



## **COMUNE DI PESCARA**

### **-RELAZIONE TECNICA GENERALE- (IDROLOGICA ED IDRAULICA)**

**OGGETTO :DITTA CALVARESÌ ANTONIO E ORLANDO COSTANTINA MARIA-REALIZZAZIONE DI UN NUOVO  
IMPIANTO SPORTIVO NEL COMUNE DI PESCARA COMPORTANTE VARIANTE ALLO STRUMENTO URBASTICO-**

**RICHIESTA INTEGRAZIONI SULLO STUDIO DEL REGIME IDRAULICO DEL "FOSSO GRANDE"**

**IL PROGETTISTA**

## Sommario

PREMESSA .....	3
LE OPERE DA REALIZZARE I VINCOLI TERRITORIALI E LA LORO DISTANZA DAL CORSO D'ACQUA.....	5
IL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI A PESCARA DAL SETTEMBRE 2016 A MARZO 2020 .....	8
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL FOSSO GRANDE .....	13
L'ISCRIZIONE DEL FOSSO GRANDE NELL'ELENCO DELLE ACQUE PUBBLICHE .....	14
ELENCHI DELLE ACQUE PUBBLICHE: RICOGNITIVI E DICHIARATIVI - CONSOLIDAMENTO.....	14
STUDIO IDROLOGICO-CRITICITA' RILEVATE ED INTERVENTI RECENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO .....	16
INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO E DELLE SEZIONI SIGNIFICATIVE DI VERIFICA .....	16
PROFILO ALTIMETRICO.....	18
STAZIONI PLUVIOMETRICHE E IDENTIFICAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO.....	20
ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI DI PIOGGIA .....	22
DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA.....	23
TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO.....	25
DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA RAGGUAGLIATA .....	27
COEFFICIENTI DI DEFLUSSO.....	28
PORTATE DI PROGETTO .....	29
LE SINGOLARITÀ DEL TRACCIATO –PUNTI CRITICI ED OPERE DI RECENTE SISTEMAZIONE IDRAULICA DOPO L'ALLUVIONE DEL 2013..	31
LA RELAZIONE IDRAULICA.....	38
SCABREZZE.....	38
CODICE DI CALCOLO .....	41
RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA- HEC RAS .....	45
CONCLUSIONI E COMMENTI AI RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	50

## PREMESSA

La presente relazione concerne lo studio sul regime idraulico del Fosso Grande in Comune di Pescara per la realizzazione di un nuovo impianto sportivo di proprietà della Ditta “**Calvaresi Antonio e Orlando Costantini Maria**” comportante variazione allo strumento urbanistico nella sottozona F7\* di PRG per le attrezzature di iniziativa privata.

Da cui la necessità di conseguire, in zona sismica, il rilascio da parte del Servizio del Genio Civile regionale competente per territorio, del connesso parere ai fini della verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio prima dell'adozione della delibera di approvazione comunale delle varianti puntuali al PRG, giusta previsione dell' art.89 del DPR 380/01.

Con la presente, l'indicazione in materia di buona funzionalità o **ufficiosità idraulica** del Fosso Grande ,intesa come quella capacità di un corso d'acqua di convogliare a valle le portate di piena compatibilmente con lo sviluppo antropico ed infrastrutturale presente all'interno della sua zona alluvionale, viene posta, in accompagnamento al carteggio richiesto dal Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara-Dipartimento DPE015 Infrastrutture, Trasporti, Mobilità e Reti Logistiche- di cui alla nota prot. n. RA/357763/19-Pratica SUAP prot. 357763/19 ed in risposta alle richieste di integrazione pertinenti l' analisi idrologica degli eventi di piena e la valutazione e perimetrazione dell'area esondabile del costruendo impianto sportivo posto in fregio al citato corso d'acqua.

La finalità della Ditta in epigrafe è quella della realizzazione di due campi da tennis e dei locali a servizio dell'utenza con l'inserimento del **padel** come attività ludico-sportiva del circolo. Nel giro di pochi anni , il padel è riuscito ad affermarsi come una realtà importantissima anche in Italia e ha portato i campi destinati a questa particolare disciplina, in un solo anno, ad essere praticamente raddoppiati a causa del vertiginoso aumento dei praticanti.

Non ultima è la possibilità di accedere ai numerosi finanziamenti per strutture di questo tipo, che scontano agevolazioni e contributi a fondo perduto in questa fase di sviluppo.

La citata richiesta dell'Ufficio regionale si pone in contiguità ed osservanza della L.R. 16 settembre 1998, n. 81 recante “*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*” con la quale la Regione Abruzzo individua nell'uso sostenibile delle risorse fisiche, naturali ed ambientali, uno degli strumenti per perseguire il benessere e la qualità della vita con lo scopo di regolare l'uso sostenibile delle georisorse primarie acqua e suolo attraverso le azioni volte a proteggere, tutelare e, ove possibile, ripristinare e migliorare la qualità, la quantità, le vocazioni, le funzioni ed i valori delle risorse fisiche anzidette e fissare gli standard dinamici di riferimento per regolare e supportare le scelte dei soggetti decisori in materia di acqua e suolo ed i connessi strumenti di pianificazione.

Nell'ambito dei propri compiti istituzionali connessi alla difesa del territorio l'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro ha disposto, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 18.05.1989 n. 183, la redazione del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni, quale stralcio del Piano di Bacino, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale: il Piano è, quindi, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive) il conseguimento di un assetto fisico dell'ambito fluviale compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

In particolare il PSDA attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica secondo le classi definite dal D.P.C.M. del 29.09.1998 individua esclusivamente ambiti e ordini di priorità tra gli interventi di mitigazione del rischio, all'interno delle aree di pericolosità.

In tali aree, il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

La definizione del rischio idraulico adottata, esplicitata dalla grandezza che rappresenta la contemporanea presenza, all'interno della medesima area, di una situazione di pericolosità e di un danno potenziale, ben sintetizza il concetto di sovrapposizione tra ambiente naturale e attività antropiche, rendendo così immediata la sua rappresentazione grafica.

Inoltre, in linea con le politiche ambientali regionali, particolare attenzione è stata riservata alla promozione di interventi di riqualificazione e rinaturazione che favoriscono la riattivazione e l'avvio dei processi naturali e il ripristino degli equilibri ambientali e idrologici.

L'obiettivo prioritario della pianificazione regionale è quindi quello di costruire insieme al PSDA un Sistema di Supporto alle Decisioni che risulti costantemente operativo.

Nello specifico il supporto alle decisioni agevolerà l'avviamento e lo sviluppo di processi di governo delle aree fluviali, in modo che la Pubblica Amministrazione possa fornire risposte correlate alle variazioni dei "comportamenti" fluviali su scale spaziali e temporali variabili, anche in relazione agli effetti determinati dalle attività antropiche.

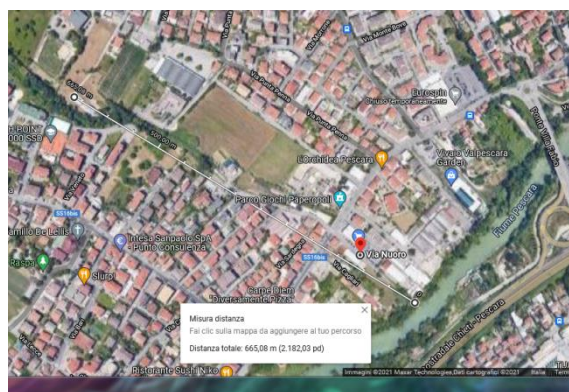
## LE OPERE DA REALIZZARE I VINCOLI TERRITORIALI E LA LORO DISTANZA DAL CORSO D'ACQUA

Sull'area insiste attualmente un struttura ad un solo livello di piano, della consistenza di 160 mq adibita a tettoia, deposito e magazzino che è stata condonata con provvedimento di concessione edilizia in sanatoria n.1125 del Comune nel 24 marzo 1997.



**Appezamento di terreno contiguo al corso d'acqua da insediare con l'impianto sportivo. E' visibile la tettoia condonata**

Il lotto di terreno è accessibile pervenendo dalla soprastante **Via Prati** e proseguendo in basso verso il Fosso Grande attraverso la **Via di Pizzo Intermesoli**, a fondo cieco. . Come si può notare, l'area pur essendo prossima al Fosso Grande ed a **circa ml. 670 mt** dallo sbocco di questo sul Fiume Pescara è già urbanizzata e non registra alcuna potenziale situazione di allagamento, ancorché risulti posizionata al limite della depressione di una fascia di territorio in cui è inciso il fosso e la cui sponda in sinistra idraulica è costituita da un discreto pianoro dove verrebbe insediato il plesso sportivo e che **trovasi a circa 230 ml dall'inizio intubato del fosso in viale Abruzzo**.

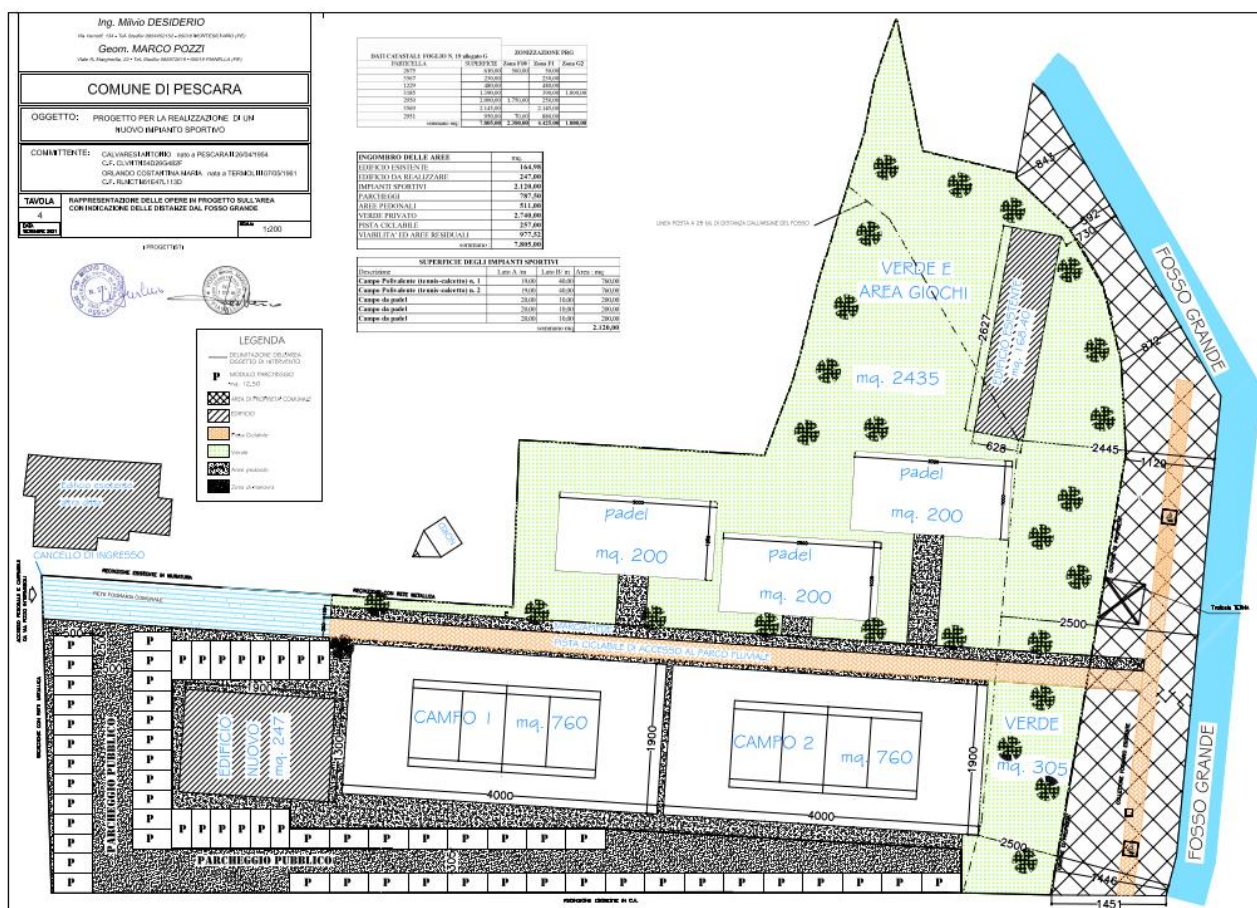




La palazzina da realizzare per i servizi è a due piani delle dimensioni rettangolari in pianta di ml 13,00 x ml 19,00 con un piano terra a spogliatoi e locale ristori ed un piano primo con destinazione d'uso a palestra, ufficio amministrativo e spogliatoio arbitro.

I **campi** da paddle sono in numero di tre, rettangolari, larghi 10 metri e con una lunghezza di 20 metri; sono situati all'aperto senza alcuna copertura e consistono sostanzialmente nella realizzazione di una platea o di un cordolo perimetrale conforme alle caratteristiche richieste sulla quale viene disposto un adeguato tappeto elastico e da pali che supportano pareti vetrate che ne definiscono il perimetro. Pareti, dell'altezza di tre metri e della recinzione che la sostiene di quattro metri, costituite da lastre in vetro temprato di sicurezza che sono adatte per i luoghi pubblici ed in genere recanti lo spessore da 12 mm in guisa da garantire la resistenza ad una spinta orizzontale pari a 3 KN/m e ad un carico del vento pari a 2 KN/m<sup>2</sup>.

La struttura metallica fuori terra dei pali a sostegno delle vetrate, alle volte anche adibibile a copertura leggera, può essere una costruzione a tutti gli effetti che rientra nel campo d'applicazione delle NTC 2018 per la quale è necessario realizzare il progetto della fondazione e quindi il dimensionamento del cemento armato e la verifica degli elementi strutturali in acciaio.



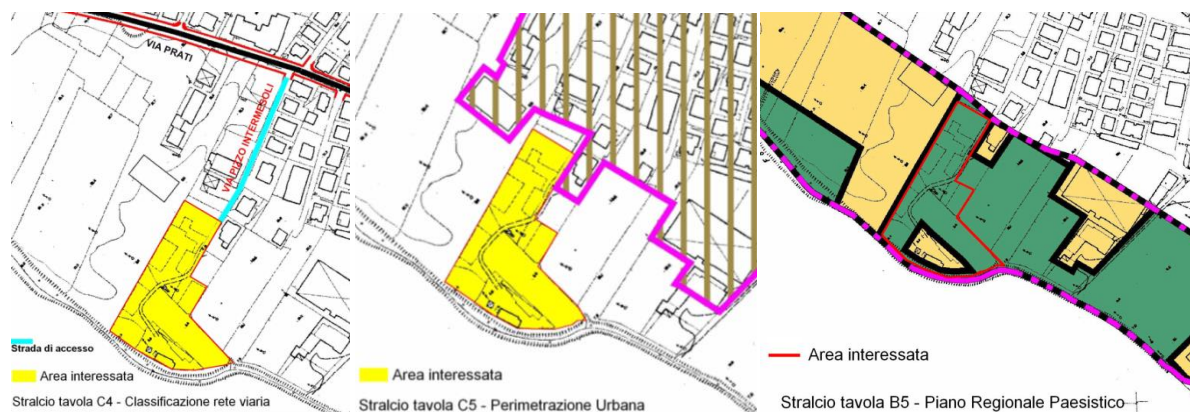
Completano il nuovo insediamento, come detto, due campi in terra rossa della superficie di mq 760 (ml.19 x ml.40,00) cadauno disposti con lato corto da ml 19 ortogonalmente alla direzione del corso d'acqua.

Più arretrato alla distanza di circa 110 metri dal fosso , dietro alla posizione dei due campi da tennis ,trova ubicazione il citato nuovo edificio servizi della consistenza di 247 mq.

Una ampia zona verde con area giochi ed un vasto parcheggio pubblico completa la iniziativa in argomento della quale si è sopra riportata la planimetria dell'insediamento.

**La lontananza di questi manufatti dall'argine del fosso Grande è superiore a quella limite di 25 mt ed ai 10 ml di cui all'art. 96 del R.D. 25 luglio 1904 n. 523 recante "Testo unico sulle opere idrauliche".<sup>i</sup>**

Nel seguito lo stralcio del Piano Regionale Paesistico e la perimetrazione urbana.



**<sup>i</sup> R.D 523/1904-art. 96 (art. 168, legge 20 marzo 1985, n. 2248, allegato F).**

Sono lavori ed atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese i seguenti:

a) .....b);... c) .....;d) .....

e) Le piantagioni di qualunque sorta di alberi ed arbusti sul piano e sulle scarpe degli argini, loro banche e sotto banche lungo i fiumi, torrenti e canali navigabili;

**f) Le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi**

g) Qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini e loro accessori come sopra, e manufatti attinenti;

h) Le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei fiumi, torrenti, rivi, canali e scolatori pubblici tanto arginati come non arginati, e ad ogni altra sorta di manufatti attinenti;

i) ...;k)....l).....; m)

## IL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI A PESCARA DAL SETTEMBRE 2016 A MARZO 2020

Trattandosi di area posta a circa 700 metri dal Fiume Pescara, va analizzata anche la implicazione che il PSDA di questo Fiume comporta per l'insediamento del complesso sportivo in argomento.

*Alla foce intubata del Fosso Grande detto stralcio del PSDA va a sovrapporsi con quello del Fiume Pescara riportato nel paragrafo precedente, dal momento che l'ubicazione del complesso sportivo si colloca geograficamente, come altri nuclei già urbanizzati del Comune di Pescara e di Santa Teresa di Spoltore, tra le vicende idrauliche e contigue che interessano entrambi i predetti corsi d'acqua.*

Il PSDA del Fiume Pescara ha subito modellazioni in base a diverse iniziative che man mano si vanno concretizzando per la sua regimazione (casce di espansione in territorio di Rosciano - Manoppello, variazioni della conformazione della barriera frangiflutto a mare con eliminazione di alcuni tratti a cospetto della foce, nuova conformazione generale dell'estuario, protezione arginale dell'asse attrezzato con chiusura automatica dei sottopassi e dei varchi a mezzo di portoni a tenuta idraulica ,etc). E contemporaneamente anche l'assetto istituzionale delle Autorità di Bacino regionali si è andato a modificare con il legislatore nazionale che ha riaccentrato a livello statale le competenze programmatiche.

Sul BURA Ordinario n. 35 del 7 settembre 2016 veniva pubblicata la Deliberazione di Giunta Regionale n. 408 del 29 giugno 2016 con la quale erano imposte le misure di salvaguardia nelle aree a pericolosità idraulica elevata (P3) e molto elevata (P4), così come individuate nella carta della Pericolosità Idraulica (Elaborato cartografico n. 7.2.07.pe.01\_var), adottata in prima adozione dalla Giunta Regionale. Dopo la pubblicazione sul BURA, entro i sessanta giorni consentiti, il Comune di Pescara ha formulato le proprie osservazioni, per le quali non si è mai ottenuto riscontro da parte dell'Organo regionale competente.

Allo scadere dell'apposizione delle misure di salvaguardia, dopo tre anni dalla loro adozione, la Regione Abruzzo, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 580 del 30 settembre 2019, le ha reiterate, ancora per le sole aree a pericolosità idraulica elevata (P3) e molto elevata (P4), così come individuate nella carta della Pericolosità Idraulica (Elaborato cartografico n. 7.2.07.pe.01\_var), nelle more della stesura di nuovi approfondimenti scientifici.

Con Delibera di Giunta Regionale n. 757 del 29 novembre 2019 la Regione Abruzzo ha preso atto delle nuove carte di pericolosità idraulica prodotte e dei relativi perfezionamenti scientifici e ha dato mandato di trasmetterli, per il seguito di competenza, all'Autorità competente all'adozione e approvazione delle nuove perimetrazioni, ovvero ***l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale***.

Con Deliberazione n.18 del 20 dicembre 2019 la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha **modificato**, ai sensi dell'art. 25, comma 7 delle Norme Tecniche del PSDA, **le perimetrazioni** proposte ed acquisite dalla Regione Abruzzo.

Come anticipato nella nota del 19 maggio 2020, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, con la pubblicazione sul BURAT Speciale n.112 del 31 luglio 2020 dell'avviso ed estratto del **Decreto Segretariale n. 93/2020** del 24 giugno 2020, **ha aggiornato e proposto la modifica del PSDA** approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.94/5 del 29 gennaio 2008, mediante



recepimento delle mappe di pericolosità e rischio assunte dalla Conferenza Istituzionale Permanente in data 20 dicembre 2019. Per quanto riguarda i termini per la formulazione delle eventuali osservazioni alle modifiche proposte da presentare c/o l'AdBAC, considerata la sospensione sino al 31 agosto comunicata nell'Avviso, venivano previsti 30 giorni che quindi sono scaduti il 30 settembre 2020.

Pertanto ad oggi dal 25 marzo 2020, nel tratto terminale del Fiume Pescara, nel territorio comunale di **Pescara**, è vigente la Carta della Pericolosità Idraulica del PSDA (**Tavola 7.2.07.pe.01 AGG01**) modificata con Deliberazione n.18 del 20 dicembre 2019— della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (**Tavola 7.2.07.pe.01 AGG01**) con le relative norme di attuazione del PSDA (non variate).

Per la definizione delle fasce a differente grado di pericolosità idraulica il PSDA ha individuato 4 classi di pericolosità idraulica:

- **Molto Elevata (P4):**  $h_{50} > 1$  m (Tr= 50 anni) oppure  $v_{50} > 1$  m/s (Tr = 50 anni);
- **Elevata (P3):**  $1\text{ m} > h_{50} > 0.5$  m (Tr= 50 anni) oppure  $h_{100} > 1$  m (Tr = 100 anni) oppure  $v_{100} > 1$  m/s (Tr = 100 anni);
- **Media (P2):**  $h_{100} > 0$  m (Tr = 100 anni);
- **Moderata (P1):**  $h_{200} > 0$  m (Tr = 200 anni).

Analoga prassi tecnico-amministrativa è stata seguita per la parte nord del Comune di Pescara e la zona costiera di Montesilvano riguardante il bacino del fiume Saline.



LEGENDA



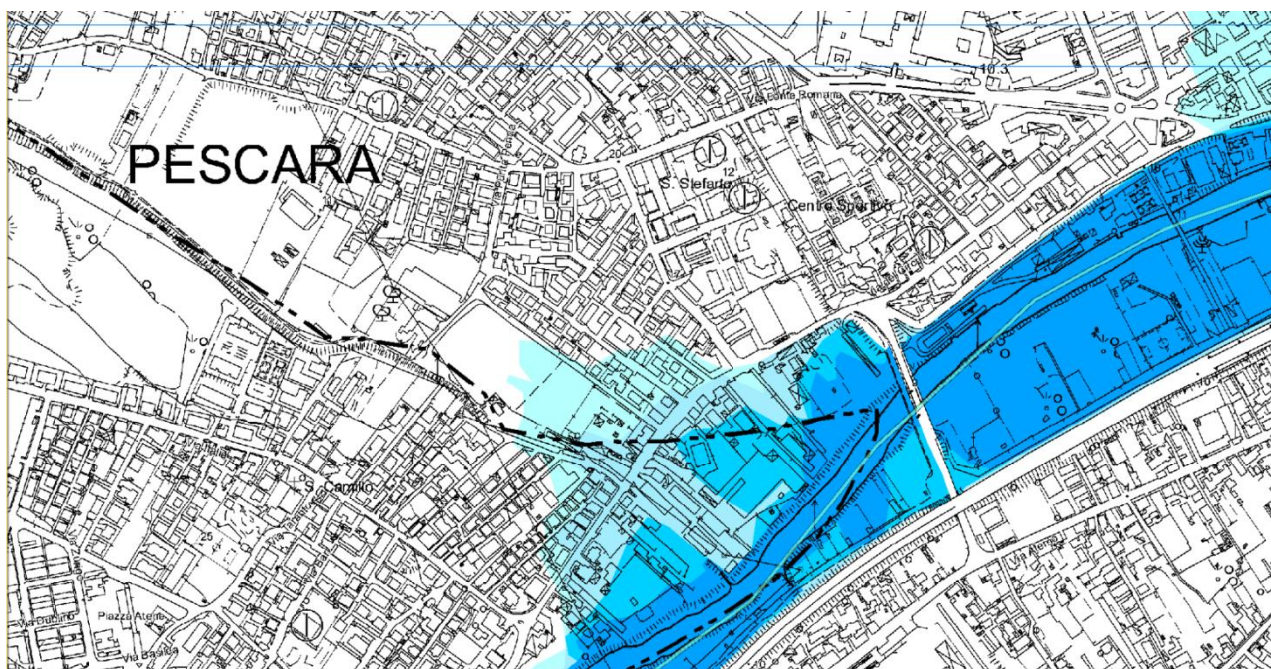
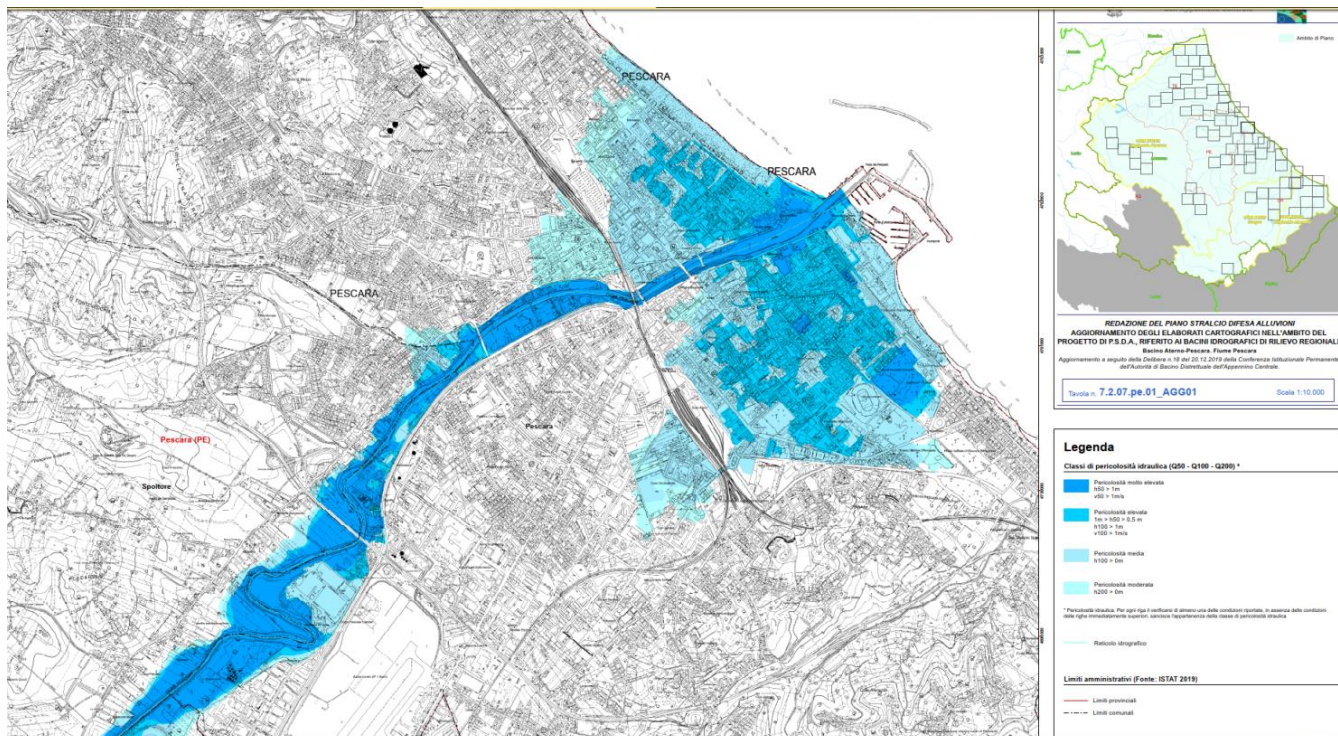
UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (\*)

■	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1$ m $v_{50} > 1$ m/s
■	Pericolosità elevata $1\text{ m} > h_{50} > 0.5$ m $h_{100} > 1$ m $v_{100} > 1$ m/s
■	Pericolosità media $h_{100} > 0$ m
■	Pericolosità moderata $h_{200} > 0$ m

(\*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica



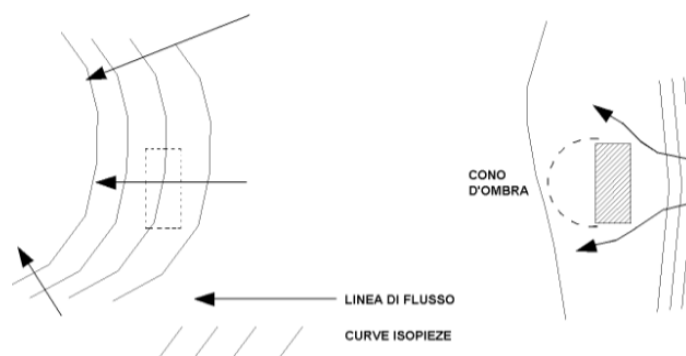


**Piano stralcio Difesa Alluvioni con ubicazione dell'Area interessata**

La quota sul livello medio mare non è considerata pericolosa nè esposta agli effetti erosivi dei flussi idrici. Questo livello riportato nel nuovo PSDA non risulta dunque bisognoso di protezione da opere di difesa idraulica. Detti suoli, se effettivamente esondabili nonostante anche la loro cospicua distanza dall'argine in sinistra ed in destra del Fiume Pescara, risulterebbero dei veri e propri serbatoi ovvero delle classiche casse di espansione o laminazione delle piene straordinarie. Tale scenario sarebbe però possibile solo ove l'espansione dell'onda di piena sarebbe possibile in forma libera a partire dai luoghi di tracimazione.

Si prescinde, in tal senso, dall'osservazione tecnica di carattere puntuale attinente se l'uso del modello adoperato abbia consentito di simulare o meno condizioni al contorno quali quelle della presenza dell'attuale edificato, nella sua diversa e articolata configurazione tra aree a diversa permeabilità e geologia locale e se la propagazione dell'onda di piena ed il deflusso siano stati effettuati

riproducendo sul terreno, con variazioni di regime nello spazio e nel tempo, la ostruzione e l'ostacolo costituiti dalle diverse abitazioni e dalla cementificazione presente.



A parere della scrivente, si dovrebbe infatti considerare, in maniera più sofisticata, quale tipo di riverberazione abbia potuto avere, ai fini della mappatura, il cospicuo water front costituito, oltre che dal tracciato dell'asse attrezzato o dell'arginatura a partire dal ponte Capacchietti, dalle palazzine finora realizzate che indubbiamente rappresenta un forte ostacolo alla diffusione della piena stimata e che ha come conseguenza quello di realizzare un "effetto diga" ed un "cono d'ombra".

Senza sottacere poi le implicazioni che il costruito ha indotto nell'aver variato gli equilibri idrogeologici esistenti, con probabili aumenti delle escursioni positive anche della falda di subalveo, della situazione idrogeologica locale e del conoide di depressione freaticometrica individuato nelle carte tematiche di PRG in sinistra e destra orografica del Fiume Pescara, la cui dinamica dell'acquifero sotterraneo è tendenzialmente rivolta verso il corso d'acqua e pertanto in direzione di controcorrente rispetto al fenomeno di espansione dell'alluvione con significative variazioni delle condizioni di impaludamento.

Trascurando questi effetti, preme rappresentare che il computo della altezza idrometrica entro la quale sarebbe consentita l'edificazione applicando l'art. 20 comma 3 del PSDA, va effettuato prendendo come parametro l'**originario piano di campagna**, cioè il livello "naturale" del terreno di sedime.

***"Nei centri edificati definiti ai sensi della normativa regionale le opere sul patrimonio edilizio pubblico e privato esistente sono disciplinate dagli strumenti urbanistici e dai regolamenti edilizi vigenti alla data di approvazione del PSDA, sempreché tutti gli eventuali incrementi di volume siano realizzati per sopraelevazione a quota superiore a m. 1,00 rispetto al piano di campagna. Le nuove costruzioni sono però consentite soltanto nelle zone urbane edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia, purchè le vie di accesso e il primo solaio di calpestio siano posti a quota superiore a m. 1,00 rispetto al piano di campagna. Per gli interventi di cui al presente comma non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica."***

Si deve invece concludere che la nuova edificazione sui fronti stradali, laddove non comporti sbancamenti od approfondimenti del piano di campagna e quindi alcuna realizzazione di piani interrati o seminterrati, possa e debba essere considerata scevra da imposizioni che richiedano sopraelevazioni del piano terra rispetto alla quota già esistente della carreggiata.

La quota assoluta di livello sul medio mare già individuata dalla cartografia del PSDA come non soggetta ad alluvione costituirà già di per sé una adeguata protezione e prevenzione.

In base alla modellazione idraulica proposta nel PSDA qualunque nuova edificazione, ove abbia il proprio calpestio di piano terra disposto al livello della limitrofa strada garantirà il raggiungimento, senza necessità di un atto o provvedimento applicativo, di un livello altimetrico sufficiente per tutelare la pubblica incolumità e non incrementare l'esposizione al rischio.

Una tale "limitazione per semplice paragone del primo calpestio di piano terra con la quota del piano stradale " impedirà all'appezzamento di suolo su cui sorge il fabbricato ed alle connesse sistemazioni esterne a carattere pertinenziale di acquisire il ruolo di serbatoio di accumulo per le acque ruscellanti e, per il principio dei vasi comunicanti ,di rivestire anche la indesiderata funzione di bacino di tiraggio degli afflussi idrici.

**Si ritiene pertanto che le prossime norme di attuazione non possano indiscriminatamente prevedere un sopralzo di ml.1,00 dal piano campagna potendo quest'ultimo essere già prossimo al livello strada e quindi bisognoso solo di una modesta rettifica che lo porti fino a pareggiare la quota di salvaguardia già riconosciuta come tale dall'approvato PSDA senza che vi sia l'aggiunta di alcuna ulteriore emersione dal livello del piano stradale che è in genere contrassegnato cartograficamente come indenne da rischi idraulici dal nuovo strumento di piano.**

In altri termini andrebbe modificata nella fattispecie l'individuazione del piano di riferimento che non dovrebbe consistere nel partire dal disomogeneo piano di campagna ma, più opportunamente, in quello finale di arrivo costituito dalle piattaforme stradali.

Ciò consentirebbe :

- di non eludere il rispetto del criterio di non aggravamento della norma;
- di garantire la proporzionalità dell'azione amministrativa sulla base dei principi di cautela e prevenzione;
- di evitare di ricalcare le attuali tipologie edificatorie ubicate sul fronte strada, fondate viceversa su suoli depressi che sono stati ulteriormente sbancati per accogliere cantinati, autorimesse e seminterrati;
- di ottenere una linea di terra che sia uniforme lungo l'intera **Via di Pizzo Intermesoli (nella denegata ipotesi che fosse ricaduta in zona P1 di moderata pericolosità)** e priva dei variegati scalettamenti rispetto al piano marciapiede che potrebbero scaturire dalla particolare e disomogenea applicazione del sopralzo a partire dall'attuale piano di campagna che contraddistingue ciascun potenziale lotto di fabbrica.

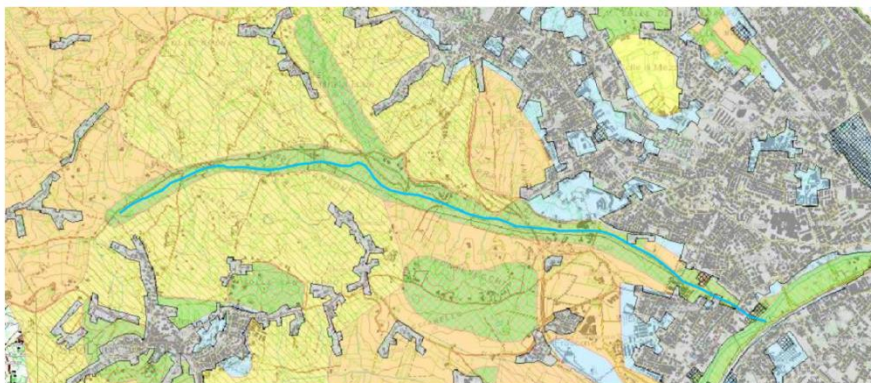
Pur condividendo dal punto di vista generale lo scopo precipuo delle Varianti al PSDA in esame, consistente nel garantire la piena corrispondenza tra i contenuti conoscitivi risultanti dall'elaborazione del PSDA e la rappresentazione delle aree a diverso grado di pericolosità e rischio del territorio comunale per associare a queste aree le specifiche disposizioni previste dal medesimo piano, si fa osservare che una diversa statuizione delle norme di attuazione in questo comparto, dovrebbe essere limitata non già a limitare e porre **le vie di accesso e il primo solaio di calpestio a quote superiori a m. 1,00 rispetto al piano di campagna ma a quella già "garantista" del piano di carreggiata.**

Indipendentemente da queste implicazioni, dall'effetto schermo delle diverse abitazioni e dalla misura delle quote stradali o del piano campagna, la linea di pericolosità moderata, individuata dalla propaggine d'area riportata nel PSDA del Fiume Pescara, risulta del tutto lontana dall'impianto sportivo per la sua ubicazione e per la sua distanza dall'argine per cui esso risulta completamente avulso dalle problematiche di allagamento dovute alle piene del Pescara.

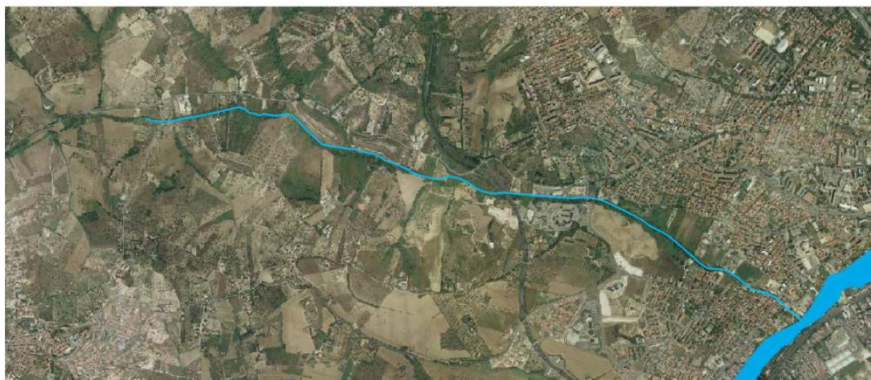


## INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL FOSSO GRANDE

Il Fosso Grande risulta classificato in base al R.D. 15.05.1902 nell'elenco delle acque pubbliche al n.96 della Provincia di Pescara dallo sbocco fino al punto in cui cessa di essere confine tra i Comuni di Spoltore e Montesilvano. *Si riportano nel seguito le cartografie che inquadrano l'andamento del Fosso Grande, con il suo percorso e lo stralcio del PSDA ad esso concernente.*



STRALCIO PIANO REGIONALE PAESISTICO



STRALCIO PIANO DIFESA DEI SUOI O DAI LE ALLUVIONI



STRALCIO PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO - CARTA DELLA PERICOLOSITA'



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

## L'ISCRIZIONE DEL FOSSO GRANDE NELL'ELENCO DELLE ACQUE PUBBLICHE

Gli Elenchi non sono una memoria storica di eventi conclusi, ma conservano una immutata attualità in quanto hanno guidato l'espansione del demanio idrico – dai grandi fiumi al più modesto rivo, definendone il *limes* oltre il quale è possibile la proprietà privata.

E' ben vero che la demanialità preesiste e che al di fuori degli Elenchi possono esservi corpi idrici la cui attitudine ad usi di pubblico generale interesse ancora non è stata riconosciuta; ma è altrettanto indubbio che un corpo idrico, una volta che è iscritto nell'Elenco, conferma lo *status* di bene demaniale, *status* che viene formalizzato con la sua riconduzione nell'ambito dei beni destinati ad essere fuori commercio, inusucapibili, insuscettibili di possesso.

L'introduzione dei vincoli paesaggistici, per categoria, non ha attribuito competenze, in materia di Elenchi, in capo all'Autorità preposta alla tutela del paesaggio, poiché tale competenza tecnica va riconosciuta all'Autorità idraulica, il cui potere di governo delle acque è stato indebolito in conseguenza dell'eliminazione dei procedimenti in contraddittorio per formare Elenchi suppletivi; questi ultimi sono indispensabili per superare l'incompiuta delimitazione degli alvei di piena ordinaria, delle fasce delle aree inondabili, delle concrete conseguenze derivanti del passaggio dai criteri della massima piena e della piena ordinaria a quelli dei tempi di ritorno di cui alla pianificazione di bacino per le aree inondabili ex D.Lgs n.152/2006 e D.Lgs n.49/2010, né sono stati disciplinati i vincoli idraulici derivanti dalle massime piene ordinarie e dall'onda di collasso di invasi ed argini di corsi d'acqua pensili.

La differenza tra gli Elenchi ed i Piani di bacino risiede nel fatto che questi ultimi hanno forza di atti di programmazione degli usi dei suoli mentre gli Elenchi sono l'ultrasecolare registro dei beni appartenenti al demanio idrico.

## ELENCHI DELLE ACQUE PUBBLICHE: RICOGNITIVI E DICHIARATIVI - CONSOLIDAMENTO.

L'inserimento di un corpo idrico in un Elenco delle acque pubbliche, è considerato dichiarativo e non costitutivo, nel senso che la demanialità, essendo insita nella attitudine di un corpo idrico a soddisfare usi di pubblico generale interesse, preesiste al provvedimento della sua iscrizione negli Elenchi medesimi.

La pluralità di ipotesi sulla forza degli Elenchi riecheggia le contrapposizioni tra i fautori delle acque private e quelli delle acque demaniali o pubbliche; nella lunga disputa sul patto sociale per l'acqua ha avuto la prevalenza la tesi che attribuisce a tutte le acque, superficiali e sotterranee destinate ad usi di pubblico generale interesse.

L'accento posto sulla qualificazione, demaniale o pubblica, si ricollega alla sottostante concezione dello Stato. Il plurisecolare impegno della scuola demanialista, ha avuto come obiettivo l'affermazione di una titolarità del bene che è sottratta al sovrano come al potere politico od a quello economico, consentendo l'interesse del singolo all'uso della risorsa i beni demaniali fino al limite invalicabile del pregiudizio degli altri consociati, così intendendo la comunità nazionale come l'insieme delle generazioni presenti e future che vivono o vivranno sul territorio dello Stato; è una

questione identitaria e l'affermazione di una cultura dell'acqua, quale arte del rapporto sostenibile con questo elemento essenziale per la vita dei singoli e per l'ecosistema del quale non sono che una parte.

E' ben vero che la demanialità preesiste e che al di fuori degli Elenchi possono esservi corpi idrici la cui attitudine ad usi di pubblico generale interesse ancora non è stata riconosciuta; ma è altrettanto indubbio che un corpo idrico, una volta che è iscritto nell'Elenco come il Fosso Grande, conferma lo *status* di bene demaniale, *status* che viene formalizzato con la sua riconduzione nell'ambito dei beni destinati ad essere fuori commercio, inusucapibili, insuscettibili di possesso.<sup>1</sup>

I citati criteri di redazione degli Elenchi sono stati osservati con lievi integrazioni, dal 1844, fino al 1999; per oltre un secolo gli Elenchi principali sono stati aggiornati con Elenchi suppletivi per inserirvi le nuove iscrizioni, le variazioni e le "radiazioni"; l'aggiornamento degli elenchi è stato soppresso dall'art.2 Dpr 18.2.1999, n.238<sup>1</sup>, e se gli Elenchi "*restano in vigore per ogni effetto ad essi attribuito dalle leggi vigenti.*"(art.2, c.2 **Dpr n.238/1999**, ogni interprete deve misurarsi con la loro perdurante vigenza.

Il Dpr n.238/1999 ha ommesso di prevedere i procedimenti per la formazione di Elenchi suppletivi e di indicare l'autorità idraulica competente a dirimere in via preventiva eventuali controversie pur disciplinate dall'art.140 TU n.1775/1933; soprattutto non si è tenuto presente che gli Elenchi costituiscono il documento di riferimento per l'applicazione del vincolo paesaggistico di categoria, dal Decreto Galasso del 1984 all'art.142, c.1, lett. b), lett.c) e lett.e) D.Lgs n.42/2004.

Non meno paralizzante resta l'eliminazione di un procedimento di aggiornamento condiviso, indispensabile per superare **l'incompiuta delimitazione degli alvei di piena ordinaria, delle fasce delle aree inondabili, delle conseguenze derivanti del passaggio dai criteri della massima piena e della piena ordinaria a quelli dei tempi di ritorno di cui alla pianificazione di bacino per le aree inondabili** ex D.Lgs n.152/2006 e D.Lgs n.49/2010, né sono stati disciplinati i vincoli idraulici derivanti dalle massime piene ordinarie e dall'onda di collasso di invasi ed argini di corsi d'acqua pensili.

La qual cosa ha non poca influenza nelle modellazioni e studi delle condizioni idrauliche, con relative conclusioni per la officiosità di fiumi e torrenti ,come per il caso presente.

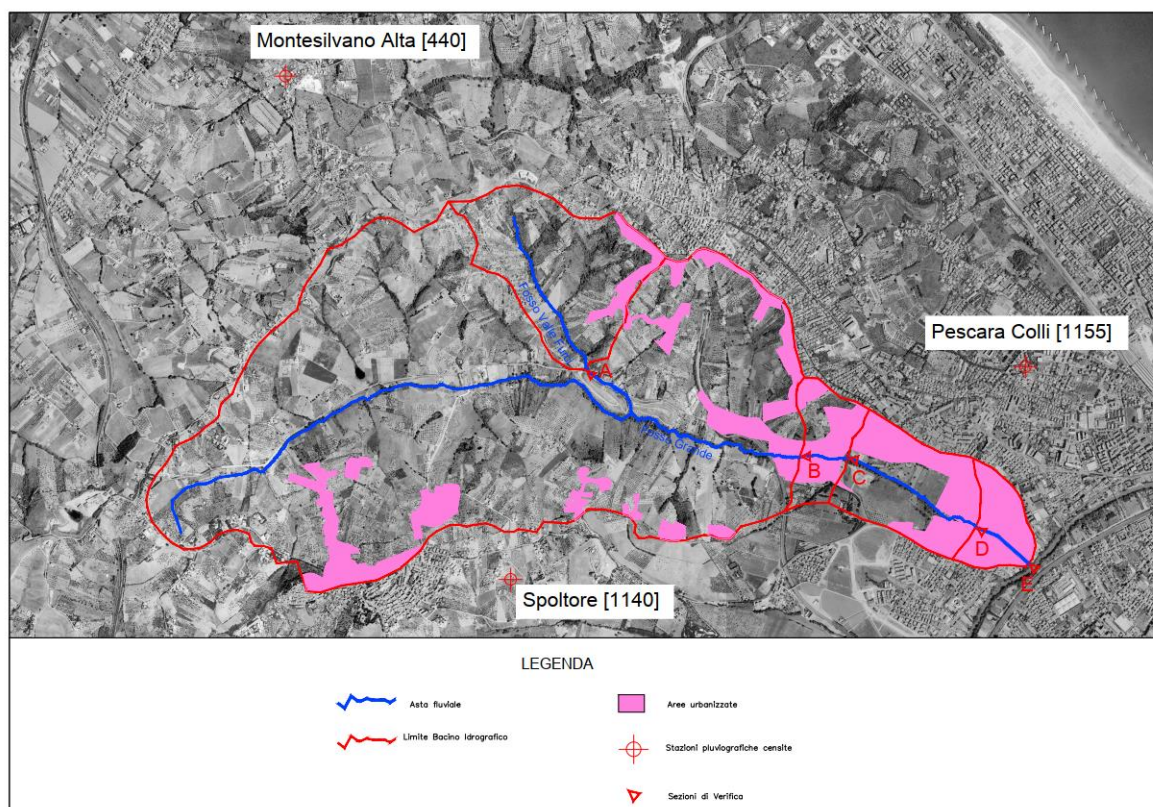


# STUDIO IDROLOGICO - CRITICITA' RILEVATE ED INTERVENTI RECENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

## INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO E DELLE SEZIONI SIGNIFICATIVE DI VERIFICA

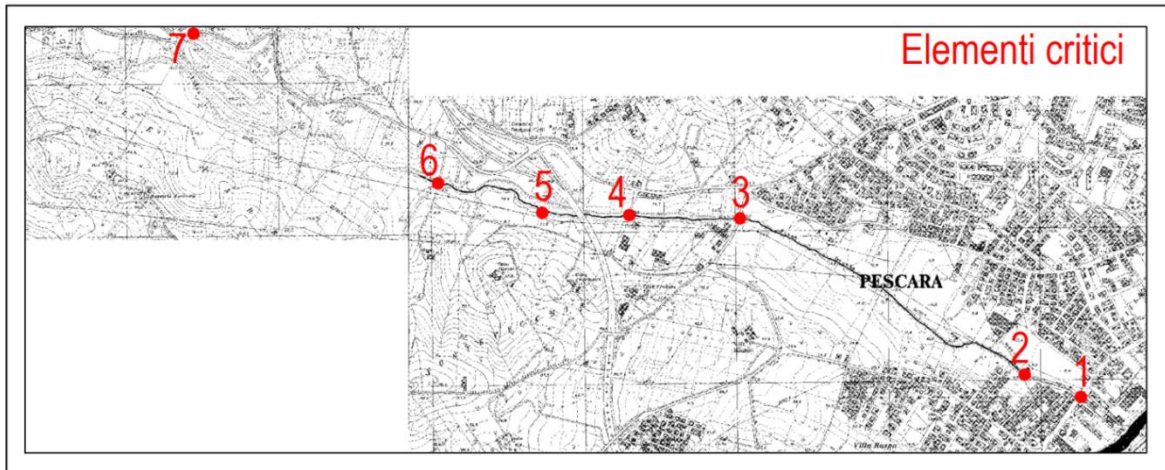
Lo studio idrologico si è incentrato sulla valutazione dell'evento di pioggia significativo corrispondente ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni. Tale indice, che corrisponde ad una probabilità di accadimento, è il riferimento dettato dalla normativa vigente in merito alla realizzazione di infrastrutture quali Ponti stradali che sormontano corsi d'acqua. Al paragrafo §5.1.2.4 del D.M. Infrastrutture del 14. Gennaio 2008 "Norme Tecniche delle Costruzioni" riguardante la realizzazione dei Ponti Stradali, è testualmente riportato "la quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni", inoltre la Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02 Febbraio 2009 prescrive anche "un franco di 1,5-2 m".

Il suddetto riferimento è l'unico ufficiale tra le norme vigenti, ed è anche il riferimento chiesto dagli Enti preposti, per il rilascio di autorizzazioni a realizzare attraversamenti od anche a regolarizzare quelli presenti, anche ad uso privato, su alvei di piccole dimensioni come può essere considerato quello di "Fosso Grande". Sicuramente la normativa può essere considerata carente in merito a questo aspetto, dato che un TR pari a 200 anni è logico per la realizzazione di nuovi ponti stradali, ma per la verifica di vecchi ponti su strade anche secondarie, rischia di rendere la maggior parte dei manufatti esistenti fuori norma, con tutte le conseguenze del caso.



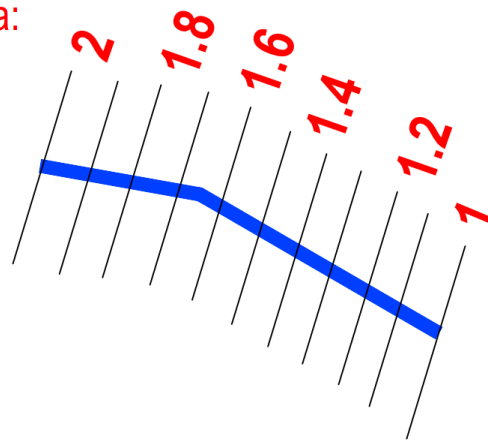
Utilizzo del suolo e Bacino del Fosso Grande con Ortofoto ed Indicazione delle Sezioni di Verifica (A,B,C,D,E) e delle Tre Stazioni Pluviometriche di riferimento



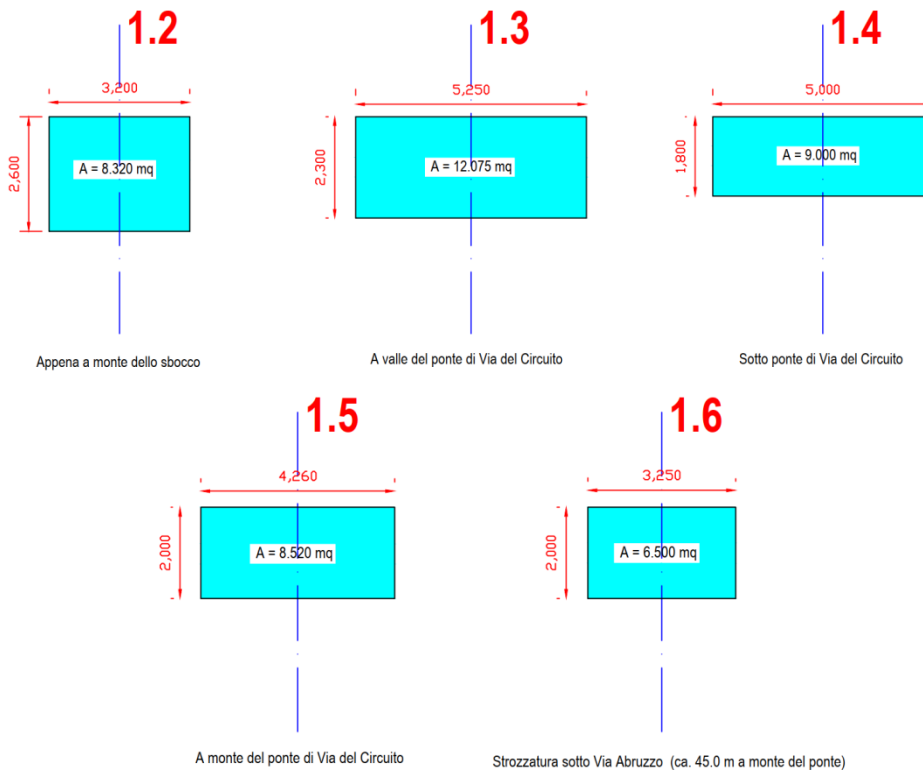


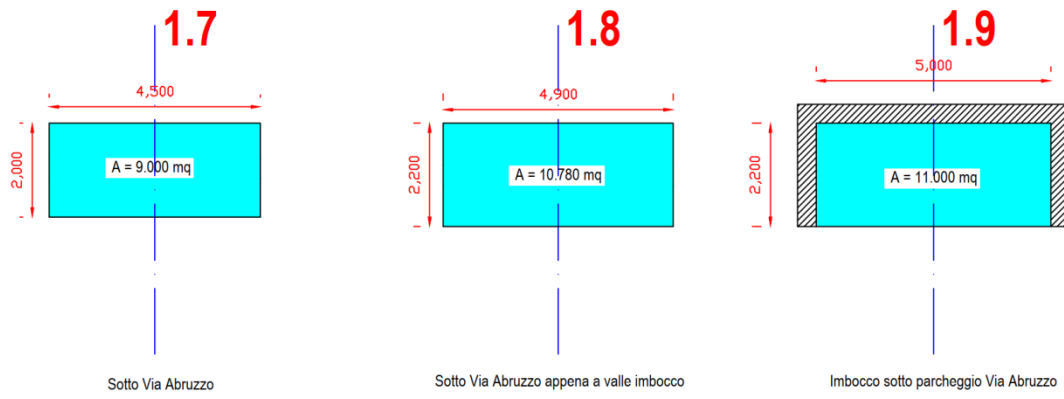
**ELEMENTI CRITICI 1 e 2 verso la foce**

**Pianta parte incanalata:**

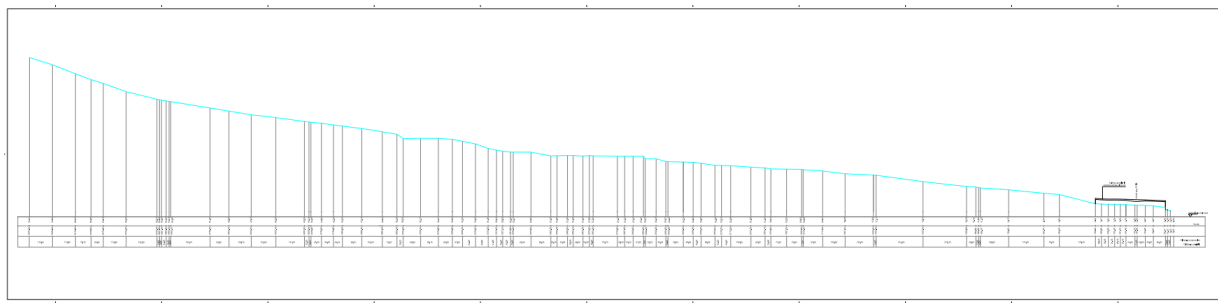


**Dettaglio in pianta parte incanalata tra le sezioni 1 e 2**

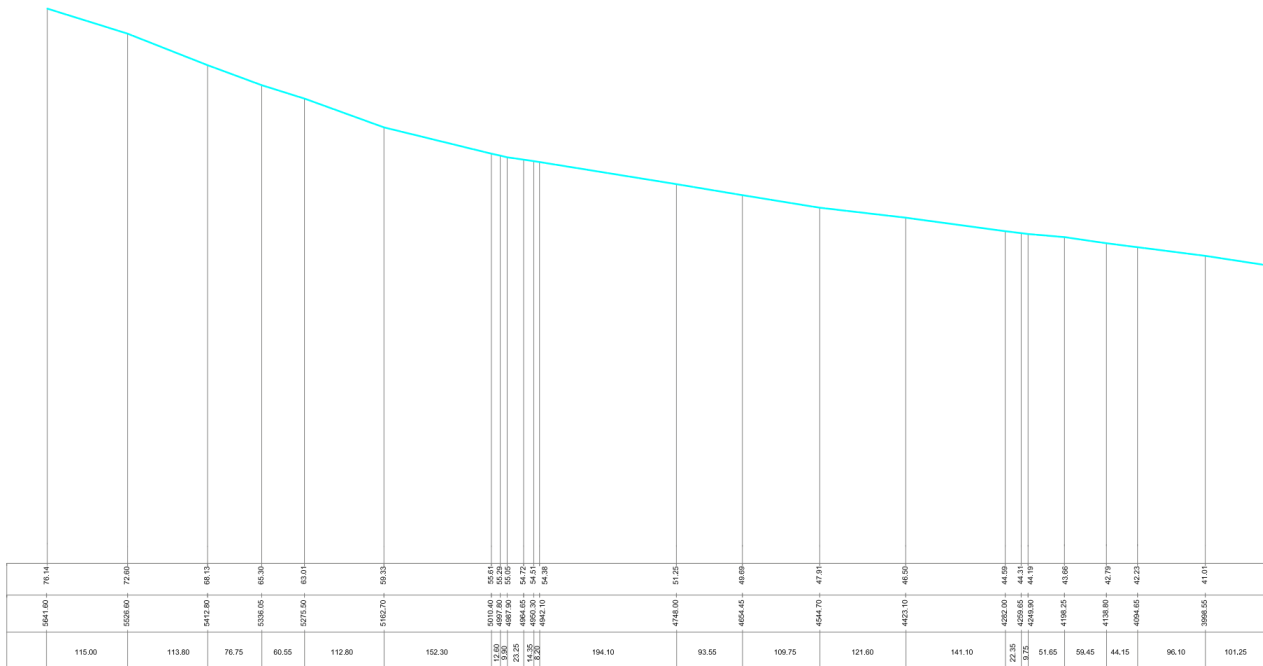




## PROFILO ALTIMETRICO



**Sezione Altimetrica dell'intero corso**



**Stralcio a partire da monte**



## STAZIONI PLUVIOMETRICHE E IDENTIFICAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

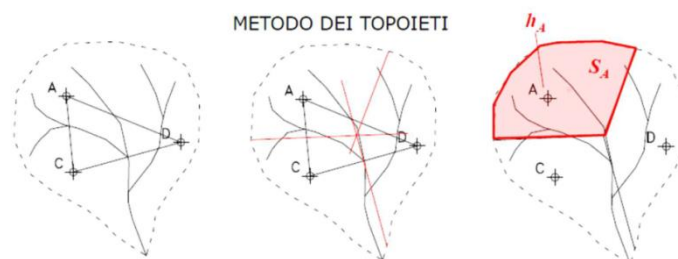
Una volta perimetrato il bacino idrografico di Fosso Grande, si è passati ad individuare le stazioni pluviometriche significative, ovvero prossime allo stesso, ed a reperirne i dati di pioggia di massima intensità presso l'Ufficio Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo.

Il bacino risulta circoscritto da n°3 stazioni pluviometriche,; esse sono così identificate e localizzate:

Identificativo stazione	Località	Coordinate geografiche	
		Nord	Est
440	Montesilvano Alta	42.486944	14.132200
1140	Spoltore	42.456173	14.150492
1155	Pescara Colli	42.468779	14.194432

Tabella n°1 - Identificazione e localizzazione delle stazioni pluviometriche significative

Si è definita quindi l'area d'influenza sul bacino per ogni stazione, tramite il metodo dei Topoieti. Questo metodo consiste nell'individuare delle aree circostanti le stazioni di misura, alle quali aree viene assegnato come valore di precipitazione quello misurato nella stazione che ricade in esse. Per individuare queste aree (detti poligoni di Thiessen) si uniscono i punti in cui è nota l'altezza di pioggia  $h$ , formando così dei triangoli; per i lati di ciascun triangolo si tracciano le perpendicolari nei punti medi, i punti d'incontro di dette perpendicolari costituiscono i vertici dei poligoni di Thiessen (segue figura esplicativa del metodo usato).



Metodo dei Topoieti o dei triangoli di Thiessen

Le aree di influenza sono state così determinate:

Identificativo stazione	Superficie d'influenza	Area d'Influenza [Km <sup>2</sup> ]
440	Montesilvano Alta	1,421
1140	Spoltore	6,235
1155	Pescara Colli	1,868
<b>Totale</b>		<b>9,524</b>

Tabella n°2 - Area di Influenza delle stazioni pluviometriche significative

Nell'esaminare i dati a disposizione rilevati dalla stazione pluviometrica denominata Pescara Colli [1155], ci si è resi conto che gli stessi sono molto frammentari e discontinui a causa del malfunzionamento della stazione stessa, tanto da non essere attendibili per uno studio idrologico (gli stessi dati non sono stati tra l'altro mai oggetto di pubblicazione sui bollettini ufficiali). Si è pensato quindi di confrontare i pochi dati a disposizione per tale stazione con quelli relativi alla stazione significativamente vicina di Pescara San Silvestro [1160].

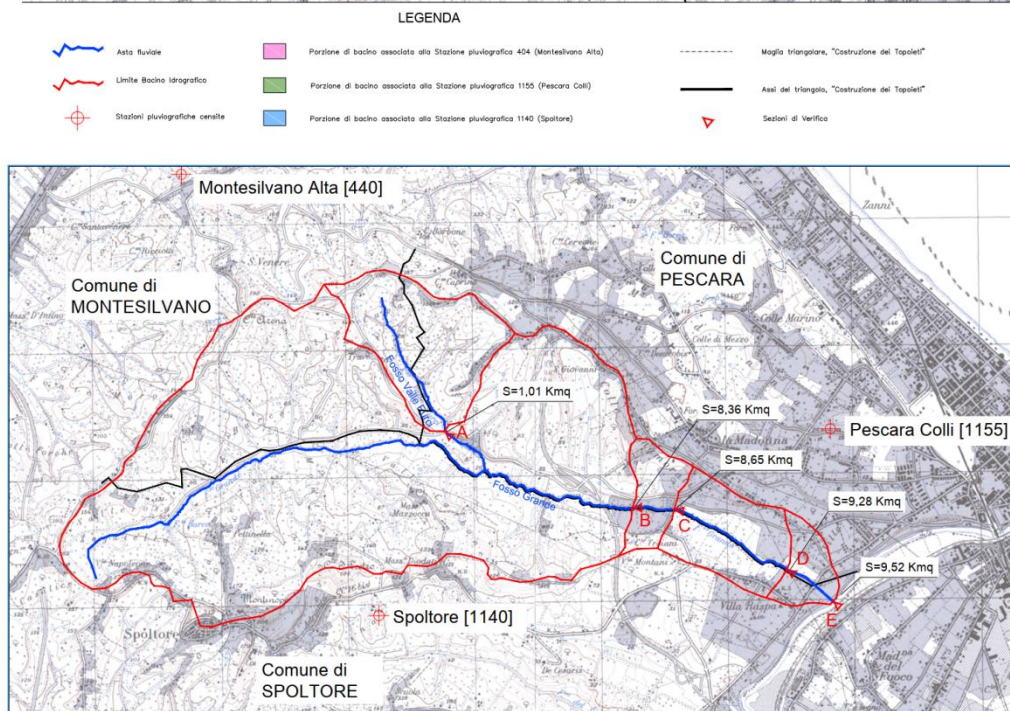
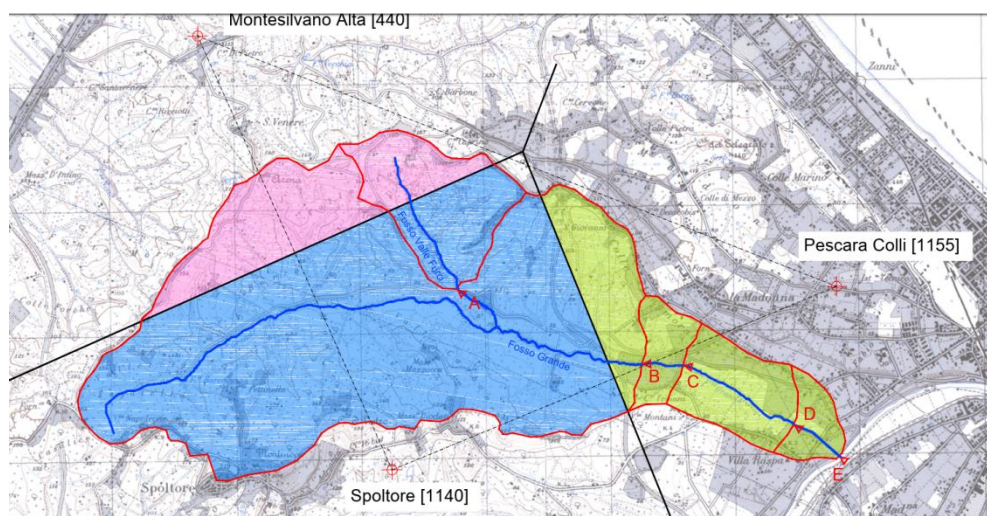


Identificativo stazione	Località	Coordinate geografiche	
1160	Pescara San Silvestro	42.449625	14.242365

Tabella n°3 - Identificazione e localizzazione della stazione pluviometrica di Pescara San Silvestro

Si è riscontrato che i dati sono significativamente comparabili (si confrontino ad esempio i dati relativi all'evento del 12.10.2004, del 23.02.2006 ed altri ancora, relativi alle due stazioni), tanto da poter considerare la popolazione di dati relativi alla stazione di Pescara San Silvestro, validi anche per la stazione di Pescara Colli. Inoltre la stazione 1160 è l'unica che ha registrato l'evento relativo al 12.11.2013 e 02.12.2013, che è stato oggetto in seguito di particolare studio da parte del Servizio Provinciale del Genio Civile..

I dati relativi alle piogge di massima intensità per 1, 3, 6, 12 e 24 ore delle stazioni sopra menzionate, sono riportati nell'Allegato 1..



## ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI DI PIOGGIA

I dati delle altezze di pioggia sono stati elaborati secondo la legge doppio-esponenziale di Gumbel. Essa è definita dalla funzione cumulata:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}} \quad (1)$$

in cui si introduce la variabile ridotta:

$$y = \alpha(x - \varepsilon) \quad (2)$$

Per applicare la legge statistica al campione, si è utilizzato il metodo dei minimi quadrati. Tale metodo risulta particolarmente adatto per serie finite di eventi: in particolare nel nostro caso si hanno un numero limitato di osservazioni per le stazioni pluviografiche di Montesilvano e di Spoltore. Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi tra loro indipendenti, può applicarsi, la seguente descrizione statistica:

$$X(T_R) = \bar{X} + F \cdot S_X \quad (3)$$

Dove si è indicato con:

$X(T_R)$  il valore dell'evento che viene eguagliato o superato *mediamente* ogni  $T_R$  anni; nel nostro caso ci riferiamo alle altezze di pioggia;

$\bar{X}$  il valore medio degli eventi di pioggia considerati ;;

$F$  il fattore di frequenza

$S_X$  lo scarto quadratico medio della variabile in esame

La distribuzione di **Gumbel** assegna a  $F$  l'espressione:

$$F = \frac{Y(T_R) - \bar{Y}_N}{S_N} \quad (4)$$

Dove :

$Y(T_R)$  è la variabile ridotta

$\bar{Y}_N$  è la media della variabile ridotta

$S_N$  è lo scarto quadratico medio della variabile ridotta

Sia la media ridotta che lo scarto quadratico medio della variabile ridotta sono funzioni del numero  $N$  di osservazioni, come riportato nella seguente tabella:

media ridotta $\bar{Y}_N$										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5154	0.5177	0.5198	0.5217
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5282	0.5296	0.5309	0.5321	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5411	0.5417	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5472	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5532	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
deviazione standard ridotta $S_N$										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1.0010	1.0148	1.0270	1.0378	1.0476	1.0564	1.0644	1.0717	1.0785	1.0847
20	1.0904	1.0958	1.1008	1.1055	1.1098	1.1140	1.1178	1.1215	1.1250	1.1283
30	1.1314	1.1344	1.1372	1.1399	1.1425	1.1449	1.1473	1.1496	1.1518	1.1538
40	1.1559	1.1578	1.1597	1.1614	1.1632	1.1649	1.1665	1.1680	1.1696	1.1710
50	1.1724	1.1738	1.1752	1.1765	1.1777	1.1789	1.1801	1.1813	1.1824	1.1835
60	1.1846	1.1856	1.1866	1.1876	1.1886	1.1895	1.1904	1.1913	1.1922	1.1931

Tabella n°4 - Media ridotta e scarto quadratico medio della variabile ridotta in funzione del numero  $N$  di osservazioni;

Sostituendo la (4) nella (3) si ottiene:

$$X(T_R) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} \cdot Y(T_R) \quad (5)$$

La funzione  $Y(T_R)$  è legata al tempo di ritorno  $T_R$ , secondo le seguenti espressioni:

$$T_R = \frac{1}{1 - P(Y)} = \frac{1}{1 - e^{-e^{-Y}}} \quad (6)$$

$$Y(T_R) = -\ln\left(-\ln\frac{T_R - 1}{T_R}\right) \quad (7)$$

Una volta ordinati gli elementi, per le varie durate, in ordine decrescente si ottiene una matrice con un numero di colonne pari a quello delle durate considerate e un numero di righe uguale a quello degli anni d'osservazione, si attribuisce il numero d'ordine  $i$  all'evento. Il tempo di ritorno di ogni evento viene calcolato quindi come:

$$T_R = \frac{N + 1}{i} \quad (8)$$

Si sono rappresentati graficamente quindi i punti sperimentali e la retta interpolata ai minimi quadrati nelle carte probabilistiche, con in ordinata le altezze di pioggia e in ascissa la variabile ridotta  $Y$ . Nell'Allegato 2, si riportano le elaborazioni statistiche relative alle altezze di pioggia misurate in ogni singola stazione e le carte probabilistiche. Ai fini della verifica dell'adattamento dei campioni alla legge statistica di Gumbel, si è effettuato il Test della Fascia Fiduciaria, descritta entro le funzioni

$$u'_i = u_i - \frac{k}{p(u_i)} \sqrt{\frac{P(u_i)[1 - P(u_i)]}{N}} \quad (9)$$

$$u'_i = u_i + \frac{k}{p(u_i)} \sqrt{\frac{P(u_i)[1 - P(u_i)]}{N}} \quad (10)$$

Dove si è intesa con  $u$  la variabile ridotta  $y$ , e con  $p(u_i)$  la probabilità associata all'evento di variabile ridotta  $u_i$ , calcolata come:

$$p(u_i) = e^{(-u_i - e^{-u_i})} \quad (11)$$

I valori sperimentali devono ricadere entro la fascia descritta dalle due funzioni, affinché la legge probabilistica risulti applicabile. La fascia fiduciaria è stata graficata nelle carte probabilistiche e, come si può notare nell'Allegato 2, la verifica risulta soddisfatta per tutte le misure sperimentali.

## DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA

Esse esprimono la relazione tra altezza  $h$  della precipitazione e durata  $t$  dell'evento di pioggia.

Le relazioni  $h = h(t)$  sono generalmente date nella forma:

$$h = a \cdot t^n \quad (12)$$

dove le costanti  $a$  ed  $n$  sono determinate ad hoc per ogni stazione; la costante  $a$  è funzione del tempo di ritorno  $T_R$ .

Le costanti  $a$  e  $n$  sono ricavate dai grafici bilogaritmici  $h-t$ , essendo:

$$\log_{10} h = \log_{10} a + n \log_{10} t \quad (13)$$

$$Lh = \log_{10} h, \quad A = \log_{10} a, \quad Lt = \log_{10} t \quad (14)$$

$$Lh = A + nLt \quad (15)$$

Si interpolano i valori sperimentali, tramite i minimi quadrati, con la formulazione:

$$n = \frac{M \sum(Lh)(Lt) - \sum(Lh)(Lt)}{M \sum(Lt)^2 - (\sum Lt)^2} \quad (16)$$

$$A = \frac{\sum(Lh) \sum(Lt)^2 - \sum Lt \sum(Lh)(Lt)}{M \sum(Lt)^2 - (\sum Lt)^2} \quad (17)$$

Dove con M si è indicato il numero di coppie h-t a disposizione; in questo caso si hanno 5 dati, essendo 5 le durate orarie di misura dell'altezza di pioggia. Queste ultime vanno inoltre ragguagliate, secondo la nota osservazione per cui l'intensità media ragguagliata d'una pioggia (media sull'estensione della superficie) si riduce all'aumentare dell'area S del bacino considerato. Si è usata la formulazione di Puppini (per aree minori di 600 km<sup>2</sup>):

$$a' = a \left[ 1 - 0,084 \frac{S}{100} + 0,007 \left( \frac{S}{100} \right)^2 \right] \quad n' = n + 0,014 \left( \frac{S}{100} \right) \quad (18)$$

Le curve di possibilità pluviometrica, e le correzioni secondo Puppini sono espone in Allegato 3.



## TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

I

Il tempo di corrivazione, relativo ad un punto assegnato del bacino, è il tempo che impiega una goccia d'acqua che parte da quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Ad ogni punto del bacino corrisponde un particolare valore del tempo di corrivazione. Un punto particolare è quello idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, cioè il punto dello spartiacque da cui ha origine l'asta principale della rete idrografica. Il tempo corrispondente a tale punto è il tempo di corrivazione più lungo, e prende nome di tempo di corrivazione del bacino.

In letteratura esistono diverse formule per calcolare il tempo di corrivazione. Una formula frequentemente utilizzata in Italia è quella proposta da Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}} \quad (19)$$

dove:

$A_b$  = area bacino (km<sup>2</sup>);

$L_b$  = lunghezza asta principale (km);

$H_m$  = quota media sulla sezione di chiusura (m).

La formula di Giandotti è stata successivamente modificata da Aronica e Paltrinieri per consentirne l'applicazione a bacini di piccole dimensioni (minori di 10 km<sup>2</sup>).

$$T_c = \frac{\frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}} \quad (20)$$

Dove M e d sono costanti numeriche che assumono in funzione del tipo di suolo e della permeabilità dei terreni i valori riportati in tabella:

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

*Coefficienti M e d secondo Aronica e Paltrinieri*

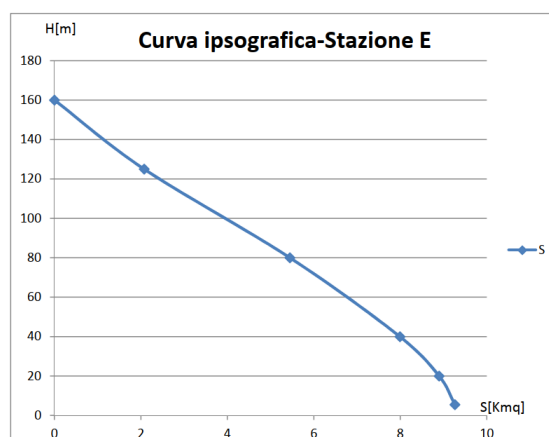
Si distinguono le due zone descritte precedentemente come uso del suolo:

1- Zone urbanizzate: Terreni nudi M=0.667 e semi-impermeabili d=1.270  $1/M \cdot d = 1.18$ ;

2-Zone verdi: Terreni con erbe rade  $M=0.250$  e semi-impermeabili  $d=1.270$   $1/Mxd = 3.15$

Facendo una media pesata sulle superfici si ottiene:  $1/Mxd = 2.85$ .

Le altezze medie dei bacini e i sottobacini sono ricavati tramite le curva ipsografiche associate alla sezione di chiusura. Si riporta, a titolo esemplificativo la curva associata alla sezione di verifica E allo sbocco del Fosso Grande nel Fiume Pescara::



La **curva ipsografica** fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche. Ogni punto della suddetta **curva** ha come ordinata un valore di quota  $h_i$  e come ascissa la superficie parziale del bacino  $A_i$  posta al di sopra della quota considerata.

I tempi di corrivazione ottenuti sono:

Sezione di verifica	Area sottesa	Lunghezza asta sottesa	Hmax	Hchiusura	Pendenza	Hm	tc-Giandotti	tc-Aronica-Patrinieri
	Km²	m	m	m		m	h	h
A	1.006	1247.000	155.000	45.000	0.088	113.3	0.691	0.555
B	8.359	5177.000	160.000	25.000	0.026	98.4	2.436	2.017
C	8.647	5527.000	160.000	20.000	0.025	97.6	2.537	2.109
D	9.284	6578.000	160.000	9.000	0.023	89.6	2.912	2.450
E	9.524	7029.000	160.000	5.500	0.022	87.5	3.059	2.584

A supporto di tale dato progettuale si è calcolato il tempo di corrivazione, per la stazione E, anche con altre formule presenti in letteratura :

$$\begin{aligned}
 \text{Ventura (1905):} & \quad t_c = 0,127 (A/p)^{0,5} \\
 \text{Pezzoli (1970):} & \quad t_c = 0,055 L/(p)^{0,5} \\
 \text{Pasini:} & \quad t_c = 0,108 (A.L)^{1/3} (p)^{-0,5}
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

Con :  
 $t_c$  = tempo di corrivazione (ore);  
 $A$  = superficie del bacino (Km²);  
 $p$  = pendenza media  
 $L$  = lunghezza dell'asta principale (km);  
 $H_{max}$  = altezza massima del bacino  
 $H_0$  = altezza della sezione di chiusura (m).

Si sono ottenuti i seguenti valori:

Sezione di verifica	Lunghezza asta sottesa	Pendenza	Tc Pezzoli	Tc Ventura	Tc Pasini
	m		h	h	h
A	1247.000	0.092	0.231	0.429	0.392
B	5177.000	0.026	1.763	2.274	2.348
C	5527.000	0.027	1.910	2.346	2.463
D	6578.000	0.024	2.388	2.554	2.807
E	7029.000	0.023	2.608	2.644	2.958

## DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA RAGGUAGLIATA

Si utilizza l'equazione di possibilità pluviometrica con coefficienti corretti

$$h = a' \cdot t^{n'} \quad (22)$$

Secondo il metodo di corrivazione l'evento più gravoso in una determinata stazione di chiusura è dovuto a una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione; si indicano in tabella le altezze di pioggia associate al tempo di corrivazione alla sezione di verifica:

Sezione di verifica	t <sub>c</sub> [h]	Stazione 440	Stazione 1140	Stazione 1160
A	0.555	53,93	70,50	59,46
B	2.017	72,18	84,85	92,96
C	2.109	72,91	95,83	94,41
D	2.450	75,42	99,19	99,43
E	2.584	76,34	100,41	101,28

Si è calcolata pertanto l'altezza di pioggia di progetto in funzione del tempo di corrivazione alla sezione di verifica. In seguito si è effettuata la media pesata delle altezze di progetto alle varie stazioni, in funzione delle aree di influenza incluse nei bacini sottesi, secondo il metodo dei topoietai:

Con

$h_i$  altezza di pioggia relativa

$S_i$  parte del bacino asservita alla stazione i-esima

$$\bar{h} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n h_i S_i \quad (23)$$

Da cui si ottiene :

Sezione di verifica	$\bar{h}$
	mm
A	66.200
B	84.500
C	92.100
D	95.700
E	96.900

## COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Il territorio interessato è in gran parte allo stato naturale, a prevalenza agricola e pastorale ma poiché lambisce ed in parte ricomprende i nuclei urbani di Spoltore, della sua frazione Villa Raspa e soprattutto di Pescara Colli, esso è soggetto sempre più all'alterazione antropica delle sue caratteristiche idrologiche.

L'area urbanizzata, attualmente è in forte espansione ed ormai, nel tratto finale di Fosso Grande, ha finito con il soffocare l'alveo originario. In particolare, l'ultimo tratto del fosso, è stato da decenni tombato con argini e soletta di chiusura in c.a.

Si individuano quindi i coefficienti di deflusso per due diverse zone omogenee:

1-Zone urbanizzate

2-Zone verdi (coltivate, e raramente boschi) .

Si segue la tabella di Deppo-Datei ("Fognature") per la definizione del coefficiente di deflusso globale:

Tipi di superficie	Coefficiente di deflusso $\varphi$
<i>Elementi analitici</i>	
tetti metallici	0,95
tetti a tegole	0,90
tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,7÷0,8
tetti piani ricoperti di terra	0,3÷0,4
pavimentazioni asfaltate	0,85÷0,90
pavimentazioni in pietra	0,80÷0,85
massicciata in strade ordinarie	0,40÷0,80
strade in terra	0,4÷0,6
zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
giardini	0÷0,25
boschi	0,1÷0,3
<i>Elementi globali</i>	
parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
quartieri con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
quartieri con fabbricati radi	0,25÷0,50
tratti scoperti	0,10÷0,30
giardini e cimiteri	0,05÷0,25
terreni coltivati	0,2÷0,6

Tabella n°5 -Coefficienti di Deflusso- Da Deppo Datei "Fognature"

Si sceglie quindi per la Zona 1  $\varphi=0,9$  , per la Zona 2, si fa riferimento alla tabella di Frevert:

Caratteristiche del bacino			Coefficiente di deflusso C		
Manto vegetale	Morfologia del suolo	Pendenza dell'asta principale della rete idrografica [%]	Terreno con sabbia grossa	Terreno con argilla e limo	Terreno con argilla compatta
Bosco	pianeggiante	0÷5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5÷10	0.25	0.35	0.50
	montuoso	10÷30	0.30	0.50	0.60
Pascolo	pianeggiante	0÷5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5÷10	0.16	0.36	0.55
	montuoso	10÷30	0.22	0.42	0.60
Coltivato	pianeggiante	0÷5	0.30	0.50	0.60
	ondulato	5÷10	0.40	0.60	0.70
	montuoso	10÷30	0.52	0.72	0.82

Tabella n°6 -Coefficienti di Deflusso da Frevert



Nel nostro caso si considera un terreno ondulato, con un terreno con argilla e limo si ha  $\varphi=0,6$ .

Nel caso in cui la superficie S del bacino sia suddivisa in più sotto-superfici  $S_i$ , ognuna caratterizzata da un diverso valore  $\varphi_i$ , il coefficiente medio per l'intero bacino è:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i} \quad (24)$$

Zona	$\varphi_i$	$S_i$ [km <sup>2</sup> ]
1	0,9	1,430
2	0,6	8,094

Il sottobacino afferente alla sezione A può essere anch'esso suddiviso nelle due zone

Zona	$\varphi_i$	$S_i$ [km <sup>2</sup> ]
1	0,9	0.064
2	0,6	0.928

Le due diverse zone sono state identificate dalla Carta di Uso del Suolo 2000 in combinazione con le Ortofoto 2007, disponibili sul Geoportale Regionale.

Si ottiene così  $\varphi = 0,645$  le sezioni B, C D ed E, e  $\varphi = 0,620$  per la sezione A.

## PORTATE DI PROGETTO

Si calcolano le portate di progetto per le diverse sezioni di verifica, con il Metodo della Corrivazione.

$$Q = \frac{\varphi S \bar{h}}{t_c} \quad (25)$$

Si assume  $\varphi = 0,645$  per le sezioni B, C D ed E, e  $\varphi = 0,620$  per la sezione A.

Per la scelta del metodo di calcolo del Tempo di Corrivazione, si adotta il metodo di Giandotti con la correzione di Paltrinieri-Aronica.

Le altre formulazioni sopra esposte, come quella di Pezzoli Ventura e Pasini, infatti, tengono conto solo della pendenza media e della lunghezza dell'asta principale, ciò porta a brusche diminuzioni della portata per le sezioni di chiusura nel tratto finale (B,C,D,E), un fatto fisicamente poco plausibile. A titolo esemplificativo si riportano le portate calcolate con il Tempo di Corrivazione secondo Pezzoli:

Sezione di verifica	Area sottesa	$t_{\text{corrivazione}}$ Pezzoli	Portata ( $T_R=200$ anni)
	Km <sup>2</sup>	h	m <sup>3</sup> /s
B	8.359	1.763	71.772
C	8.647	1.910	74.705
D	9.284	2.388	66.664
E	9.524	2.608	63.411

Con la formula di Giandotti corretta si ottengono invece risultati più plausibili:

Sezione di verifica	Area sottesa	$H_{\text{chiusura}}$	Pendenza	$t_{\text{corrivazione}}$	Portata ( $T_R=200$ anni)
	Km <sup>2</sup>	m		h	m <sup>3</sup> /s
B	8.359	25.000	0.026	2.269	62.75
C	8.647	20.000	0.025	2.457	67.64
D	9.284	9.000	0.023	2.850	64.98
E	9.524	5.500	0.022	2.994	63.98

Per la sezione A (Fosso Valle Furci) si è rieseguito il calcolo del coefficiente di deflusso e dell'altezza di pioggia ragguagliata, come esposto in precedenza; si è pertanto ottenuta la seguente portata:

Sezione di verifica	Area sottesa	$H_{\text{chiusura}}$	Pendenza	$t_{\text{corrivazione}}$	Portata ( $T_R=200$ anni)
	Km <sup>2</sup>	m		h	m <sup>3</sup> /s
A	1.006	45.000	0.088	0.555	20.65

Si calcola inoltre la portata associata all'evento disastroso del 2013.

Il dato di pioggia per tale anno è stato misurato solo a Pescara, pertanto per tale stazione, con riferimento alle piogge di durata 6 ore si ottiene un tempo di ritorno pari a 7,2 anni; le altezze di pioggia associate a un tale tempo di ritorno, sono state ricavate grazie alla legge di Gumbel e alle curve di possibilità pluviometrica, per tutte le stazioni afferenti al bacino; si mostrano le altezze ragguagliate e le portate di progetto ottenute con il metodo della corrivazione:

Sezione di verifica	$t_c$	Stazione 440	Stazione 1140	Stazione 1160	$\bar{h}$	Q
	[h]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m <sup>3</sup> /s]
A	0.555	27,9	36,1	32,0	34,1	10.64
B	2.017	40,5	50,6	49,6	48,9	36.31
C	2.109	41,0	51,2	50,4	49,5	36.36
D	2.450	42,8	53,2	53,0	51,6	35.04
E	2.584	43,4	54,0	54,0	52,4	34.60

## LE SINGOLARITÀ DEL TRACCIATO –PUNTI CRITICI ED OPERE DI RECENTE SISTEMAZIONE IDRAULICA DOPO L'ALLUVIONE DEL 2013

Allo studio idrologico atto a valutare l'altezza di pioggia media con TR di 200 anni, è seguita la determinazione delle portate relative ad alcune sezioni individuate lungo l'alveo (identificate con le lettere A, B, C, D ed E) ed oggetto di particolare valutazione in quanto corrispondenti a situazioni critiche poiché presentano delle singolarità idrauliche lungo l'alveo (tombino, ponti stradali, ingresso ed uscita del tratto incanalato).

La sistemazione idraulica dell'alveo di "Fosso Grande", è stato tra gli interventi urgenti programmati dal Genio Civile Provinciale in particolare a seguito degli eventi meteorologici verificatisi nei giorni dall'11 al 13 Novembre 2013 ed il 1 e 2 dicembre 2013 nel territorio della Regione Abruzzo. In tali occasioni le acque affluenti nel "Fosso Grande" sono esondate in più zone procurando ingenti danni ed interrompendo la viabilità stradale cittadina in più tratti.

Si è deciso pertanto da parte del predetto Ufficio di analizzare i dati di pioggia relativi a tali eventi per cercare di capire cosa avesse mandato in crisi il "Fosso Grande".

I dati relativi a tali eventi sono purtroppo disponibili solo per una stazione idrografica su tre, tra quelle considerate. Unicamente la stazione di Pescara San Silvestro [1160] infatti, ha rilevato gli eventi di pioggia, dati che poi, per omologia, sono stati considerati validi anche per la stazione di Pescara Colli [1155]. Le altezze di pioggia rilevate in quei giorni, dopo l'elaborazione idrologica, hanno rivelato con sorpresa un **TR non superiore agli 8 anni!**. È evidente che delle concause hanno contribuito a cagionare i danni sopra ricordati.

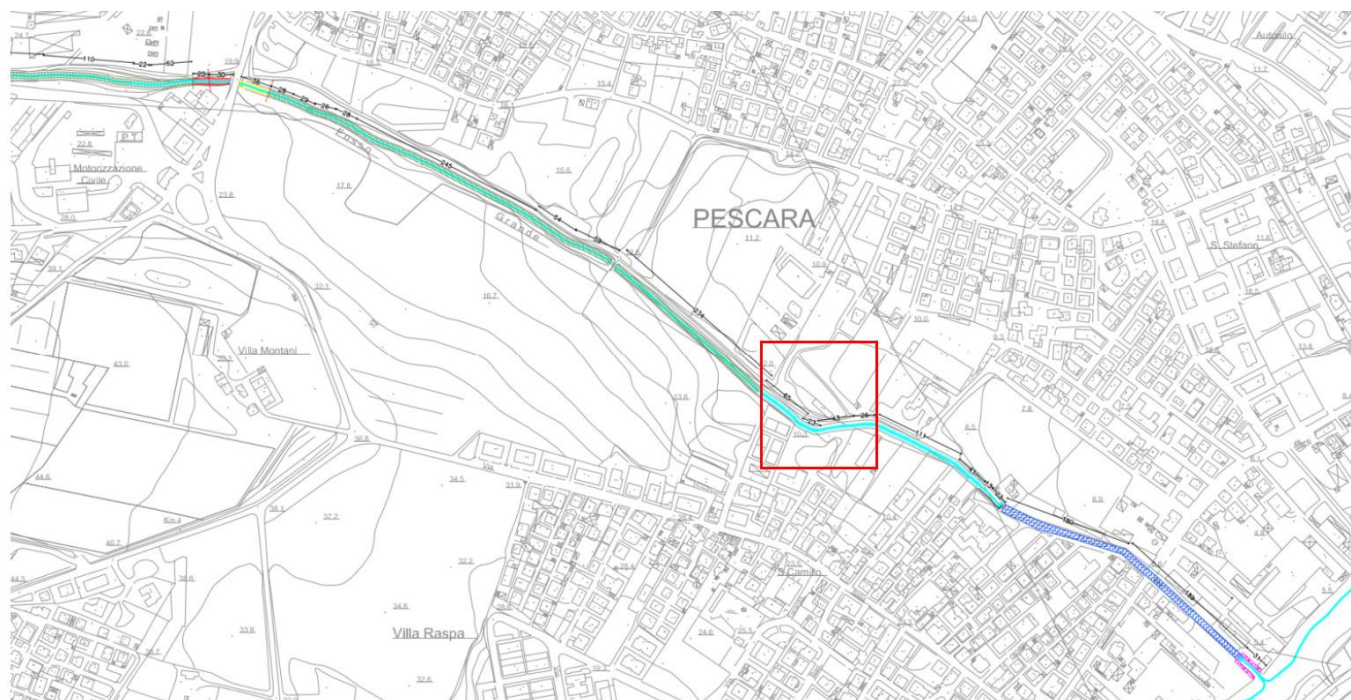
Con tale Tempo di Ritorno si è quindi entrati nelle curve di pioggia relative a tutte le stazioni pluviometriche considerate, ricavando nuovamente le portate nelle sezioni di verifica.

Si è proceduto quindi allo studio idraulico dell'alveo, utilizzando il software HEC-RAS che consente il calcolo del profilo del pelo libero nel caso di moto stazionario (STEADY FLOW) e non stazionario (UNSTEADY FLOW).e con le criticità riscontrate e nel seguito riportate.

**Come prevedibile la verifica con TR pari a 200 anni, non è soddisfatta, ma soprattutto non era soddisfatta neanche la verifica con TR pari a 8 anni, ovvero corrispondente agli eventi di pioggia verificatisi nei giorni dall'11 al 13 Novembre 2013 ed il 1 e 2 dicembre 2013.**

In particolare la simulazione al computer ha restituito con soddisfacente veridicità quanto successo nel 2013, indicando livelli di esondazione nelle sezioni considerate, assimilabili a quelli effettivamente verificatisi. Si è trattato quindi di capire le criticità che portano tali non verifiche idrauliche sia nel lungo periodo (200 anni), ma soprattutto nel breve periodo per

porvi rimedio nell'ambito del progetto di sistemazione finanziato nel 2014 e realizzato l'anno seguente con un importo di € 600.000,00 (somme a disposizione dell'Amm.ne comprese).



Opere di regimazione idraulica eseguite nell'anno 2015 partendo dalla foce e proseguendo verso monte (cfr. legenda interventi) Il tratto "C" in azzurro è quello che abbraccia l'impianto sportivo da realizzare



#### TRATTO C

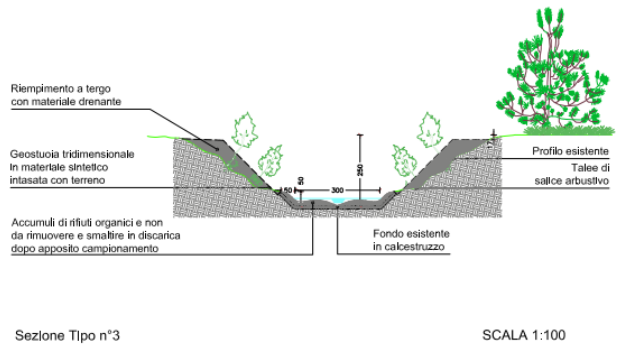
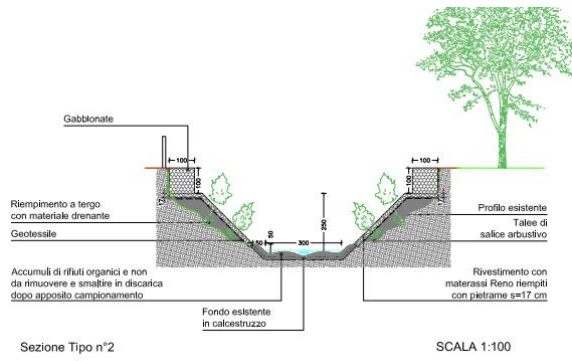
Zona di pulizia degli argini dalla vegetazione e dai rifiuti organici e con riprofilatura della scarpata tramite geostuoia tridimensionale (vedere Sezione tipo n°3 - TAV. N°07) alternata a materassi reno e gabbionate in sommità (vedere Sezione tipo n°2 - TAV. N°07)

In generale, *l'alveo del Fosso Grande come quelli di altri corsi d'acqua, necessita costantemente di una approfondita pulizia dalla vegetazione* che impropriamente ne occupa la sezione: innumerevoli tronchi e rami di alberi caduti e rigogliosi rovi, in più parti impediscono il normale deflusso delle acque, creando in alcuni casi delle vere e proprie briglie naturali.

**Nel tratto tra la sezione "B" e la sezione "C"**, oltre alla pulizia dalla vegetazione e dai rifiuti, è stato fatto un intervento di riprofilatura degli argini del fosso, anche con l'ausilio di geostuoie bidimensionali, regolarizzando il fondo con ciottolame di grandi dimensioni compattato in strati per almeno 30/40cm. Si sono inoltre eliminati gli scarichi ed i manufatti abusivi. Ed è stata prevista l'idrosemina finale delle scarpate una volta riprofilate.

**In particolare nel tratto C corrispondente, a quello di interesse del presente progetto di impianto sportivo, evidenziato in azzurro nella presente carta corografica, sono state eseguite la pulizia degli argini dalla vegetazione e la riprofilatura della scarpata con geostuoia alternata a materassi reno e gabbionate secondo le sagome rinvenibili dalle seguenti sezioni tipo.**


















**Altri tratti del Fosso Grande verso monte con indicazione delle opere lineari e puntuali eseguite nel 2015**



## LEGENDA

	Profilo Fosso Grande
	Nuovo profilo del terreno
	Profilo del terreno esistente
	Gabbionate h = 1metro
	Gabbionate h = 50cm
	Materassi tipo "RENO" s = 17/30cm
	<b>TRATTO A</b> Zona con pulizia dai rifiuti organici e non organici di sistemazione della vegetazione esistente
	<b>TRATTO B</b> Zona incanalata del fosso, oggetto di bonifica del materiale accumulato al suo interno (vedere Sezione tipo n°1 - TAV. N°07)
	<b>TRATTO C</b> Zona di pulizia degli argini dalla vegetazione e dai rifiuti organici e con riprofilatura della scarpata tramite geostuoia tridimensionale (vedere Sezione tipo n°3 - TAV. N°07) alternata a materassi reno e gabbionate in sommità (vedere Sezione tipo n°2 - TAV. N°07)
	<b>TRATTO D</b> Zona di pulizia degli argini dalla vegetazione e dai rifiuti organici e non organici con riprofilatura delle scarpate dove sono avvenuti dei cedimenti, mediante stuoia tridimensionale e piantumazione di talee (vedere sezione tipo n°8 - TAV. N°07) o semplice riprofilatura con eliminazione della vegetazione che occlude la sezione dell'alveo. (vedere Sezione tipo n°7 - TAV. N°07)
	<b>TRATTO E</b> Zona di pulizia degli argini dalla vegetazione e dai rifiuti organici e non organici con riprofilatura della scarpata e dell'alveo mediante materassi reno e gabbionate in sommità (vedere Sezione tipo n°4 - TAV. N°07) e successivo sbancamento degli argini con realizzazione di gabbionate e materassi tipo "Reno" (vedere Sezione tipo n°4b - TAV N°07 )
	<b>TRATTO F</b> Zona di pulizia degli argini dalla vegetazione e dai rifiuti organici e non organici con rinforzo della scarpata in destra idraulica con gabbionate e materassi Reno o stuoia tridimensionale sulla sinistra idraulica. (vedere sezione n°5 - TAV N°07); posizionamento di salto realizzato con gabbionate (vedere Sezione tipo n°6 - TAV. N°07)
	Briglia da realizzare

Ulteriore problema è stato, durante l'alluvione del 2013, e tale rimane la *consistente quantità di spazzatura*, plastica, mobili, gomme per auto, bici, motorini, ecc. che intasano letteralmente alcuni tratti dell'alveo. Questo oggi è il principale dei problemi, in quanto la quantità dei rifiuti è solo stimabile in larga misura poiché la folta vegetazione sicuramente nasconde la maggior parte; inoltre quota parte degli stessi scarti è di tipo pericoloso, quali lastre di amianto, vecchie batterie per auto, bombole del gas, ecc. il cui recupero e smaltimento è da eseguire, con cura e secondo le normative sulla sicurezza.

Negli anni l'alveo di "Fosso Grande", è stato sempre più stretto nella morsa dei manufatti che sono stati eretti in prossimità dello stesso. Specialmente nel tratto finale tra i comuni di Spoltore e Pescara, dove negli ultimi decenni il nucleo urbano ha avuto una grossa espansione, il suo percorso è delimitato da muri in c.a., recinzioni metalliche, cortili asfaltati, costruzioni abusive ecc., quasi sempre contravvenendo le normative in materia **che prevedono una distanza minima di 4 metri dal ciglio della scarpata. (R.D. 523/1904 art.96)**

Dette opere illegittime finiscono per alterare il normale deflusso delle acque e viceversa, quando la corrente si fa impetuosa l'erosione delle scarpate mina la stabilità di questi manufatti.

Stessa cosa dicasi per le immissioni abusive di acque reflue, che in maniera evidente si immettono nell'alveo, rendendo le sue acque sporche e maleodoranti. Anche le immissioni delle tubazioni che trasportano acque bianche, non sempre sono realizzate in maniera opportuna; infatti, in alcuni casi sono posizionate in maniera tale da scalzare il terreno al piede del ponte stradale, in altri si immettono nella parte incanalata del fosso, creando turbolenze e rigurgiti.

La sezione dei manufatti (tombini, ponti e tratto incanalato) non risulta adeguata considerato l'attuale stato dei luoghi (sezioni con ostruzione di vegetazione e rifiuti) che influenza in maniera importante la scabrezza (considerando nella formula di Manning, le indicazioni di Chow, come riportato nella relazione idraulica).

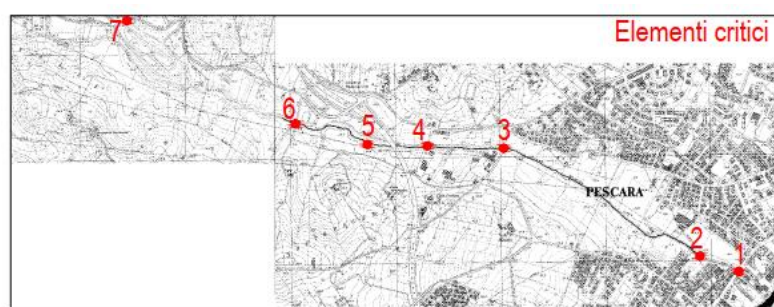
Partendo da monte gli interventi di mitigazione del rischio idraulico sono stati quelli di seguito riportati. Sotto il ponte su via Montesecco a Spoltore che porta da Via Prati al centro abitato, è stata prevista la pulizia e la riprofilatura degli argini, il tombino esistente libero da ostruzioni è considerato sufficiente nel breve e lungo periodo.

Nella **sezione "A"**, corrispondente al punto in cui Via Prati incrocia il "Fosso di Valle Furci", affluente in sinistra idraulica di "Fosso Grande", i due tombini da 1000 mm di diametro sono stati liberati dal fango che ne occlude la sezione.

Ciò malgrado, la verifica non risulterà mai soddisfatta nel lungo periodo, poiché la sezione dei tubi è sottodimensionata e sarà necessario in futuro prevedere la loro sostituzione con ad esempio un Tubosider in lamiera di acciaio ondulato di diametro adeguato.

Lungo il tratto che segue le due ex discariche comunali risulta necessario, rimuovere tutte le raccolte di rifiuti abusive e la vegetazione che occlude l'alveo, in alcuni punti bisognerà valutare opportune azioni affinché le opere edili che non rispettano le distanze minime di legge, vengano rimosse dai proprietari delle stesse.

La **sezione "B"** (ponte Di Nino), non risultava verificata a causa dell'ingente quantità di terreno accumulatasi al di sotto di essa: è stato necessario rimuoverlo insieme al vegetazione che poco più a valle forma un briglia con conseguente rigurgito del pelo libero. Nella verifica post-opera risulta ancora problematica la verifica nel lungo periodo per cui si ritiene necessario che in futuro si debba abbassare ulteriormente il letto dell'alveo o rendere più ripida la parte a monte del ponte.





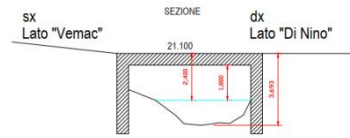
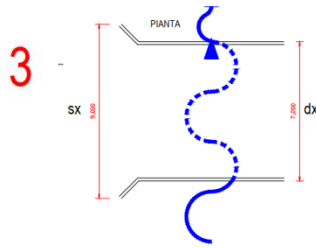
Ponte "VEMAC" a confine tra Pescara e Spoltore



Vista da monte



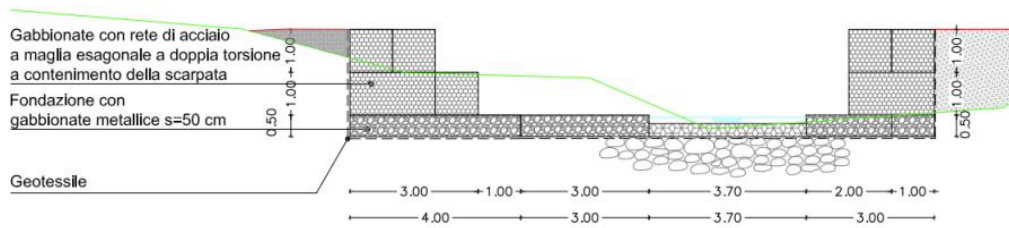
Vista dal ponte verso valle



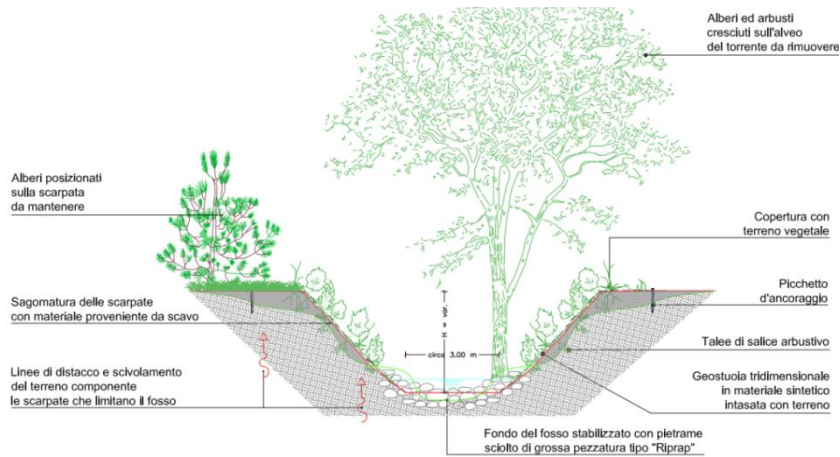
4

Ponte Di Nino

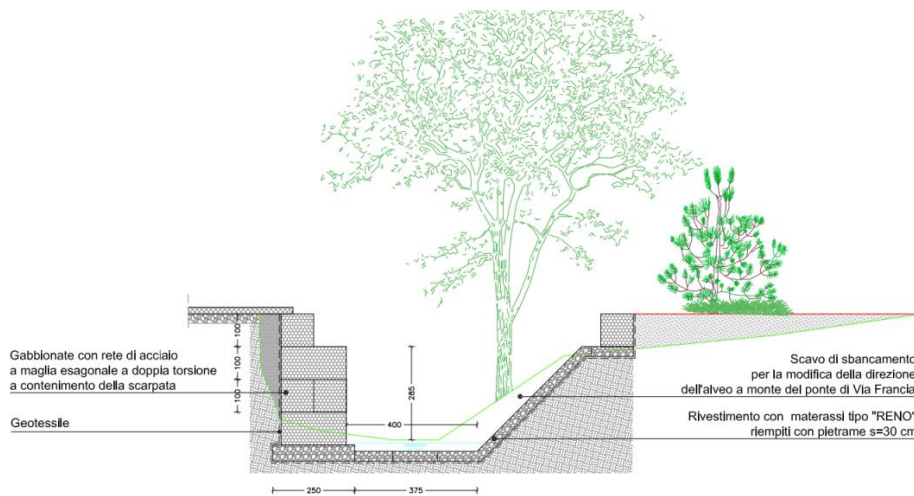
Nel seguito alcune sezioni caratteristiche riequilibrare e protette dal Genio Civile Regionale dopo l'alluvione del 2013 con tipiche opere di ingegneria naturalistica eseguite sul corso d'acqua.



Sezione tipo n.4 a



Sezione tipo n.7

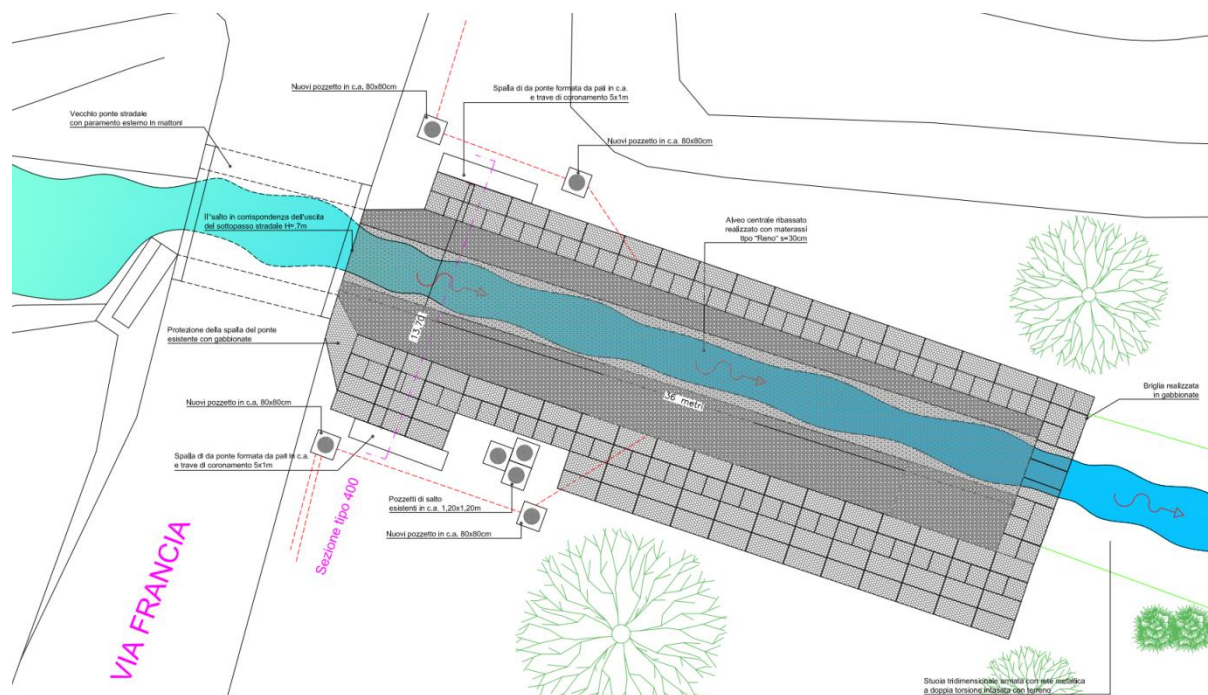
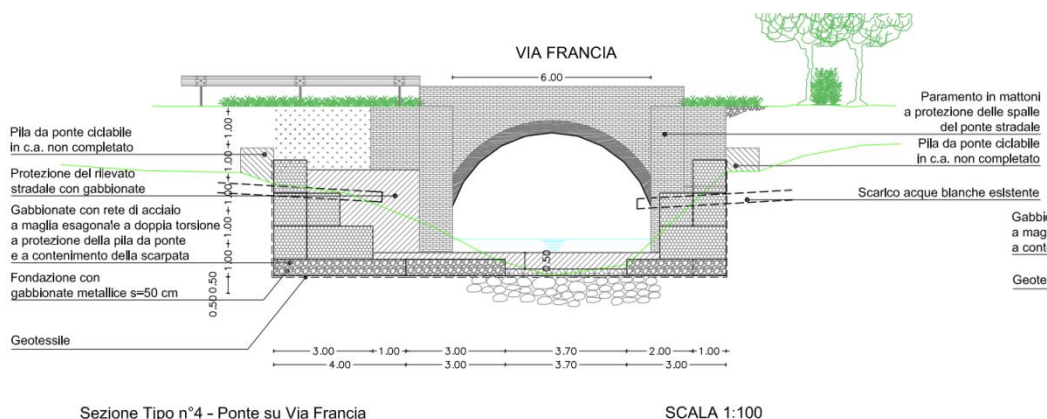


Sezione tipo n.5





In corrispondenza con la sezione “C”, ovvero il ponte di Via Francia, è stato previsto un intervento a monte del ponte atto a mettere in sicurezza i manufatti che stanno cedendo per scalzamento al piede da parte delle acque del fosso. E' stato necessario soprattutto regolarizzare il percorso dell'alveo che attualmente si infrange contro la spalla destra del ponte e si immette con doppia curva sotto il ponte: ciò è stato possibile eliminando il rilevato posto a monte, sulla sinistra idraulica, che costringe l'alveo ad una curva in direzione del fabbricato al cui piano terra è presente un officina meccanica. In questo tratto gli argini sono stati protetti da gabbionate ed il fondo da materassi tipo “Reno”, inoltre un salto idraulico ha consentito di rallentare la velocità a monte del ponte



# LA RELAZIONE IDRAULICA

## SCABREZZE

Per l'implementazione del codice di calcolo è necessario di tutto l'insieme di dati che caratterizzano il sistema idrografico, in particolare necessitano i dati geometrici che includono sia quelli topografici (coordinate planimetriche, quote altimetriche, ponti, tombature ect. ect.) che le caratteristiche fisiche, quali i valori dei coefficienti di scabrezza e delle portate.

Le perdite di carico dovute alla scabrezza superficiale sono calcolate con la formula di **Manning – Gauckler e Strickler**.

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{j}$$

Dove :

$v$  è velocità media in  $[m/s]$

$R$  è il raggio idraulico in metri,  $R = \frac{\text{Area Liquida}}{\text{Perimetro bagnato}}$

$j$  è l'inclinazione della linea del carico totale, detta cadente piezometrica.

$n$  è il coefficiente  $n$  di Manning, o di scabrezza.

La scelta del coefficiente di scabrezza è fondamentale per avere un profilo calcolato in maniera accurata. Il valore di  $n$  è variabile e dipende da vari fattori come: la scabrezza delle pareti; la presenza di vegetazione; le irregolarità della sezione; ecc.

In particolare negli studi di dettaglio effettuati, per la valutazione della scabrezza nella formula di resistenza, si sono utilizzate le indicazioni di Chow [1959], per il calcolo del coefficiente di Manning:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

Condizioni del corso d'acqua		Valori del coefficiente	
Materiale d'alveo	sabbie e limi	$n_0$	0.020
	ghiaie e sabbie		0.024
	ciottoli e sabbie		0.028
	roccia		0.025
Forma della sezione trasversale	regolare	$n_1$	0.000
	abbastanza regolare		0.005
	moderatamente irregolare		0.010
	molto irregolare		0.020
Grado di uniformità longitudinale	variazioni graduali	$n_2$	0.000
	saltuarie strettoie e varici		0.005
	frequenti cambi di sezione		0.010 - 0.015
Effetto delle ostruzioni	trascurabile	$n_3$	0.000
	poco importante		0.010 - 0.015
	apprezzabile		0.020 - 0.030
	forte		0.040 - 0.060
Vegetazione	scarsa	$n_4$	0.005 - 0.010
	media		0.010 - 0.025
	importante		0.025 - 0.050
	molto importante		0.050 - 0.100
Grado di sinuosità	scarso	$m_5$	1.00
	apprezzabile		1.15
	notevole		1.30

Tale formulazione è stata integrata con la seguente tabella, sempre da Chow[1959]:

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
<b>GALLERIA O CONDOTTO A PELO LIBERO DI</b>			
acciaio flangiato o saldato	0.010	0.012	0.014
ghisa rivestito	0.010	0.013	0.014
ghisa non rivestito	0.011	0.014	0.016
lamiera ondulata (acque chiare)	0.017	0.019	0.021
lamiera ondulata (acque con detriti)	0.021	0.024	0.030
plastica	0.008	0.009	0.010
vetro	0.009	0.010	0.013
calcestruzzo (acque chiare)	0.010	0.011	0.013
calcestruzzo con manufatti (acque con detriti)	0.011	0.013	0.014
gres vetrificato	0.011	0.014	0.017
gres vetrificato con manufatti	0.013	0.015	0.017
mattoni vetrificati	0.011	0.013	0.015
mattoni con intonaco	0.012	0.015	0.017
pietrame con giunti stilati	0.018	0.025	0.030
<b>CANALI RIVESTITI IN</b>			
acciaio (canalette)	0.011	0.012	0.017
lamiera ondulata	0.021	0.025	0.030
legno con buon grado di finitura	0.010	0.012	0.015
legno grezzo	0.012	0.015	0.018
calcestruzzo liscio	0.011	0.013	0.015
calcestruzzo grezzo	0.014	0.017	0.020
conglomerato bituminoso liscio		0.013	
conglomerato bituminoso grezzo		0.016	
mattoni vetrificati	0.011	0.013	0.015
mattoni con intonaco	0.012	0.015	0.018
pietrame con giunti stilati	0.018	0.025	0.030
scogliera	0.023	0.032	0.035
gunite (sezione di scavo regolarizzata)	0.016	0.019	0.023
gunite (sezione irregolare)	0.018	0.022	0.025
erba	0.030		0.500
<b>CANALI CON FONDO REGOLARIZZATO E SPONDE IN</b>			
pietrame ben sistemato con giunti stilati	0.015	0.017	0.020
pietrame con giunti stilati	0.017	0.020	0.024
blocchi di calcestruzzo ben accostati	0.020	0.025	0.030
scogliera	0.020	0.030	0.035

### Stato di fatto ante operam

Si è suddivisa quindi l'asta fluviale in tronchi di scabrezza omogenea, assunti a seguito della situazione dei luoghi; nello stesso tronco omogeneo, si è talvolta distinta la scabrezza dell'alveo centrale da quella delle golene. Si espongono i coefficienti di Manning scelti:

Tronco	Descrizione	Scabrezza							N° della Sezione	
		n <sub>0</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	m <sub>5</sub>	n	Iniziale	Finale
1	Vegetazione fitta	0.02	0.01	0	0.06	0.025	1.23	<b>0.14</b>	413	386
2-Alveo	Fondo in cls							<b>0.03</b>	385	375
2-Golene		0.02	0.01	0	0.06	0.025	1.23	<b>0.14</b>	385	375
3	Tratto intubato							<b>0.03</b>	374	366

Nel dettaglio le scabrezze inserite in ogni sezione sono le seguenti:

Sezione	Sezione	Golena Sx				Alveo	Golena Dx				n	m <sub>5</sub>	n	Iniziale	Finale		
		n	0.14	0.14	0.14		n	0.14	0.14	0.14							
1	413	n	0.14	0.14	0.14	14	400	n	0.14	0.14	0.14	27	387	n	0.14	0.14	0.14
2	412	n	0.14	0.14	0.14	15	399	n	0.14	0.14	0.14	28	386	n	0.14	0.14	0.14
3	411	Bridge				16	398	n	0.14	0.14	0.14	29	385	n	0.14	0.14	0.14
4	410	n	0.14	0.14	0.14	17	397	n	0.14	0.14	0.14	30	384	n	0.14	0.03	0.14
5	409	n	0.14	0.14	0.14	18	396	n	0.14	0.14	0.14	31	383	n	0.14	0.03	0.14
6	408	n	0.14	0.14	0.14	19	395	n	0.14	0.14	0.14	32	382	n	0.14	0.03	0.14
7	407	n	0.14	0.14	0.14	20	394	n	0.14	0.14	0.14	33	381	n	0.14	0.03	0.14
8	406	n	0.14	0.14	0.14	21	393	n	0.14	0.14	0.14	34	380.1	n	0.14	0.03	0.14
9	405	n	0.14	0.14	0.14	22	392	n	0.14	0.14	0.14	35	380	Bridge			
10	404	n	0.14	0.14	0.14	23	391	n	0.14	0.14	0.14	36	379.9	n	0.14	0.03	0.14
11	403	n	0.14	0.14	0.14	24	390	n	0.14	0.14	0.14	37	379	n	0.14	0.03	0.14
12	402	Culvert		25	389	n	0.14	0.14	0.14	38	378	n	0.14	0.03	0.14		
13	401	n	0.14	0.14	0.14	26	388	n	0.14	0.14	0.14	39	377	n	0.14	0.03	0.14

40	376	n	0.14	0.03	0.14
41	375	n	0.14	0.03	0.14
42	374	n	0.03	0.03	0.03
43	373	n	0.03	0.03	0.03
44	372	n	0.03	0.03	0.03
45	371	n	0.03	0.03	0.03
46	370	n	0.03	0.03	0.03
47	369	n	0.03	0.03	0.03
48	368	n	0.03	0.03	0.03
49	367	n	0.03	0.03	0.03
50	366	n	0.03	0.03	0.03

### Stato di progetto

La modellazione dello stato di progetto, è avvenuta modificando il modello iniziale, introducendo le opere *eseguite nel 2015* che erano state già pianificate con le ridotte risorse finanziarie disponibili dal Servizio del Genio Civile:

- Si sono modificate le sezioni 404-402 e 400-395 secondo le sezioni tipo nuove;
- Si è inserita una briglia di altezza 1 m nella sezione 403;
- Si è approfondito di 1 m il fondo sotto il ponte Di Nino;
- Si sono variate le scabrezze come nella tabella che segue, secondo gli interventi effettuati

Materiali	n
Gabbioni	0.0301
Materassi	0.0277
Stuoie con Talee	0.038
Calcestruzzo pulito da ostacoli	0.025
Limo sul fondo senza ostacoli	0.038

I valori di scabrezza relativi ai materassi e gabbioni sono stati presi dalle fonti bibliografiche Maccaferri.

Nel dettaglio le scabrezze inserite in ogni sezione sono le seguenti:

Sezione	Golena Sx	Alveo	Golena Dx																				
1	413	n	0.038	0.038	0.038																		
2	412	n	0.038	0.038	0.038																		
3	411	Bridge																					
4	410	n	0.038	0.038	0.038																		
5	409	n	0.038	0.038	0.038	17	397	n	0.0301	0.0277	0.0301	29	385	n	0.038	0.04	0.038						
6	408	n	0.038	0.038	0.038	18	396	n	0.0301	0.0277	0.0301	30	384	n	0.038	0.025	0.038						
7	407	n	0.038	0.038	0.038	19	395	n	0.038	0.04	0.038	31	383	n	0.038	0.025	0.038	41	375	n	0.038	0.025	0.0301
8	406	n	0.038	0.038	0.038	20	394	n	0.038	0.04	0.038	32	382	n	0.038	0.025	0.038	42	374	n	0.025	0.025	0.025
9	405	n	0.038	0.038	0.038	21	393	n	0.038	0.04	0.038	33	381	n	0.038	0.025	0.038	43	373	n	0.025	0.025	0.025
10	404	n	0.0301	0.038	0.0301	22	392	n	0.038	0.04	0.038	34	380.1	n	0.038	0.025	0.038	44	372	n	0.025	0.025	0.025
11	403	n	0.0301	0.0277	0.0301	23	391	n	0.038	0.04	0.038	35	380	Bridge				45	371	n	0.025	0.025	0.025
12	402	Culvert				24	390	n	0.038	0.04	0.038	36	379.9	n	0.038	0.025	0.038	46	370	n	0.025	0.025	0.025
13	401	n	0.0301	0.027	0.0301	25	389	n	0.038	0.04	0.038	37	379	n	0.038	0.025	0.038	47	369	n	0.025	0.025	0.025
14	400	n	0.0301	0.0277	0.0301	26	388	n	0.038	0.04	0.038	38	378	n	0.038	0.025	0.038	48	368	n	0.025	0.025	0.025
15	399	n	0.0301	0.0277	0.0301	27	387	n	0.038	0.04	0.038	39	377	n	0.038	0.025	0.038	49	367	n	0.025	0.025	0.025
16	398	n	0.0301	0.0277	0.0301	28	386	n	0.038	0.04	0.038	40	376	n	0.038	0.025	0.038	50	366	n	0.025	0.025	0.025
41	375	n	0.038	0.025	0.0301																		
42	374	n	0.025	0.025	0.025																		
43	373	n	0.025	0.025	0.025																		
44	372	n	0.025	0.025	0.025																		
45	371	n	0.025	0.025	0.025																		
46	370	n	0.025	0.025	0.025																		
47	369	n	0.025	0.025	0.025																		
48	368	n	0.025	0.025	0.025																		
49	367	n	0.025	0.025	0.025																		
50	366	n	0.025	0.025	0.025																		



## **CODICE DI CALCOLO**

**Il codice di calcolo adoperato è l' HEC-RAS** , adatto per lo studio idraulico di corsi d'acqua naturali e di sistemi di canali, predisposto dall'Hydrologic Engineering Center (HEC), dell'U.S. Army Corps of Engineers.

Esso consente il calcolo del profilo del pelo libero sia in caso di moto stazionario (steady flow) che in condizioni di moto non stazionario (unsteady flow). Per le ipotesi di base e limitazioni del codice HEC-RAS si rimanda alla apposita relazione idraulica.

Si è suddivisa l'asta fluviale in tronchi di scabrezza omogenea, assunti in base alle condizioni locali del fosso; nello stesso tronco omogeneo, si è talvolta distinta la scabrezza dell'alveo centrale da quella delle golene. I coefficienti di Manning scelti per le perdite di carico distribuite sono indicati nella relazione.

### ***Ipotesi di base e limitazioni del codice HEC-RAS***

In virtù delle equazioni poste alla base del codice di calcolo, con specifico riferimento alla sussistenza della condizione di moto permanente, il codice di calcolo HEC-RAS si basa sulla validità delle seguenti ipotesi:

- 1) la portata è costante nel tempo nei vari tratti di canale/alveo (steady flow);
- 2) il moto della corrente idrica è monodimensionale;
- 3) il canale/alveo ha una pendenza sufficientemente piccola da poter ritenere che tiranti idrici siano misurabili secondo una direzione verticale, piuttosto che ortogonalmente alla linea di fondo;
- 4) la corrente è gradualmente variata.

Ovviamente, l'ipotesi di moto permanente preclude la possibilità di considerare idrogrammi variabili nel tempo sia in termini input che come output del codice di calcolo. Tale circostanza risulta comunque essere cautelativa ai fini della valutazione della capacità idrovetrici del reticolo idrografico e, quindi, della delimitazione delle aree soggette a fenomeni di allagamento.

La ipotesi corrente idrica gradualmente varia, oltre che monodimensionale, limita la possibilità di analizzare fenomeni idraulici in cui queste ipotesi perdono di validità. Ad esempio, in corrispondenza di brusche variazioni planimetriche della linea d'asse del canale/alveo, possono instaurarsi sensibili valori di sovrizzo della superficie libera che dovranno essere opportunamente sommati ai valori dei tiranti idrici valutati dal codice di calcolo.

Infine, l'ipotesi di piccola pendenza comporterà la necessità di valutare separatamente gli effetti della eventuale insorgenza di fenomeni idraulici caratteristici di canali/alvei ad elevata pendenza, quali, ad esempio, formazione di onde di traslazione a fronte ripido e rigonfiamento della corrente per effetto dell'elevato trascinamento d'aria.

### ***Dati geometrici***

I dati geometrici del reticolo idrografico comprendono: schema del reticolo; i dati delle sezioni trasversali; la distanza tra le sezioni; i coefficienti per il calcolo delle perdite di energia.

Lo schema del reticolo idrografico è una parte fondamentale dei dati geometrici. Questo schema descrive come i vari canali sono disposti e definisce una nomenclatura convenzionale, alla quale tutti gli altri dati fanno riferimento.

### ***Geometria della sezione trasversale***

Le sezioni trasversali sono state definite per tutta la lunghezza del canale e dove si presentano variazioni di portata, pendenza, forma e scabrezza.

Le sezioni trasversali devono essere definite per tutta la lunghezza del canale e dove si presentano variazioni di portata, pendenza, forma e scabrezza. La distanza tra una sezione e la successiva dipende dalla grandezza e dalla uniformità della sezione trasversale, dalla pendenza del canale, da eventuali manufatti, dalla presenza di curve e qualsiasi singolarità che possa far variare le caratteristiche del moto. In generale, quanto più la sezione del canale è uniforme e la pendenza dello stesso è piccola, tanto minore è il numero di sezioni necessarie.

Ad ogni modo, ai fini del calcolo, è possibile aumentare fittiziamente il numero di sezioni attraverso una procedura di interpolazione illustrata nel seguito.

Ogni sezione trasversale è individuata tramite le etichette River, Reach e River station; all'ultima etichetta corrisponde un numero che è crescente, da valle verso monte. La forma della sezione è determinata per punti, che sono individuati con due coordinate ("station" ed "elevation"). La station è la distanza del punto considerato rispetto al primo punto di sinistra della sezione; la elevation è la quota rispetto ad un piano di riferimento. E' possibile parlare di "sinistra idraulica" poiché, nel considerare le coordinate, l'osservatore, convenzionalmente, guarda la sezione rivolto verso valle.

Al fine di garantire una adeguata convergenza ed accuratezza dei risultati forniti, il codice di calcolo consente di incrementare fittiziamente il numero di sezioni trasversali, in modo tale da avere una minore distanza tra di esse. Tale operazione è ottenuta mediante una "interpolazione" tra le sezioni assegnate in modo da creare un sufficiente numero di sezioni aggiuntive (ottenute collegando linearmente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato). Le sezioni ricavate dall'interpolazione sono segnalate con un asterisco, che compare nella etichetta "River Station".

Lo studio dei profili del pelo libero, di correnti defluenti in sezioni chiuse, è possibile grazie ad una opzione che può essere inserita nella geometria della sezione. Tale opzione è il coperchio (Lid), che permette all'utente di aggiungere una copertura ad ogni sezione. Nel caso di Fosso Grande tale opzione è stata utilizzata per modellare **il tratto finale di circa 400 ml intubato a partire da Viale Abruzzo.**

### ***Coefficienti per il calcolo delle perdite di energia puntuali***

I coefficienti necessari per il calcolo delle perdite di energia sono, principalmente, due: uno relativo alle perdite per effetto delle forze resistenti al moto ed uno relativo alle perdite per espansione o contrazione della corrente. Delle perdite di carico distribuite si è discusso in precedenza nella scelta dei coefficienti di Manning.

Le perdite per espansione o contrazione della corrente sono calcolate come aliquota della differenza di altezza cinetica tra due sezioni successive. Per il calcolo delle perdite di energia, tra due sezioni, si fa riferimento ad opportuni valori di coefficienti. I valori assunti per detti coefficienti, si differenziano in funzione dei manufatti presenti lungo l'alveo, e sono esposti nella seguente tabella:

Tipo di sezione	Restringimento (Contraction)	Allargamento (Expansion)
Variazioni graduali di sezione	0.1	0.3
Presenza di un ponte	0.3	0.5

### **Condizioni al contorno**

Le condizioni al contorno sono fondamentali per risolvere il problema del calcolo del profilo del pelo libero. Le correnti lente necessitano di una condizione al contorno nell'ultima sezione di valle; mentre, quelle veloci, nella prima sezione di monte. Se la corrente è mista, le condizioni al contorno devono essere imposte sia a monte che a valle. Ci sono quattro tipi di condizioni al contorno:

- Tirante idrico assegnato: per utilizzare questa condizione al contorno, l'utente deve immettere un'altezza idrica nota per ogni profilo che vuole determinare, e cioè per ogni valore di portata assegnato;
- Altezza di stato critico: quando si ricorre a questo tipo di condizione, il programma calcola l'altezza di stato critico, per ogni profilo che si vuole determinare, e pone tale altezza come condizione al contorno;
- Altezza di moto uniforme: per questo tipo di condizione l'utente deve inserire il valore della pendenza, della linea dell'energia, con la quale vuole calcolare l'altezza di moto uniforme. Utilizzando la formula di Manning –Gauckler e Strickler viene calcolata tale l'altezza che viene considerata come condizione al contorno;
- Scala di deflusso: quando viene selezionata tale condizione, l'utente deve immettere, in una tabella, i valori dell'altezza e la corrispondente portata.

Per avere un profilo del pelo libero più accurato, nei pressi delle sezioni in cui sono assegnate le condizioni al contorno, si devono immettere più sezioni trasversali, in modo tale da avere una più fitta discretizzazione lungo l'asse del canale.

Nel caso in oggetto si sono assegnate le seguenti condizioni a contorno:

Caso di analisi	Condizione a contorno	
	A monte	A valle
1	Profondità di moto uniforme	Profondità di moto critico

### **Equazioni di base per il calcolo del profilo di corrente (steady flow)**

Il profilo del pelo libero in condizioni di moto stazionario è calcolato, tra una sezione trasversale e quella successiva, risolvendo l'equazione dell'energia, con una procedura iterativa.

L'equazione dell'energia è la seguente:

$$Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$

dove:

$Y_1, Y_2$  = altezza d'acqua nella sezione trasversale;

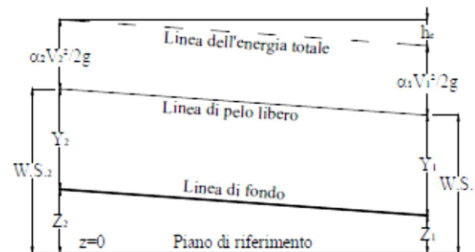
$Z_1, Z_2$  = quota del fondo del canale, rispetto ad un generico piano orizzontale di riferimento;

$V_1, V_2$  = velocità media di portata;

$\alpha_1, \alpha_2$  = coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche;

$g$  = accelerazione di gravità;

$h_e$  = perdita di energia.



La somma di  $Z$  e  $Y$ , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano orizzontale di riferimento, viene indicata con il termine  $W.S.$  (Water Surface).

La perdita di energia ( $h_e$ ) tra due sezioni trasversali è costituita da due aliquote: una dovuta all'attrito ed una dovuta all'espansione o contrazione della corrente. L'equazione della perdita di energia è la seguente:

$$h_e = L \cdot S_f + C \cdot \left[ \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right]$$

dove:

$L$  = distanza tra le due sezioni;

$S_f$  = perdita di energia per unità di lunghezza, che può essere vista come la pendenza della linea rappresentativa delle perdite di energia per attrito;

$C$  = coefficiente per le perdite di espansione o contrazione.

Il programma presume che si verifichi una contrazione ogni qual volta che la velocità nella sezione di valle è maggiore della velocità nella sezione di monte.

Viceversa, quando la velocità nella sezione di monte è maggiore della velocità nella sezione di valle, il programma suppone che verifichi un'espansione.

La procedura di calcolo si svolge considerando due sezioni successive, denominate  $A$  e  $B$ .

Supponiamo che nella sezione  $A$  il tirante sia noto. Per determinare il tirante idrico nella sezione  $B$ , il codice HEC-RAS risolve, in maniera iterativa, le equazioni esposte precedentemente.



## RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA- HEC RAS

Sono state immesse le condizioni al contorno per risolvere il problema del calcolo del profilo del pelo libero. che per stabilire l'altezza di moto uniforme ha richiesto l'inserimento del valore della pendenza e della linea dell'energia, per utilizzare la formula di Manning – Gauckler e Strickler.

**La modellazione dello stato di progetto post 2015, è avvenuta modificando il modello iniziale, secondo le situazioni derivanti dalle opere recentemente effettuate dal Servizio del Genio Civile dal quale è stata reperita, per gentile concessione, la documentazione progettuale concernente l'ultimo intervento di regimazione effettuato sul corso d'acqua.**

Per le verifiche dello Stato di fatto post 2015 di realizzazione delle opere idrauliche sono stati considerati- **Eventi con Tempo di ritorno 200 Anni** e le portate sono quelle della tab. seguente:

Sezione di verifica	Portata di progetto [mc/s]	Numero Profilo
B	62.75	PF1
C	67.64	PF2
D	64.98	PF3
E	63.98	PF4

Mentre per le Verifiche dello Stato di fatto in relazione all' Evento del 2013 le portate assunte sono state le seguenti:

Sezione di verifica	Portata di progetto [mc/s]	Numero Profilo
B	36.31	PF5
C	36.36	PF6
D	35.04	PF7
E	34.60	PF8

**In pratica pari a circa il 53,7% in meno di quelle con  $T_r=200$  anni.**

Sono state eseguite verifiche sulle sezioni caratteristiche in corrispondenza dell'attraversamento della proprietà Di Nino (Sezione B), sulla sezione D del Ponte di via Francia, sulla sezione D di inizio del tratto intubato che provoca forti condizioni di rigurgito a monte, e sulla sezione E che risulta molto condizionata dai fenomeni di rigurgito di cui sopra.

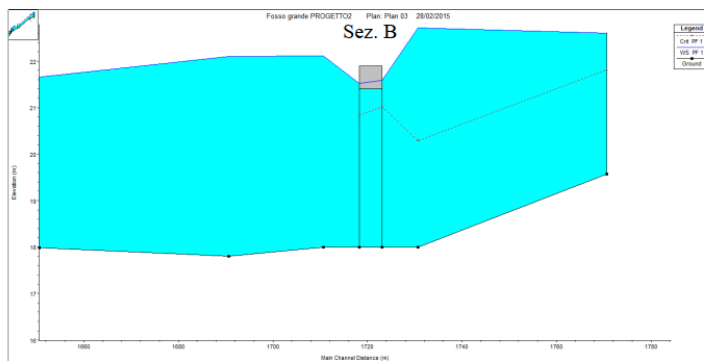
Si sono verificate le condizioni di moto prima e dopo le opere effettuate dal Genio Civile paragonandole in entrambi i casi con la situazione dello stato di fatto antecedente e posteriore a quella di esecuzione delle opere idrauliche.

L'evento di piena per la verifica che è stato assunto nella modellazione ha una portata con un tempo di ritorno di 200 anni e lo si è raffrontato con quello dell'evento avutosi nel 2013, traendo le risultanze che le opere effettuate, pur sempre conservando alcune criticità, hanno stabilizzato la situazione abbassando il livello delle acque fino all'altezza corrispondente a quella di moto critico auspicabile per un corso d'acqua che sbocca in un bacino.

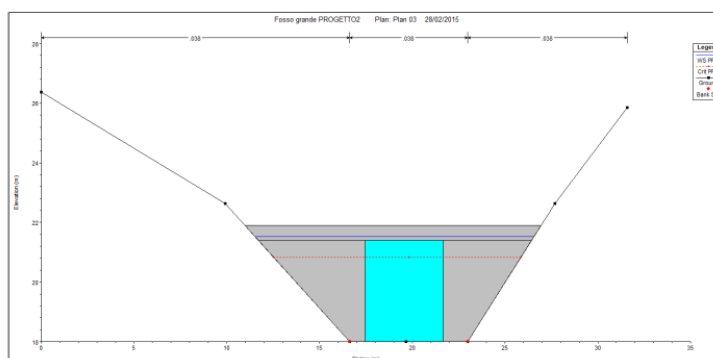
**Stato di progetto -Eventi con Tempo di ritorno 200 Anni**

Sezione di verifica	Portata di progetto [mc/s]	Numero Profilo
B	62.75	PF1
C	67.64	PF2
D	64.98	PF3
E	63.98	PF4

## Sezione B -Profilo PF1

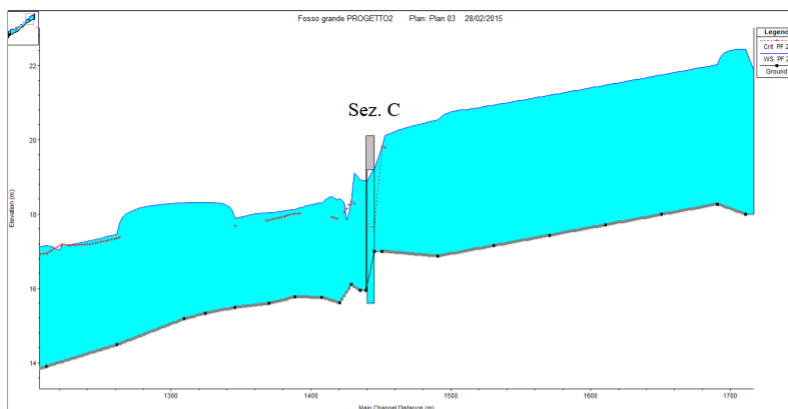


Vista in sezione

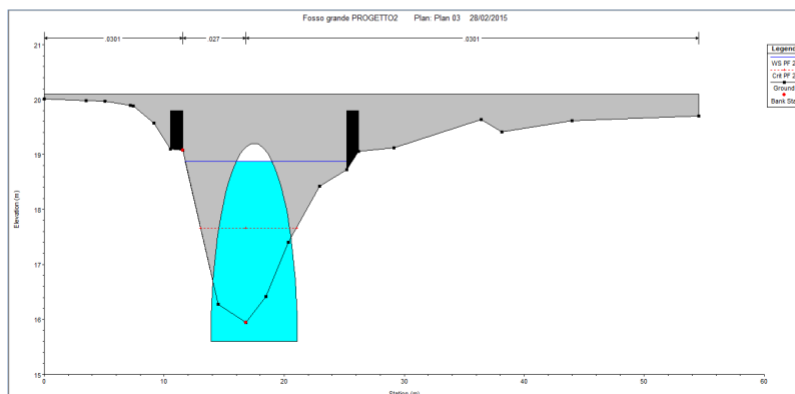


L'acqua risulta esondare di  $14v$  m circa rispetto all'intradosso dell'impalcato.

## Sezione C -Profilo PF2

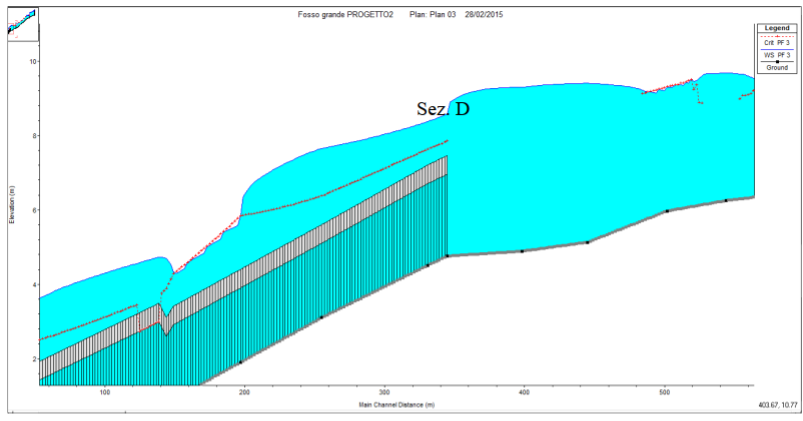


Vista in sezione

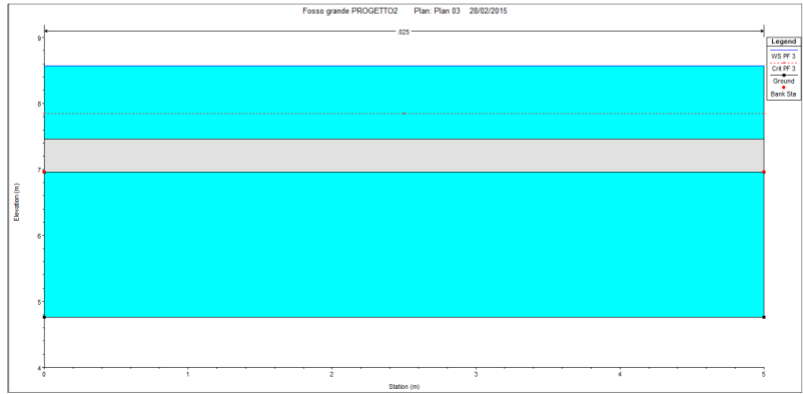


Si ha un franco di circa  $43\text{ cm}$  rispetto al colmo dell'arco.

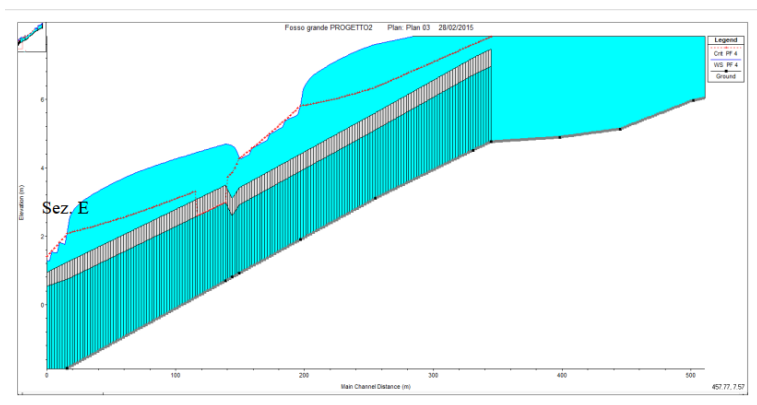
## Sezione D -Profilo Pf3



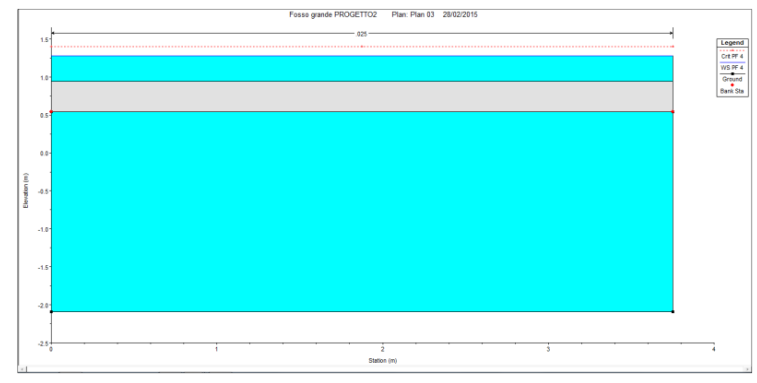
Vista in sezione



**Sezione E - Profilo P14**



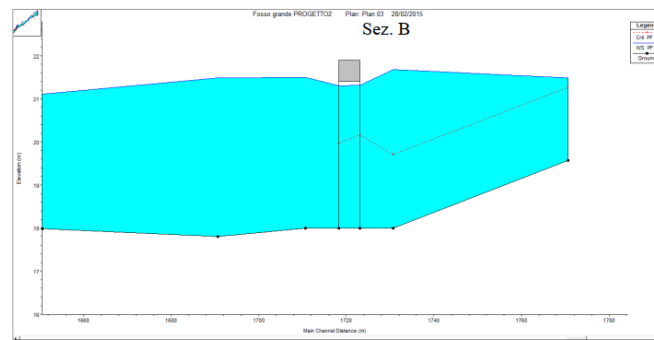
Vista in sezione



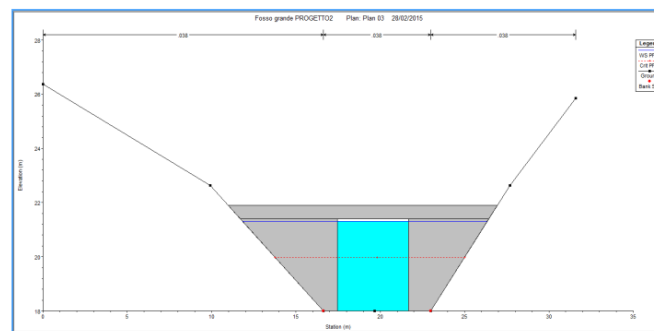
**Evento del 2013**

Sezione di verifica	Portata di progetto [mc/s]	Numero Profilo
B	36.31	PF5
C	36.36	PF6
D	35.04	PF7
E	34.60	PF8

### Sezione B - Profilo PF5

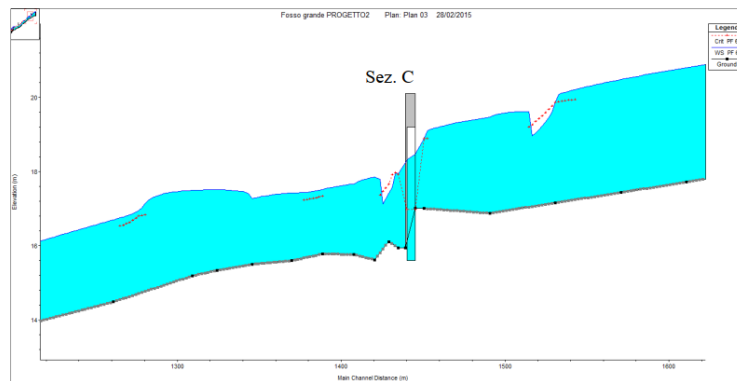


Vista sezione

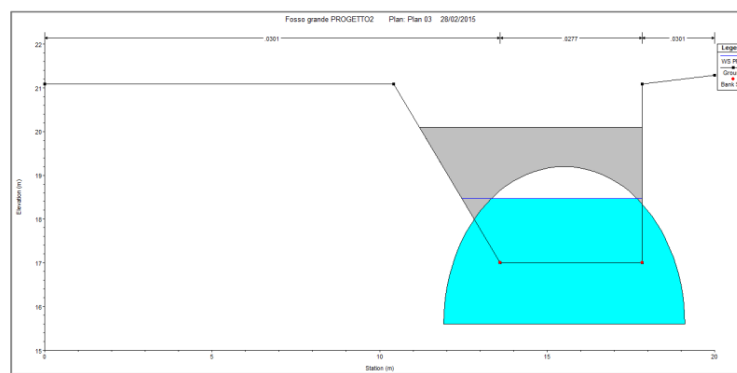


Il pelo libero ha un franco di circa 9 cm rispetto all'intradosso dell'impalcato.

### Sezione C - Profilo PF6



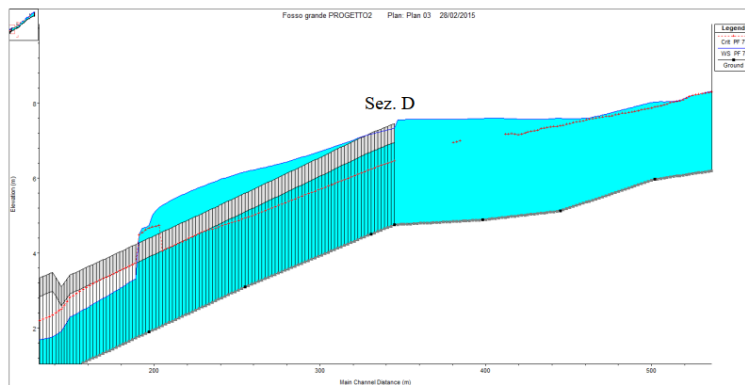
Vista sezione



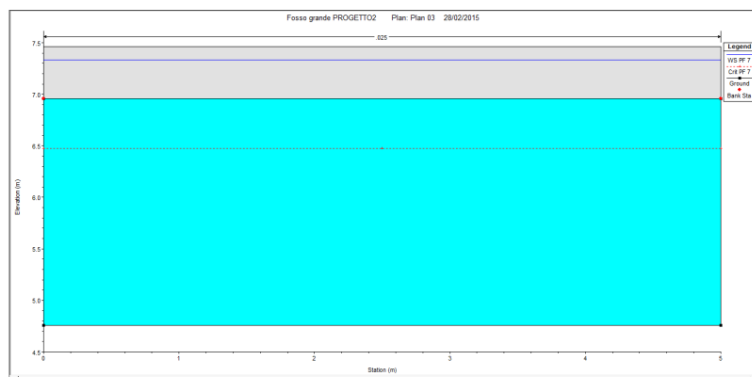
Si ha un franco di circa 74 cm rispetto al colmo dell'arco.



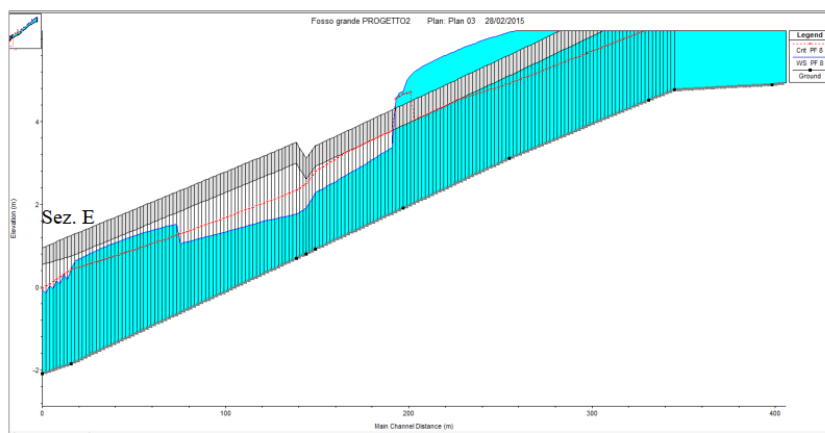
## Sezione D - Profilo PF7



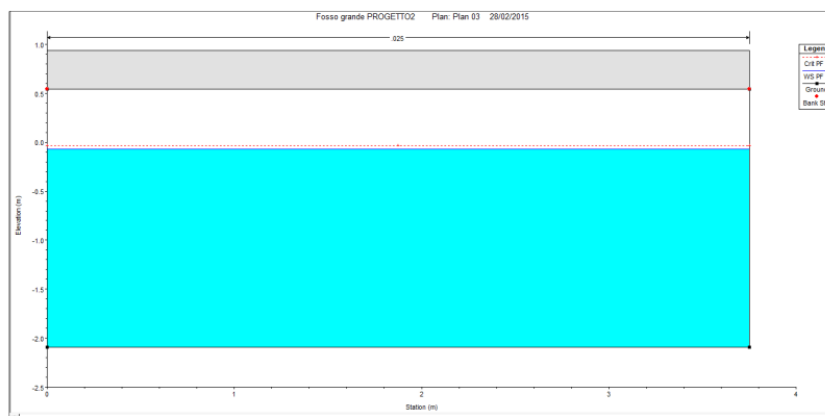
Vista sezione



## Sezione E - Profilo PF8



Vista sezione



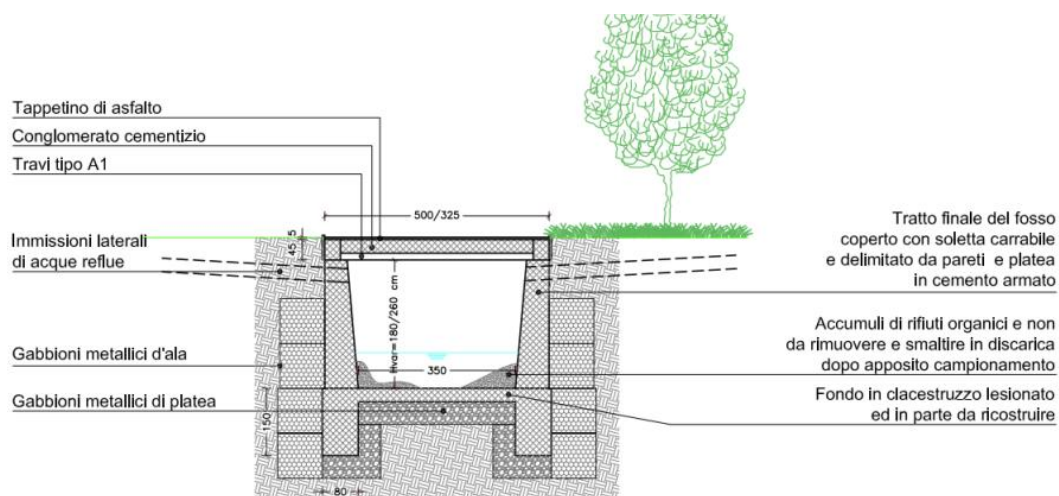
## CONCLUSIONI E COMMENTI AI RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

**Nella Sezione di Verifica B**, che si identifica con l'attraversamento asservito alla Proprietà Di Nino, la situazione risulta molto gravosa. In particolare, nello stato di fatto, sia per una portata associata ad un tempo di ritorno di 200 anni, sia per un tempo di ritorno assimilabile all'evento del 2013, il livello dell'acqua risulta superiore di più di un metro rispetto all'intradosso dell'impalcato. L'intervento prospettato di pulizia del fondo e approfondimento del talweg (per circa 1 metro rispetto al livello attuale) riesce a far sì che il livello d'acqua diventi inferiore all'intradosso dell'impalcato perlomeno per un evento con tempo di ritorno paragonabile a quello del 2013.

**La Sezione di Verifica C, che si identifica con il ponte di Via Francia, che è quella dell'impianto sportivo da realizzare, presenta una situazione meno gravosa della precedente allo stato di fatto, con un livello dell'acqua che secondo la modellazione dovrebbe solo lambire l'intradosso dell'impalcato. Con gli interventi prospettati si riesce ad aumentare ulteriormente il franco, ponendo il ponte in una situazione di maggiore sicurezza, per eventi con Tempo di Ritorno pari a 200 anni e comparabili a quello del 2013.**

**La Sezione di Verifica D** presenta una situazione molto gravosa, dovuta a un brusco restringimento della sezione trasversale all'interno del tratto intubato. Tale restringimento provoca un rigurgito di dimensioni ragguardevoli, sia per eventi con Tempo di Ritorno pari a 200 anni sia per quelli comparabili a quello del 2013. Con gli interventi proposti si riesce a diminuire considerevolmente tale rigurgito; esso risulta tuttavia difficile da eliminare, a meno di sostanziali e dispendiose modifiche alla geometria del tratto intubato, con eliminazione del restringimento di sezione.

**La Sezione di Verifica E** risulta sottodimensionata allo stato di fatto; essa risulta condizionata dalla formazione del rigurgito già esposto per la sezione D. **Con gli interventi proposti, per una portata pari ad un tempo di ritorno comparabile all'evento del 2013, il livello si abbassa considerevolmente fino ad un'altezza liquida pari a quella di moto critico, così come auspicabile per un corso d'acqua che sbocca in un bacino.**



Sezione Tipo n°1 - Tratto incanalato Fosso Grande

SCALA 1:100

In costanza di pulizia dell'alveo e di mantenimento delle sponde arginali in assenza di sgrottamenti, erosioni o fontanazzi che si formino per infiltrazione d'acqua sul lato esterno dell' argine durante la piena, la portata di mc 67,64 con TR =200 risulta smaltita e smaltibile senza tracimazioni in corrispondenza del tratto del fosso della lunghezza di 157 ml. prospiciente la zona che è immediatamente prossima e successiva all'impianto sportivo. Tratto che è stato contraddistinto nella presente relazione con la lettera C e che è stato interessato da parte del Servizio del Genio Civile dall'esecuzione di alcune opere nell'anno 2015

Seppure ancora con qualche limitazione a monte costituita dal modesto franco che per queste portate si registra nel ponte di Via Francia, *la vera impedenza idraulica risulta posizionata a valle dell'impianto sportivo ed è costituita dal tratto incanalato ed intubato verso la foce.*

Questo sbocco sul fiume Pescara è, come analizzato, di sezione insufficiente e comporta, in occasione di piogge di lunga durata e forte intensità, rigurgiti verso monte; pertanto quest'ultimo tratto indicato come "E" andrebbe convenientemente ampliato, costruendo in parallelo ed in affiancamento, nel percorso che risulta libero da costruzioni, identico manufatto posto a raddoppio di quello esistente con un andamento che risulti opportunamente raccordato per dissipare energia in fase di espansione.

Va poi considerato che non solo il regime di portata risulta smaltito senza esondazioni, ma l'impianto sportivo presenta una adeguata **distanza di 25 ml dei campi di padel e tennis** dal ciglio d'argine del corso d'acqua ed ancor più laddove questa distanza venisse misurata in corrispondenza delle linee di acque della piena ordinaria. Come noto, l'alveo di piena "ordinaria" è il solco occupato dalla corrente durante le piene che si possono ripetere ad ogni autunno e primavera. È delimitato ai lati da due scarpate quasi verticali ben evidenti. In genere è poco o per niente colonizzato da vegetazione arborea la cui crescita è impedita dalla ricorrenza delle piene. È quindi quello che ordinariamente nei glossari dei testi di geomorfologia fluviale è definito "bankfull" (livello di piena).

La misurazione della fascia di rispetto deve partire dagli elementi predetti (sponde o piede degli argini) e, solo ove gli stessi siano incerti, dal punto nel quale si colloca il livello di piena ordinaria, che include le sponde, le rive interne e l'area del corso fluviale soggetta ad essere sommersa dalla piena; la fascia di rispetto va misurata dal limite di piena ordinaria del corso d'acqua, sia esso coincidente con il ciglio di sponda sia esso coincidente con il piede esterno dell'argine, mentre restano a tal fine estranee le barriere protettive preordinate a contrastare le piene straordinarie.

Come ricordato, il quadro normativo può riassumersi con il richiamare la normativa fondamentale del T.U. sulle opere idrauliche (R.D. 25 luglio 1904 n. 523) il cui Capo VII – dedicato alla polizia delle acque pubbliche – pone alcuni divieti in materia di edificazione in fregio ai corpi idrici diretti a tutelare gli interessi pubblici più sopra accennati.

L'art. 96 individua partitamente i lavori ed atti vietati *“in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese”*, includendo (lettera f) *“le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi.”* Parimenti è vietata, ai sensi della successiva lettera g), *“qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini e loro accessori come sopra, e manufatti attinenti”*, in tal caso a prescindere dal limite spaziale di cui sopra.

Inoltre, l'art. 133 (l comma, lett. a)) del Regio Decreto 8 maggio 1904 n. 368 vieta, in modo assoluto, sui corsi d'acqua, strade, argini ed altre opere d'una bonificazione, *“le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, e lo smovimento del terreno dal piede interno ed esterno degli argini e loro accessori o dal ciglio delle sponde dei canali non muniti di argini o dalle scarpate delle strade, a distanza minore di metri 2 per le piantagioni, di metri 1 a 2 per le siepi e smovimento del terreno, e di metri 4 a 10 per i fabbricati, secondo l'importanza del corso d'acqua”*.

**Dunque ,anche Il tema dell'edificazione a distanza dai corsi d'acqua, risulta rispettato nel caso di specie.** Questo aspetto sebbene apparentemente possa apparire relegato all'impegno delle Giurisdizioni alla risoluzione delle controversie tra privati e pubbliche Amministrazioni circa il rispetto del regime vincolistico funzionale alla protezione del bene demaniale, ha assunto invero nuove ragioni di interesse riconducendosi il tema a molteplici aspetti “trasversali” .

Vengono in tal modo rispettate non solo le prospettive che coinvolgono non solo l'urbanistica e l'edilizia, in connessione alla tutela demaniale ed idraulica delle acque e delle relative fasce di rispetto con particolare riguardo ai limiti inderogabili di edificabilità posti negli anni '900– ed ancora oggi – a tutela del demanio idrico ai fini dello sfruttamento delle acque e del libero deflusso delle medesime. Ma altresì anche quei punti di vista riguardanti l'ambiente e l'ambito di rilevanza della tutela delle acque e degli interessi pubblici a tale tutela connessi, che hanno qualificata l'acqua come “risorsa” da utilizzarsi secondo criteri di solidarietà al fine della salvaguardia delle aspettative e dei diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale.

