NOTIZIARIO 03/'21

Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia

www.ingegneri.vr.it



"CONSUMO DI SUOLO DA PARTE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI"

Lettera al Consiglio della Regione Veneto

RETE FOGNARIA DI PORTA BORSARI

Storia, problematiche attuali e interventi

INTERVENTI PER LA DIFESA IDRAULICA DELLA CITTÀ DI OLBIA

Piano di riassetto idrogeologico

PERIODICO TRIMESTRALE: LUGLIO-SETTEMBRE 2021 - N. 148
POSTE ITALIANE SPA SPED. IN ABB. POSTALE 70% NE/VR

FINOTTI GROUP

la forza del gruppo



italbeton
IMPRESA DI COSTRUZIONI GENERALI
+39 045 7238000
italbeton@italbeton.it
www.italbeton.it

italmixer
MATERIALI ED OPERE PER L'EDILIZIA
+39 045 6269063
italmixer@italmixer.it
www.italmixer.it

italcalor
IMPIANTI TECNOLOGICI
+39 045 7280371
info@italcalor.it
www.italcalor.it

italgreenpower
IMPIANTI FOTOVOLTAICI
+39 045 7238056
info@italgreenpower.it
www.italgreenpower.it

tecnoviadotti
+39 045 7238000
info@tecnoviadotti.it
www.tecnoviadotti.it

www.finottigroup.it

FINOTTI GROUP
la forza del gruppo


Villa EDER

Impianto realizzato nel comune di Bardolino

t.+39 045 7238056 - www.italgreenpower.it

Per ridurre davvero i costi dell'energia elettrica e l'impatto ambientale bisogna scegliere i pannelli giusti, di alta qualità e garantiti nel tempo.

Ricordate: non tutti i pannelli sono uguali.

Le performance dell'impianto installato cambiano in base alla tipologia dei pannelli, al posizionamento dei moduli, ai fattori ambientali.

fotovoltaico sì ma di qualitá!



Italgreenpower ha scelto **Panasonic** che oltre all'indiscussa qualità, è l'unica azienda a garantire il prodotto per 25 anni.

italgreenpower
impianti fotovoltaici

IMPIANTI DI ACCUMULO

TESLA POWERWALL

VARTA Storage GmbH

PANNELLI SOLARI

Panasonic Premier Installer

LG LG-Solar

solaredge inverter

COLONNINE DI RICARICA

MENNEKES® Plugs for the world

TESLA ENERGY

dalla gassa srl

OPERE SPECIALIZZATE NEL SOTTOSUOLO

35 anni
1975-2010

Progettazione e Consulenza

Non sono le dimensioni che fanno grande un'impresa, ma è un gruppo che fa sì che un'impresa sia grande

L'esperienza acquisita "sul campo" ha consentito all'impresa Dalla Gassa s.r.l. di formare uno staff tecnico in grado di offrirre soluzioni sia in fase opertiva che progettuale, effettuare verifiche tecniche, fornire progetti esecutivi.

micropali



Operativi con tutte le varianti riguardanti i tipi di micropalo, con diametri da mm 127 a 400, con portata di esercizio fino ad oltre 100 ton.

tiranti



Tiranti da 15 ton. a 150 ton. di esercizio.
Tiranti attivi provvisionali e "permanenti".
Tiranti dielettrici permanenti, per il massimo della qualità.

drenaggi suborizzontali



Drenaggi realizzati all'interno di pozzi di grande diametro.
Drenaggi a "cannocchiale" fino alla profondità di oltre 200 metri lineari.

jet grouting



Jet-Grouting monofluido: acqua - cemento
Jet-Grouting bifluido: acqua - aria - cemento con diametri da 50 cm a 130 cm.
Jet-Grouting a diaframma direzionato.

sistemi integrati sirive®



Sono tecniche di conoslidamento, dei versanti instabili, che abbinano l'ingegneria tradizionale all'ingegneria naturalistica.

soil nailing



Questa tecnica può sostituire, in alcuni casi, le tradizionali berlinesi, o può mantenere stabile un versante con un paramento esterno a verde.
Primo cantiere Soil-Nailing realizzato nel 1989.

autoperforanti sirive®



Siamo stati i primi a produrre barre autoperforanti complete di accessori, con materie prime e lavorazione completamente italiane.
5 tipi di barre da 230 KN a 530 KN a rottura, con certificato di sistema

geotermia "chiavi in mano"®



Dal 2006 operiamo nel settore geotermico proponendo e realizzando sonde geotermiche verticali e pali energetici, a pacchetto "chiavi in mano", dallo studio preliminare al progetto esecutivo, fino alla realizzazione dell'impianto geotermico eventualmente completo di centrale termica; direzione tecnica e collaudo.

OPERE SPECIALIZZATE NEL SOTTOSUOLO

Dalla Gassa s.r.l. - Via Fogazzaro, 71 - 36073 Cornedo Vic. (VI)
Tel. 0445 953513 Fax 0445 459406 **www.dallagassa.com**

Sommario

Notiziario Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia 3-2021


p. 10

10 EDITORIALE

11 LETTERA AL CONSIGLIO DELLA REGIONE VENETO SUL "CONSUMO DI SUOLO DA PARTE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI"

ing. Andrea Falsirollo


p. 15

15 RETE FOGNARIA DI PORTA BORSARI
Storia, problematiche attuali e interventi

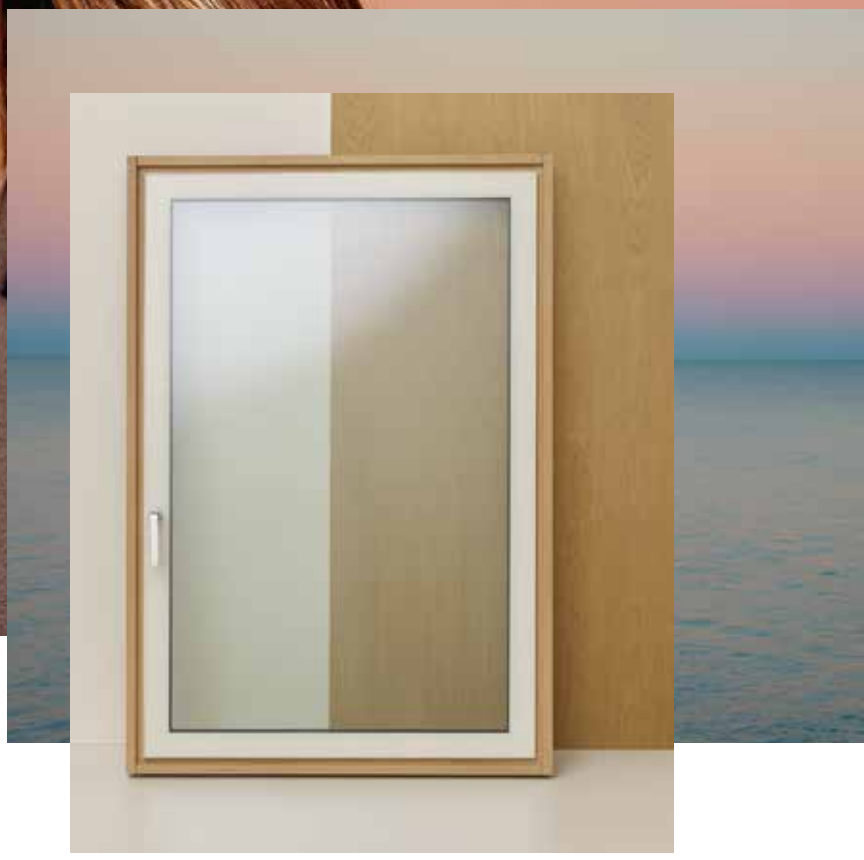
Ing. Massimo Merzari


p. 25

25 INTERVENTI PER LA DIFESA IDRAULICA DELLA CITTA' DI OLBIA
Piano di riassetto idrogeologico

Ing. Simone Venturini, Ing. A. Cacciatori, Ing. A. Tittonel

Vivi le finestre in modo nuovo. Ti aspettiamo in uno Studio Finstral, anche online.



Scopri in uno Studio Finstral le tre qualità della finestra perfetta: bellezza, benessere, sostenibilità.

Scegli tra visita individuale, consulenza telefonica o videochiamata.
finstral.com/studio

È il momento di cambiare le finestre: approfitta dell`ecobonus.

FINSTRAL

Luglio - Settembre 2021
N° 148

Periodico trimestrale
Aut. Tribunale Verona
n. 565 del 7.3.1983

Direttore Responsabile
Andrea Falsirollo

Layout
Sebastiano Zanetti

Editing e impaginazione
Editoriale Polis

Redazione
37135 Verona
Via Santa Teresa, 12
Tel. 045 8035959
Fax 045 8031634
ordine@ingegneri.vr.it

In copertina:
Cambiamento climatico e necessità di un "Piano di riassetto idrogeologico" per Verona e per l'Italia

Comitato di Redazione

Enrico Alberghini, Alessia Canteri, Leonardo Cappi, Mario Cognini, Giordano Contin, Alberto Cordioli, Frediano Dabellan, Roberto Deboni, Davide Fasoli, Federico Fuga, Elena Guerreschi, Stefano Lonardi, Francesco Marcheluzzo, Elena Mazzola, Giovanni Montresor, Andrea Panciera, Roberto Penazzi, Paolo Pinelli, Angela Alessia Privitera, Pier Giorgio Puppini Martini, Andrea Renso, Raffaello Tezzon, Zeb Tirapelle, Simone Venturini, Mauro Vinco, Renato Zanaglia, Marino Zanardo, Fabrizio Zanetti, Irene Zardini, Francesco Zocca

Le opinioni dei singoli autori non impegnano la redazione. Gli articoli possono essere modificati per esigenze di spazio con il massimo rispetto del pensiero dell'autore. Le riproduzioni di articoli e illustrazioni è permessa solo previa autorizzazione della redazione. I dati personali degli abbonati in nostro possesso saranno trattati nel rispetto del D. Lgs. 196/03 recante il Codice in materia di protezione dei dati personali e con modalità idonee a garantirne la riservatezza e la sicurezza.

Edizione e pubblicità a cura di

EDITORIALE POLIS
37024 Negrar (VR)
Via Calcarole, 16
Tel. 0457500211
Tel. 3407960641
info@editorialepolis.it
www.editorialepolis.it

Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia

Presidente
Andrea Falsirollo

Vicepresidente
Valeria Angelita Reale Ruffino

Segretario
Vittorio Bertani

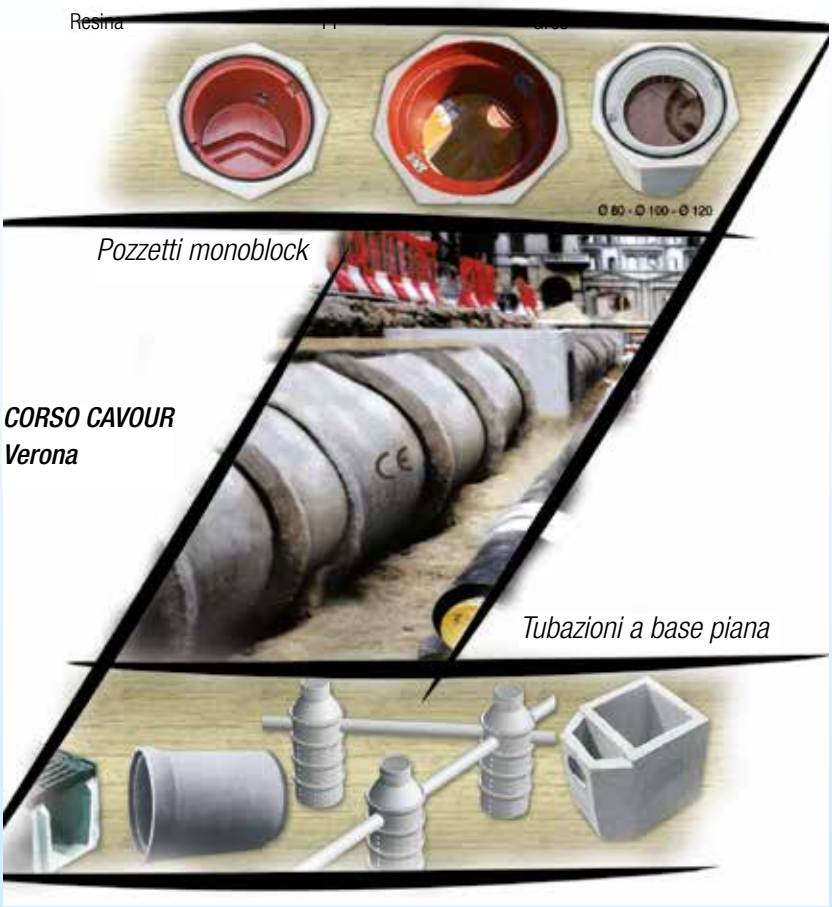
Tesoriere
Alberto Fasanotto

Consiglieri
Silvia Avesani, Carlo Beghini, Alessia Canteri, Luigi Cipriani, Alessandro Dai Prè, Matteo Limoni, Stefano Lonardi, Giovanni Montresor, Elisa Silvestri, Alberto Valli, Mauro Vinco

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VERONA E PROVINCIA

ZANETTI s.r.l.

Manufatti CLS (Caprino - VR)



Edilizia a 360°

La nostra azienda è composta da quattro unità produttive specializzate per l'edilizia.

Negli stabilimenti di Caprino sono prodotti una vasta varietà di manufatti in cemento standard e speciali e, nel Centro Trasformazione Ferro, solai in cemento armato, grazie a uno staff esperto che si occupa dell'adattamento dei moduli secondo le dimensioni del progetto e della posa finale.

Nello stabilimento di Sommacampagna sono prodotte scale prefabbricate in c.a., gradinate per impianti sportivi, cinema, teatri, lastre per pavimentazioni stradali, parapetti con varie finiture, cornici di gronda e qualsiasi altro elemento per edilizia civile su progetto.

A Garda nello showroom della "Cittadella dell'edilizia" offriamo un'importante esposizione di:Pavimenti e Rivestimenti in ceramica e legno, Arredobagno, oltre ai materiali più innovativi per l'edilizia residenziale.

Centro Trasformazione Ferro (Caprino - VR)





SOLAI E FERRO PER C.A. - Centro di trasformazione per il ferro *autorizzato dal Ministero. Fornitura e posa con dipendenti diretti. Fatturazione in reverse charge e/o con IVA agevolata.*

Prefabbricati CLS (Sommacampagna - VR)



TRIBUNE SPORTIVE - (Es: SALIONZE- Verona)







SCALE PREFABBRICATE IN C.A. per anfiteatri (Es GARDALAND - Verona) e edifici civil





CICLOPISTA DEL GARDA .
Pannelli in c.a. per pista montati da elicottero

Cittadella dell'edilizia (Garda - VR)



Showroom ceramica e legno - Materiali edili - Tetti in legno - Cappotti
Cartongessi - Tintometri - Noleggio e vendita attrezzatura edile

www.zanettiedilizia.com

Sede di CAPRINO (VR)
Via XXIV Maggio, 15
Tel. 045 7241232 - Fax 045 7241145
Tel. 045 6230918 - Fax 045 6239882 (per settore ferro)

Filiale di SOMMACAMPAGNA (VR) - Divisione APICE
Via Fredda, 5
Tel. 045 510699- Fax 045 510110

Filiale di GARDA
Via Preite, 16
Showroom Tel. 045 6261098
Magazzino Tel. 045 7255259 Fax 045 6268528

Editoriale

Si è appena conclusa la ***Fiera del Condominio***, evento organizzato dal nostro Ordine assieme a Virginia Gambino Editore, dove abbiamo trattato diversi argomenti tra i quali il "Superbonus 110%" assieme ai referenti di ENEA e di Agenzia delle Entrate della Direzione Regionale del Veneto. Si è ritenuto importante far intervenire all'evento anche alcuni parlamentari di Verona che, interrogati sul futuro di questa misura economica, ci avevano illuso che si potesse protrarre in egual modo anche per il 2023 e, forse, anche per il 2024. Purtroppo sappiamo che il Consiglio di Ministri ha approvato una legge di bilancio che proroga il superbonus sui condomini e non sulle villette. Non tutte le attese sono state rispettate ma la promessa del prolungamento, almeno quella, è stata mantenuta. Tuttavia l'iter di approvazione della legge di bilancio è ancora lungo e non è detto che questa impostazione venga mantenuta. Nonostante questi argomenti continuino ad attirare il nostro interesse vorrei spostare la vostra attenzione su temi che entreranno sempre di più nella nostra vita quotidiana, mi riferisco ovviamente agli effetti dell'innalzamento della temperatura e alle relative strategie adottabili per contenerla.

Uno dei maggiori effetti all'attenzione di tutti, sia di chi abita in città sia di chi abita in provincia, sono le piogge che sembrano verificarsi con cadenza differente rispetto al passato e accade sempre più spesso che questo avvenga con una intensità tale da creare problemi sempre maggiori all'assetto impiantistico urbano e a quello idrogeologico. A questo proposito abbiamo siglato una **convenzione** con Acque Veronesi e Consiglio di Bacino *per attività di supporto nella redazione di specifiche Tecniche pe lo sviluppo di studi sulle criticità ed i criteri di soluzione dei sistemi di drenaggio urbano*. Questa convenzione trova il primo risultato nella collaborazione relativa alla progettazione della rete fognaria di Portoni Borsari effettuata dal nostro collega ing. Massimo Merzari per Acque Veronesi.

Se uno degli effetti dell'innalzamento della temperatura sono piogge intense in periodi temporali brevissimi una delle azioni per il contenimento è l'adozione di impianti di produzione di energia da fonte rinnovabili che riducano la dipendenza dalle fonti fossili responsabili della principale produzione di CO2. Anche questo tema è in discussione in questi giorni non in Italia bensì a Glasgow all'interno della Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, conosciuta anche come COP26, in quanto è la XXVI Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, che si tiene dal 31 ottobre al 12 novembre 2021, sotto la presidenza del Regno Unito.

Su questo tema assieme ad altre associazioni (Legambiente Veneto, Confagricoltura Veneto, Italia Solare e FOVI) abbiamo scritto una lettera ai Consiglieri Regionali per mettere in evidenza i numeri necessari a raggiungere gli obiettivi della transizione energetica. I numeri sono stati utili a definire i confini del problema e hanno agevolato un incontro chiarificatore con il propositore del Progetto di Legge 97 della Regione Veneto e con le principali associazioni agricole.

Le attività sopra esposte ci hanno visti impegnati come categoria nella formulazione di proposte concrete finalizzate da un lato a confrontarci nella gestione operativa dei problemi e dall'altro a relazionarci con la politica nella formulazione di progetti di legge utili alla gestione del territorio.

Uno degli aspetti più entusiasmanti della nostra professione è l'impatto della nostra attività sull'evoluzione della società, per questo motivo dobbiamo ritenere un onore mettere a disposizione professionalità e competenze tecniche al fine di risolvere le problematiche di maggiore interesse per la comunità.

Lettera al Consiglio della Regione Veneto sul "CONSUMO DI SUOLO DA PARTE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI"

Sig. Presidente della Regione Veneto,
Dott. Luca Zaia

Signori Consiglieri della Regione Veneto

In questi mesi abbiamo seguito con attenzione le evoluzioni del dibattito sul progetto di legge regionale n. 41 che propone di limitare in modo consistente il consumo di suolo da parte degli impianti fotovoltaici.

Questa iniziativa legislativa, che ha il pregio di aver fatto emergere i difetti delle normative vigenti sugli usi del suolo, è stata purtroppo accompagnata da una campagna mediatica contro il "fotovoltaico" che oltre a sollevare i legittimi dubbi di una parte dei promotori, rischia di alimentare una inaccettabile contrapposizione tra suolo e sviluppo delle energie rinnovabili. Dopo decenni di impegno e campagne informative per far comprendere la gravità della crisi climatica, non possiamo rischiare di frenare irreparabilmente la corsa verso la transizione energetica voluta dal Governo e verso il traguardo degli obiettivi di sviluppo sostenibile di Regione Veneto, che indicano chiaramente come entro il 2030 la fonte fotovoltaica da sola dovrà arrivare a soppiantare almeno il 60% dell'attuale generazione da fonti termiche fossili.

Il tema centrale della PdL 41 e del dibattito che questa proposta dovrebbe animare dentro e fuori le aule del Consiglio regionale, cioè la necessità di normare con serietà lo sviluppo delle energie rinnovabili sui suoli della nostra regione, è stato così derubricato a favore di una poco edificante semplificazione in favorevoli o contrari.

Per rimediare a questa rischiosa deriva, è nostro desiderio contribuire a riportare il dibattito attorno alla proposta di legge sul piano del confronto oggettivo, facendo affidamento ai dati della situazione attuale e agli **obiettivi** futuri per focalizzare l'attenzione su quello che oggi è il vero problema, ovvero il cambiamento climatico causato dalle eccessive emissioni di CO2.

Il consumo di suolo, ne siamo consapevoli, è un problema importante soprattutto in Veneto. Tuttavia deve essere osservato con un'ottica più ampia e inserito in un contesto globale, evitandone il richiamo a tutela di interessi di parte. La vera emergenza oggi risulta essere indiscutibilmente il surriscaldamento della Terra con tutte le conseguenze che ne derivano e che già oggi sono sotto i nostri occhi: alluvioni, desertificazione, incendi, clima instabile, tornado, scioglimento dei ghiacciai e tempeste come Vaia.

Lo stesso suolo che non si vuole consumare, anche a discapito degli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile unica soluzione realmente perseguibile per il contenimento dell'aumento della temperatura, ogni anno viene minacciato dal surriscaldamento globale che ne riduce la capacità produttiva e ne accelera la desertificazione, a danno anche delle colture agricole. Quest'ultimo dato merita particolare attenzione perché se è certamente necessario tutelare chi lavora la terra serve prioritariamente garantire la sopravvivenza del territorio e dell'ambiente nel suo complesso.

È noto che con l'aumento delle temperature di 2°C anziché 1,5°C aumenteranno maggiormente siccità e desertificazione e saranno sempre più frequenti anomalie climatiche con fenomeni quali incendi, siccità e alluvioni. È proprio ciò che dovremmo contrastare. E dovremmo farlo tutti insieme, dal vertice delle Istituzioni alla base della società civile.Per questo motivo gli obiettivi del Piano Nazionale Integrato Energia Clima (PNIEC 2019) prevedevano la realizzazione di circa 31 Gigawatt (GW) di impianti fotovoltaici entro il 2030 mentre nel nuovo PNIEC che si sta predisponendo la soglia è stata elevata a circa 50 GW (che corrisponde ad una media di 5GW all'anno), pari ad almeno 1.200 Watt (W) per abitante. Gli obiettivi al 2050 portano l'obiettivo a 210 GW di nuova capacità. Questi numeri danno il senso dell'entità del problema e dell'urgenza di agire. **Il Veneto ha una media di 429 W per abitante, buon risultato ma lontano dall'obiettivo che deve essere almeno di 1.200 W per abitante**.

(segue)

Il motivo per cui ci sono pochi impianti è che **l'iter autorizzativo è lungo e tortuoso e l'esito positivo tutt'altro che scontato**. La campagna denigratoria in atto porta a pensare che ci sia una sovrainstallazione di impianti, mentre il rapporto del GSE ci informa che **nel 2020 sono entrati in esercizio in Italia solo 0,749 GW, ovvero il 15% dei 5 GW anno che avrebbero dovuto essere avviati**. Di contro, ad esempio, in Germania sono realizzati 2,75 GW nei primi sei mesi del 2021.

Se pensiamo di realizzare a livello nazionale il 30% di impianti su tetto, il doppio dell'attuale trend, i restanti impianti a terra richiederebbero circa lo 0,3 % dei terreni liberi (ovvero pressappoco il 30% dei terreni abbandonati che crescono al ritmo di 125.000 ettari all'anno).

SNPA nel rapporto sul "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemi" del 2021 riporta che, secondo i dati Terna del 2019, il Veneto consuma 32,3 Terawattora (TWh), con una produzione di energia pari a 16 TWh, di cui 1,92 TWh da fotovoltaico. Il Veneto è la regione con il maggior deficit percentuale in Italia, che già da solo dovrebbe farci riflettere sull'esigenza di incrementare la nostra quota di energia verde per avvicinarci all'autosufficienza energetica. Il burden sharing previsto dal PNIEC assegna al Veneto un obiettivo al 2030 di 7 TWh, ovvero un aumento di circa 5 TWh prodotti da impianti fotovoltaici stimando una superficie, sia essa a tetto o a terra, occupata di 5.000 ha.

Seppure sia possibile sostenere semplicisticamente che lo spazio disponibile sui tetti sia sufficiente al fabbisogno locale, tale considerazione viene messa in dubbio dallo stesso rapporto di SNPA ove viene ribadito che seppur teoricamente possibile utilizzare esclusivamente le coperture, tale ipotesi non è realistica ed anzi è necessario prevedere installazioni anche su terreno e off-shore di entità significativa.

Nel frattempo, stiamo trasformando i nostri consumi da fonte fossile ad elettrico, quindi pompe di calore al posto delle caldaie, auto elettriche al posto delle auto a combustione interna, fornelli ad induzione al posto dei fornelli a gas senza considerare che se non vi è una produzione di energia rinnovabile consistente e diffusa sul territorio non stiamo facendo altro che continuare a usare combustibili fossili, cambiando il nostro modello energetico solo nell'apparenza ma non nella sostanza.

In Veneto per arrivare ai 7 TWh indicati nel report di SNPA servirebbero altri 5.000 ha ai 788 ha già utilizzati. Numeri chiari, lontani dal devastare il territorio o dal "rubare" terreni all'agricoltura che solo negli ultimi 5 anni ha visto cedere ai parcheggi oltre 1.000 ha. Parcheggi che potevano rimanere terreno battuto e, invece, sono stati asfaltati. Terreni che potevano essere coperti con impianti fotovoltaici rivestendo così una doppia funzione. Lo stesso rapporto infine fa consapevolmente notare che la maggior parte dei terreni utilizzati dai grandi impianti fotovoltaici sono terreni identificati dal piani di assetto territoriali come produttivi ed edificabili: un chiaro messaggio per sottolineare che, comunque, questi suoli sarebbero stati destinati ad una cementificazione reale ed irreversibile (poli logistici, capannoni, centri commerciali, direzionali, industriali ed artigianali, supermercati, ecc..). Un impatto permanente per il suolo, a differenza di quello temporaneo degli impianti fotovoltaici, che a fine vita potranno essere rimossi in poche settimane ripristinando lo stato di fatto precedente.

Per tornare al tema centrale della PdL 41, ci preme sottolineare che le energie rinnovabili devono essere viste come una concreta opportunità alleata dell'agricoltura, per tornare a coltivare terreni abbandonati ma anche per affiancare attività agricole esistenti, rafforzando le aziende di un settore oggi sempre più spesso in difficoltà e travolto dagli eventi climatici. Per questo chiediamo che nella Legge sia esplicitato e definito - oltre all'individuazione di superfici a terra idonee e non idonee allo sviluppo delle rinnovabili tradizionali – un nuovo delivery model per il fotovoltaico che ponga al centro il non depauperamento del suolo e la tutela della capacità produttiva agricola dei terreni.

Una convivenza tra fotovoltaico e produzione agricola che oggi è possibile, necessaria e abbondantemente sperimentata grazie all'agrivoltaico: terminologia con cui si intende definire impianti fotovoltaici in aree agricole dove sia garantita la compresenza tra la produzione elettrica da fonti rinnovabili, attraverso l'installazione di impianti solari sopraelevati, con l'attività agricola o l'allevamento. Serve dunque incentivare e non punire gli interventi basati su questo differente modello, che anziché sostituire integri la

generazione fotovoltaica nelle produzioni di un'azienda agricola, trattando le installazioni fotovoltaiche alla stessa stregua di qualsiasi altra produzione vegetale, e in cui la manutenzione del suolo e della vegetazione risulti integrata e concorrente al raggiungimento degli obiettivi produttivi – economici e ambientali – del gestore dei terreni.

In questo senso chiediamo di implementare la proposta di Legge inserendo la definizione di agrivoltaico, utile a delineare le modalità di coesistenza tra produzione agricola ed energetica oltre che a dimostrare che il fotovoltaico non è alternativo all'attività agricola.

È bene sapere che un impianto agrivoltaico a terra essendo realizzato con pali battuti non impermeabilizza il terreno, come accadrebbe con un parcheggio, una strada o un capannone, inoltre riduce considerevolmente l'evaporazione dell'acqua dal suolo. Nelle aree interessate dagli impianti è possibile la convivenza con attività agricole o zootecniche e laddove si è in presenza di fotovoltaico non viene utilizzato alcun agente chimico; numerosi studi hanno dimostrato come in questo contesto la biodiversità prosperi, per esempio con la presenza di api.

Siamo d'accordo che tetti, terreni dismessi e cave inutilizzate debbano essere i primi adibiti alla realizzazione degli impianti ma gli obiettivi per l'ambiente ci impongono di non poter escludere a priori l'utilizzo di terreni agricoli. Ne va della sopravvivenza dell'ecosistema. Tuttavia se vogliamo raggiungere gli obiettivi e utilizzare in primis terreni e cave dismesse dobbiamo individuare dei percorsi autorizzativi semplificati e declinarli nella norma regionale in discussione, altrimenti si rischia di allontanare possibili investimenti, a danno di tutti. Il recente processo di recepimento della Direttiva RED II peraltro esplicita in modo chiaro che non si possono individuare a priori aree vietate.

Se vogliamo contribuire a salvare il pianeta, cercando di essere di esempio al mondo di come si prospera pur nel rispetto dell'ambiente, abbiamo il dovere superare l'approccio NIMBY, che preferisce congelare i problemi suggerendo moratorie e divieti tout-court, per mettere rapidamente mano all'assetto normativo ed agevolare gli insediamenti individuando aree idonee e percorsi normativi semplificati con serietà e senza contrapposizioni di retroguardia tra produzione agricola e produzione energetica. Anche se è una scelta forte, si potrebbe pensare ad obbligare l'installazione sui nuovi capannoni di una quota maggiore di rinnovabili, così come sui parcheggi.

Bisogna quindi partire da numeri certi e condivisi per adottare scelte politiche che siano razionali allo sviluppo del fotovoltaico su tutte le superfici idonee, e non solo sui tetti, per far fronte al crescente fabbisogno energetico regionale. Terreni agricoli non di pregio o abbandonati non debbono essere vietati a priori, peraltro in contrasto con norme europee e nazionali, ma solo a seguito di analisi già previste dei percorsi autorizzativi. Corsie preferenziali per avere tempi autorizzativi certi su aree agricole compromesse, come le ex cave, o su terreni classificati non agricoli, possono spingere gli investitori a realizzare impianti in questi contesti.

Infine alla luce delle recenti dinamiche energetiche che impattano sui costi dell'energia bisogna considerare che le rinnovabili per il fatto di essere svincolate da dinamiche geopolitiche permettono una maggiore stabilità dei prezzi senza mettere a rischio la competitività delle nostre aziende.

Abbiamo l'opportunità di aumentare la produzione di energie rinnovabili e allo stesso tempo di trasformare l'agricoltura da potenziale nemico dell'ambiente a prezioso alleato per affrontare la grave crisi ambientale e creare un'economia veramente sostenibile senza deteriorare il nostro ambiente rurale.

Auspichiamo quindi che la Pdl 41 e le future norme in materia che approderanno alla discussione in Consiglio Regionale, tengano conto di questi aspetti oggettivi.

Ringraziamo per l'attenzione e porgiamo distinti saluti.

Firmato:

Dott. Piergiovanni Ferrarese
Presidente Confagricoltura Veneto Giovani

Ing. Paolo Rocco Viscontini
Presidente Italia Solare

Dott. Luigi Lazzaro
Legambiente Veneto

Prof. Ing. Pasqualino Boschetto
Presidente F.O.I.V.

Ing. Andrea Falsirollo
Presidente Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia

nievelt
Labor Italia

Laboratorio Ufficiale
Autorizzato dal Ministero

CONTROLLO E VERIFICA MATERIALI DA COSTRUZIONE

Legge 1086/71 e Circ. 7618/STC settore A estesa alle prove facoltative di carico su piastra e di carico su pali

PROVE DI CARICO
su impalcati da ponte, solai, pali di fondazione

MONITORAGGIO
di opere strutturali



Veneto Strade – Collaudo Viadotto Polane - Agordo (BL)



Autovie Venete – Collaudo pali di fondazione viadotti su Autostrada A4



Autovie Venete – Collaudo sottopassaggi su terza corsia Autostrada A4



Veneto Strade – Collaudo Viadotto Polane Comune di Agordo (BL)

Calcestruzzi e acciai - Prove su laterizi e opere murarie - Aggregati e materiali da riciclo
Conglomerati e leganti bituminosi - Stabilizzazione terre - Malte - Geotecnica - Laboratorio chimico
Controllo alto rendimento su infrastrutture stradali e aeroportuali

37026 PESCANTINA - LOC. SETTIMO (VR) - VIA E. FERMI, 11- TEL. + 39 045 8107869
office@nievelt.it www.nievelt.it

PROGETTI IDROGEOLOGICI DI VERONA

RETE FOGNARIA DI PORTA BORSARI

Storia, problematiche attuali e interventi

Ing. Massimo Merzari



01

PREMESSE

L'antica porta romana denominata Porta Borsari, è collocata in un'area depressa a cui convergono Corso Cavour, Corso Porta Borsari, Via Armando Diaz, Via Antonio Cantore e le varie vie laterali di queste strade. La depressione dell'area ha origini sia naturali che antropiche in quanto la città nei secoli è in genere cresciuta di quota ma in alcuni punti e, in particolare, intorno ai principali monumenti romani le quote sono rimaste più o meno quelle originarie.L'area ha da sempre avuto delle difficoltà di drenaggio che sono state aggravate nel tempo dalla realizzazione dei muraglioni e del collettore fognario chiamato *"galleria raccoglitrice generale"*, dai lavori successivi sulla rete fognaria che ne hanno limitato la capacità di deflusso del collettore e dai cambiamenti climatici globali e locali. Gli ultimi eventi che hanno causato allagamenti significativi nella zona di Porta Borsari sono avvenuti nelle seguenti date: 21/07/2012, 20/08/2014, 11/09/2014, 27/07/2016, 17/05/2018, 06/06/2020, 08/06/2020. Nell'ultimo decennio la frequenza di allagamento è aumentata sensibilmente ad un livello non più tollerabile ed Acque Veronesi S.c.a r.l. per conto del Comune di Verona ha sviluppato una serie di interventi al fine di mettere in sicurezza idraulica l'area.

Fin dal 2016 su incarico della società Acque Veronesi il sottoscritto Massimo Merzari si è occupato della problematica. La definizione degli interventi non è stata semplice in quanto si opera in un'area ad elevato rischio archeologico.

01. Un recente allagameto della zona di Portoni Borsari

Prima di definire gli interventi sono state analizzate varie soluzioni e sono stati eseguiti degli accertamenti, indagini e scavi archeologici preventivi al fine di verificare la fattibilità tecnica ed economica di ogni intervento. Alcuni degli interventi sono oggi già realizzati o in corso di completamento e manca ad oggi l'intervento principale che riguarda la realizzazione di una nuova rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche nella depressione di Porta Borsari con scarico diretto nel fiume Adige.

In relazione alla convenzione tra l'Ordine degli Ingegneri di Verona e Acque Veronesi s.c.a r.l. per la definizione delle specifiche tecniche a supporto dello sviluppo di studi e progetti di sistemazioni idrauliche in ambito urbano, il giorno 05 Ottobre 2021, il progettista ing. Merzari, assieme all'ing. Umberto Anti, Direttore Tecnico di Acque Veronesi e al dott. Silvio Peroni, Direttore Generale di Acque Veronesi, ha presentato alla Commissione Idraulica dell'Ordine degli Ingegneri di Verona il progetto.Si è trattato di un incontro di attento approfondimento ove la commissione ha espresso apprezzamento per l'ottimo lavoro svolto dal progettista.E' emerso in particolare come la soluzione proposta sia robusta e consenta il deflusso a gravità nell'Adige, coadiuvato - solo in fase di esaurimento - da un sistema di pompaggio.
La commissione ha raccomandato di porre attenzione, oltreché al sistema di convogliamento delle acque in Adige, anche al sistema di collettamento superficiale.

STORIA DELLA RETE FOGNARIA DI PORTA BORSARI

Problemi idraulici nell'area sono testimoniati fin dall'antichità e la stessa strada romana fu alzata di circa un metro per evitare gli allagamenti. L'area era originariamente già depressa per la presenza un antico canale naturale del conoide incastrato dell'Adige interno all'ansa del fiume[1] .

Fino al 1800 le rive del fiume erano naturali o corrispondevano con il fronte del caseggiato e la quota spondale dell'Adige era nettamente inferiore. Sulla riva sinistra del fiume, in corrispondenza dell'attuale posizione del ponte della Vittoria, era presente una banchina di attracco dei barconi e zattere utilizzate per il commercio di legname e altri prodotti trasportati attraverso il fiume. Le acque meteoriche della città antica di Verona all'interno dell'ansa dell'Adige scaricavano direttamente nel fiume o nell'Adigetto attraverso una serie di canali e reti fognarie isolate dotate di elevata pendenza.
In concomitanza di eventi temporaleschi estremi il drenaggio era quindi più efficace, ma per contro il rischio di allagamento per le piene del fiume Adige era molto elevato.
Prima della realizzazione dei muraglioni l'attuale rete era suddivisa in due bacini facenti capo a due reti fognarie distinte come mostrato nella seguente mappa.

Nella piena del 1882 la zona fu allagata dall'Adige con un livello massimo dell'esondazione poco sotto gli archi di Porta Borsari. Successivamente furono costruiti i muraglioni e il sistema fognario che coincide con l'attuale collettore che da Corso Cavour si immette in vicolo Riva San Lorenzo, e successivamente si sviluppa in Lungadige Panvinio, per finire oltra la città antica a valle di Via Filippini.



Bacino fognario scolante Vicolo Calcina — Area 80.000m² (8.0 ha)
Bacino fognario scolante Vicolo San Michele alla Porta — Area 98.000m² (9.8 ha)

02

02. Reti fognarie prima del 1891
03: Reti fognarie costituite con la realizzazione dei muraglioni.
04: Rete fognaria a seguito dei lavori di ristrutturazione di Corso Cavour

1) Cfr. "Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a sud-est di Verona), L. Sorbini et Al. 1984

Tali lavori risolsero il problema delle piene dell'Adige ma crearono il problema degli allagamenti della città a seguito di eventi temporaleschi estremi. Successivamente furono costruiti i muraglioni a Partire dalla zona di Castelvecchio fino al ponte della ferrovia a sud est della città. Poiché la presenza dei muraglioni avrebbe impedito alle acque meteoriche interne all'ansa di defluire nell'Adige, con l'opera di difesa longitudinale fu realizzato anche il collettore fognario chiamato *"galleria raccoglitrice generale"*, che partendo da Riva San Lorenzo procedeva lungo la sponda destra del fiume, a tratti in adiacenza al muraglione a tratti lungo le strade della città. La fognatura si estendeva oltre il ponte della ferrovia, attraversandolo sotto le mura dell'arcata destra, confluendo poco più a valle, alla foce del canale industriale. Tali lavori risolsero il problema delle piene dell'Adige ma aumentarono il rischio di allagamenti nella città antica a seguito di eventi temporaleschi estremi.
Di fatto con la realizzazione dei muraglioni il bacino morfologico convergente alla depressione di porta Borsari venne ampliato e i bacini fognari che erano prima separati in due porzioni furono uniti.

Poco dopo la realizzazione dei muraglioni e della *"galleria raccoglitrice generale"* sono segnalati allagamenti cronici nell'area depressa, come mostra questo quesito posto nel Consiglio Comunale del Comune di Verona del 1894: *"Consigliere Belviglieri. Io chiesi la parola per una raccomandazione ed una domanda. Ad ogni acquazzone, sia per insufficienza delle gallerie, sia per altra ragione a Porta Borsari manca lo smaltimento delle acque ed anche ieri sera esistevano le tracce dell'acqua, tanto sulle porte, come sui muri a 20 centimetri di altezza. Prego l'Assessore dell'Ufficio tecnico di vedere da che dipenda questo inconveniente."*

Per attenuare questi inconvenienti fu successivamente deviata la rete fognaria di Corso Borsari lungo Via Adua in modo da disconnettere una parte del bacino fognario dalla depressione di Porta Borsari.

Nel 1998 il Comune di Verona riorganizzò i sottoservizi di Corso Cavour e Via Diaz rifacendo anche le reti fognarie. Come mostrato di seguito tali interventi ridussero in alcuni casi la capacità di deflusso delle condotte e l'efficienza idraulica in alcuni punti singolari.



Bacino fognario scolante 191.800m^2 Il progetto prevedeva 174.000m^2 ma il Comune di Verona decise di estendere la rete fognaria nel tratto ovest di Corso Cavour aumentando l'area scolante (linea tratteggiata).

03



Bacino fognario scolante Riva San Lorenzo Area 102.693 m^2 (8.0 ha)
Bacino fognario scolante Via Adua/Piazzetta Sant'Eufemia Area 52.646 m^2 (9.8 ha)

04

PROBLEMATICHE IDRAULICHE

Dopo la costruzione dei muraglioni l'area è rimasta idraulicamente isolata dal fiume e risulta soggetta ad una maggior frequenza di allagamento. L'unica possibilità di scarico è rappresentata dal collettore fognario realizzato più di 100 anni fa, che oggi risulta sottodimensionato.
Quando la capacità di deflusso della rete fognaria uscente dall'area depressa è insufficiente ad allontanare i deflussi delle acque meteoriche che insistono sul bacino morfologico, le acque in eccesso convergono nella zona più depressa che coincide con la porta romana.

Tale convergenza avviene sia per ruscellamento superficiale delle acque meteoriche che non riescono ad essere raccolte dalla rete fognaria sia per il rigurgito della rete fognaria che in corrispondenza di eventi pluviometrici estremi va in pressione, con una piezometrica nelle condotte fognarie superiore alle quote stradali di Porta Borsari.

Fino ad una decina di anni fa la frequenza di allagamento era di circa una volta ogni dieci anni ma negli ultimi anni si è assistito ad un forte aumento della frequenza, tant'è che l'area viene allagata anche più volte in un anno.

Sottodimensionamento della rete fognaria

Nel 1998 a seguito del rifacimento dei sottoservizi di Corso Cavour e Via Diaz venne demolito il collettore fognario lungo Corso Cavour, sostituendolo con condotte circolari in calcestruzzo o PVC con dimensioni nettamente inferiori a quelle del vecchio collettore.

Anche il collettore del 1891 nacque sottodimensionato e di seguito è riportato un estratto del progetto della *"galleria raccoglitrice generale"* in destra idrografica relativo al dimensionamento delle condotte.

"Nella tabella seguente sono esposte le relative portate massime, le quali vennero calcolate ritenendo che la massima, sia data da un acquazzone, che in 30 minuti primi riversi uno strato di 30 millimetri d'acqua – della quale il 40 per 100 vada dispersa per filtrazione ed evaporazione, ed il 60 per cento debba essere convogliato dalle gallerie (veggasi parere del Consiglio superiore dei LL.PP, in data 26 marzo 1887.

Conseguentemente ogni metro quadrato verrebbe a dare durante il massimo acquazzone, una portata di m.c. 0.00001.

05. Riduzione della sezione di deflusso lungo la rete fognaria di Corso Cavour durante i lavori del 1998.



05

N. progressivo	PRINCIPIO	TERMINE	Lunghezza	PENDENZA DEL FONDO unitaria	PENDENZA DEL FONDO assoluta	PORTATA di cui deve essere capace per smaltire le acque del bacino	PORTATA di cui è realmente capace	Osservazioni
1	Vicolo Calcina	Via dietro S. Eufemia	346.95		0.303	1.74	1.80	
2	Via dietro S. Eufemia	Via Garibaldi	298.75	0.0014	0.615	2.24	2.24	
3	Via Garibaldi	Via Pigna	345.15		0.765	2.91	3.05	
					0.235			Salto in Adigetto

Tabella 1: Progetto della "galleria raccoglitrice generale" ; a destra calcolo delle portate delle tratte.

Le portate di progetto attuali determinate con un tempo di ritorno pari a 50 anni risultano praticamente il doppio rispetto a quelle determinate nel progetto della "galleria raccoglitrice generale" in destra idrografica. La teoria afflussi/deflussi del tempo era embrionale e mancavano certamente dati pluviometrici sulle reti urbane e sulla distribuzione pluviometrica nei vari territori.

Dalla modellazione idraulica risulta che la rete fognaria a valle della depressione di Porta Borsari è in grado di collettare circa 2.000 l/s, con funzionamento in pressione.

Inefficienze locali della rete

Dall'analisi della rete acque miste sono emerse alcune inefficienze locali che riducevano la capacità di deflusso nelle condotte. La principale inefficienza era rappresentata dal nodo idraulico tra Corso Cavour e Vicolo Riva San Lorenzo. Tale inefficienza è stata recentemente migliorata lavorando sulla morfologia del nodo e realizzando uno sfioratore di piena in Riva San Lorenzo.

Aspetti climatici

La causa più probabile dell'aumento della frequenza di allagamento negli ultimissimi anni va imputata alla variazione delle condizioni climatiche. A partire dal 2004 si osserva infatti una maggiore frequenza degli eventi convettivi estremi sull'area mediterranea e sul nord Italia. Tale incremento non sembra progressivo ma pare quasi si sia manifestato uno "shift" delle condizioni climatiche in cui si è passati in pochi anni da una fase a bassa frequenza ad una ad alta frequenza di eventi convettivi estremi, soprattutto sulla pedemontana veronese.

Questo incremento della frequenza di fenomeni convettivi estremi ha quindi un trend lento a lungo termine dovuto al riscaldamento globale, quindi dovuto alla maggior disponibilità di energia e umidità nell'atmosfera, e un trend più brusco dovuto probabilmente ad una nuova fase climatica nell'area Mediterranea ed Europea. Ovviamente questa nuova fase climatica potrebbe essere stata causata dal riscaldamento globale oppure far parte semplicemente della variabilità interna del sistema climatico.

In generale i fenomeni convettivi estremi dipendono dai seguenti fattori:

1. Disponibilità di energia che dipende sia dalla temperatura dell'aria che dall'umidità (calore latente);

2. Stabilità verticale dell'atmosfera. In genere, più marcato è il gradiente di temperatura tra il suolo e l'atmosfera minore stabilità avrà l'atmosfera per la maggior galleggiabilità dell'aria. Tuttavia, negli ultimi anni i peggiori fenomeni si sono verificati in corrispondenza del *"Warm Conveyor Belt"*, cioè il flusso meridionale d'aria calda e umida che precede il fronte freddo e che in genere è caratterizzato da una elevata stabilità. La stabilità di fatto concentra i fenomeni in punti singolari dove, per ragioni orografiche, geografiche o termodinamiche, avviene la rottura dello strato stabile e in cui tutta l'energia disponibile viene rilasciata. A valle dei punti di rottura si realizzano fenomeni intensi e spesso stazionari.

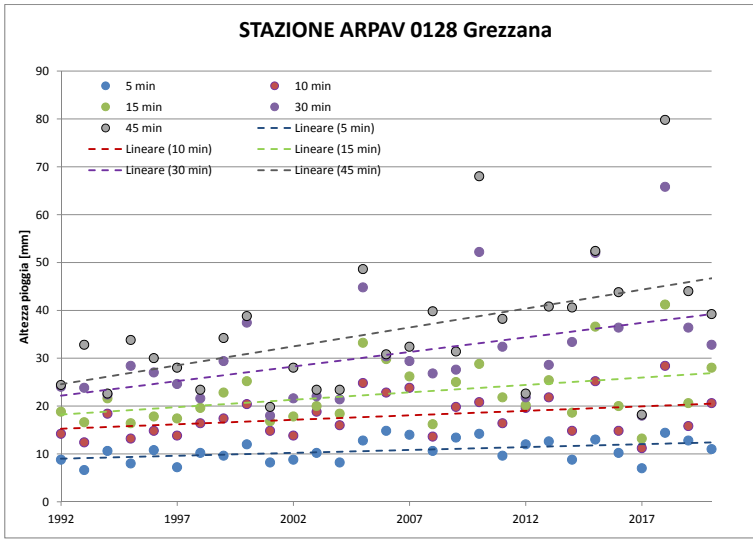
L'isola di calore prodotta dal tessuto urbano della città può rappresentare un elemento di innesco termodinamico dei fenomeni temporaleschi, in quanto produce un gradiente di temperatura più instabile rispetto alle aree rurali.

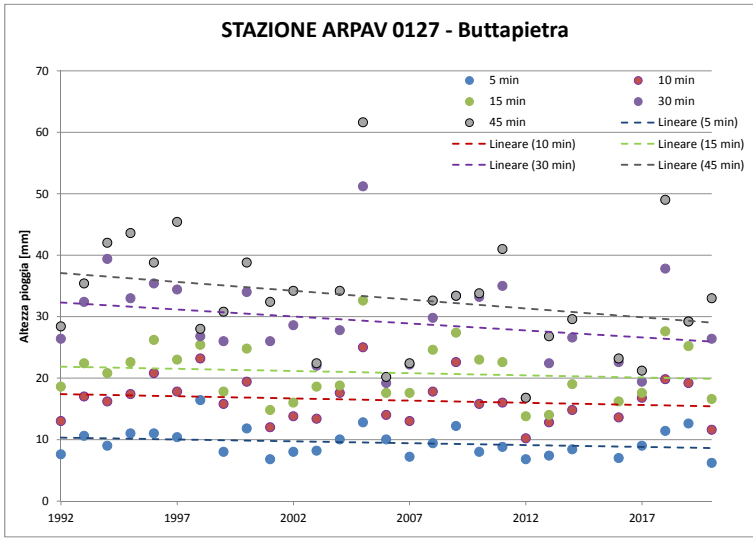
Analizzando i fenomeni di breve durata delle stazioni termo-pluviometriche dell'ARPAV si osserva in genere un forte incremento dei fenomeni sulla fascia pedemontana veronese e un lieve calo nella pianura centrale. L'isola di calore di Verona potrebbe essere la causa di questa tendenza su scala provinciale.
Lo *"shift"* climatico generale nell'area Mediterranea è correlato ad un maggior apporto di aria di origine tropicale e sub-tropicale di tipo caldo-umida in media e alta atmosfera sulle nostre regioni. Questa massa d'aria che sovra-scorre l'aria potenzialmente più fresca, presente nei bassi strati della nostra regione, conferisce da un lato maggior stabilità alla colonna d'aria ma dall'altro una maggior disponibilità di energia. I fenomeni tendono quindi a concentrarsi in punti singolari ove sussistono le condizioni di innesco del fenomeno convettivo, tra cui l'isola di calore della città di Verona e il fronte prealpino veneto.

Un incremento delle criticità idrauliche non c'è stato quindi solo nell'area di porta Borsari ma anche in altre zone della città come il quartiere di Veronetta e in generale in tutta l'area mediterranea.
Gli eventi meteorologici critici per la rete fognaria della zona di Porta Borsari sono quelli convettivi di breve durata (15-60 minuti) che si manifestano principalmente dal periodo tardo primaverile fino alla prima parte dell'autunno.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

La risoluzione delle problematiche idrauliche della depressione di Porta Borsari richiedeva necessariamente il potenziamento del drenaggio dell'area. Poiché era impensabile il rifacimento dell'intero collettore fognario a valle dell'area, l'unica soluzione risultata perseguibile riguardava il ripristino della possibilità di scarico nell'Adige, a gravità quando le condizioni idrometriche del fiume lo consentono ed in pressione durante il regime di piena del fiume.





06

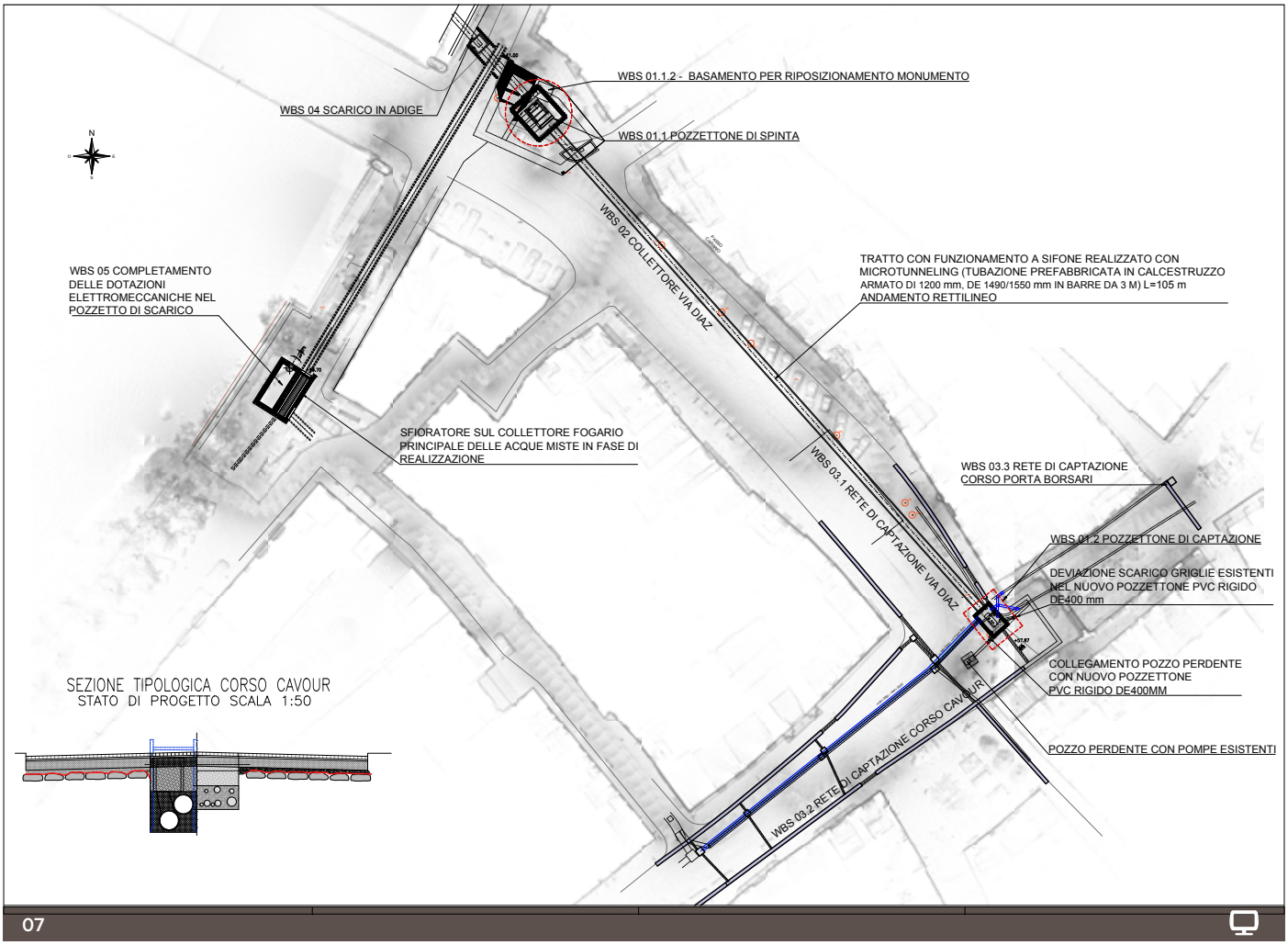
Il progetto di sistemazione dell'area ha quindi definito i seguenti interventi, elencati in ordine di importanza ed efficacia.

Nuova rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche

L'intervento riguarda la realizzazione di una nuova rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale nella depressione di Porta Borsari, dimensionata con una portata di almeno 3 m^3/s e con recapito delle acque direttamente nel fiume Adige

06. Massime precipitazioni annuali per brevi tempi di pioggia nelle stazioni ARPAV di Grezzana e Buttapietra.02: Reti fognarie costituite con la realizzazione dei muraglioni.

07. Planimetria generale degli interventi di realizzazione della nuova rete acque bianche.



07

attraverso uno scarico realizzato nel muraglione in destra idrografica a valle del Ponte della Vittoria. Il sistema di raccolta sarà affidato a griglie stradali disposte lungo Corso Porta Borsari, Via Diaz, Via Cantore e Corso Porta Borsari.

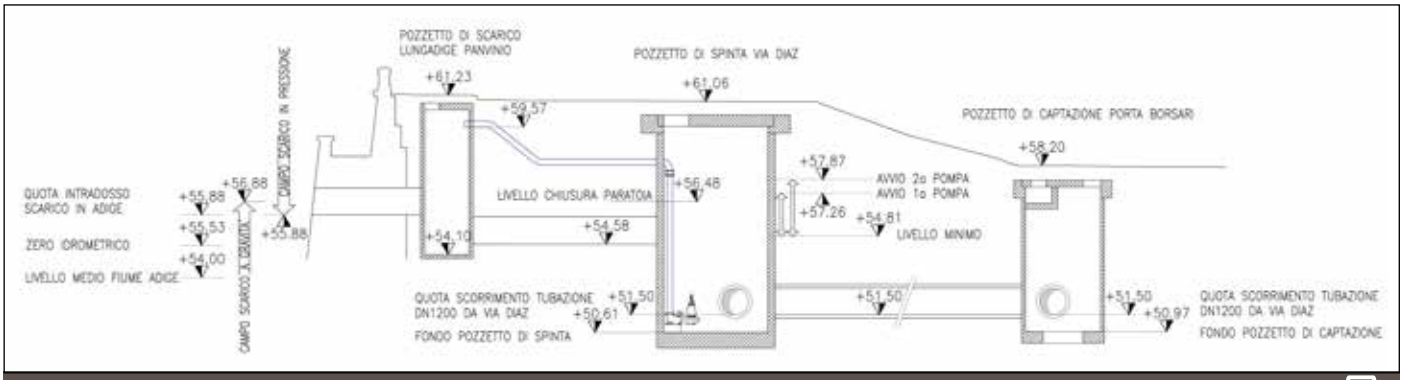
Lo scarico in Adige avverrà mediante la realizzazione di un collettore del diametro interno pari a 1200 mm con funzionamento a sifone al fine di sottopassare lo strato archeologico esistente nella zona. Lo scarico potrà avvenire a gravità quando le portate del fiume sono inferiori a 900-1000 m^3/s o in pressione mediante la realizzazione di un impianto di sollevamento. Lo scarico a gravità sarà presidiato da un sistema di chiusura ridondante mediante l'accoppiamento di una valvola antiriflusso e di paratoia murale ad azionamento motorizzato o manuale.
Si evidenzia che l'attuale drenaggio dell'area depressa di Porta Borsari da parte della rete fognaria acque miste sarà in parte mantenuto per le seguenti ragioni:

- Permettere la riduzione della piezometrica nella rete fognaria acque miste al fine di non far rigurgitare le acque all'interno degli edifici privati in caso di eventi pluviometrici eccezionali in cui la rete fognaria va in pressione, con una piezometrica superiore alla quota stradale.
- Disporre di un drenaggio di supporto o alternativo alla nuova rete acque bianche nel caso l'Adige non consenta lo scarico a gravità e l'impianto di sollevamento non sia in grado di far fronte alle portate della rete per insufficienza, rotture o malfunzionamenti.

Il collettore a sifone verrà realizzato con la tecnologia del microtunneling mediante la realizzazione di un pozzo di spinta in corrispondenza dell'aiuola tra Via Diaz e lungadige Panvinio, e un pozzo di arrivo in corrispondenza della depressione di Porta Borsari.

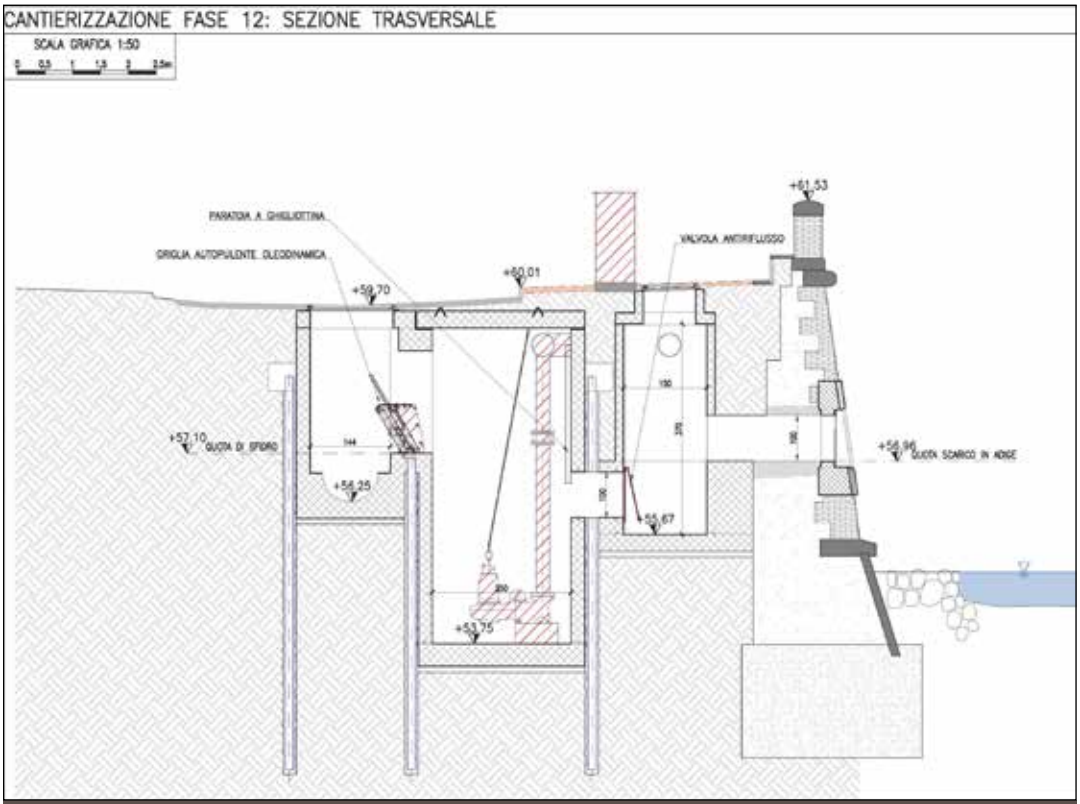


08



09

La principale problematica affrontata per la definizione dell'intervento ha riguardato l'interferenza archeologica presente soprattutto nei pozzetti di spinta e arrivo. La soluzione sviluppata in collaborazione con la Soprintendenza ha richiesto delle indagini preventive mediante scavi archeologici e numerosi sondaggi.



10

08. Sezione longitudinale del collettore di scarico in Adige.

09. Schema di funzionamento dello scarico in Adige.

10. Sezione trasversale del nuovo sfioratore di Riva San Lorenzo.

11. Nodo idraulico Corso Cavour – Vicolo Riva San Lorenzo prima e dopo gli interventi.

Relativamente a questo intervento è stata conclusa la progettazione definitiva/esecutiva e l'opera dovrebbe essere appaltata entro il 2021.

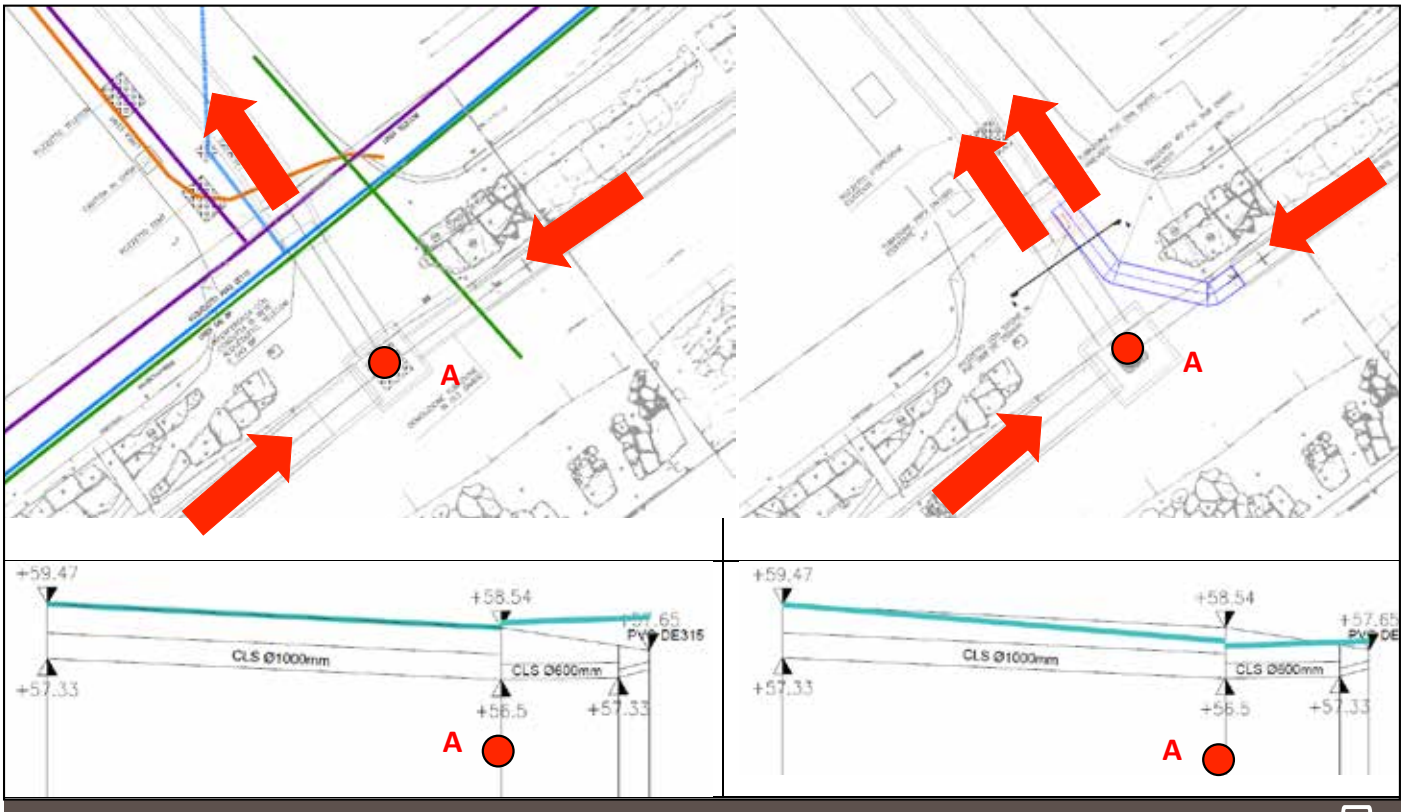
Realizzazione di uno sfioratore di piena sulla rete fognaria acque miste

L'intervento riguarda la realizzazione di uno sfioratore di piena nel collettore principale fognario delle acque miste in prossimità di Riva San Lorenzo, necessario non solo per aumentare la capacità di deflusso della rete fognaria di Corso Cavour e Corso Porta Borsari ma anche per sgravare il collettore a valle di Riva San Lorenzo, al fine di ridurre il rischio idraulico in altre zone della città antica di Verona. Lo sfioro è dotato di un sistema di grigliatura con pulizia automatica.

L'intervento è in corso di completamento e con un evento caratteristico con TR pari a 50 anni permetterà di scaricare in Adige circa 900 l/s, con un rapporto di diluizione superiore a 100.

Interventi locali di efficientamento della rete

Tra questi interventi il principale riguarda la sistemazione del nodo idraulico tra il collettore fognario principale proveniente da Corso Cavour e l'immissione del ramo fognario secondario proveniente dalla zona di Porta Borsari.
In questo nodo a "T" convergevano contrapposte le condotte del collettore principale di Corso Cavour e la condotta che drena la depressione di Porta Borsari. Il collettore proveniente da Corso Cavour, sottodimensionato, in caso di eventi pluviometrici convettivi eccezionali, lavora in pressione con una piezometrica che tende a raggiunge il piano stradale. La contrapposizione della corrente nelle condotte produce una perdita di carico rilevante nel ramo proveniente da Porta Borsari, invertendo il flusso idraulico.
L'intervento di risagomatura del nodo con una confluenza concorde e la realizzazione poco più a valle dello scolmatore riducono la piezometrica nel nodo migliorando sensibilmente il deflusso delle acque dalla depressione di Porta Borsari.

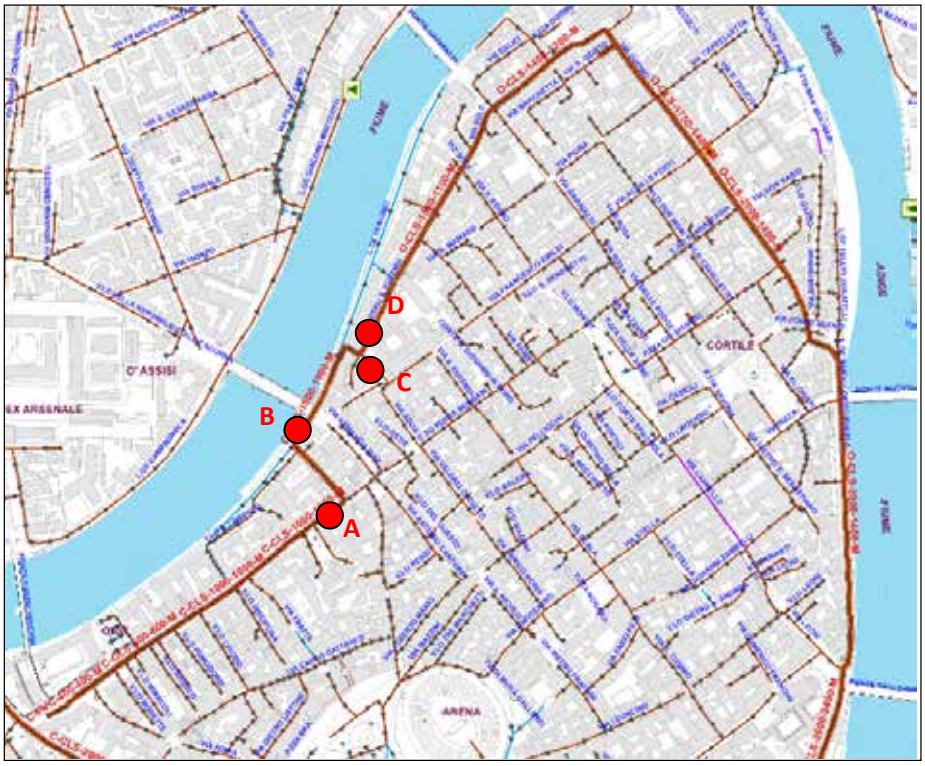


PORTATE DI PROGETTO

Complessivamente il bacino afferente alla depressione di Porta Borsari ha un'estensione di 153.672 m^2 con un coefficiente di deflusso pari a 0.91. All'interno del bacino non sono presenti stazioni pluviometriche. Le stazioni ARPAV più vicine sono quelle di Verona – Parco Adige nord, Buttapietra, Grezzana, Marano di Valpolicella, San Pietro in Cariano, Colognola ai Colli ed Illasi. Nel 2019 l'associazione APS Estremi di Meteo4 ha installato in collaborazione con il Comune di Verona una stazione meteorologica in Via Degli Alpini a poche centinaia di metri dal bacino.

Purtroppo, le stazioni più vicine, quella ARPAV di Verona - Parco Adige nord e quella di Via degli Alpini sono recenti e non hanno una serie pluviometrica significativa.

Le altre stazioni hanno serie trentennali che tuttavia si ritengono ancora poco significative soprattutto in relazione allo "shift" climatico dei primi anni 2000. Bacini urbani o idrografici di piccole dimensioni sono sensibili agli eventi pluviometrici convettivi.



TR 50 anni	Area [m^2]	L_{out} [m]	L_{in} [m]	T_c [minuti]	Q [l/s]
Nodo A (Bacino Corso Cavour)	82154	15	513	10.08	3565
Nodo B (Bacino Corso Cavour + Porta Borsari)	102693	15	681	12.28	4128
Nodo C (Bacino Corso Porta Borsari – Via Adua)	52673	15	406	8.58	2434
Nodo D (Bacino Complessivo)	153672	15	791	13.63	5931

Tabella 2: Calcolo dei tempi di corrivazione e delle portate caratteristiche per i vari TR

Spesso si tratta di fenomeni che avvengono su scale di pochi chilometri o in alcuni casi di poche centinaia di metri con distribuzione delle precipitazioni fortemente disomogenea. La rete termo-pluviometrica ARPAV ha un passo di circa 15 km e questi fenomeni nella maggior parte dei casi non vengono rilevati. Ad esempio l'evento a che ha interessato la Valpolicella il 1 settembre 2018 non è stato rilevato dalla rete ARPAV.

Per la definizione delle portate caratteristiche si è scelto quindi di considerare la stazione ARPAV di Grezzana, non perché vicina all'area, ma perché è quella che negli ultimi anni, dopo il cosiddetto "shift" climatico, è riuscita a registrare il maggior numero di eventi convettivi estremi.

Con il completamento degli interventi la portata uscente dalla depressione di Porta Borsari sarà incrementata dagli attuali 2.000 l/s fino a circa 6.400 l/s, corrispondenti alla somma delle portate dello sfioratore, della nuova rete acque bianche e dell'antico collettore delle acque miste. ■

PIANO DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO

INTERVENTI PER LA DIFESA IDRAULICA DELLA CITTA' DI OLBIA

- **Ing. Simone Venturini***
  Ingegnere idraulico,
  Consigliere delegato, Direttore Tecnico presso Technital S.p.A.,
  laureato presso la Facoltà di Ingegneria, sezione Idraulica, dell'Università di Padova
  (simone.venturini@technital.it)

- **Ing. A. Cacciatori***
  Ingegnere idraulico,
  Quadro presso Technital S.p.A.,
  laureato presso la Facoltà di Ingegneria, sezione Idraulica, dell'Università di Padova
  (alessandro.cacciatori@technital.it)

- **Ing. A. Tittonel***
  Ingegnere Ambientale,
  Impiegato presso Technital S.p.A.,
  laureato presso la Facoltà di Ingegneria Civile, sezione Ambiente e Territorio, dell'Università di Padova
  (alessandro.tittonel@technital.it)

*Technital S.p.A.,
Via Cattaneo 20, 37121 Verona
www.technital.net

PREMESSA

Il centro urbano di Olbia è storicamente soggetto ad allagamenti in occasione di eventi pluviometrici intensi che generano piene improvvise lungo i principali corsi d'acqua urbani (riu Seligheddu, riu Gadduresu, riu San Nicola – Zozò).
In particolare, come noto, Olbia è stata colpita da un grave evento alluvionale il 18 novembre del 2013 (denominato Cleopatra), a seguito del quale, l'Autorità di Bacino della Regione Sardegna (Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, ARDIS) ha intrapreso, in collaborazione con il Comune, a partire dal 2014, uno studio di variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), al fine di individuare un complesso di interventi per la messa in sicurezza dal rischio idraulico del centro urbano di Olbia.



01

01. Immagine satellitare del ciclone Cleopatra (18 Novembre 2013)



02

Alla luce delle criticità emerse nel “Progetto Mancini” e della forte opposizione alla realizzazione degli interventi (soprattutto le vasche di laminazione in città, nel contesto urbano di Olbia), il Comune di Olbia ha inteso sviluppare una soluzione progettuale “alternativa”.

Il Raggruppamento Temporaneo di Progettisti (di seguito RTP) costituito dalle società Technital S.p.A. di Verona (Capogruppo), Beta Studio S.r.l., Politecnica - Ingegneria e Architettura, Società cooperativa, e Metassociati S.r.l., a seguito di un’avvenuta procedura di gara, è stato incaricato della redazione dello “Studio di fattibilità” degli interventi alternativi necessari alla mitigazione del rischio idraulico del territorio comunale.

Nel 2014 è stato redatto lo Studio di fattibilità e, sulla base delle risultanze di questo studio, il Comune di Olbia ha sviluppato il Progetto Definitivo degli interventi, suddiviso in 4 lotti, ed il relativo Studio di Impatto Ambientale, con il coordinamento tecnico e scientifico del Prof. M. Mancini del Politecnico di Milano.

La Regione Sardegna, nel frattempo subentrata al Comune – per commissariamento - nella titolarità del progetto, con delibera n.1 del 26.05.2015, ha approvato il Progetto come “Quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico” (che nel seguito si indicherà genericamente con il nome “Piano Mancini”), già approvato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino. Tale Progetto è stato successivamente contestato e criticato attraverso numerose osservazioni (emerse anche nel corso della presentazione pubblica del Progetto e del relativo SIA).

Il Progetto Mancini è stato fin da subito osteggiato per il rilevante impatto che esso avrebbe comportato sulla città sia per la creazione delle vasche di laminazione a ridosso delle case sia anche per gli allargamenti, di rilievo, dei canali urbani, in particolare del riu Seligheddu la cui sezione sarebbe passata da 12-15 m a 40. Il rifacimento poi di ben 53 ponti in città avrebbe esposto la popolazione ad un cantiere insostenibile, di rilevante impatto sulla viabilità urbana, di fatto bloccando la città per molti anni.

In detto studio, l’RTP Technital ha proposto un approccio teso a conciliare le soluzioni tecniche delle problematiche legate alla mitigazione del rischio idraulico, individuando opere che rispondessero alle esigenze di inserimento in un contesto particolare come quello della città di Olbia, con interventi che risolvessero le criticità emerse nel “Progetto Mancini”, prime fra tutte l’allargamento non sostenibile dei canali e il rialzo di muri di sponda (in elevazione rispetto al piano campagna) che avrebbero alterato il rapporto della città con i suoi canali.

Lo studio è stato focalizzato sull’individuazione di una soluzione che, già nella fase della “fattibilità”, consentisse al Comune di Olbia di confrontarsi e interagire con quella già definita dalla Regione Sardegna e, all’atto di affidamento dell’incarico al RTP Technital, già approvata, ri-orientando la stessa verso una soluzione unitaria e condivisa dai diversi soggetti comunali e regionali formalmente interessati alla realizzazione dell’intervento.

Il processo tecnico di analisi è stato basato su una visione multidisciplinare del problema, introducendo nell’analisi, oltre alla disciplina idraulica come componente importante di una procedura tecnica, altre componenti disciplinari degli assetti territoriali, indispensabili per definire gli scenari di progetto e permettere la condivisione sociale: l’urbanistica, il paesaggio, la mobilità, il sistema dei servizi urbani, l’aspetto ambientale.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE


03

Olbia è situata sulla costa nord-orientale della Sardegna, ed è, dopo Sassari, la città con il maggior numero di abitanti del nord della Regione (60.345 abitanti - Istat 2017) e tra le più grandi in Sardegna. Il suo territorio, di 376 km^2 di superficie, è caratterizzato da una piana di origine alluvionale, racchiusa da un arco di rilievi i cui lineamenti strutturali granitici sono tipici del territorio gallurese. Il territorio di Olbia è delimitato a Nord dal territorio del Comune di Arzachena, ad Est dal mare, a Sud dal territorio di Loiri Porto san Paolo e ad Ovest da quello di Monti, Padru e S. Antonio di Gallura.
La città è stata fondata nel IV secolo a.C. dai fenici e l'entroterra e il mare conservano numerose tracce del passato.

Caratteri demografici

La città di Olbia ha un notevole indice di incremento demografico e sono rilevanti i cambiamenti socio-demografici che stanno interessando la città in questi ultimi decenni, ormai quarta città della Sardegna.
Ogni anno si registra un aumento demografico, attestato intorno alle 900 unità, nel numero dei domiciliati in città. Alla luce di questi dati è realistico pensare che, tra una decina di anni, la città conterà 10mila abitanti in più.

Caratteri metereologici

Il regime delle precipitazioni dell'area è alquanto scarso ed irregolare. Questa disomogeneità delle precipitazioni (dovuta anche alle condizioni geomorfologiche locali e altimetriche eterogenee) condiziona le portate dei corsi d'acqua e delle sorgenti. Il massimo delle piogge corrisponde al periodo autunno-inverno, con una stasi intermedia verso gennaio.
La piovosità media annua è compresa tra 600 e 900 mm, con i valori maggiori generalmente in corrispondenza dei mesi di novembre e di dicembre. Per la descrizione dei parametri della piovosità dell'area olbiese, nel corso dello studio sono stati presi come riferimento quelli della stazione di Putzolu, la cui altitudine è di 100 m s.m.m., distante dal mare 8,5 km; i dati sono riferiti allo Studio Idrologico della Sardegna svolto dall'EAF, per il periodo compreso tra il 1922 e il 1992 (70 anni).
La stazione di Putzolu è stata preferita alla stazione di Olbia sia perché fornisce dei valori più cautelativi, ma anche perché i dati sono sicuramente più completi ed affidabili. La somma delle precipitazioni medie mensili fornisce le precipitazioni medie annue che sono 795 mm/a; il mese più piovoso è stato dicembre 1972 con 513,3 mm di pioggia. La stazione di Putzolu non dispone dei dati giornalieri. Tali dati sono estrapolati dalla stazione San Pantaleo.
Il giorno più piovoso (tra quelli registrati) è il 21 ottobre del 1978 con 146 mm di pioggia, mentre la sequenza di 5 giorni più piovosi si è verificata dal 18 al 22 febbraio 1979, con 284 mm. Per quanto riguarda le temperature, il mese più freddo risulta essere gennaio con temperatura media di 8,6° mentre il più caldo è agosto con temperature medie intorno a 25,4° e medie annuali di 16°.

02. Allagamento nelle strade di Olbia (Cleopatra 18 Novembre 2013)

03. La città di Olbia ed il restrostante bacino imbrifero



04

Il golfo di Olbia rappresenta la più importante tra le coste a rias della Sardegna; si tratta di paleo alvei fluviali sottoposti a ingressione marina, attualmente in gran parte colmati da sedimenti litorali e deltizi. La ria di Olbia, ad allungamento E-W, presente sul fondo dei canali di accesso portuale, quello mediano situato tra la riva settentrionale ed il delta del rio Padrongianus.

Questo delta si estende per circa 2 km all'interno della ria, mentre alcuni rami secondari sfociano nella parte esterna (Punta Saline).

L'area antropizzata, in corrispondenza degli insediamenti urbani, interessa la parte più confinata della ria, con strutture portuali e la canalizzazione di molti corsi d'acqua spesso utilizzati per i reflui urbani.

Inquadramento paesaggistico

Il Comune di Olbia è compreso all'interno di due ambiti di paesaggio previsti dal PPR (Piano Paesistico Regionale): il n. 17 "Gallura costiera orientale" (che interessa il settore nord-occidentale del territorio comunale) e il n. 18 "Golfo di Olbia" (che interessa il restante territorio comunale, estendendosi anche sull'isola amministrativa di Berchiddeddu e sulle isole di Tavolara e Molara).

Il contesto paesaggistico complessivo dell'area di intervento del sistema olbiese non si differenzia da quelli che sono i caratteri tipici dell'ambiente della regione storica della Gallura. Questa regione è un ampio bacino granitico originatosi nel Periodo Carbonifero (345-280 milioni di anni), il paesaggio è prevalentemente montuoso e collinare; le cime più elevate si trovano sul massiccio del Limbara che raggiunge la quota massima con P.ta Balistreri a 1365 metri.

Da questa posizione le colline, decrescendo, arrivano fino alle pianure marine. La costa orientale della Gallura è caratterizzata da una conformazione che si presenta secondo profondi e articolati sistemi di insenature dette rias, la più importante in termini dimensionali è quella del Golfo di Olbia.

04. Idrografia e Piano Stralcio delle fasce Fluviali del Comune di Olbia: Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico- operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali

Idrologia ed idrografia

L'esame della rete idrografica del territorio olbiese rivela come l'andamento e la forma dell'alveo dei corsi d'acqua, risentano delle caratteristiche tettoniche e soprattutto di quelle litologiche.

Il controllo strutturale viene evidenziato da variazioni improvvise della direzione di scorrimento di alcuni corsi d'acqua in corrispondenza di faglie tettoniche. Inoltre, i corsi d'acqua impostati su litotipi litoidi si presentano poco sviluppati e a basso grado di gerarchizzazione, mentre quelli impostati sui depositi terrigeni, presentano un reticolo più sviluppato ed una configurazione che si può definire dendritica.

I deflussi idrici sotterranei, dalle osservazioni compiute, sembrano avere in generale le stesse direzioni di quelli superficiali: si ritiene cioè che bacino idrografico e idrogeologico siano in linea di massima coincidenti.

Tale ipotesi, probabilmente non può intendersi completamente valida nell'area urbana e industriale; infatti, la piana di Olbia può essere rappresentata come un grande catino, dove le falde acquifere sotterranee, specialmente nei periodi particolarmente piovosi, possono convergere tra di loro, anche in virtù della scarsa velocità di filtrazione.

Le carenze strutturali della rete interna dei canali di Olbia

Le analisi condotte sulle condizioni di deflusso delle portate di piena che hanno interessato i corsi d'acqua cittadini nell'evento di Cleopatra del 2013 hanno mostrato chiaramente come l'insufficienza dei corsi d'acqua e delle loro sezioni all'interno della città fosse (e purtroppo ancora è) di assoluto rilievo.

La foto qui riportata, ubicata nel tratto poco a valle del ponte di Via Vittorio Veneto – il cui rilevato di accesso venne abbattuto dalla piena del 2013 - mostra gli effetti della furia della corrente e la distruzione che essa provocò sulle sponde in calcestruzzo del riu Seligheddu: una furia amplificata dalla inadeguatezza delle sezioni del fiume all'interno del quale la corrente assunse velocità talmente elevate da sradicare anche le pareti di cemento o pietrame cementato.



05

L'insufficienza idraulica di tutti i canali all'interno della città è notevole sia in relazione all'evento di Cleopatra sia in generale agli eventi di piena associati a un tempo di ritorno di 200 anni assunti a riferimento dalle norme tecniche del PAI per i corsi d'acqua del reticolo idrografico regionale come sono quelli che interessano la città di Olbia.

Si tratta spesso di un vero e proprio disordine idraulico, con restringimenti non accettabili dei canali, manufatti di attraversamento del tutto non adeguati e tombamenti privi di criterio idraulico.

Nell'analisi dello stato attuale del reticolo fluviale svolta del professor Mancini nell'ottobre del 2014, quindi pochi mesi dopo l'alluvione di Cleopatra, sono state determinate le portate massime smaltibili dalle sezioni dei corsi d'acqua: essi risultano decisamente inferiori alle portate massime di piena con tempo di ritorno 50 e 200 anni prevedibili per i corsi d'acqua cittadini.

L'analisi condotta dal professor Mancini relativamente allo stato attuale del reticolo fluviale è una affidabile descrizione dello Stato di fatto (e precedente) del reticolo idrografico alla data dell'evento Cleopatra.



06



07

05. La distruzione delle sponde del riu Seligheddu a causa della furia della corrente dell'evento 2013

06. Attraversamento sul riu Gadduresu, con riduzione di sezione

07. Attraversamento sul riu san Nicola, con riduzione di sezione

Dalle tabelle che seguono si evince come la portata massima smaltibile da tutti i corsi d'acqua del centro cittadino in diverse sezioni indicate con la sigla ID, appaia sensibilmente inferiore alla massima portata prevedibile lungo il corso d'acqua per eventi di piena con tempo di ritorno 50 anni (come fu l'evento di Cleopatra) e 200 anni.

In rosso sono indicati i valori delle portate associate a tempi di ritorno di 50 e 200 anni che eccedono (talora in modo rilevante) il valore della massima portata smaltibile (QSM).

Fiume	Affluente	ID	Tipologia Sezione	dimensioni [m]	QSM [mc/s]	$Q_{pr\ TR50}$ [mc/s]	$Q_{pr\ TR200}$ [mc/s]
Riu Paule Longa		B1.2	rettangolare	3.5x2	15	25	36
		B1.1	rettangolare	2.9x1.6	10	20	29
Riu Seligheddu		B2.1	trapezia	4x1	10	187	273
		B2.2	trapezia	5.5x0.6	10	187	273
		B2.3	trapezia	10x1	20	187	273
		B2.4	trapezia	6x0.5	5	187	273
		B2.5	rettangolare	4.5x0.3	5	187	273
		B2.6	trapezia	8x2.3	75	187	273
		B2.7	trapezia	8x2.3	60	187	273
		B2.8	trapezia	8x2.3	65	187	273
		B2.9	trapezia	8x2.3	75	194	285
		B2.10	trapezia	8x2.3	65	194	285
		B2.11	trapezia	9.5x2.5	85	194	285
		B2.12	trapezia	9.5x2.5	70	194	285
		B2.13	trapezia	15x2	65	194	285
		B2.14	trapezia	15x2	65	225	331
		B2.15	trapezia	18x2	70	225	331
		B2.16	trapezia	18x1.7	85	225	331
		B2.17	trapezia	17x2	115	225	331
		B2.18	trapezia	22.5x1.9	170	225	331
	Riu Tannaule	B2.19	trapezia	2x1.5	3	14	20
		B2.20	trapezia	5x1.5	6.5	14	20
Riu Gadduresu		B3.1	trapezia	1x0.6	4	24	35
		B3.2	rettangolare	4x0.4	2.5	24	35
		B3.3	trapezia	4x0.5	2.5	24	35
		B3.4	trapezia	3x1	5	24	35
		B3.5	trapezia	5x2	25	24	35
		B3.7	trapezia	5x2	40	31	45
		B3.8	rettangolare conduit	6x2.3	35	31	45
		B3.9	rettangolare conduit	6x2.3	35	31	45
		B3.10	rettangolare conduit	6x2.3	30	31	45
		B3.11	rettangolare conduit	6x2.3	35	31	45
		B3.12	rettangolare conduit	6.5x2	40	31	45
		B3.13	rettangolare conduit	6x2	40	31	45
		B3.14	rettangolare	8x2	45	37	54
		B3.15	rettangolare conduit	9x2	45	37	54

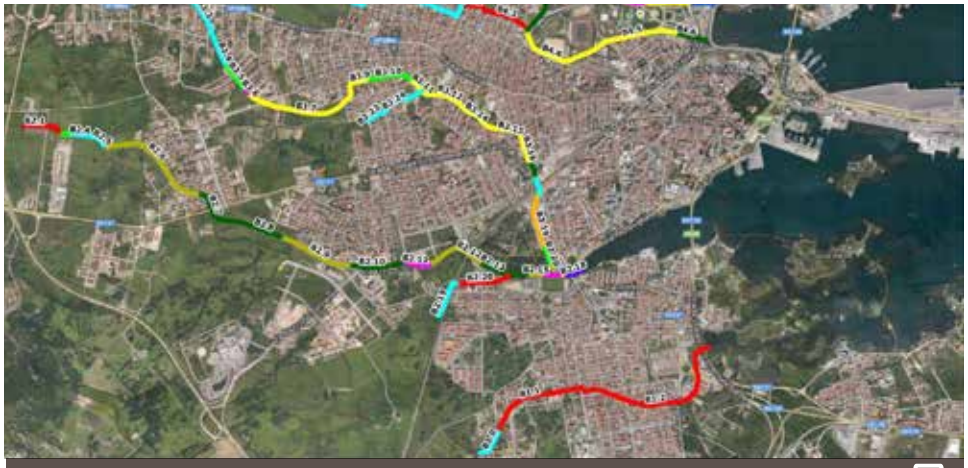
08

Particolarmente grave appare la situazione lungo il Rio Seligheddu dove in tutte le sezioni, comprese quelle del suo affluente riu Tannaule, si ha una insufficienza di capacità di portata assolutamente rilevante dovuta a sezioni idrauliche troppo piccole e ristrette rispetto alla massima piena prevedibile.

In particolare, nelle sezioni prossime alla foce, dove comunque la sezione del Rio Seligheddu aumenta di estensione, le portate massime smaltibili sono pari a 1/3 o anche meno delle portate massime previste dal prof. Mancini con tempo di ritorno 50 e 200 anni. Si noti infatti come nelle sezioni del riu Seligheddu più a valle (ove le portate prevedibili sono maggiori perché maggiore è il bacino contribuente) la differenza tra la portata TR50 (che grossomodo è stata quella che si è verificata nell'evento del 2013) e quella massima smaltibile è rilevante ed è riportata in termini percentuali nella tabella che segue:

sezione del riu Seligheddu	ubicazione	Portata massima smaltibile (m^3/s)	Portata TR50 (m^3/s)	Portata TR200 (m^3/s)	capacità di portata rispetto a TR50
B2.12	inizio via Belgio	70	194	285	36%
B2.13	fine via Belgio	65	194	285	34%
B2.14	tratto terminale da confluenza Tannaule alla foce - zona stadio	65	225	331	29%
B2.15	tratto terminale da confluenza Tannaule alla foce - zona stadio	70	225	331	31%
B2.16	tratto terminale da confluenza Tannaule alla foce - zona stadio	85	225	331	38%
B2.17	tratto terminale da confluenza Tannaule alla foce - zona stadio	115	225	331	51%
B2.18	foce	170	225	331	76%

10



09

Si noti in particolare come, in corrispondenza della sezione B2.14 alla confluenza del riu Tannaule nel riu Seligheddu si sia riscontrata la carenza maggiore, con una capacità di portata del riu Seligheddu pari a meno del 30% della portata TR50.Ciò significa che il 70% della portata (cioè più del doppio della portata che rimase all'interno dell'alveo) fluì al di fuori del letto del fiume: un evento di tal fatta non ha eguali in recenti eventi alluvionali in Italia.

Analoga insufficienza è rilevabile anche negli altri corsi d'acqua cittadini come il riu Gadduresu, il canale Zozò il Rio San Nicola ed il riu Tilibas.

08. Massime portate del Rio Seligheddu e del Rio Gadduresu confrontate con le massime portate prevedibili con tempo di ritorno 50 e 200 anni

09. Distribuzione delle sezioni di calcolo della portata lungo i corsi d'acqua urbani

09. Analisi della capacità di portata del riu Seligheddu in alcune sezioni di calcolo

L' ALLUVIONE CLEOPATRA DEL NOVEMBRE 2013

L'evento alluvionale del 18 Novembre 2013 è stato senza dubbio il più importante e catastrofico degli ultimi decenni che ha colpito gran parte del territorio della Regione Sardegna ed in particolare la parte nord-ovest nei bacini idrografici del Cedrino e del Liscia.

L'evento estremo è stato ben studiato e documentato sia dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Sardegna, che ha analizzato da un punto di vista meteorologico lo sviluppo e la dinamica della precipitazione, sia nell'ambito dello Studio per il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico in cui è stato eseguito uno studio ad hoc per l'analisi idraulica dell'evento di Piena.

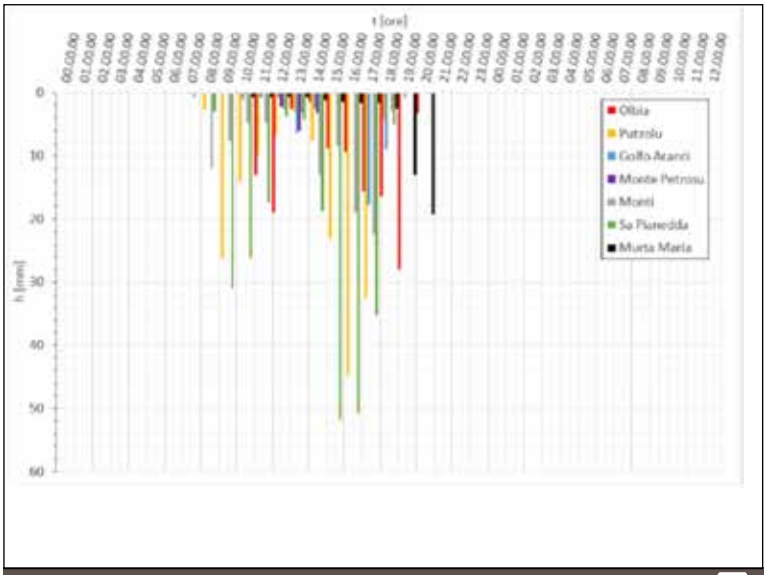
Le precipitazioni più intense hanno interessato la Sardegna Orientale, dal bacino del Flumendosa al bacino del Liscia, e vaste aree del Campidano, dalla bassa valle del Cixerri all'alto Oristanese. Nei due giorni precedenti, l'area costiera della Gallura era già stata interessata da precipitazioni che il giorno 16 avevano interessato anche le Baronie e la Barbagia di Nuoro, e che, a Siniscola, hanno raggiunto valori superiori a 100 mm. Nelle aree interessate dall'evento sono presenti stazioni di rilevamento della Direzione Generale agenzia Regionale del Distretto idrografico della Sardegna, appartenenti alla rete con registrazione digitale e trasmissione dei dati via radio e stazioni della rete di tipo tradizionale.

La figura seguente riporta gli ietogrammi di pioggia delle stazioni pluviografiche nell'area di Olbia gestite da ARDIS integrate con le stazioni dall'ENAS per l'evento del 18 Novembre 2013.

Complessivamente, durante l'evento la precipitazione cumulata giornaliera è stata di 117,6 mm di pioggia al pluviografo di Olbia e ben 172,5 mm per il pluviometro di Putzolu. Le analisi condotte mostrano, per l'evento del 18 novembre 2013, una frequenza di accadimento prossima ad un tempo di ritorno di circa 200 anni per le durate da 1 a 12 ore per la stazione di Putzolu, mentre per la stazione di Olbia l'evento mostra una frequenza di accadimento prossima ad un tempo di ritorno di circa 50 anni per le durate da 1 a 6 ore.

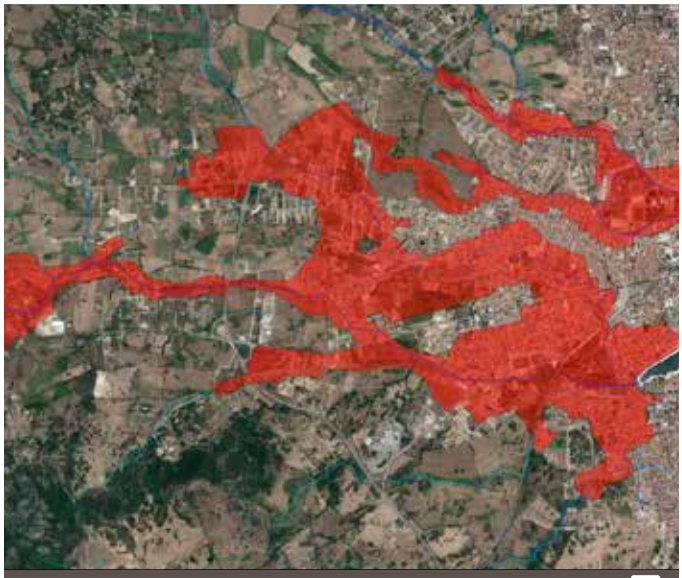
A seguito dell'evento alluvionale sono state perimetrate dall'ufficio tecnico del Comune di Olbia le aree interessate da allagamenti nel centro urbano di Olbia.

Sono inoltre disponibili, a seguito della procedura di censimento danni, i livelli che si sono manifestati all'interno di abitazioni e strutture.



11

Il complesso dei dati disponibili ha permesso di avere la definizione planimetrica delle aree allagate e, seppur in modo approssimato, dei tiranti idrici massimi che si sono registrati durante l'evento come riportato nell'immagine seguente.

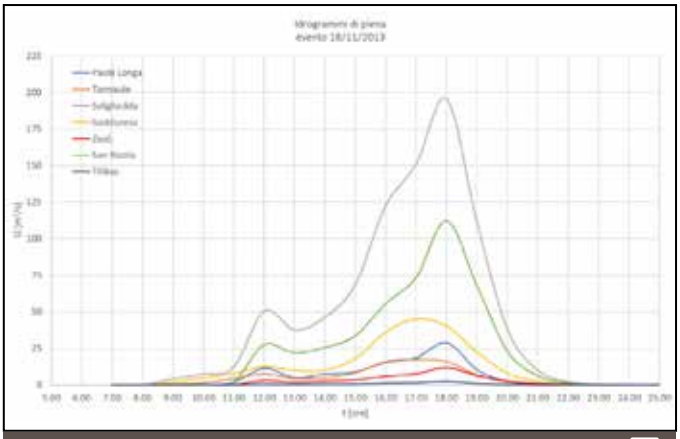


12

11. Ietogrammi di pioggia nelle principali stazioni pluviografiche del Nord Sardegna

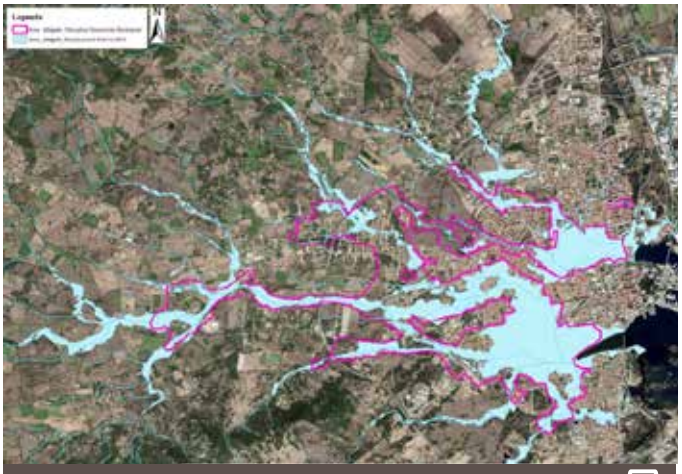
12. Aree allagate nella città di Olbia durante l'evento Cleopatra (16-18 Novembre 2013) – Fonte: Comune di Olbia

L'evento di pioggia ha generato idrogrammi di piena che nel corso dello studio sono stati ricostruiti mediante analisi idrologica con modello HEC – HMS, come indicato in Figura 13.



13

La loro propagazione mediante modello HEC RAS 2D nei canali urbani ha consentito di generare le aree di allagamento che sono state confrontate con quelle mappate dal Comune di Olbia e dalla Regione Sardegna.



14

13. Idrogrammi di piena dell'evento Cleopatra ricostruiti mediante analisi idrologica con HEC-HMS.

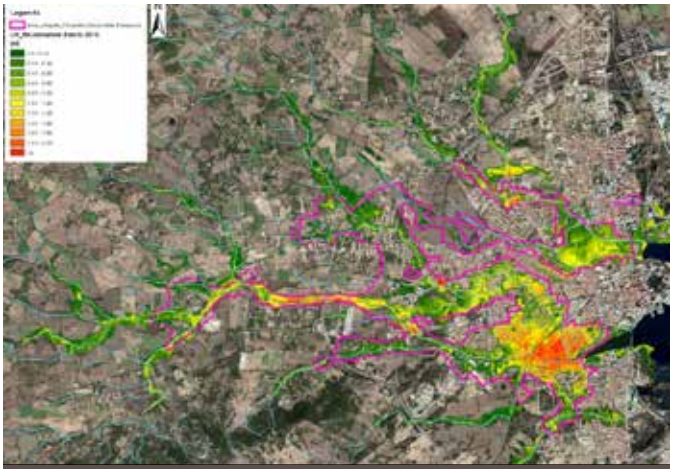
14. Mappatura delle aree di allagamento condotta dal Comune di Olbia e da Regione Sardegna (in fuxia il perimetrato di allagamento indicato dal Comune di Olbia, in azzurro l'area perimetrata nelle modellazioni Technital)

15. Distribuzione delle aree di allagamento e relativi tiranti ricostruita da Technital et alii nel corso della redazione della variante generale al PAI

È da osservare come nel corso dell'evento, oltre ad esondare i canali urbani principali, anche la rete di drenaggio interna alla città, per effetto delle piogge zenitali, andò in crisi.

La ricostruzione delle aree di allagamento e dei relativi tiranti condotta da Technital et alii nel corso della redazione della variante al PAI ha consentito di ottenere una buona corrispondenza tra l'estensione delle superficie allagate ottenute per simulazione e dedotte dalle perimetrazioni svolte, con sopralluoghi e testimonianze, dopo l'evento di Cleopatra.

Le differenze che si notano in alcune aree sono per lo più imputabili a locali modesti allagamenti dovuti alla non funzionalità della rete di drenaggio minore urbana che non è riuscita a smaltire le acque zenitali.



15

LA SOLUZIONE PROGETTUALE

Per far fronte alla grave carenza della rete urbana dei canali (in particolare del riu Seligheddu) lo studio condotto dal RTP Technital ha posto a confronto diverse soluzioni.

La scelta della soluzione ottimale è stata operata mediante l'applicazione di una analisi multicriteriale.

La soluzione ritenuta ottimale si compone dei seguenti elementi:

1. Un nuovo canale scolmatore, parzialmente in galleria di lunghezza 11.400 m, con sviluppo a gronda della città e passaggio sotto le quote di talweg dei corsi d'acqua confluenti in città;

2. Una doppia vasca di laminazione sul Rio Seligheddu di volume complessivo pari a 600.000 m^3

3. Opere di adeguamento dei canali e delle opere di attraversamento in città.

Il canale scolmatore

Lo scolmatore, prevalentemente in galleria, rappresenta l'opera principale della proposta. Le portate di tutti i rii intercettati vengono deviate nello scolmatore, lasciando defluire a valle solo una modesta portata per assicurare il deflusso minimo vitale al tratto urbano del corso d'acqua. Lo scolmatore ha una lunghezza complessiva di circa 11.400 m, suddiviso in due tratti così articolati:

- "Scolmatore 1", compreso tra il rio san Nicola e lo scarico nel Padrongianus (ramo sud);
- " Scolmatore 2", compreso tra l'opera di presa del Rio Abba-Fritta e il rio San Nicola (ramo nord).

Per il primo tratto è stata prevista una galleria policentrica, di altezza circa 7 m e larghezza 9 m, mentre per il secondo tratto si è previsto una galleria a sezione circolare di 5 m di diametro.

Le opere di presa sui rii sono: Abba-Fritta, 3 rii secondari (localizzati tra Abba Fritta e san Nicola), S. Nicola, Gadduresu, Seligheddu, Pasana, Tannaule, Paule Longa (10 prese).

Il tracciato si sviluppa in galleria, e prevalentemente in galleria naturale. Sono previsti alcuni tratti realizzati in galleria "artificiale" con tecnologia cut-and-cover. I tratti con canale a cielo aperto sono previsti all'inizio e fine del tracciato, in prossimità del rio San Nicola, e allo sbocco in Padrongianus.



16

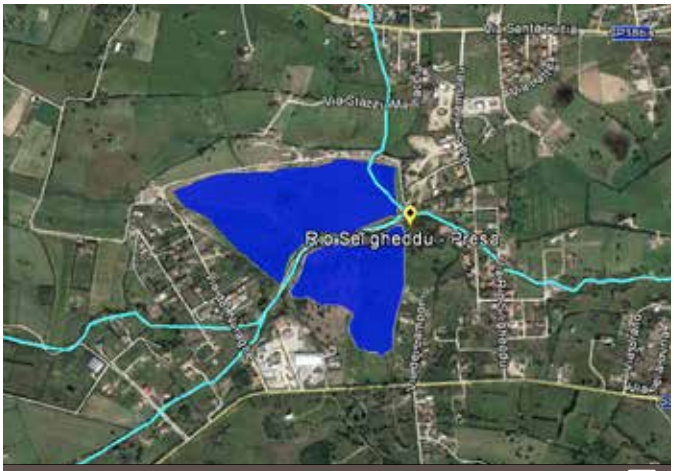
Vasca di laminazione sul rio Seligheddu

Oltre allo scolmatore, la soluzione ritenuta ottimale prevede la realizzazione di una coppia di vasche di laminazione lungo il rio Seligheddu, con una capacità di accumulo di circa 600.000 m^3.

La posizione della vasca è stata modificata rispetto alla proposta del precedente Piano Mancini. In questo caso è stata individuata un'area più a valle (appena a monte della confluenza del rio Santa Mariedda nel rio Seligheddu), per le seguenti finalità:

- Interessare un bacino imbrifero maggiore;
- Intercettare le acque del rio L'Ua Niedda proveniente da Sud-Ovest;
- Realizzare una coppia di vasche di fatto affiancate, al posto delle due precedentemente previste, una distante dall'altra.

Complessivamente l'area allagabile delle vasche di laminazione è di circa 150.000 m^2.



17

La vasca sarà realizzata con due bacini distinti, uno in destra ed un in sinistra idraulica, in derivazione, collegati ciascuno al corso d'acqua con un'opera di presa ed una di scarico, per permettere lo svuotamento dei bacini a fine allagamento.

Le opere di scarico recapitano una nel rio Santa Mariedda (appena a monte della confluenza del rio Seligheddu) e l'altra nel rio Seligheddu.

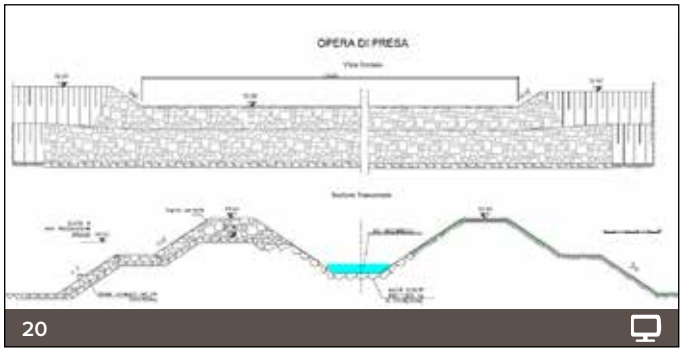
Poco più a valle è stata prevista l'opera di presa che immette le portate nello scolmatore.

16. Soluzione ottimale proposta – Principali opere previste (in rosso il tracciato del canale scolmatore, in blu la vasca di laminazione)

17. Nodo di confluenza del rio Santa Mariedda nel rio Seligheddu e zona di restituzione della casse di alimentazione dello scolmatore



18



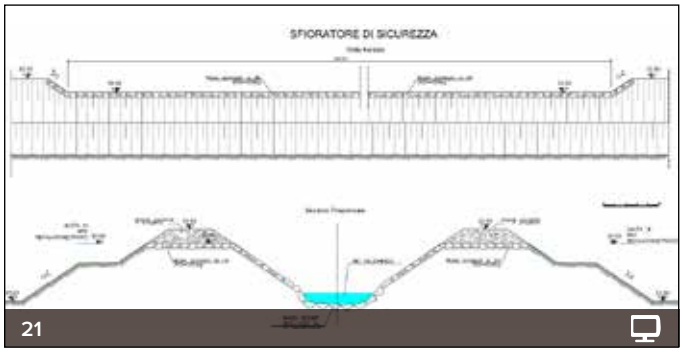
20

Si elencano di seguito le principali caratteristiche della vasca in oggetto:

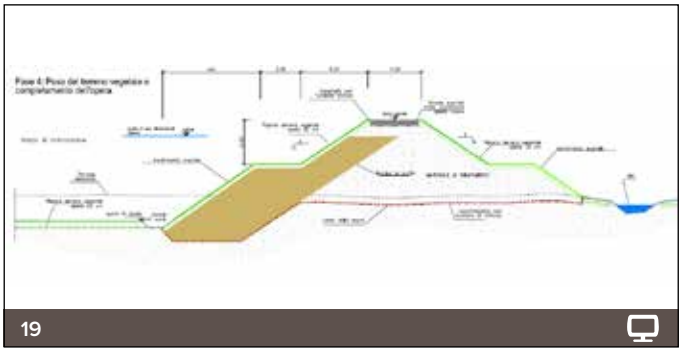
- La quota di massima regolazione dell'invaso è 30,50 m s.m.m.
- Il volume di laminazione complessivamente contenuto nella vasca è di circa 600.000 m^3.
- La superficie di allagamento è di circa 150.000 m^2.

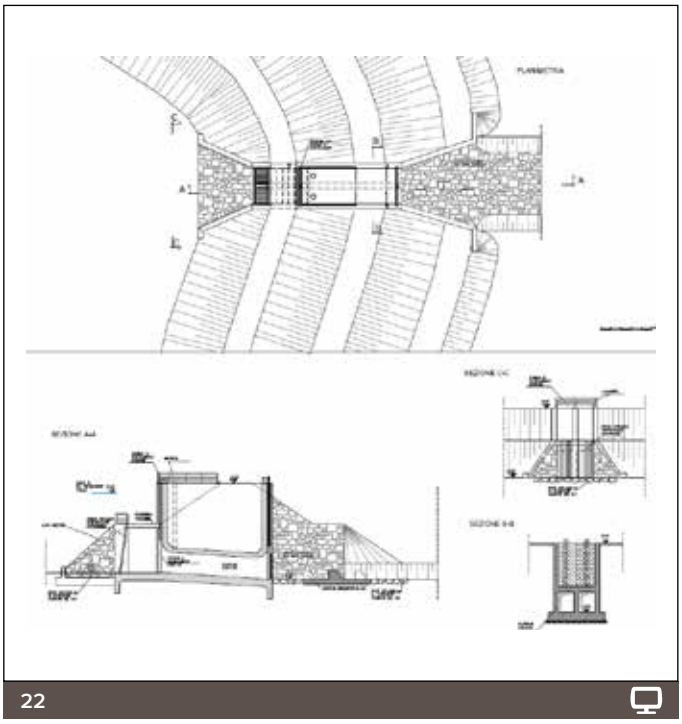
I bacini saranno perimetrati da argini di contenimento, con quota di sommità a circa 1,50 m dalla quota di massimo invaso. Per la costruzione delle vasche è stato previsto lo scavo del fondo e la realizzazione di rilevati arginali. L'invaso è pertanto garantito da una parte di volume in scavo e una parte "pensile", contenuta dalle arginature.

Al fine di garantire un recupero agricolo della superficie delle casse, è stato previsto di asportare lo strato superficiale di terreno vegetale, di circa 50 cm, per essere poi accantonato ed infine riposizionato sul fondo al raggiungimento delle quote di progetto. In questo modo il fondo stesso potrà essere riutilizzato o a fini agricoli o per la creazione di una zona naturalistica.



21


19


22

18. Nodo di confluenza del rio Santa Marieddа nel rio Seligheddu e zona di restituzione della casse di alimentazione dello scolmatore

19. Sezione tipologica dell'argine della cassa del rio Seligheddu

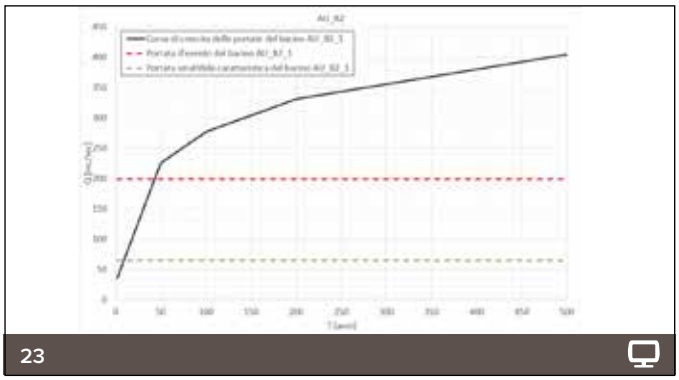
20. Opera di presa delle casse del Seligheddu, ricavata come stramazzo rivestito all'interno dell'argine della cassa

21. Opera di scarico di superficie delle casse del Seligheddu, ricavata come stramazzo rivestito all'interno dell'argine della

22. Opera di scarico di fondo delle casse del Seligheddu, ricavata all'interno dell'argine della cassa

Le opere di presa di immissione delle portate nel canale scolmatore

Subito a valle delle 2 vasche di laminazione in derivazione (che si è previsto vengano allegate solo per portate superiori a 130 m³/s (TR = 20 anni) è stata prevista l'opera di presa che immette le acque nello scolmatore.



23

L'opera di presa consiste in un tratto di corso d'acqua a sezione rettangolare che funge da "vasca di carico" e di sedimentazione. Lungo la sponda in destra idraulica è posta una soglia sfiorante, che permette l'immissione delle portate di progetto nella galleria scolmatrice. A valle della soglia si trova una "vasca di dissipazione", rivestita in bolognini e con denti di Rebhock, per dissipare nella stessa vasca il carico cinetico e consentire l'ingresso in galleria in modo regolare, e senza trascinamenti d'aria o formazione di depressioni.

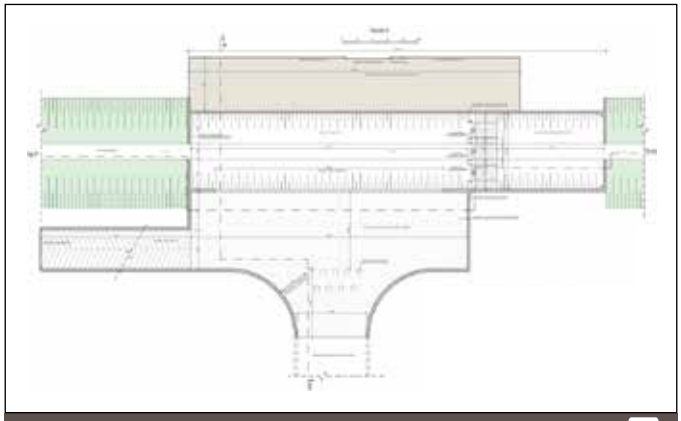


24

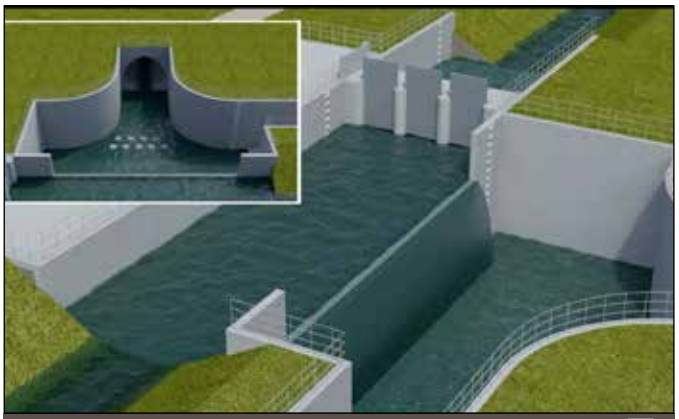
Per permettere lo sfioro laterale delle portate di progetto, è prevista una soglia trasversale presidiata da paratoie che limita la portata fluente verso la città (una sorta di bocca tarata). In fase di ordinario esercizio dell'opera, la portata ordinaria fluisce verso la città. L'effetto di rigurgito provocato dalla traversa permette l'instaurarsi di un tirante idrometrico nella vasca adeguato a sfiorare nello scolmatore la portata di progetto.

La luce di fondo sottobattente, al di sotto della paratoia parzialmente aperta, fa defluire verso valle una minima portata per il mantenimento del deflusso ordinario (maggiore de deflusso minimo vitale) in città.

Per la gestione e la manutenzione nell'opera, è stata prevista una rampa per l'accesso di mezzi, che potranno accedere alla vasca di dissipazione ed alla galleria.



25



26

23. Statistica di piena del riu Seligheddu: si noti la frequenza della portata di 130 m³/s di attivazione della vasca di laminazione per TR 20

24. Vasca di carico e di dissiapzione in ingresso alla galleria scolmatrice - schema

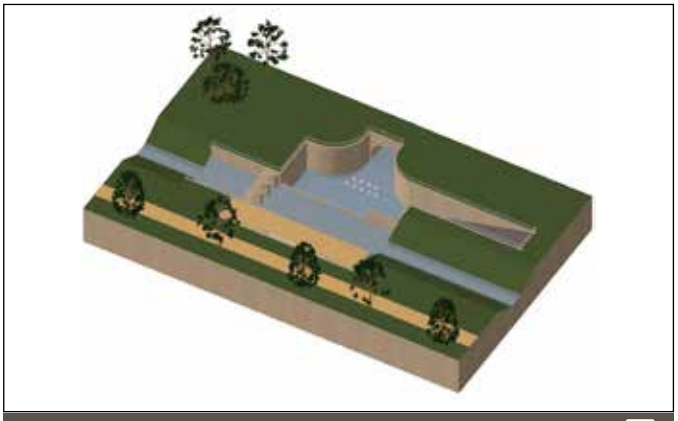
25. Opera di presa su rio Seligheddu- Opera "fuori linea" – planimetria schematica

26. Opera di presa su rio Seligheddu- Opera "fuori linea" – dettaglio dell'ingresso in galleria

Sono due i tipologici di opera di presa previsti:

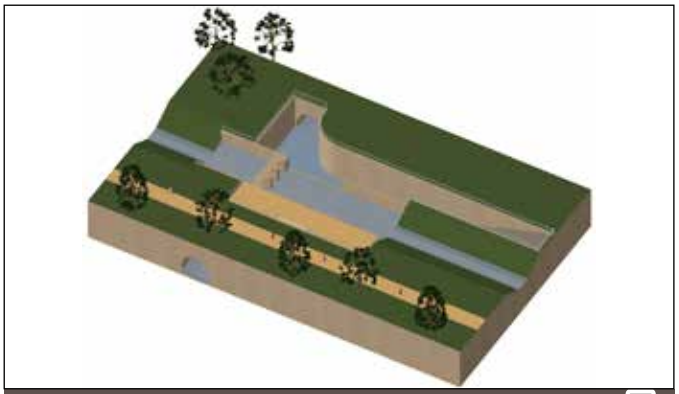
- Opera di presa “in linea”;
- Opera di presa “fuori linea”.

Le opere “fuori linea”, come illustrato nella precedente figura, sono collocate in sezioni distanti dallo scolmatore, e raccordate a questo con una galleria di collegamento.



27

Le opere “in linea” sono quelle che immettono direttamente nella galleria principale e non in una galleria secondaria che poi si raccorda alla principale.



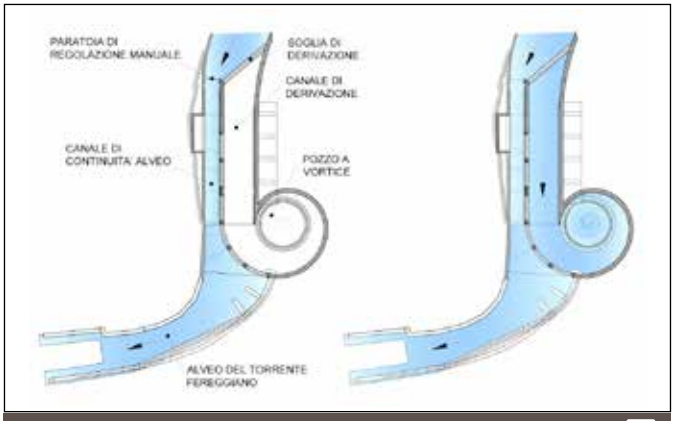
28

27. Opera di presa su rio Seligheddu- Opera “fuori linea”

28. Schema di opera di presa su rio Gadduresu – Opera “in linea”

29. Pianta schematica dell’opera di presa sul Rio Fereggiano a Genova. Una paratoia manuale intercetta il corso d’acqua principale e la portata defluisce mediante una soglia di derivazione nel canale di derivazione e poi al pozzo a vortice di presa

La modalità di presa mediante una paratoia od un sistema di paratoie in asse al corso d’acqua principale con stramazzo di alimentazione dell’opera di presa in derivazione ricalca quanto già previsto da Technital S.p.A. et alii nella progettazione dell’opera di presa del rio Fereggiano a Genova, opera approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.



29

La soluzione complessiva prevista per la messa in sicurezza della città di Olbia si compone anche di interventi in città sui canali urbani in termini di:

- abbassamenti del fondo alveo dei canali urbani;
- modesti allargamenti delle sezioni;
- alcuni deviatori

Tutti gli interventi previsti sono di modesta entità e decisamente non impattanti sul tessuto urbano.

Tale opzione è stata resa possibile dalle opere previste fuori dalla città che riducono in modo significativo le portate idrauliche che transitano in città.

Molti ponti, che nel Progetto Mancini richiedevano sensibili interventi di adeguamento, nello studio possono essere non interessati da interventi.

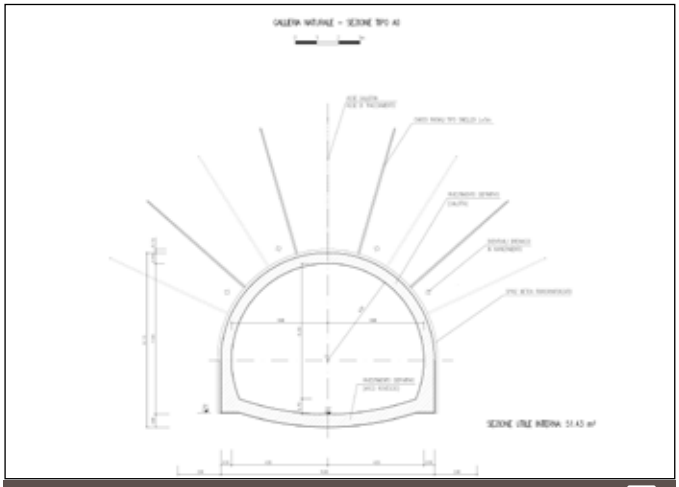
Modalità di scavo dello scolmatore in galleria

Il tracciato dello scolmatore è stato studiato al fine di limitare i tratti di canale a cielo aperto, e realizzare l’intervento il più possibile in galleria per limitare il più possibile gli impatti con il territorio. Inoltre, è stato individuato un “corridoio” il più possibile libero da preesistenze e strutture.

Le tipologie costruttive che sono state previste sono le seguenti:

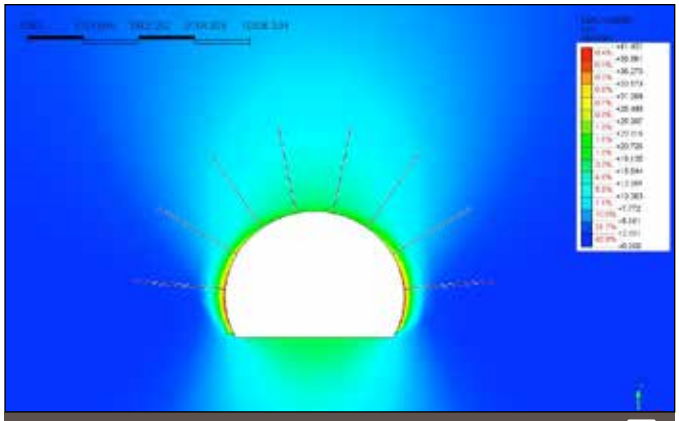
- Galleria naturale;
- Galleria artificiale realizzata in “cut-and-cover”.

La prima tipologia è prevista in tratti ove il ricoprimento al di sopra della galleria è superiore a circa 8-10 m, per cui risulta conveniente la realizzazione dello scavo con metodo tradizionale, senza necessità di interventi di consolidamento e stabilizzazione al fronte e al contorno di scavo.
Qualora i ricoprimenti siano inferiori agli 8-10 m e la galleria sia interessata, almeno nella sua parte superiore, dai graniti in facies arenizzata si è optato per la scelta della galleria artificiale. Questa tipologia di graniti è infatti caratterizzata da una roccia debole, rocce granitiche moderatamente degradate (arenizzate), caratterizzate da una consistenza debolmente lapidea per spessori variabili, non adatto alla costruzione di una galleria con metodo tradizionale, se non con l'adozione di onerosi trattamenti di consolidamento al fronte ed in calotta.

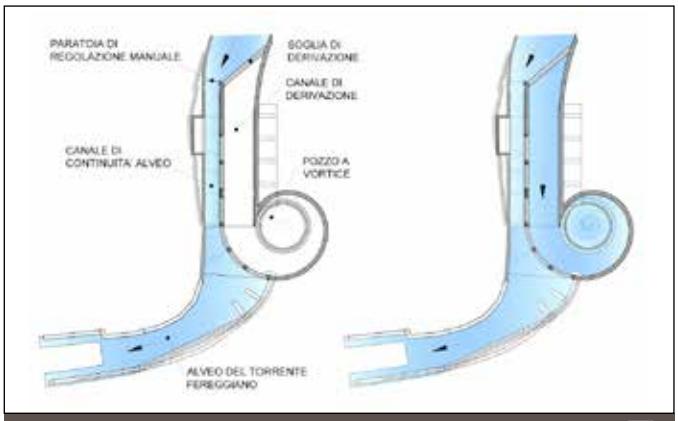


30

Per i tratti in galleria naturale, nella soluzione di progetto sono state previste delle chiodature radiali tipo Swellex, in favore di sicurezza per ancorare eventuali massi fratturatidi granito ed evitare sfornellamenti.



31



32

Opera di scarico nel rio Padrongianus

Il tracciato dello scolmatore termina con l'immissione nel rio Padrongianus delle acque derivate dai rii intercettati.
Una volta oltrepassato lo svincolo a "quadrifoglio" della tangenziale di Olbia, lo scolmatore entra in una zona topograficamente più depressa rispetto al tratto precedente, ove non sarà possibile proseguire con la galleria. Pertanto, lo scolmatore proseguirà con canale a cielo aperto, per poi immettersi nel rio Padrongianus.
La zona interessata da questo tratto è ancora una zona libera da insediamenti, e si colloca tra la tangenziale e un'ex discarica. La zona è rappresentata in verde nella figura che segue.



33

30. Sezione corrente della galleria con scavo in sotterraneo con metodi tradizionali
31. Chiodature radiali
32. Sezione corrente della galleria con scavo cut-and-cover
33. Immissione nel rio Padrongianus – Area di espansione / Cassa di deposito

Nell'ambito dello studio, si è proposto di utilizzare interamente la zona per creare un'area naturalistica al fine di ottenere i seguenti obiettivi:

- Delineare un percorso curvilineo e sinusoidale allo scolmatore, per rallentare la portata in arrivo e favorire il deposito dei sedimenti;
- Creare un'area naturalistica, in contatto diretto con le acque del Padrongianus, per favorire lo sviluppo di essenze tipiche delle zone umide, e lo sviluppo dell'avifauna;
- Utilizzare eventualmente la stessa anche come area di fitodepurazione ed affinamento terziario per le acque di scarico del vicino depuratore, prima dell'immissione nel corpo idrico ricettore.

Quest'ultima opportunità appare di interesse data la vicinanza del depuratore e la possibilità di creare nella zona un bacino dotato di essenze in grado di produrre una fitodepurazione finale dell'effluente depurato.

Le velocità che si creeranno in condizioni di scarico dello scolmatore saranno modeste vista la perdita di borda che la corrente subirà all'uscita della galleria ed il riempimento della vasta area golenale prima dell'immissione nel Padrongianus.

Quest'opera potrà essere verificata mediante modello fisico di modo da dettagliare bene la conformazione della sagoma meandriforme della foce.

Le opere finalizzate alla gestione dei sedimenti

Oltre alle problematiche riguardanti il rischio di allagamento, il reticolo idrografico che gravita sulla città comporta un considerevole trasporto solido che si riversa inevitabilmente nel golfo di Olbia.

La problematica dell'interrimento è di notevole rilevanza per una città come Olbia, che punta molto sullo sviluppo e potenziamento del suo Porto.

La realizzazione dello scolmatore consentirebbe di intercettare, oltre alle acque, anche la maggior parte dei sedimenti trasportati in sospensione dalla piena e liberare le aree più interne del golfo dall'apporto di materiale veicolato dalle piene. In questo modo possono essere evitate le periodiche e costose operazioni di dragaggio e di smaltimento dei sedimenti.

Il percorso dello scarico dello scolmatore nel rio Padrongianus è stato delineato con forma sinusoidale, al fine di ottenere i seguenti risultati:

- Diminuire la velocità del flusso, con l'allargamento della sezione a cielo aperto, per favorire la decantazione del sedimento sul fondo;
- Creare degli allargamenti in curva dove la corrente rallenta e favorire in queste zone il deposito di sedimenti;
- Assicurare il deposito del sedimento nell'Area di Espansione, per non alterare le condizioni di trasporto solido del rio Padrongianus.

L'intervento sull'area di espansione proposto nell'ambito del presente Studio ha pertanto una duplice finalità: di gestione dei sedimenti, per "bloccare" l'interrimento del golfo di Olbia dovuto al trasporto solido dei corsi d'acqua; di creazione di una zona di riqualificazione naturalistica.

L'importo delle opere

L'importo complessivo delle opere è così strutturato:

- canale scolmatore 1 – sezione maggiore: 70 milioni €
- canale scolmatore 2 – sezione minore: 9,2 milioni €
- vasca di laminazione: 5,7 milioni €
- opre di presa: 6 milioni €
- interventi in città e interventi sui canali esistenti: 19 milioni €
- altri interventi minori: 5,9 milioni €

per un totale di 115,8 milioni €.

L'intero finanziamento necessario ammonta a circa 156 milioni €.

Sintesi sugli effetti delle opere in termini di riduzione di portate nei canali urbani

La soluzione individuata si qualifica per le ridotte portate che vengono lasciate transitare in città.

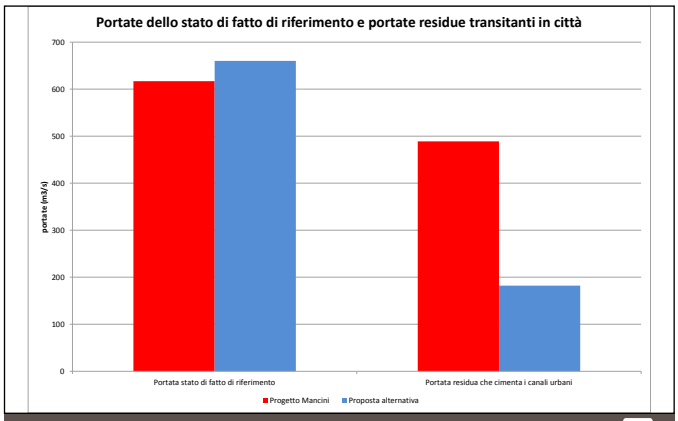
Nell'analisi di stato di fatto, è stata determinata, nell'ambito del presente studio, la portata massima gravitante sulla città associata a TR200: si tratta di 660 m^3/s.

Rispetto a tale valore (leggermente più elevato di quello considerato dal Progetto Mancini, e ciò anche in favore di sicurezza nell'ambito del presente studio), il Progetto Mancini riusciva a ridurre la portata a 489 m^3/s, con una riduzione (-128 m^3/s) rispetto alla portata di stato di fatto calcolata nell'ambito di quel Piano (617 m^3/s) del 21% e rispetto a quella calcolata nell'ambito del presente studio del 19%.

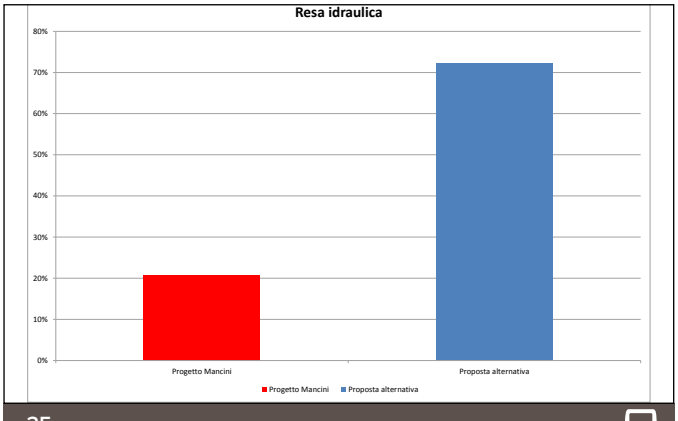
Nel Progetto Mancini, il Seligheddu, a valle delle casse (a monte della circonvallazione), passava da 273 m^3/s (SdF) a 185 m^3/s (SdP) con una laminazione di 88 m^3/s, mentre il san Nicola passava da 155 m^3/s a 115 m^3/s con una laminazione di 40 m^3/s: le portate TR200, nel Progetto Mancini, venivano diminuite di (88+40=) 128 m^3/s.

Lo studio del RTP Technital ha ottenuto l'effetto di consentire il transito in città a soli 182 m^3/s, con una riduzione della portata massima TR200 del 72% (rispetto a 660 m^3/s).

Tale riduzione è imputabile alla portata scolmata ed inviata allo scolmatore pari complessivamente a 279 m^3/s e a quella laminata presso la doppia cassa sul rio Seligheddu pari a 199 m^3/s per un totale di 478 m^3/s sottratti ai canali urbani.
Perciò la soluzione alternativa, pur partendo da valori di portata di picco TR200 leggermente superiori, ottiene per le portate residue lungo i canali urbani valori sensibilmente più bassi rispetto a quelli ottenuti dal Piano/Progetto Mancini.
La maggiore efficienza della laminazione ottenuta dalla doppia cassa sul Seligheddu della soluzione alternativa rispetto alla soluzione del Progetto Mancini è dovuta all'effetto della soglia in alveo (una sorta di quinta - restringimento) lungo il Seligheddu che destina alla cassa la parte più elevata dell'idrogramma di piena, potendo destinare allo scolmo nello scolmatore la parte più bassa dell'idrogramma (che quindi non occupa parte del volume disponibile della cassa). La parte più alta dell'idrogramma ha volume inferiore perché è contenuta nel triangolo in alto: in sostanza, con un volume inferiore della cassa si riesce a laminare un picco di piena più elevato.
Non solo; la cassa viene attivata per portate maggiori (potendo riservare lo scolmo delle portate minori allo scolmatore) sicché la sua frequenza di funzionamento si riduce, con ridotto impatto sulle aree occupate dalla cassa che possono essere destinate ad usi agricoli.



34



35

APPENDICE SUI CRITERI GENERALI DI STUDIO

L'analisi dello stato di fatto del reticolo idrografico cittadino ha fatto emergere una generale insufficienza delle sezioni dei corsi d'acqua, per il deflusso delle portate di piena già per eventi TR50.
L'obiettivo principale alla base delle proposte di mitigazione del rischio idraulico è stato pertanto quello di proporre interventi che riducessero il più possibile la portata defluente nei tratti terminali dei corsi d'acqua che attraversano il centro città.
Per raggiungere tale obiettivo, gli interventi analizzati negli studi sviluppati in precedenza, compreso il "Progetto Mancini", si focalizzavano su una sola tipologia di opera, principalmente o un canale scolmatore o vasche di laminazione, senza prevederne la possibile integrazione.
Vista l'orografia e lo sviluppo, talvolta poco controllato, di costruzioni ed edifici, si è dovuto constatare come la disponibilità di aree per creare bacini di laminazione o comunque per individuare un corridoio per la realizzazione di uno scolmatore a cielo aperto di grosse dimensioni, fosse molto limitata, rendendo una sola tipologia di intervento difficilmente adattabile alle condizioni generali del territorio.
In particolare, il "Progetto Mancini" aveva proposto la realizzazione di vasche di laminazione: 2 sul rio Seligheddu e 2 sul bacino del rio San Nicola. Il beneficio, in termini di riduzione del picco di piena, operato da queste vasche, non è apparso tuttavia sufficiente, tanto da rendere necessari importanti interventi di adeguamento dei corsi d'acqua in città. Questi adeguamenti avrebbero comportato importanti impatti sul territorio, il tessuto urbano e la viabilità.
L'approccio assunto dal RTP Technital per delineare la miglior soluzione per la riduzione delle portate dei rii è stato mirato all'integrazione di diverse tipologie di interventi.
Le opere della soluzione alternativa intercettano la parte montana dei bacini idrografici dei diversi rii. La restante parte dei bacini a valle continuerà a generare deflussi (ancorché modesti e gestibili) che saranno convogliati nei tratti terminali dei corsi d'acqua.

34. Portate di riferimento e residue in città: Progetto Mancini e soluzione alternativa

35. Resa idraulica dei sistemi di riduzione delle portate in città: Progetto Mancini e soluzione alternativa

Lungo il tracciato dei corsi d'acqua a valle di queste opere sono previste, ove necessario, delle sistemazioni longitudinali con risezionamento, allargamento e riprofilatura delle sponde, per permettere l'aumento della sezione disponibile al deflusso. Nel risezionamento sono previsti interventi di ingegneria naturalistica, che mirano al ripristino delle condizioni di naturalità dei corsi d'acqua, nonché la creazione di percorsi lungo le banche dei corsi d'acqua, per permettere l'integrazione tra reticolo idrografico e tessuto urbano.

Criteri generali di progetto

I criteri individuati per la progettazione idraulica sono pertanto i seguenti:

- Individuare soluzioni che intercettino la maggior parte della portata proveniente dal bacino idrografico a monte;
- Adottare interventi combinati, canali deviatori e vasche di laminazione, al fine di ottimizzare i benefici in termini di riduzione delle portate a valle;
- Individuare un ricettore o uno scarico a mare ove far defluire le portate intercettate dei corsi d'acqua, esterno al centro abitato;
- Nel caso di vasche di laminazione, adottare vasche "in derivazione", e prevedere lo scavo del fondo per aumentare la capacità di invaso della vasca, garantendo la possibilità di scarico a gravità:
- Risezionare i corsi d'acqua in ambito urbano per assicurare i franchi minimi sugli attraversamenti.
- rispetto dei franchi prescritti (in aderenza alla normativa regionale ed alle NTC 2008 capitolo 5 sui ponti) cercando, ove possibile, di non dover ricorrere ad arginature e/o muri di sponda;
- al fine di raggiungere la necessaria capacità di portata del corso d'acqua, privilegiare interventi di abbassamento e regolarizzazione del fondo alveo e, in seconda battuta, allargamenti della sezione senza in ogni caso impattare su infrastrutture e/o zone edificate.
- Minimizzare l'impatto sul territorio degli interventi in ambito urbano.

Accanto a questi criteri, nello studio sono stati considerati altri criteri, non meno importanti, relativi alla valorizzazione degli assi costituiti dai canali urbani, secondo una nuova concezione di valorizzazione e creazione di parchi lineari urbani, in un contesto di nuova pianificazione urbanistica che veda nella perequazione un elemento di azione in mano all'amministrazione che può consentire scelte coraggiose e di visione che consentano di far diventare l'occasione di messa in sicurezza idraulica della città una impareggiabile occasione di sviluppo e di riqualificazione urbana come di seguito accennato.

Corridoi dell'acqua e parchi urbani

I corsi d'acqua testimoniano l'evoluzione del territorio e della città e rappresentano spesso la trasformazione della relazione società-ambiente. Anche se i paesaggi fluviali presentano una storia millenaria di trasformazione e adattamento alle esigenze sociali, il loro deterioramento e la loro trasformazione costituiscono un processo relativamente recente. Nella metà del ventesimo secolo compare un segnale di avvio verso i grandi interventi idraulici, con condotte, deviazioni, drenaggi, seppellimenti e altre alterazioni dell'originario assetto naturale che perseguono il controllo e la totale subordinazione dell'acqua agli interessi produttivi. Inizia quindi uno stadio di alterazione dei rapporti tra acqua e ambito urbano che si traduce spesso nella marginalità degli spazi legati ad essa, sempre più utilizzati per attività che generano forti impatti e che innescano un processo di deterioramento della qualità dell'acqua e, in generale, degli ecosistemi acquatici associati.

La stessa rete idrografica di Olbia ha conosciuto tali fenomeni, dovuti principalmente alla velocissima e caotica espansione della città, che ha portato oggi, alla necessità di un ripensamento profondo dei paesaggi fluviali. L'evoluzione urbana ha comportato la riduzione delle sezioni dei canali e la realizzazione di nuovi attraversamenti, determinando il degrado degli alvei fluviali con fenomeni di ostruzione dei canali, i quali in seguito ai cambiamenti climatici e il verificarsi delle alluvioni ha contribuito, fra l'altro, a ridurre la sicurezza del centro abitato.

Nel corso degli anni, le problematiche sorte dall'incontrollato utilizzo e trasformazione dei reticoli idrografici (che hanno alterato per esempio lo stato naturale dell'acqua o che hanno portato al verificarsi di alluvioni e frequenti straripamenti, nonché il diffondersi di aree in prossimità dei rii spesso degradate) hanno contribuito alla diffusione dell'idea dell'acqua quale elemento caratterizzato da equilibri sempre più instabili e in costante mutamento e l'indebolimento del rapporto tra città e rii. I corsi d'acqua e gli spazi ad essi legati, allo stesso tempo, possono essere elementi vitali che se ben trattati sono capaci di stabilire nuove e positive relazioni tra la città e l'ambiente, possono assumere vocazioni differenti per nuovi usi, seppur spesso

esclusi dai processi urbanistici. La presenza dell'elemento acqua, sia esso localizzato internamente o accanto al tessuto urbano, può essere considerato un valore aggiunto sul piano estetico della città, ma soprattutto dal punto di vista strategico dello sviluppo urbano; essa attribuisce alla città stessa un carattere distintivo e inconfondibile, spesso contribuisce a definire una nuova immagine della città e la sua conseguente maggiore attrattività.



36

Un ultimo elemento qualificante aggiuntivo è dato dall'alto valore estetico che l'acqua conferisce ai centri urbani, ed è anche in quest'ottica che si sono attuati molti degli interventi di ristrutturazione e recupero dei paesaggi urbani lungo i rii o i water front a livello nazionale e internazionale. Alcuni esempi emblematici, a livello europeo, sulla perfetta coesistenza tra sicurezza delle città e sviluppo della risorsa ambientale dell'acqua, sono sicuramente le città olandesi specializzate nella gestione di tutto il ciclo integrato dell'acqua. I canali vengono utilizzati per il trasporto, l'irrigazione e il drenaggio, allo stesso tempo grazie alla gestione del verde e delle sponde essi sono lo spazio pubblico per eccellenza della città, rappresentano la storia e ancora oggi l'acqua è la protagonista nella pianificazione e riqualificazione urbana.

Un ulteriore esempio è dato dal fiume tedesco della Ruhr in cui l'equilibrio tra ambiente naturale e insediamento è stato ripristinato attraverso la bonifica e la riqualificazione di quegli spazi marginali e dell'intero sistema idrografico. Il verde pubblico ha sostituito le aree dismesse, i servizi sono stati migliorati e implementati favorendo così un nuovo sviluppo di un territorio che si presentava compromesso. Relazionare il sistema ambientale e in particolare i punti di incontro tra terra e acqua, con il tessuto urbano esistente può migliorare la qualità urbana anche in termini di sostenibilità, intesa come la necessità di instaurare relazioni equilibrate e durevoli tra i processi urbani e quelli ambientali.
Secondo questo filone di pensiero sono stati sviluppati gli interventi previsti di mitigazione del rischio idraulico della città di Olbia, in cui il nuovo sistema di governo delle acque che attraversa la città diventa occasione di riqualificazione urbana, di innovazione e miglioramento della vivibilità, riorganizzando, attorno al sistema delle nuove "vie dell'acqua" e ai suoi positivi richiami simbolici, nuovi spazi urbani collettivi, che traggano dalla presenza dell'elemento "acqua" un valore urbano aggiunto e elemento di forza e attrazione per il centro urbano.
L'aumento della capacità idraulica del reticolo idrografico all'interno dell'area urbana, come previsto nel "Piano Mancini" è stato oggetto di diffuse critiche e osservazioni, dal momento che si focalizzava in maniera univoca sulla risoluzione di problematiche di natura "idraulica". Una soluzione progettuale finalizzata a realizzare in maniera elementare un "sistema di canali" per la città di Olbia rappresenta una banalizzazione tecnica e culturale: potrebbe forse risolvere il problema del rischio idraulico, ma determinerebbe, nel contempo, un impoverimento del sistema città, con un saldo complessivamente negativo per la città stessa.



37

36. Riqualificazione delle aree lungo il riu Seligheddu contestuale alle opere di messa in sicurezza idraulica

37. Rendering delle sistemazioni delle rive e degli attraversamenti fluviali contestuali alle opere di messa in sicurezza idraulica

Le modalità con cui sono stati individuati gli allargamenti di sezione, non hanno considerato l'attuale assetto territoriale e urbano sviluppato, invadendo in buona sostanza aree private a diversa destinazione d'uso, senza peraltro individuare delle azioni atte a mitigare e facilitare la procedura di attuazione. Ciononostante, l'attuale reticolo idrografico è comunque una parte integrante del tessuto urbano, che può essere oggetto di riqualificazione dal punto di vista urbano e delle relazioni con il contesto circostante poiché il progetto di riduzione del rischio idraulico costituisce la parte più rilevante e decisiva del nuovo assetto urbanistico di Olbia: il nuovo PUC – Piano Urbanistico Comunale, nella sua componente strutturale, sarà inevitabilmente "disegnato" dalle decisioni del PAI.
Il sistema "radiale" del reticolo idrografico interno rappresenta allo stesso tempo una "frattura insediativa" ma, anche, una grande opportunità di "ricucitura urbana". L'adeguamento, dei canali per aumentarne la capacità di deflusso, diventa così uno strumento per la valorizzazione dell'intero ambiente urbano, la necessità "idraulica" diventa veicolo per un aumento del valore e della qualità di vita. I corsi d'acqua sono concepiti come veri e propri "corridoi dell'acqua", progettati però come nuovi "corridoi urbani di connessione" capaci di rafforzare il rapporto tra città e territorio, tra tessuto ambientale e urbano. L'obiettivo progettuale è quindi quello di orientare il progetto idraulico verso un nuovo sistema di veri e propri parchi urbani che attraversano radialmente la città, ampliandone la dimensione e la funzione, sia in senso lineare che nelle articolazioni trasversali. Canali, percorsi pedonali e ciclabili, attraversamenti, percorsi viari e verde urbano sono elementi unitari di un nuovo sistema urbano del verde, che vede nella presenza dell'acqua l'elemento connettore di maggiore valore e qualità.
La risoluzione del rischio idraulico per la città di Olbia, è una tematica che è stata affrontata con diversi strumenti di intervento con la capacità per ciascuno di adattarsi alla peculiarità dei diversi sottobacini, e dei territori in cui si inseriscono le opere. Attuare un approccio integrato e multidisciplinare può dare una risposta a diverse problematiche riscontrabili nella città di Olbia, legate per esempio al rischio idraulico, alla frammentazione urbana e ambientale, alla necessità di nuovi spazi collettivi. Si propone quindi un intervento progettuale che soddisfa le necessità della città da vari punti di vista impiantistico-idraulico, urbanistico- architettonico e ambientale e che allo stesso tempo garantisca una soluzione innovativa e di pregio per il territorio, conferendo la stessa importanza agli aspetti infrastrutturali quanto a quelli paesaggistici.
L'intervento idraulico in questione si configura pertanto anche come possibilità di migliorare le sponde dei corsi d'acqua, di recuperare gli spazi obsoleti e marginali conferendo loro nuovi funzioni e definendo spazi pubblici fruibili dalla popolazione e generatori di economie: ispirandoci ai grandi esempi di riqualificazione dei water front e di realizzazione di parchi fluviali a livello nazionale e europeo. Pertanto, il progetto, attraverso l'integrazione disciplinare, interviene per la formazione di un nuovo paesaggio fluviale e urbano che appoggia un mix di funzioni e di configurazioni urbane, dove i processi e le forme del paesaggio costruito non possono non tenere in conto dei processi e delle forme del contesto ambientale.

INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DI STUDIO

Descrizione dei bacini idrografici

I bacini idrografici oggetto di studio sono quelli sottesi alle sezioni terminali, corrispondenti con la foce a mare, del reticolo idrografico naturale e non che attraversa il centro urbano della città di Olbia. Tra questi si trovano anche canali che originariamente avevano la funzione di bonifica della piana dove oggi si estende l'area urbanizzata. Con l'evolversi dello sviluppo urbano tale reticolo di bonifica ha assunto, di fatto, la funzione di reticolo di drenaggio delle aree a monte del centro abitato e delle aree urbane stesse.
Le aree esterne al centro urbano denso, indicativamente confinato all'interno della cintura della tangenziale ovest, presentano insediamenti urbani sparsi e sono prevalentemente caratterizzate da una copertura del suolo di tipo agricolo-naturale che presenta una discreta permeabilità.
Le aree interne alla cintura della tangenziale costituiscono invece un'area densamente urbanizzata e continua con una copertura del suolo che ha caratteristiche di elevata impermeabilità.
Oltre a questi corsi d'acqua lo studio ha analizzato anche il fiume Padrongianus in quanto costituisce il recapito dello scolmatore di piena proposto nell'ambito del presente studio tra gli interventi proposti per la mitigazione del rischio idraulico.
Il reticolo idrografico dell'area urbana del Comune di Olbia è costituito, da sud procedendo verso nord, dalle aste principali

e dai rispettivi rii minori affluenti dei seguenti corsi d'acqua:

1. Riu Paule Longa;
2. Riu Seligheddu;
3. Riu Gadduresu;
4. Canale Zozò;
5. Riu San Nicola;
6. Riu Tilibas.



38

Sono stati analizzati due scenari idrologici, così definiti:

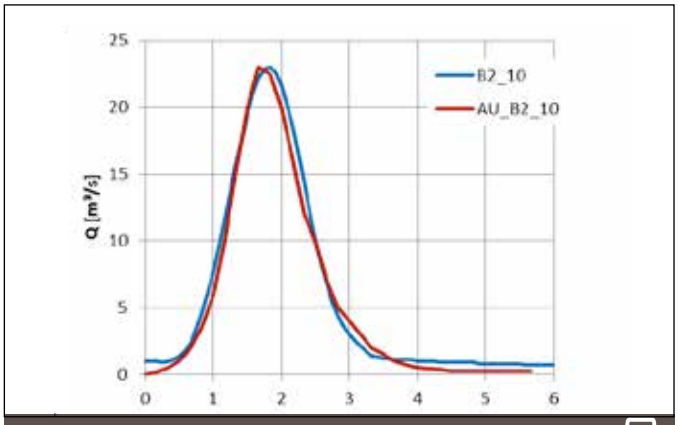
- ***Scenario 1:*** pioggia sull'intera area determinata dall'inviluppo dei bacini afferenti alla città di Olbia. Tale scenario idrologico è stato utilizzato per dimensionare e verificare lo scolmatore di piena in progetto, determinando la condizione più gravosa per il funzionamento dello stesso: si ipotizza infatti che tutti i bacini contribuiscano sversando le portate in eccesso nello scolmatore;
- ***Scenario 2***: pioggia massima su ognuno dei bacini dei 6 corsi d'acqua considerati. Tale scenario è stato utilizzato per la verifica degli interventi su ognuno dei corsi d'acqua determinando infatti la condizione più gravosa su ciascuna asta.

Per ognuno di tali scenari di pioggia sono stati simulati 14 eventi meteorici, corrispondenti a 14 diverse durate dell'evento (da 60 a 190 minuti). Sono stati simulati 3 tempi di ritorno (TR50, TR100 e TR200), quattro configurazioni geometriche (stato di fatto e tre stati di progetto, caratterizzati da diversi interventi).

CENNI SULL'ANALISI IDROLOGICA CONDOTTA

Obiettivo della analisi idrologica è stato quello di definire le portate al colmo e gli idrogrammi di piena per diversi tempi di ritorno, nelle sezioni di interesse del reticolo idrografico, sia nello stato di fatto che nelle diverse configurazioni di progetto.

Per poter raggiungere tali obiettivi è stato implementato un modello afflussi-deflussi di tutti i bacini di studio (modello HEC-HMS). Tale modello è stato tarato e validato utilizzando i dati e i risultati del modello idrologico già implementato nell'ambito dello "Studio di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e Quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia - Comune di Olbia, Settembre 2014) di seguito "Piano Mancini".



39

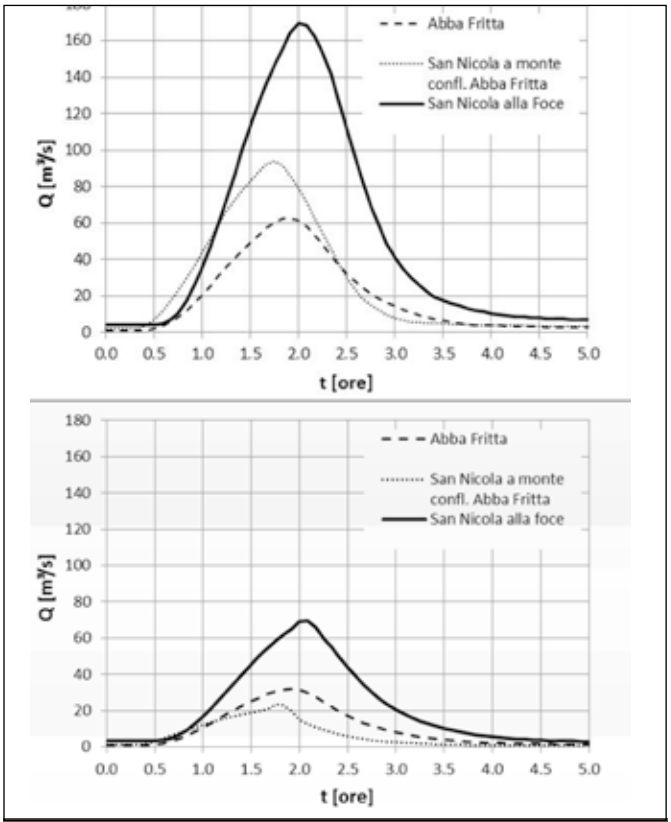
38. Inquadramento della rete idrografica e dei sottobacini nell'area di studio

39. Esempi dei risultati della taratura del modello HEC HMS per un affluente del Seligheddu. In blu sono riportati gli idrogrammi nello studio RTP Technital e in rosso quelli riportati nel "Piano Mancini".

Le configurazioni di progetto analizzate sono le seguenti:

- SDP1: Casse di espansione su Seligheddu (600.000 m^3) e sull'Abba Fritta (400.000 m^3) e scolmatore di piena a partire dal San Nicola;
- SDP2: Cassa di espansione su Seligheddu (600.000 m^3) e scolmatore di piena a partire dall'Abba Fritta;
- SDP3: Scolmatore a partire dall'Abba Fritta portata immessa dal Seligheddu nello scolmatore maggiore rispetto a quella scolmata negli SdP1 e Sdp2 per compensare la non realizzazione di una cassa di espansione sullo stesso.

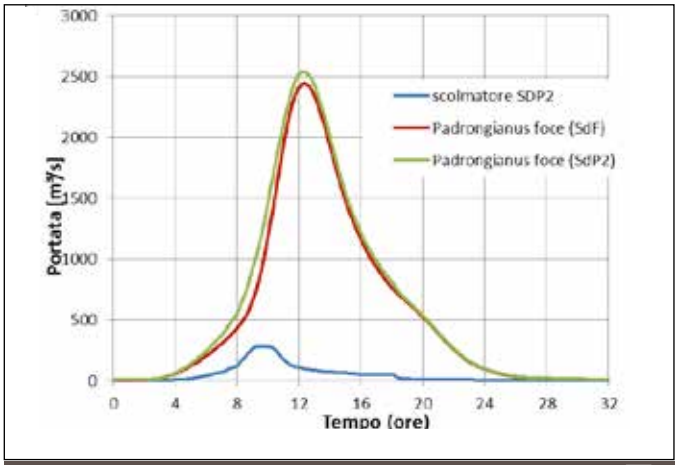
Nello stato di progetto SDP2 (soluzione ottimale), la sezione iniziale dello scolmatore di piena viene portata fino all'Abba Fritta: la superficie dei sottobacini che versano nello scolmatore è pari al 70% della superficie complessiva (51 km^2).
Un esempio dei risultati ottenuti mediante il modello è riportato di seguito dove, per il Bacino del San Nicola (bacino B5) sono riportati gli idrogrammi per TR 200 anni, scenario di pioggia 2 e durata dell'evento 100 minuti in 3 sezioni: San Nicola e Abba Fritta a monte della loro confluenza e San Nicola alla foce. Sono riportati 2 grafici corrispondenti allo stato di fatto (SDF) e allo scenario di progetto SDP2: la portata al colmo alla foce del San Nicola è pari a circa 70 m^3/s contro un valore di 170 m^3/s nello stato di fatto.



40

Mediante il modello idrologico sono stati inoltre determinati gli idrogrammi di piena nello scolmatore. Lo scenario idrologico utilizzato in tale simulazione è lo scenario 1 che prevede un evento meteorico che interessa contemporaneamente tutti i bacini che sversano nello scolmatore, massimizzando così la portata complessiva nello stesso. Anche in questo caso sono stati simulati 14 scenari di pioggia caratterizzati da diverse durate dell'evento (da 60 a 190 minuti).
La portata TR200 che viene scaricata nello scolmatore è pari a 279 m^3/s.

Al fine di determinare l'interferenza tra lo scolmatore di piena in progetto e le piene del riu Padrongianus (ricettore dello scolmatore) è stato implementato un modello idrologico dello stesso. In Figura 41 è riportato l'idrogramma del Padrongianus alla foce per una piena con TR 200 anni sia nello stato di fatto che in quello di progetto, dove alla piena del Padrongianus si somma la portata immessa dallo scolmatore di piena.



41

Data la diversa estensione e conformazione del bacino del Padrongianus (435 km^2) e i bacini confluenti sulla città di Olbia (73 km^2, di cui 51 km^2 intercettati dallo scolmatore di piena), l'idrogramma del Padrongianus risulta sfasato da quello dello scolmatore di piena, il cui picco anticipa di circa 2 ore il picco del Padrongianus. Per tale motivo i picchi dei due idrogrammi non si sommano e l'idrogramma di progetto nel Padrongianus presenta un picco incrementato rispetto al valore nello stato di fatto del 7,7% nella sezione di immissione dello scolmatore e del 4% alla foce.

CONCLUSIONI

La variante al PAI in corso e gli effetti delle opere sulla perimetrazione delle aree di pericolosità

Technital è stata incaricata, nell'ambito di una procedura di gara, di sviluppare la variante generale al PAI della città di Olbia e nell'ambito di tale attività ha potuto allestire un modello idraulico bi-dimensionale di estremo dettaglio con il quale sono state ridefinite le aree di allargamento e di pericolosità.
Nell'ambito di tale attività è stata anche simulata la circostanza di realizzazione del canale scolmatore previsto nel progetto qui illustrato ed è stato così possibile evidenziare come per portate TR 50, alle quali si associano le aree di pericolosità Hi4 previste nelle norme tecniche di attuazione del PAI, le stesse aree di pericolosità vengono talmente ridotte al punto da risultare pressoché azzerate nel centro urbano di Olbia.
Rimarrebbero solo alcune piccole aree di allagamento nella zona nord est in corrispondenza del bacino del Rio Tilibas non intercettato dal canale scolmatore. ■



42



43

40. Bacino del San Nicola (B5). Idrogrammi per TR200, scenario di pioggia 2 e durata dell'evento 100 minuti in diverse sezioni nello stato di fatto (SDF) e negli scenari di progetto SDP2

41. Idrogrammi di piena per TR 200 anni dello scolmatore previsto in progetto e del Padrongianus alla foce nello stato di fatto e nello stato di progetto SDP2

42. Perimetrazione delle aree di allagamento per TR50 determinate dal RTP Technital nell'ambito della variante generale al PAI di Olbia – stato di fatto

42. Perimetrazione delle aree di allagamento per TR50 determinate dal RTP Technital nell'ambito della variante generale al PAI di Olbia – stato di progetto

Vivi le finestre in modo nuovo. Ti aspettiamo in uno Studio Finstral, anche online.



Scopri in uno Studio Finstral le tre qualità della finestra perfetta: bellezza, benessere, sostenibilità.

Scegli tra visita individuale, consulenza telefonica o videochiamata.
finstral.com/studio

È il momento di cambiare le finestre: approfitta dell'ecobonus.

FINSTRAL

COWORKING
E SPAZI DI LAVORO

Presso la Sede dell'Ordine Ingegneri di Verona e Provincia

L'Ordine mette a disposizione dei propri iscritti spazi gratuiti per riunioni e postazioni di lavoro condivise dove poter sviluppare le proprie idee e progetti in sinergia con altri professionisti.

La nostra sede dispone inoltre di una sala corsi "Auditorium" di 86 posti al piano terra e una sala corsi al primo piano che può accogliere fino a 40 discenti.

Per informazioni sui costi, modalità di fruizione etc si veda il Regolamento vigente.





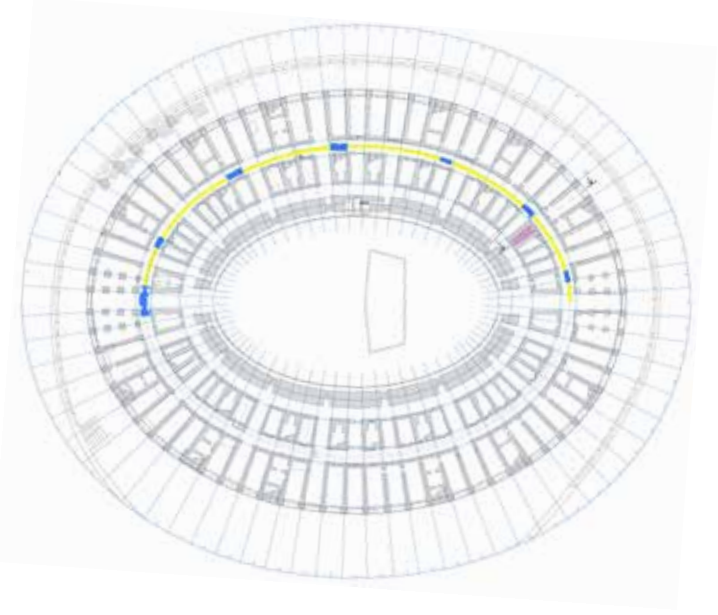


iPS - integrated Pod System
un sistema cellula componibile autoportante interamente ideato da SEVER



Vista interna dell' arcovolo 62 dell'Arena di Verona.

Il nuovo sistema modulare iPS ha permesso lo sviluppo costruttivo delle nuove cellule bagno installate presso l'Arena di Verona.





Vista esterna della cellula

Viale del Commercio,10 - 37135 Verona
Tel. 045 8250033 | sever.it

Sever®
General Contractor