacino idraulico e quindi realizzarlo in sintonia o meglio ancora insieme ai comuni che condividono uno stesso o più bacini scolanti;
- di attivare e coordinare sinergie tra le varie iniziative private con il fine di organizzare soluzioni di invarianza idraulica (o meglio ancora di miglioramento idraulico) di tipo collettivo per ottimizzare l'utilizzazione della risorsa territorio e non disperdere le risorse rese disponibili dai privati.

Al singolo Cittadino

- di analizzare da subito i dispositivi e le soluzioni che possono servire per entrambe le tematiche, trasferendo l'esigenza al tecnico di fiducia, poiché l'acqua può rappresentare al contempo un problema e una risorsa;
- di ricordarsi che meno si impermeabilizza meno si spende in opere di mitigazione; è sempre positivo quindi, per le pavimentazioni, ricorrere a tipologie di superficie il più permeabile possibile;
- di evitare piani interrati ovvero prevedere sistemi di protezione passiva e collegamenti con l'esterno a quote sufficientemente alte per non permettere l'entrata d'acqua in caso di allagamento delle strade;
- di evitare modificazioni morfologiche della proprietà (p.e. innalzamenti di quota o aumenti di pendenza dei terreni) che possono nuocere alla sicurezza idraulica dei vicini e aumentare il rischio a livello di bacino scolante;
- di ricordarsi che l'efficienza del fossato di proprietà o dei dispositivi per l'invarianza idraulica sono premessa indispensabile per l'efficienza del sistema di scolo nel suo complesso; le soluzioni per l'invarianza idraulica devono quindi prevedere sempre le attività di gestione dei dispositivi.

Al tecnico progettista

- di analizzare in fase di definizione progettuale la situazione idraulica del territorio sul quale insiste l'iniziativa, consultando il Piano delle Acque Comunale ovvero rivolgendosi agli uffici competenti del Consorzio di Bonifica e del Genio Civile;
- di analizzare altresì la tipologia e la situazione delle fognature a servizio del sito dove è previsto l'intervento rivolgendosi all'ente gestore;
- di inquadrare la complessità dell'analisi idrologica ed idraulica in relazione all'importanza dell'intervento e predisporre lo studio di compatibilità in funzione di tale complessità come dettagliato nelle linee guida tecnica.

Solo con la partecipazione di tutti riusciremo a dare al territorio sostenibilità ed il giusto equilibrio.

Venezia, 3 agosto 2009

Il Commissario delegato
Mariano Carraro

A)	Scopo della pubblicazione	6
B)	Il 26 settembre 2007	6
C)	Ciclo idrologico dell'acqua	8
D)	Lo studio della pioggia	8
E)	Dal cielo ai canali, la riduzione del rischio idraulico	11
F)	Riduzione del volume propagato con accumulo e riutilizzo locali	13
G)	Dispersioni nel sottosuolo - riduzione del coefficiente di afflusso	14
H)	Creazione di volumi di invaso per la detenzione temporanea delle acque	15
	• Le aree verdi sommergibili o bacini di detenzione	16
	• Invasi nei fossi e vassoi	16
	• Le vasche artificiali	17
	• Le maggiorazione delle reti di drenaggio	17
I)	Difese localizzate	18
	• Protezioni con sacchi	18
	• Protezioni con elementi gonfiabili	18
	• Protezioni con paratoie localizzate	19
	• Protezione degli ambienti sotterranei o seminterrati	19

J) La normativa	20
K) Esempi di interventi realizzati nel territorio	21

A) Scopo della pubblicazione

Scopo del presente documento è fornire linee guida generali relative agli accorgimenti da adottarsi al fine di prevenire fenomeni di allagamento dovuti ad eventi meteorici eccezionali. Inoltre verranno proposti in questa sede accorgimenti atti a mitigare, in presenza di allagamenti, i danni conseguenti a insufficienza delle opere idrauliche.

Il documento è diviso in una sezione divulgativa e informativa che intende presentare la meteorologia e l'idraulica in senso concettuale e un'appendice tecnica rivolta ai professionisti e agli addetti ai lavori.

B) Il 26 settembre 2007

Non si era mai vista tanta pioggia in così poco tempo !

Nelle prime ore della notte di **mercoledì 26 settembre 2007** sull'Italia settentrionale si forma un nucleo di bassa pressione al suolo centrato sul Golfo Ligure mentre in quota si sta approfondendo una saccatura, con aria fredda di origine artica, estesa dal Nord-Europa alla Francia meridionale in rapido avvicinamento all'arco alpino.

Nel corso della notte si intensificano i venti in quota dai quadranti meridionali per il sopraggiungere della saccatura che nel frattempo ha raggiunto con la sua propaggine meridionale le alpi occidentali mentre a livello del suolo i venti si dispongono da Sud-Est sull'alto Adriatico e da Nord-Est nell'entroterra veneto.

Poco dopo la mezzanotte si forma in prossimità del confine tra le province di Padova e Venezia, tra Piove di Sacco e Codevigo, una prima cella temporalesca in successivo sviluppo ed estensione verso Nord **destinata poi ad interessare il Veneziano centrale ed in particolar modo la zona adiacente alla laguna tra Codevigo e Venezia.**

Successivamente tra le ore 5 e le ore 6 solari, il sistema precipitativo presente sull'area del Veneziano si evolve grazie all'iniezione di aria molto umida ed instabile proveniente da Est. Tale situazione favorisce la formazione, a piccola scala in prossimità della costa centro-meridionale del Veneto, di una linea di convergenza dei venti e di scontro di masse d'aria con caratteristiche igrotermometriche diverse (aria caldo-umida proveniente dal mare ancora relativamente caldo e aria più fresca continentale nell'entroterra) che causano una forte instabilità atmosferica e la formazione, a più riprese, **di diverse celle temporalesche intense che colpiscono per più ore la stessa area.** E' quello che succede dopo le ore 6 solari.

In queste ore, al suolo si registrano, forti piogge che raggiungono una massima intensità tra le ore 5 e le ore 8 solari circa quando **presso la stazione di Mestre-Marghera si registrano punte massime di oltre 90 mm in 30', oltre 120 mm in un'ora e 200 mm in 3 ore** tra le ore 5.30 e le ore 8.30 circa mentre a Valle Averte (in Comune di Campagna Lupia, a circa 20 Km a Sud-Ovest rispetto a Mestre) si osservano intensità massime di 75 mm in mezz'ora, oltre 100 mm in un'ora e 250 mm circa in tre ore.¹

¹ Per meglio comprendere l'estrema rilevanza dei fenomeni si ricorda che, secondo una classificazione standard, viene riconosciuta come **nubifragio** una precipitazione di almeno **40 mm in mezz'ora** o **60 mm in un'ora**.

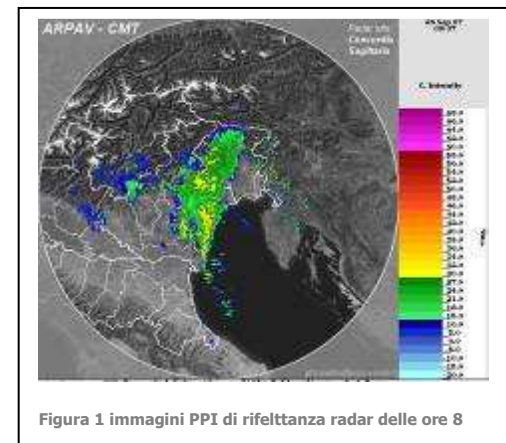


Figura 1 immagini PPI di riflettanza radar delle ore 8

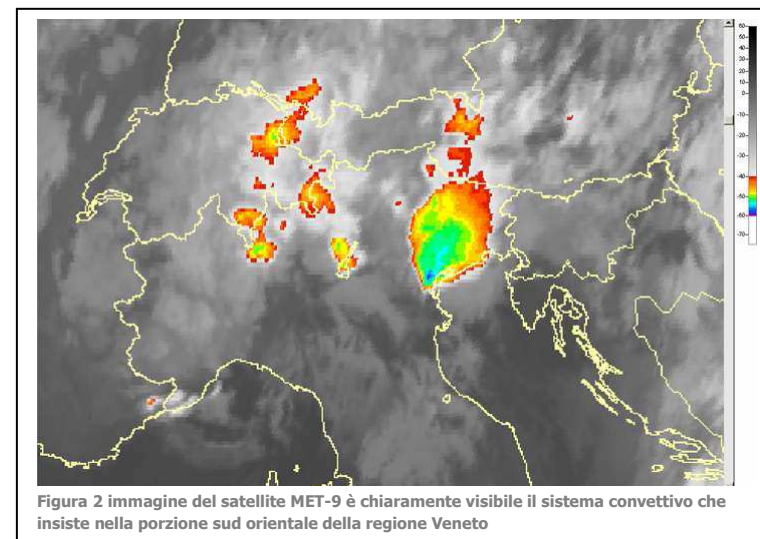


Figura 2 immagine del satellite MET-9 è chiaramente visibile il sistema convettivo che insiste nella porzione sud orientale della regione Veneto

Nel frattempo al suolo si registrano: i primi allagamenti della rete urbana, dove le reti di fognatura sono dimensionate per precipitazioni molto meno intense (circa 40 mm in 30' e 60 mm in un ora); la saturazione della rete idrografica minore, dei fossi campestri e di pertinenza alle viabilità.

Il persistere delle precipitazioni porta a saturare la rete idrografica principale in particolare quella afferente ad impianti idrovori la cui capacità di sollevamento non è sufficiente a far fronte agli ingenti volumi d'acqua in gioco.

Nel corso della mattinata il maltempo si sposta con estrema lentezza verso Est e tra le 9 e le 10 solari inizia a diminuire di intensità, mentre negli stessi istanti un'altra perturbazione prende vita nell'area del Delta del Po. Questo secondo sistema si potenzierà nelle ore successive ma spostandosi sul mare non darà, in seguito, alcun effetto sulla terraferma.

La riduzione dell'intensità di precipitazione rende via via sufficiente la capacità di sollevamento degli impianti idrovori e delle stazioni di sollevamento degli enti gestori della fognatura. Il livello nei canali e nelle campagne cessa di salire e comincia ad abbassarsi. La rete principale può dunque accogliere le acque che sin sono accumulate nelle aree urbane.

Si contano i danni.

Il 26 settembre 2007 è stato dunque un evento eccezionale che ha evidenziato macroscopicamente la fragilità della rete. L'evento avrebbe potuto essere ancor più disagiata se le abbondanti precipitazioni si fossero presentate in concomitanza ad una alta marea.



Figura 3 allagamenti nelle aree urbane

27-SET-2007

IL GAZZETTINO
il quotidiano del NordEst

da pag. 1

Lettori Audipress 703000

Tre province sott'acqua, uragano di rabbia

Soccorsi in crisi: ancora molte case, garage e scantinati allagati.

Decine di milioni di danni. Un anno fa un'altra alluvione "eccezionale"

Mestre, Marghera e Mogliano i centri più colpiti.

Pioggia da record: in poche ore un terzo della media annua

27-SET-2007

la Nuova Venezia

da pag. 1

Quotidiano

Direttore: Paolo Possamai

Lettori Audipress 84000

Travolti da un nubifragio

Mestre e Marghera sott'acqua, strade come torrenti
Lungo blackout in centro. In tilt aeroporto e ferrovie

I DISASTRI DEL MALTEMPO

E' un'alluvione: Mestre in ginocchio

In poche ore è caduta sulla terraferma un terzo della pioggia di un anno intero
Danni a case e negozi, strade come fiumi, quartieri senza luce, cittadini stremati

C) Ciclo idrologico dell'acqua

L'acqua è un elemento in continuo movimento, al di sopra, sulla, nella Terra e segue quello che comunemente viene chiamato ciclo dell'acqua o ciclo idrologico. Nel compiere tale ciclo l'acqua cambia stato continuamente presentandosi sottoforma di liquido, di vapore e di ghiaccio.

Ad attivare il ciclo idrologico è il sole che riscalda la superficie dei mari, dei laghi e dei fiumi e ne fa evaporare l'acqua. Le correnti d'aria ascensionali sollevano il vapore verso l'atmosfera dove la temperatura più bassa ne provoca la condensazione formando le nuvole che si riversano nei mari e nei continenti sotto forma di precipitazioni (pioggia, neve, grandine).

L'acqua proveniente dalle precipitazioni, giunta al suolo, raggiunge, per ruscellamento o per flusso sub superficiale, la rete idrografica all'interno della quale si muove verso i mari come flusso incanalato.

Quota parte dell'acqua giunta al suolo tramite le precipitazioni si infiltra nel terreno alimentando gli acquiferi che immagazzinano enormi quantità di acqua rilasciandola in tempi molto lunghi.

D) Lo studio della pioggia

Per quantificare ogni movimento dell'acqua all'interno del ciclo idrologico, assumono un ruolo fondamentale le stazioni meteorologiche, insieme di strumenti che permettono di monitorare le condizioni dell'atmosfera e di tutto ciò che la riguarda.

La quantità di pioggia precipitata viene misurata e registrata dai "pluviografi": strumenti capaci, mediante un sistema di registrazione elettronico, di riportare graficamente la quantità di pioggia caduta in un certo intervallo di tempo (minuti, ore, giorni, settimane).

In Regione Veneto esistono più reti di misura delle precipitazioni: alla più anziana, avviata nei primi decenni del 1900 e gestita del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) si sono affiancate, negli anni '80, la rete del Centro Sperimentale per l'idrologia e la Meteorologia di Teolo (ora Centro Meteorologico di Teolo – CMT) dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) e negli anni 90 le reti gestite dai Consorzi di Bonifica.

Ad oggi, la rete maggiormente utilizzata nelle progettazioni e negli studi di carattere idraulico è la rete CMT dell'ARPAV (costituita da 153 stazioni distribuite sul territorio regionale) dai cui dati di partenza sono state sviluppate autorevoli pubblicazioni.

L'integrazione dei dati registrati a terra con le immagini da satellite e quelle provenienti dai radar meteorologici fornisce agli addetti ai lavori validi strumenti per analizzare e studiare le precipitazioni nel loro complesso. Più semplicemente, per scopi progettuali e di dimensionamento degli impianti di evacuazione delle piogge, ci si affida non tanto a dei dati grezzi provenienti dalle letture degli strumenti, ma a elaborazioni statistiche degli stessi.

A oggi, infatti, gli studi idrologico-idraulici partono dall'osservazione degli eventi passati stimando il **tempo di ritorno** (variabile probabilistica che indica la *periodo di tempo che mediamente intercorre tra due eventi che hanno almeno la stessa entità*).

Il tempo di ritorno viene espresso in anni ed indica il grado di rarità di un evento, ovvero la sua probabilità di verificarsi, assumendo implicitamente che ogni anno l'evento abbia la stessa probabilità di verificarsi (esattamente come succede con la probabilità di fare 6 ogni volta che tiriamo un dado).

Le progettazioni di opere idrauliche (fognature, impianti di sollevamento, canali, idrovore ...) partono da formule che associano l'intensità di pioggia (e conseguente altezza e volume) a un tempo di ritorno, le così dette *Curve segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CPP)*.



Figura 4 Stazione meteorologica

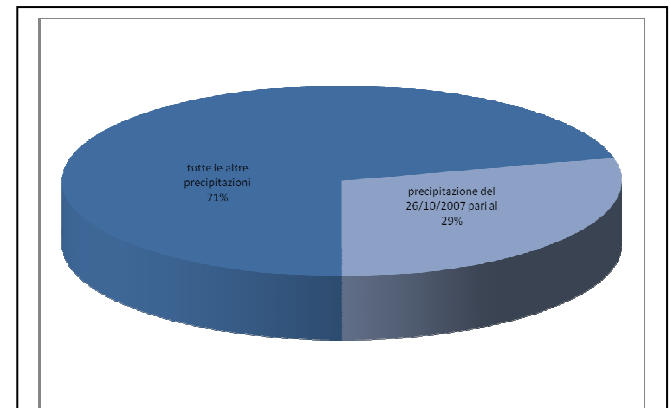


Figura 5 Incidenza della precipitazione del 26/09/2007 sul valore di precipitazione medio annuo

Negli ultimi anni, in particolare nel 2006 e 2007 e 2008 il territorio sud occidentale della Regione Veneto è stato colpito da alcuni eventi meteorologici caratterizzati da intensi eventi piovosi che hanno portato a registrare in alcune stazioni meteorologiche precipitazioni superiori a **260 mm in poche ore**, circa il 30% della precipitazione medio annua misurata in circa 900 mm/anno e corrispondente a circa 80² giorni piovosi (figura 6).

La figura 6 descrive in maniera molto eloquente l'intensità della precipitazione registrata il 26 settembre 2007 mettendo a confronto i dati registrati in quella giornata con i massimi valori di precipitazione registrati dalla stessa stazione meteorologica negli anni precedenti.

In particolare si noti che il 26 settembre 2007 in 6 ore di precipitazione si è registrata un'altezza di pioggia pari a circa 247 mm mentre la precipitazione più intensa precedentemente registrata dalla stessa stazione meteorologica era di 111 mm (precipitazione del 15/09/2006).

La figura 7 (fonte ARPAV) descrive la distribuzione, nel territorio regionale, delle precipitazioni del 26 settembre 2007. La scala cromatica in calce all'immagine indica l'altezza di precipitazione registrata nell'intera giornata. Come si può notare la porzione maggiormente colpita è l'area sud orientale della Regione.

La registrazione di tali eventi particolarmente intensi, i diffusi allagamenti che questi hanno prodotto nelle aree interessate ed i conseguenti ingenti danni (sono stati richiesti quasi 50 milioni di euro), hanno indotto il governo a nominare con O.P.C.M. n. 3621 del 18.01.07 il [Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto](#).

Nell'ambito dell'attività commissariale, fra le altre cose, è stato commissionato un importante studio idrologico volto all'aggiornamento delle Curve segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CPP) mediante un'analisi regionalizzate delle precipitazioni. Tale studio ha consentito di uniformare il territorio sud occidentale della Regione in quattro macroaree uniformi per caratteristiche di precipitazione fornendone gli elementi da porre alla base di qualsiasi studio, pubblico o privato, di carattere idraulico.

L'aggiornamento delle CPP ha evidenziato che ciò che in passato è stato progettato prendendo a riferimento un tempo di ritorno di 50 anni è oggi verificato per un tempo di ritorno di soli 20 anni, aumenta dunque la probabilità che tali opere risultino insufficienti.

È di estrema importanza dunque che la pianificazione territoriale futura e le progettazioni di carattere idraulico prendano come riferimento queste nuove CPP che tengono conto dei recentissimi eventi meteorologici particolarmente intensi.

La figura seguente descrive la suddivisione dell'area indagata nelle quattro macrozone di riferimento, la zona SUD OCCIDENTALE (SW), la zona COSTIERA (SE), la zona INTERNA (NW) e la zona NORD ORIENTALE (NE).

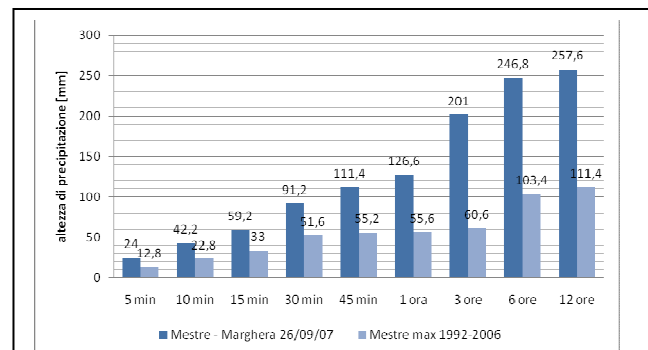


Figura 6 Confronto fra la precipitazione del 26/09/07 e le precipitazioni più intense precedentemente registrate (ARPAV)

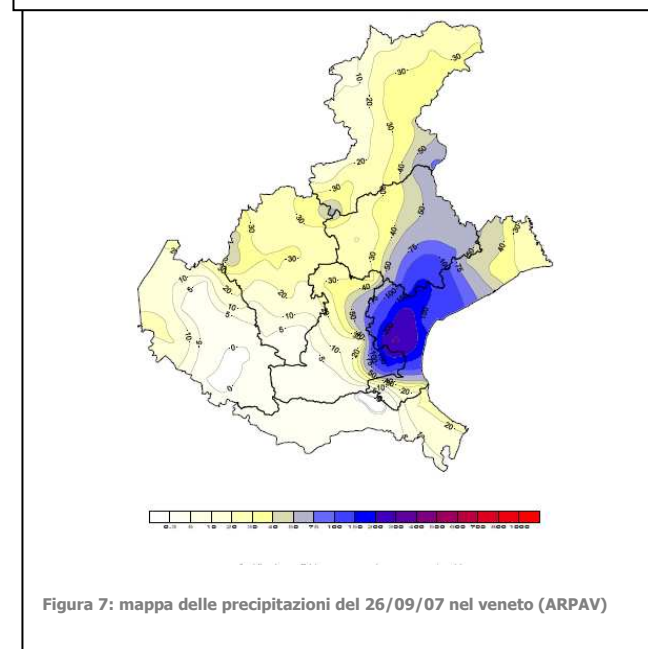


Figura 7: mappa delle precipitazioni del 26/09/07 nel veneto (ARPAV)

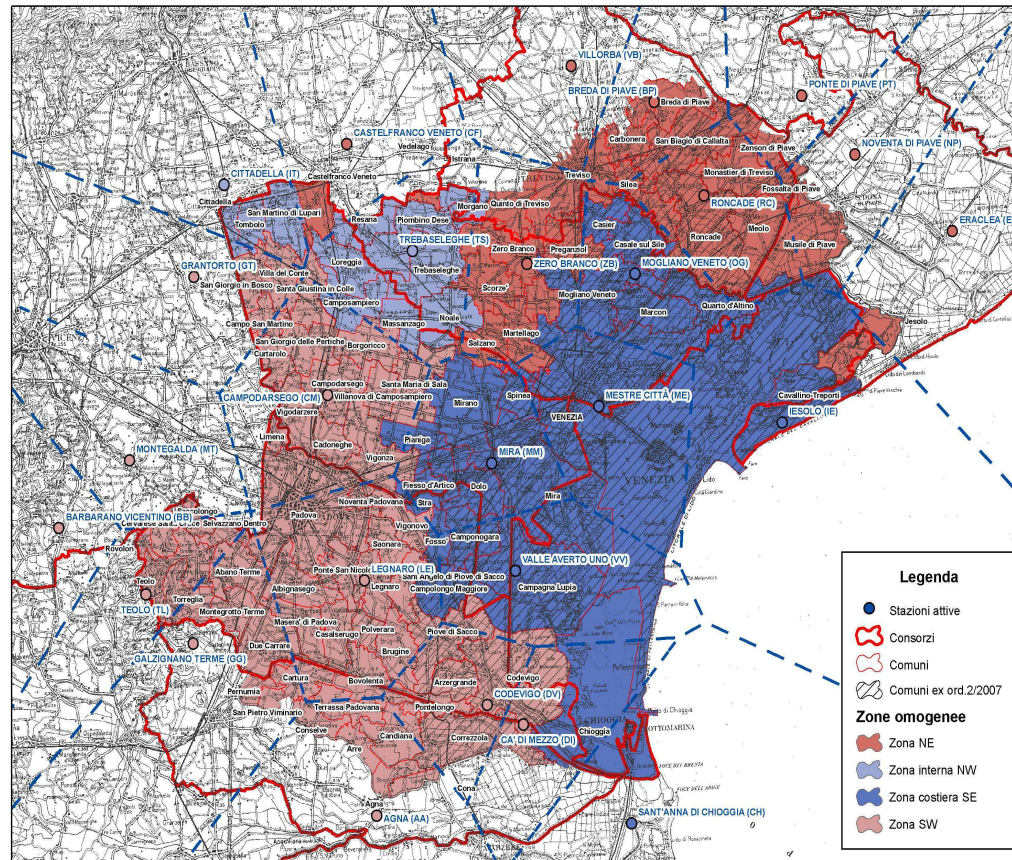


Figura 8: Le aree indagate dallo studio sulle precipitazioni

E) Dal cielo ai canali, la riduzione del rischio idraulico

La pioggia che insiste in un'area di campagna viene dapprima trattenuta dalle foglie della vegetazione naturale e dalle colture, raggiunto il terreno comincia a scorrere verso le affossature, fossi e canali. In questo "cammino", viene trattenuta dalla rugosità del terreno e rallentata dall'erba, aumenta dunque la possibilità di infiltrazione nel terreno.

Nelle aree di campagna dunque, caratterizzate da piccole aree impermeabilizzate e grandi aree verdi o agricole, la pioggia che raggiunge il suolo impiega molto tempo per arrivare la rete di drenaggio e viene principalmente "dispersa" per infiltrazione nel terreno.

Diversamente, in un'area fortemente urbanizzata, caratterizzata da superfici molto impermeabili quali asfalti, piastrellati e tetti, la pioggia che giunge al suolo raggiunge rapidamente ed in grande quantità la rete di drenaggio.

Il sistema di drenaggio delle acque generate dalle precipitazioni è costituito dalle reti di canali della bonifica e dalle reti fognarie bianche o miste (che raccolgono cioè sia i reflui che le acque di pioggia).

Gli elementi fondamentali quindi che governano la trasformazione delle pioggia in portate nei sistemi di raccolta della bonifica o fognari sono:

- Il tempo impiegato da una goccia di pioggia che arriva al suolo per raggiungere la rete di drenaggio più vicina che viene detto **tempo di corrivazione**.
- La parte di pioggia che effettivamente arriva ai sistemi di drenaggio, definibile con il **coefficiente di afflusso**³, valore adimensionale compreso fra 0 e 1 che indica sostanzialmente il grado di permeabilità di una data superficie.

Coefficienti d'afflusso (ex Allegato A DGR 1841/2007)	
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, strade...)	0,9

Le aree urbane sono caratterizzate da tempi di corrivazione bassi (la pioggia scorrendo su aree pavimentate e lisce, trova pochi ostacoli ed impiega poco tempo a raggiungere la rete di fognatura) e coefficienti di afflusso alti (molto di ciò che piove raggiunge la fognatura). La coesistenza di alti coefficienti di afflusso e bassi tempi di corrivazione comporta, all'incedere delle precipitazioni, la generazione di grandi quantità di acqua da smaltire tramite la rete di drenaggio (fognature, canali) e di conseguenza aumenta (nel caso le reti di drenaggio non siano in grado di smaltire l'intera portata generata) la **probabilità di allagamento**.

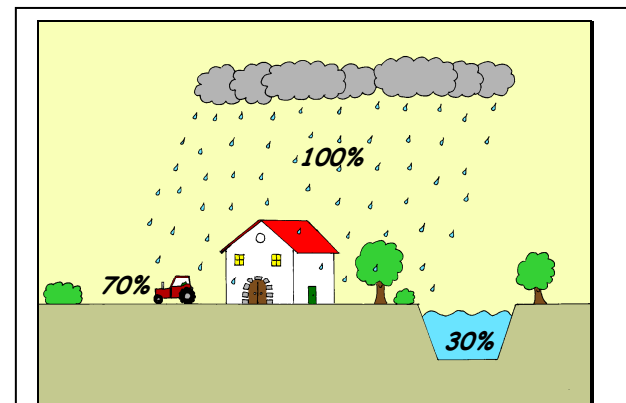


Figura 9 risposta del territorio agricolo alle precipitazioni

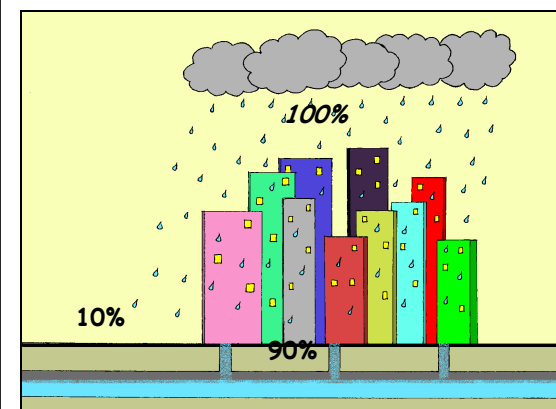


Figura 10 risposta del territorio urbano alle precipitazioni

Per minimizzare tali evenienze, oltre ovviamente a mantenere in perfetta efficienza le reti di drenaggio, occorre modificare il modo di concepire, costruire e gestire, dal punto di vista idraulico, le nuove urbanizzazioni.

A tal proposito sono state emanate dal Commissario per l'emergenza idraulica alcune ordinanze che dettano dei principi ai quali le nuove urbanizzazioni devono sottostare.

Posto infatti che, ad oggi, è impossibile intervenire sulla causa, ovvero sulla precipitazione, dobbiamo intervenire al fine di modificare al suolo il modo in cui tale volume viene trattato. Le strategie percorribili, anche contemporaneamente, sono essenzialmente tre:

1. riduzione del volume immesso in rete con invasi di accumulo e riutilizzo locali
2. riduzione del volume defluito a mezzo di dispersioni (riduzione coeff. afflusso)
3. riduzione della portata massima in rete mediante sfasamento temporale degli apporti

La **prima** strategia è certamente la più interessante e moderna. L'idea è quella di captare (vedremo in seguito come) e conservare (se consentito) volumi di precipitazione di buona qualità. Un esempio è la diversione delle grondaie in cisterne di raccolta per acqua d'irrigazione. I volumi accumulati vengono dunque sottratti sia alla rete di drenaggio (fognatura bianca, canali di bonifica) che al trattamento finale (qualora convogliati a fognature miste).

Alla **seconda strategia** appartengono tutti gli accorgimenti finalizzati a disperdere quota parte del volume della precipitazione in flussi profondi, essenzialmente verso la falda freatica, o in evapotraspirazione. Quota parte della precipitazione infatti non raggiunge mai la rete di drenaggio, ma viene dispersa tramite:

1. infiltrazione alla falda freatica (terreno)
2. evaporazione (dalle superfici)
3. evapotraspirazione (dalla vegetazione che assorbe l'acqua dal terreno e la restituisca, in gran parte, all'atmosfera)

L'**ultima strategia**, percorribile per la mitigazione delle piene, consiste nell'introduzione di uno sfasamento temporale (ritardo) nel rilascio della portata dalle aree afferenti di bacino. Si creano dunque degli invasi locali (aree allagabili, vasche di accumulo, condotte sovradimensionate) che captano rapidamente i flussi provenienti dalle aree afferenti e che, a mezzo di semplici opere di controllo, restituiscono lentamente il volume invasato verso la rete. Si ottiene dunque un effetto di laminazione che non riduce il volume che alla fine dell'evento sarà transitato alla sezione di chiusura, ma che "taglia" il culmine della piena.

Tale soluzione (di cui si riporteranno alcuni esempi al paragrafo F) è quella che dà maggiori garanzie nell'ottica dell'incremento della sicurezza idraulica, ma rappresenta una scelta secondaria rispetto alle precedenti in termini ambientali in quanto non prevede il risparmio idrico e, nel caso di reti miste, può convogliare a trattamento acque piovane.

Considerato che il **rischio idraulico** viene inteso come il prodotto della **probabilità di allagamento (P)** per il **danno conseguente** allo stesso (**D**) le sopra citate ordinanze Commissariali dettano, oltre alle tre strategie volte alla riduzione della probabilità di allagamento, un principio volto alla riduzione del danno.

In particolare vengono suggeriti interventi di **protezione passiva** quali paratoie localizzate, elementi gonfiabili, dossi di protezione ai garage interrati, protezioni per le bocche di lupo



Figura 11: cisterna locale



Figura 12: Bacini infiltrazione



Figura 13: bacino di detenzione

F) Riduzione del volume propagato con accumulo e riutilizzo locali

Una corretta gestione delle acque piovane è certamente alla base di un buon funzionamento del sistema fognario. La separazione del liquido in base all'area di captazione è equivalente (almeno in prima analisi) alla differenziazione delle acque in base alla qualità. In tutta generalità riconosciamo:

1. Acque di dilavamento dei tetti e superfici di copertura (non calpestabili)
2. Acque provenienti da superfici verdi o calpestabili, ma non carrabili
3. Acque di dilavamento di strade e parcheggi

Le acque di dilavamento dei tetti e le superfici di copertura sono le migliori perché interamente accumulabili e riutilizzabili per usi domestici secondari quali per usi non potabili in casa (p.e.WC) e per irrigazione distogliendole dal sistema fognario.

Poiché quando piove è necessario che i volumi di accumulo siano disponibili, il successivo utilizzo delle acque di pioggia è vincolato a questo aspetto. Si dovrà pertanto prevedere un volume di stoccaggio dedicato al riutilizzo ed un volume di stoccaggio dedicato alla diminuzione del rischio idraulico (la pioggia accumulata in quest'ultimo sarà recapitata nel sistema di drenaggio subito dopo l'evento in modo da rendere riutilizzabile il volume per un evento successivo).

Un esempio di funzionamento idraulico del sistema di accumulo è il seguente: all'inizio dell'evento la pioggia è convogliata direttamente alla rete fognaria, ove è trattata secondo i processi usuali, però quota parte del fluido captato è diretto a un recipiente.

Nel recipiente è inserito un galleggiante collegato a un sistema di diversione dei flussi. Quando il volume fluito è tale da aver riempito il recipiente il meccanismo scatta convogliando la pioggia verso l'accumulo. A termine dell'evento il recipiente si svuota lentamente, attraverso un forellino sul fondo disinnescando la valvola e ripristinando le condizioni iniziali.

L'introduzione diffusa di tali sistemi, ancorché a prima vista possa far sorridere, non è affatto da trascurare nell'economia complessiva di un sistema idrico. La logica è analoga a quella del risparmio energetico. Nella gestione delle acque sistemi simili possono portare al recupero sia sul lato del consumo (minor domanda di acqua potabile) sia sul lato della riduzione del rifiuto (depurazione).

Naturalmente è in fase costruttiva che questi sistemi devono essere realizzati, mentre sull'esistente i risultati che si possono ottenere sono sempre limitati dai costi realizzativi e dalla possibilità di modificare una costruzione già in uso.

Un esempio di tecnologia povera è visibile in figura 14. In questo caso si opera su un pluviale già esistente tagliandolo ad una certa altezza dal suolo. Si inserisce nella parte terminale una tubazione di diametro maggiore su cui si ricavano due fori. L'apertura inferiore serve per il deflusso della prima pioggia e comunque a "tagliare" precipitazioni troppo esigue per essere utili. La seconda più in alto viene raggiunta solo quando si ha una precipitazione sufficientemente intensa da compensare l'acqua che esce per infiltrazione nel letto di sabbia e quella che esce dal foro inferiore. La luce superiore recapiterà quindi la pioggia migliore verso un contenitore di accumulo.

Nella foto a lato (figura 15) invece vediamo un meccanismo ancor più semplice. La prima pioggia di ridotta intensità gocciola verticalmente a lato del foro sulla sommità del contenitore. Quando l'intensità aumenta la curva terminale della grondaia riesce a deviare il flusso verso il foro di captazione e inizia a riempire la cisterna. Una rete grossolana impedisce alle foglie e corpi di dimensioni maggiori provenienti dal tetto di ostruire il sistema, mentre una maglia fine posta sul foro trattiene materiale sabbioso e impedisce il transito agli insetti.

È chiaro come questi sistemi completati da una pompa di distribuzione possano contribuire a garantire il fabbisogno di un giardino di ordinarie dimensioni.

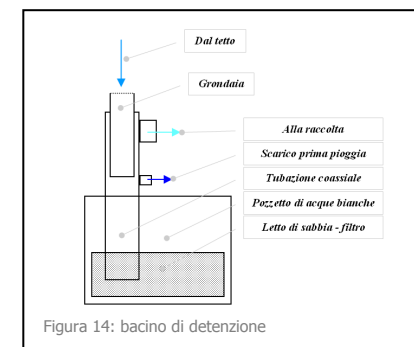


Figura 15: bacino di detenzione

Si pensi ad esempio ad una raccolta da un tetto di 50m². Ipotizzando una pioggia, anche esigua, di 30mm di altezza, di cui solo due terzi "utili" si ottiene un volume d'acqua disponibile:

$$(0,66 \times 50 \times 0,3)m^3 = 1m^3 = 1000 \text{ litri}$$

Poiché alle nostre temperature estive sono necessari per irrigare 4-5 l/m² al giorno, nell'ipotesi riportata si dispone del quantitativo d'acqua necessario per un giorno per un giardino di 200-250 m²

L'utilizzo di quest'acqua consente, oltre al risparmio in termini economici (prelevando l'acqua per irrigare dall'acquedotto è necessario pagarla in bolletta) il risparmio di acqua pregiata destinata al consumo umano.

Se vi è una notevole necessità di acqua non trattata (irrigazione, lavaggio selciati o vetture, etc...) l'impianto può divenire non solo economicamente coerente, ma addirittura vantaggioso. Nel caso di installazione in fase costruttiva, poi, si può pensare a una costruzione di accumulo sottotetto, in posizione elevata, il che porterebbe alla eliminazione della struttura di pressurizzazione (pompa). Un impianto del genere, del tutto passivo, costituirebbe, a nostro avviso, la soluzione ideale da applicarsi a tutti gli edifici di nuova costruzione.

Spostandoci verso una qualità più bassa. Un uso, anche non potabile, potrebbe aver bisogno di un trattamento di filtraggio. Negli Stati Uniti, nelle aree lontane dai centri abitati e non servite da acquedotto, vengono spesso usati dei filtri a sabbia e geotessuto. Sebbene lenti, sono certamente economici e facilmente manutentabili, anche da persona non esperta. Si tratta, in linea di massima, di ricaricare di tanto in tanto le sezioni più fini e di rimuovere dalle griglie i corpi solidi più grossi (fogliame, detriti). Anche in questo caso l'uso più consono per il liquido captato è l'irrigazione.



Figura 16: Tetti verdi

G) Dispersioni nel sottosuolo - riduzione del coefficiente di afflusso

Nelle aree di pianura fortemente urbanizzate, quale la parte meridionale della Regione Veneto, assume un ruolo fondamentale per la sicurezza idraulica del territorio la massimizzazione della capacità filtrante del territorio al fine di diminuire la quantità di precipitazione che raggiunge la rete di drenaggio artificiale ed i corpi idrici superficiali.

Si tratta di sottrarre completamente parte dell'acqua di pioggia che sarebbe recapitata alle strutture di raccolta, facendola infiltrare nel terreno.

Questo significa diminuire i coefficienti di afflusso.

Tale tecnica risulta di facile attuazione dove i terreni sono naturalmente sufficientemente permeabili.

Nel caso di buona capacità drenante dei terreni l'uso delle pavimentazioni di tipo drenante risulta particolarmente efficace.

L'utilizzo di pavimentazioni drenanti consente una riduzione consistente delle aree impermeabilizzate con conseguente riduzione del coefficiente di afflusso.

Per realizzare pavimentazioni drenanti è possibile utilizzare materiali già presenti in commercio come i grigliati in conglomerato cementizio costituiti da blocchi, piastre o mattonelle prefabbricate che una volta posate in opera, a causa della loro geometria, della loro struttura o della modalità di posa, lasciano dei vuoti generalmente colmati con materiale drenante quale ghiaia o pietrisco.

In alternativa è possibile utilizzare pavimentazioni drenanti in conglomerato bituminoso, di derivazione stradale, dove la granulometria dell'inerte e la tipologia di bitume utilizzato sono tali da lasciare dei vuoti nella struttura del conglomerato (conglomerato aperto).

Esempi inoltre di tecniche dedicate all'infiltrazioni sono le gallerie di infiltrazione o le fasce d'infiltrazione (vedi figure) ovvero i pozzi disperdenti.

Il processo può anche avere il vantaggio di alimentare le falde sotterranee.

Come si può notare l'efficacia del metodo risiede in grande misura nelle tipologie di terreno; ma anche nel caso le capacità di infiltrazione nel terreno siano limitate si tratta intervenire creando nel terreno delle fosse



Figura 17: pavimentazione permeabile

o dei volumi drenanti che consentano l'accumulo delle acque per rilasciarle lentamente nel terreno. Esistono a tale proposito dei dispositivi artificiali (sistemi modulari geocellulari) che in virtù della loro grande capacità di detenzione possono essere utilizzati, in terreni non propriamente permeabili, per creare nel sottosuolo strutture in grado di trattenere importanti volumi d'acqua e rilasciarli lentamente nel terreno sottostante.

I dispositivi noti come *Tetti Verdi* evidenziano infine come esistano anche delle tecniche per la trasformazione di aree impermeabili in aree permeabile.

La copertura a verde, il cui scopo principale è la riduzione del carico termico entrante dalle coperture, può avere effetti positivi nella riduzione del volume che defluisce verso la rete di raccolta delle acque meteoriche.

Lo spessore della copertura può variare da 8 – 10 cm a oltre 50 cm. Maggiore è lo spessore dello strato di terreno e la densità della vegetazione e maggiore è la capacità di ritenzione idrica.

Va considerato però che la capacità di trattenimento è influenzata dalla stagione considerata; infatti la stagione estiva caratterizzata da forti evaporazioni, rende sempre disponibili i volumi di infiltrazione, mentre in periodo autunnale e invernale, quando le piante sono in riposo vegetativo, i fenomeni di evapotraspirazione sono quasi assenti e l'acqua che viene trattenuta dal tetto verde, una volta imbibito il terreno e raggiunta la saturazione, deve essere necessariamente convogliata verso le fognature.



Figura 18: Pozzi d'infiltrazione

H) Creazione di volumi di invaso per la detenzione temporanea delle acque

Si tratta di dispositivi che consentono di trattenere temporaneamente importanti volumi d'acqua in modo che non defluiscono subito nella rete di drenaggio, e che vengono rilasciati lentamente in tempi successivi al culmine dell'evento pluviometrico.

La realizzazione di questo sfasamento temporale nella trasformazione degli afflussi in deflussi nella rete di raccolta consente di *laminare la piena* cioè ridurre il culmine della portata d'acqua come rappresentato nell'esempio di figura:

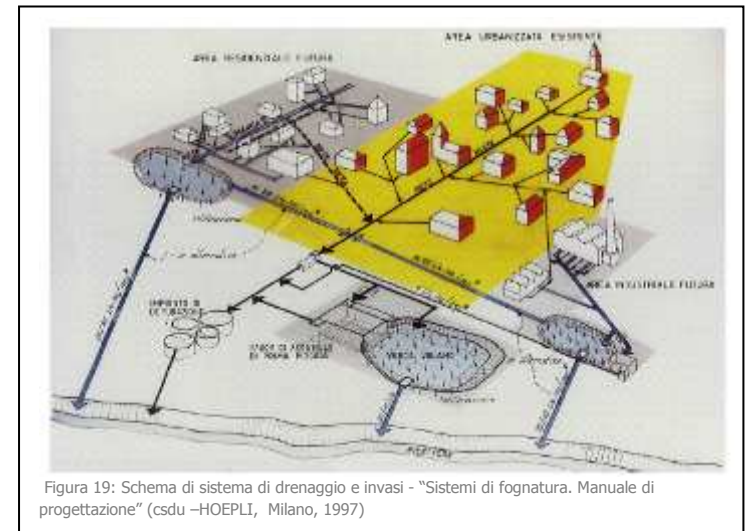
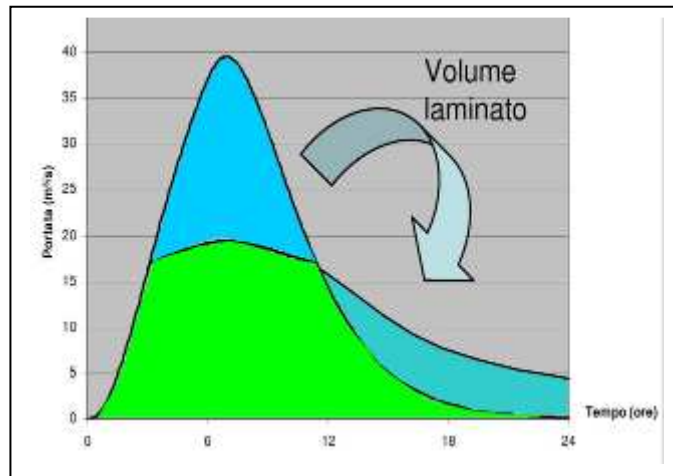


Figura 19: Schema di sistema di drenaggio e invasi - "Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione" (csdu -HOEPLI, Milano, 1997)

La portata generata dalla pioggia, senza l'accumulo e la detenzione temporanea di parte dei volumi, avrebbe avuto il suo picco rappresentato in figura dall'onda maggiore (di colore azzurro). Con l'accumulo temporaneo di parte dei volumi quella stessa pioggia produce una portata minore (quella verde nella figura).

Nel dettaglio tali volumi di invaso possono essere realizzati mediante:

1. aree verdi sommergibili o bacini di detenzione
2. fossi e vassoi;
3. vasche interrato;
4. maggiorazione della rete di drenaggio;

Spesso la soluzione ottimale in termini costi benefici è una combinazione di quelle sopra indicate.

Negli schemi di rete, tali volumi, possono essere connessi alle reti di drenaggio, ed ai recapiti finali, in serie od in parallelo.

• **Le aree verdi sommergibili o bacini di detenzione**

In un numero sempre più significativo di casi, la realizzazione dei volumi di laminazione avviene individuando aree verdi appositamente introdotte nella nuova configurazione territoriale oppure sfruttando quella già esistenti o la cui presenza dovrebbe comunque essere garantita per il rispetto degli standard urbanistici.

E' di tutta evidenza che ricavare i volumi necessari nel modo poc'anzi indicato consente di contenere i costi; molto spesso infatti è sufficiente abbassare le aree a verde di 80 – 100 cm per ottenere risultati di tutto rispetto.

Opportuni accorgimenti in fase di progettazione e di realizzazione delle opere possono garantire un elevato standard di condizioni igienico sanitario e di fruibilità di queste aree.

Vanno infatti evitate geometrie tali da indurre ristagni di acqua troppo prolungati nel tempo, deve essere pertanto studiato un opportuno sistema di drenaggio (naturale o artificiale) che riduca i tempi di permanenza e che eviti il presentarsi di "acquittrini artificiali"; nella maggioranza dei casi è sufficiente conoscere il profilo stratigrafico del sito per decidere come e se intervenire.

La parzializzazione dell'area a volte può essere opportuna per garantire la migliore fruibilità del sito, in particolare se la superficie disponibile non è molto estesa ma lo sono i volumi richiesti; si possono prevedere quote diverse del fondo e/o arginelli o setti di contenimento.

Nell'ottica della ricerca del miglior risultato possibile anche ai fini della tutela ambientale, non è da escludersi un utilizzo congiunto con vasche di prima pioggia.

• **Invasi nei fossi e vassoi**

Una variante della tipologia di cui al paragrafo precedente è la realizzazione di volumi di invaso in aree verdi ma sagomate a forma di fossati a sezione trapezoidale o golenata.

I vassoi propriamente detti sono formati da zone lineari depresse laterali a zone impermeabile dalle quali ruscella l'acqua che viene immagazzinata.

Tali soluzioni si sposano bene a compensazione dell'incremento di urbanizzazione dovuto alla nuova viabilità. Affianco all'infrastruttura viaria può essere infatti realizzato un fossato al quale possono essere collegate le aree interne alle rotonde opportunamente ridisegnate che diversamente hanno scarsa funzionalità.

I fossi di guardia possono avere inoltre un importante ruolo per la rete idrografica esistente, in quanto possono fungere da equilibratori mettendo in comunicazione diversi collettori.

Adottando tali accorgimenti le viabilità assumono un ruolo che non è più solo di infrastruttura viaria ma anche di opera idraulica.

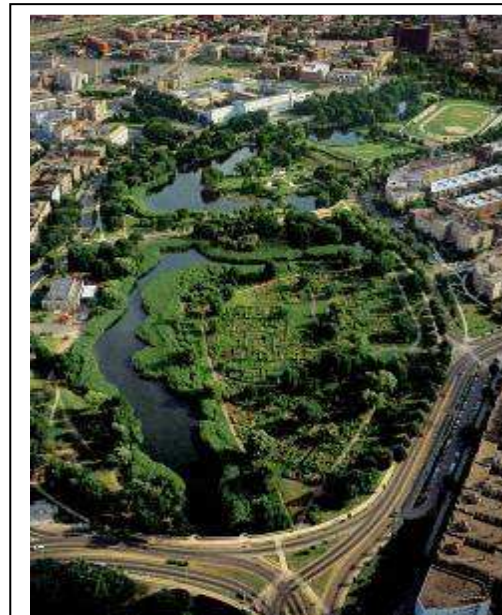


Figura 20: Aree verdi sommergibili



Figura 21: Aree verdi sommergibili



Figura 22: Vassoio

Il Passante di Mestre, di recente costruzione, è un ottimo esempio di come le nuove viabilità possano contribuire alla riduzione del rischio idraulico delle aree che attraversano.

- **Le vasche artificiali**

Appartengono a questa categoria tutti gli invasi, a cielo aperto o meno, realizzati con sistemi di impermeabilizzazione del fondo o con elementi artificiali di contenimento.

Per garantire una relativa costanza della portata allo scarico si deve cercar di ottenere un tirante quanto più costante nel tempo, qualora si utilizzino semplici sistemi d'efflusso basati su bocche a battente.

Proprio per questo motivo, oltre che per consentire un utilizzo più razionale dei volumi disponibili e nel contempo assicurare un adeguato grado di pulizia, si ricorre sempre più spesso alle cosiddette vasche volano multicamera.

Nella pratica progettuale si è consolidato come valore di riferimento quello di 400-500 m³, al di sotto del quale è conveniente l'uso di una vasca monocamera ma al di sopra del quale è certamente più funzionale l'utilizzo di più comparti idraulicamente connessi.

L'accostamento di una vasca di prima pioggia e di un qualsiasi volume d'invaso destinato alla laminazione è già di per sé una vasca multicamera: per questo motivo le vasche multicamera prevedono, ormai molto spesso e certamente laddove, come in Lombardia, ciò sia necessario per rispettare le prescrizioni legislative con riferimento alle aree produttive, una camera di minori dimensioni rispetto alle altre (40-50 m³) da destinarsi appunto alle acque di prima pioggia.

In tutti i casi è comunque necessario garantire sia la separazione ma anche la comunicazione, in fase di svuotamento, tra i vari settori della vasca, il che è ottenuto mediante l'interposizione, nella parte bassa dei setti, di valvole a clapet; in tutti i casi, per evitare problemi d'intasamento, la dimensione minima è pari a 0,04 m² (in genere 20*20 cm come valore minimo).

- **Le maggiorazione delle reti di drenaggio**

Questa soluzione è la più utilizzata per superfici di ridotte dimensioni (1-2 ettari) come nel caso di piccole lottizzazioni. Essa permette di realizzare dei volumi d'invaso in linea spesso sufficienti per la laminazione delle portate in eccesso, ed è comunque abbinabile ad altre soluzioni tra quelle prospettate, diminuendone la volumetria richiesta.

Si tratta sostanzialmente di scegliere delle condotte e dei pozzetti di dimensioni maggiori rispetto a quelle che garantirebbero comunque il corretto deflusso delle portate così come ottenibili dagli usuali calcoli delle reti fognarie.

I vantaggi sono sostanzialmente connessi alla possibilità di utilizzare sedimi che già in un qualche modo sono interessati dall'esistenza della rete fognaria.

Molto spesso è sufficiente aumentare la sezione dei tubi ed allungare il percorso della rete, all'interno del comparto interessato, per ottenere risultati più che accettabili, soprattutto se abbinati poi ad un volume d'invaso prima dello scarico, come ben illustrano le seguenti figure.



Figura 23 vasca in calcestruzzo in fase di costruzione

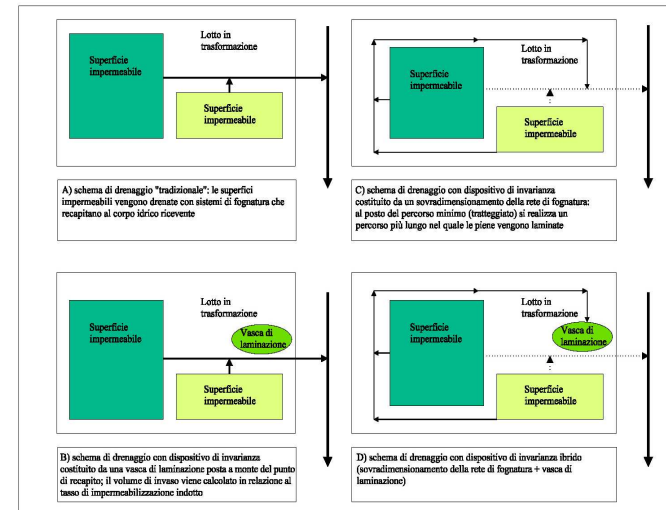


Figura 24 schema funzionale di una vasca in calcestruzzo

I) Difese localizzate

Oltre ai dispositivi precedentemente illustrati che contrastano attivamente il formarsi stesso di aree a sofferenza idraulica, in particolari situazioni, di accentuata vulnerabilità, è auspicabile anche l'utilizzo di difese cosiddette passive localizzate nei punti da proteggere.

Queste difese passive possono essere categorizzate nelle seguenti tipologie:

- sacchi;
- elementi gonfiabili;
- paratoie localizzate;
- dispositivi contro l'intrusione dell'acqua in ambienti sotterranei o seminterrati.

• **Protezioni con sacchi**

L'impiego dei sacchi permette la formazione di argini che, frapposti tra la lama d'acqua e l'ambiente che si vuole proteggere, costituiscono una valida barriera idraulica. La tecnica da utilizzare per la loro posa è simile a quella impiegata nella costruzione di muretti, con la sovrapposizione di file di sacchi. Con questa tecnica si possono realizzare rapidamente barriere con forme e dimensioni variabili.

E' possibile l'impiego di due tipi di sacchi: riempiti con sabbia ed autoespandenti.

Nel primo caso i sacchi, solitamente in iuta o comunque materiale biodegradabile, sono riempiti per circa la metà con sabbia. A seconda delle condizioni e dell'abilità di posa dell'operatore la bocca del sacco può essere chiusa o rivoltata. Una volta posati i sacchi devono essere modellati il più possibile così da compattarli. Qualora necessario, e per l'altezza del muro che si vuole costruire e per l'eventuale pressione esercitata dall'acqua, la barriera va rinforzata con l'aggiunta di ulteriori sacchi così da formare file parallele e/o piedi di sostegno.

I sacchi autoespandenti, invece, sono costituiti da un contenitore chiuso, solitamente in iuta o cotone, in cui è presente un polimero in grado di adsorbire e trattenere un elevato quantitativo d'acqua che li rende simili, per caratteristiche, a quelli riempiti con sabbia.

Prima dell'utilizzo di questi sacchi è dunque necessario "gonfiarli" immergendoli in acqua fino a quando, completamente imbibiti, possono essere impiegati per la realizzazione della barriera.

Questo tipo di difesa garantisce un elevato livello di impermeabilità soprattutto se associato alla posa di teli di plastica per impedire il passaggio anche di piccoli quantitativi d'acqua.

• **Protezioni con elementi gonfiabili**

Altri tipi di argine cui si può ricorrere per la difesa dagli allagamenti sono barriere gonfiabili, costituite da tubolari in tessuto impermeabile che, opportunamente posate e/o ancorate, fungono da veri e propri argini.

Le modalità di impiego di queste protezioni possono essere molto variabili grazie alle diverse forme con cui possono essere realizzate ed allo loro modularità.



"Muretto" realizzato con sacchi
- da Stoppingwater



Sacco del tipo autoespandibile
- da Stoppingwater



Barriera gonfiabile - da
Hidro Air Bank s.r.l.

- **Protezioni con paratoie localizzate**

Per paratoie si intendono tutti quei sistemi "rigidi", costituiti da barriere impermeabili fisse o mobili, anche modulabili, che bloccano il passaggio dell'acqua.

Le protezioni più semplici ed economiche, indicate per piccole aperture, sono quelle già utilizzate da molti anni nel centro storico di Venezia in occasione delle acque alte. Queste paratoie sono costituite da elementi mobili, solitamente in acciaio inossidabile che, bloccati con appositi fermi o inseriti su guide fissate agli stipiti dell'apertura, costituiscono delle validissime barriere soprattutto se associati ad una guarnizione in gomma che impedisce qualsiasi passaggio di acqua.

Lo stesso tipo di protezione può essere impiegata su aperture più ampie come può essere quella di un garage. In questo caso, naturalmente, la paratoia sarà fissata "a scomparsa" alla soglia del varco così da poter essere sollevata manualmente o automaticamente in caso di necessità.

Un altro tipo di paratoia, mobile e modulabile, è costituita da barriere impermeabili rigide che, poggiate su appositi sostegni, possono essere disposte secondo necessità così da creare degli argini.

Le protezioni descritte possono trovare impiego dalla difesa di un singolo varco dalle dimensioni ridotte fino alla messa in sicurezza di vaste aree. Per quanto riguarda la valutazione del sistema più idoneo alla protezione puntuale di una singola abitazione, garage o scantinato vanno considerati i seguenti fattori:

- facilità e rapidità della messa in opera;
- reversibilità del sistema;
- costi.

I sacchi, sicuramente la difesa più economica, per essere utilizzati correttamente necessitano di un "addestramento" anche in relazione al loro peso (mediamente un sacco pronto all'uso pesa circa 25 kg) ed al fatto che per la difesa di un'apertura di 3 metri sono necessari, a seconda delle dimensioni, un minimo di 25-50 sacchi.

Essendo i sacchi in materiale biodegradabile, il loro riutilizzo può avvenire entro un determinato periodo quindi un limitato numero di volte; il riimpiego, inoltre, è possibile solo se i materiali sono stati correttamente stoccati.

Con riferimento alle due tipologie: di *sabbia* e *autoespandenti* va detto che il sacco autoespandente, più costoso, non "gonfiato" pesa molto poco ed occupa poco spazio; il suo impiego, però, può avvenire una volta "espanso" e, per questo, è necessario disporre di una vasca o quanto meno di una pompa d'acqua.

Per facilità di impiego e garanzia di impermeabilità, il sistema di protezione più indicato per la difesa degli immobili è quello con paratoie localizzate che, se del tipo fisso ed automatico, associate ad appositi sensori, possono entrare in funzione anche in assenza di un operatore.

- **Protezione degli ambienti sotterranei o seminterrati**

Tutti gli ambienti sotterranei o seminterrati, la cui realizzazione è comunque da disincentivare soprattutto nelle aree del veneziano, devono essere progettati in modo tale da non consentire che eventuali esondazioni esterne (di strade, piazzali, giardini etc.) comportino l'entrata d'acqua negli ambienti.

Tutte le prese d'aria esterne saranno quindi realizzate non a livello del terreno ma almeno 50 cm al di sopra di esso.

Le rampe di accesso dei veicoli ai garage saranno tutte provviste di cunetta rialzata ad ogni entrata (ovvero con chiusure anti-allagamento).

Le tubazioni di raccolta delle acque saranno tutte provviste di valvola di non ritorno.

Nel caso di importanti superfici sotterranee (p.e. parcheggi centri commerciali) è buona norma prevedere degli allarmi automatici con sirena di allerta in caso di intrusione d'acqua negli ambienti.



Chiusura automatica anti allagamento in un garage - da Hidro Air Bank s.r.l.



Paratoia rigida - da AquaFence

J) La normativa

La normativa comunitaria (**Direttive 2007/60 del 23.10.2007 e 2000/60 del 23.10.2000**) pur facendo riferimento solo ad eventi catastrofici come le alluvioni, precisa la necessità da parte degli stati membri di *istituire un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse.*

In questo contesto si inseriscono le leggi nazionali dapprima la 183/89 sulla difesa del suolo quindi la legge attualmente in vigore, che ricomprende gran parte della precedente, il D. Lgs. 152/2006 (parte terza, Norme in materia di difesa del suolo). È in ottemperanza alle suddette leggi che vengono definiti i bacini idrografici che possono avere rilevanza nazionale o regionale.

I territori interessati dai recenti allagamenti appartengono al bacino idrografico regionale denominato Bacino dell'area scolante in Laguna di Venezia.

Lo strumento principale per il governo del territorio ai fini della difesa del suolo è il Piano di Bacino che ha come strumento specifico il Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) che contiene al suo interno le norme principali di salvaguardia idrogeologica del territorio.

Tale strumento prevede:

- la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico;
- le misure di salvaguardia;
- il sistema di mitigazione del rischio.

Le norme tecniche attuative dei PAI prevedono precisi vincoli all'edificazione, alla tipologia delle opere realizzabili e agli interventi consentiti all'interno delle aree perimetrate come pericolose dal punto di vista idraulico il che ha un'influenza diretta sulle trasformazioni territoriali.

Inoltre la normativa del PAI introduce la necessità di un elemento fondamentale per redazione dei nuovi strumenti urbanistici o nelle loro varianti generali, **lo studio di compatibilità idraulica**; uno studio che analizzi compiutamente gli impatti sulla sicurezza idraulica generati dalle previsioni di nuova introduzione, e che garantisca che non vi sia un peggioramento dello stato di fatto.

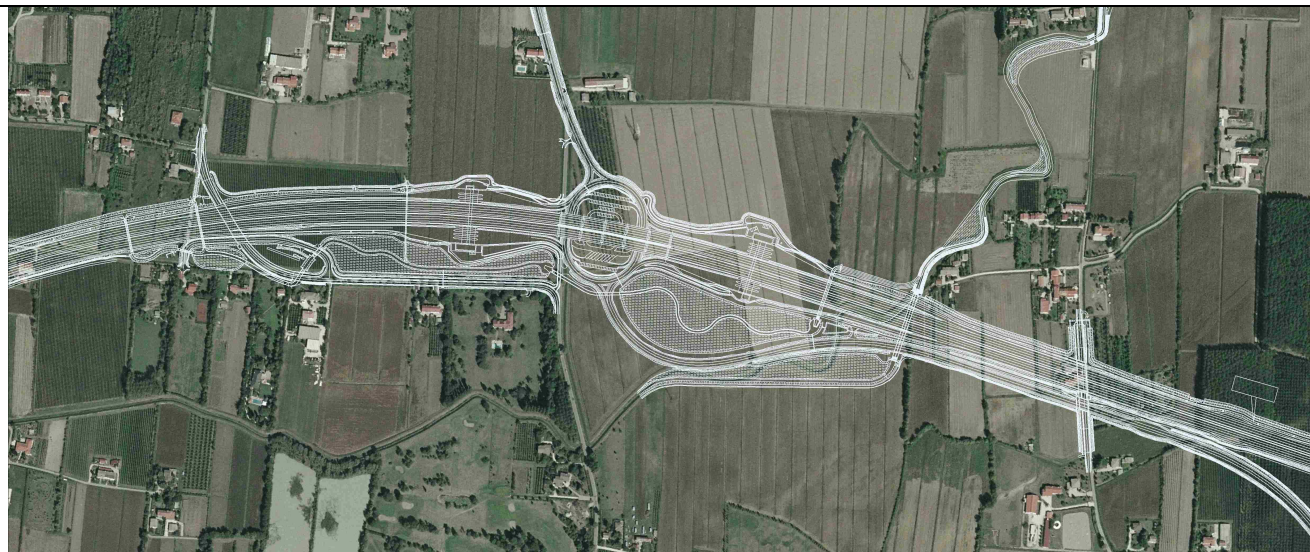
La Regione del Veneto norma il proprio territorio con alcuni importanti strumenti tra i quali Il Piano Territoriale di Coordinamento e la Legge 11/2004 "Norme per il governo del Territorio" nella quale s'inseriscono le delibere della Regione del Veneto (DGR 3637/02 e 1322/06 e 1841/07) che precisano l'obbligatorietà dello studio di compatibilità idraulica e come esse deve essere redatto.

Lo studio deve contenere le elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi per garantire **l'invarianza idraulica**, laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: "*Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.*".

Per i comuni della Regione Veneto che hanno subito gli allagamenti nel settembre 2007, il Commissario Delegato ha emanato una serie di Ordinanze che impongono la redazione di relazioni di compatibilità idraulica a tutti gli interventi edificatori che comportano un'impermeabilizzazione superiore a mq 200,00 valevole anche per interventi con titolo abilitativi già rilasciato ma la cui costruzione non è ancora stata avviata. Inoltre è stata evidenziata la necessità che i Comuni nell'ambito della predisposizione dei Piani di Assetto del Territorio si dotino di un Piano delle Acque.

Le Province nella prospettiva di recepimento di tali necessità stanno valutando, di concerto con i Consorzi di Bonifica ed i Comuni, di prevedere nel PTC la redazione dei Piani delle Acque, strumenti di conoscenza e governo delle acque che si prefigurano come elementi di dettaglio conoscitivo delle problematiche del PAI.

K) Esempi di interventi realizzati nel territorio



Passante di Mestre – opere di mitigazione idraulica –

Per ogni chilometro:
32.500 mq di superficie
impermeabile

Almeno 3.000 mc di invaso

2 nuovi impianti idrovori da 3500
l/s

3 canali ricalibrati

5 opere a sifone su corsi d'acqua





Nuovo Ospedale di Mestre – opere di mitigazione idraulica –

Superficie complessivamente interessata 23,15 ha superficie impermeabilizzata 47%

Volume di invaso distribuito su due bacini per 11250 mc complessivi (486 mc/ha)







Nuova lottizzazione residenziale
di Bonisiolo – Mogliano Veneto

Superficie di lottizzazione 23.500
mq

Volume di invaso disponibile
1.100 mc

Massima portata convoiata



Gruppo di lavoro

Ing. Mariano Carraro
Geom. Marco Baratella
Ing. Carlo Bendoricchio
Ing. Alberto Bocus
Ing. Luigi Chiappini
Dott.sa Manola Pesce
Ing. Corrado Petris
Ing. Alessandro Scarpa
Dott. Francesco Vascellari

Ringraziamenti

Arpav:

in particolare U. O. Meteorologia Operativa

Commissario Delegato per l'emergenza alla Viabilità di Mestre ing. Silvano Vernizzi

Ospedale di Mestre USL n. 12

Studio Altieri

in particolare all'ing. Guido Zanovello

Nord Est ingegneria:

in particolare al Prof. Vincenzo Bixio e all'ing. Alvise Fiume

Consorzio di Bonifica Dese Sile:

in particolare al Direttore dott. Lorenzo Del Rizzo, al dott. Davide Denurchis e all'ing. Martino Cerni

Veritas s.p.a.

in particolare al Direttore ing. Umberto Benedetti, all'ing. Andrea Peschiutta e all'ing. Marika Checchin

Sig. Marco Berti per le illustrazioni

La Società Ingegneria 2P & Associati