INDICE

1 PREMESSA 2

2 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO 3

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO 8

3.1 INTERVENTI DI 1° STRALCIO 8
3.2 INTERVENTI DI 2° STRALCIO – LOTTO A 9
3.3 INTERVENTI DI 2° STRALCIO – LOTTO B 11

4 ANALISI DELLA RETE IDROGRAFICA 13

4.1 CONFIGURAZIONE MORFOLOGICA ATTUALE 13
4.2 COLLETTORI DI SCARICO ACQUE PRESENTI 14
4.3 CONFIGURAZIONE DEFINITIVA 15

5 ANALISI IDROLOGICA 17

5.1 GENERALITÀ 17
5.2 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DELL'EVENTO DEL 26 SETTEMBRE 2007 17
5.3 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO 18

6 VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE 21

6.1 METODO DI VERIFICA 21
6.2 VERIFICA CONFIGURAZIONE DEFINITIVA 21

7 ALLEGATI 23

1 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di illustrare e giustificare il dimensionamento idraulico della sezione liquida del fosso Fondi a Est interessato dall'adeguamento viabilistico di Via dell'Elettronica in località Porto Marghera (VE).

Il fosso in oggetto è in gestione al Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive", formato dall'accorpamento dei Consorzi "Sinistra Medio Brenta" e "Dese Sile" in attuazione al DGRV n. 1408/09.

Saranno di seguito sviluppati:

1) un inquadramento generale del comprensorio entro cui ricadono gli interventi di progetto;
2) una descrizione degli interventi di progetto previsti per l'adeguamento del sistema viabilistico nelle diverse fasi realizzative;
3) un'analisi della configurazione attuale e futura del fosso e del relativo bacino di contibuenza, con identificazione dei collettori di scarico ad oggi presenti;
4) la stima delle portate afferenti nella configurazione definitiva degli interventi previsti dall'Accordo di Programma "Vallone Moranzani";
5) il dimensionamento idraulico della sezione liquida e la verifica della compatibilità con gli spazi disponibili.

2 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO

La rete di bonifica idraulica del bacino del Canale Lusore nel territorio di Venezia, Malcontenta e Marghera presenta un sistema di scolo servito da una rete di canali di acque basse, per uno sviluppo di circa 27 km, facenti capo ai due impianti idrovori di Ca' Emiliani e Malcontenta. Questi sollevano le acque basse nel canale Lusore-Brentella, arginato e sversante direttamente in laguna.

L'area in questione, che si estende per circa 3'330 ha, può essere suddivisa in 3 sottobacini:

1. il bacino di Chirignago (circa 650 ha di superficie) servito dai canali di bonifica acque basse denominati Fosso 1, Fosso 2, Fosso 3, Fosso 4, Fosso 6, Fosso 7 e Fossa di Chirignago. Tramite questi canali le acque vengono collettate verso l'idrovora Ca' Emiliani e quindi sollevate verso il canale di acque alte Lusore-Brentella;
2. il bacino urbano Marghera - via Piave (circa 550 ha di superficie), servito da una fitta rete di fognatura mista, che recapita le acque raccolte presso un impianto di sollevamento (SM7) posto a monte dell'idrovora Ca' Emiliani. Tale impianto, trasferisce le acque nere verso la fognatura ex-CCID DN2000 mm che transita lungo la S.R. n°11 in direzione dell'impianto di depurazione di Fusina. La portata eccedente le $5 \cdot Q_m$, unita alle acque di bonifica provenienti dal bacino di Chirignago prosegue invece verso l'idrovora Ca' Emiliani, attualmente in grado di sollevare nel canale di acque alte Lusore-Brentella fino a 20 m³/s di cui 16 m³/s nella sua sezione principale e 4 m³/s nel comparto di bonifica;
3. il bacino di Malcontenta (circa 2'130 ha di superficie) servito dai canali di bonifica acque basse denominati Fondi a Sud, Fondi a Est, Fondi a Nord, Fosso dell'Osteria e Fosso Colombara. Tramite questi canali le acque vengono collettate verso l'idrovora Malcontenta e quindi sollevate verso il canale di acque alte Lusore-Brentella.

Nel bacino di Chirignago e in quello di Malcontenta la rete di acque basse riceve anche le acque provenienti dagli sfiori della fognatura mista.

L'estesa urbanizzazione e impermeabilizzazione dell'area in questione ha ridotto le capacità d'invaso e assorbimento naturali del terreno con conseguente esaltazione dei picchi di piena in concomitanza con eventi meteorologici di media intensità.

Il 26 settembre 2007 un intenso e persistente sistema temporalesco ha interessato con forti precipitazioni la fascia costiera centro-meridionale del Veneto tra il Piovese (zona sud orientale della provincia di Padova), il Veneziano centrale e il basso Trevigiano colpendo in modo particolare la zona adiacente alla laguna tra Codevigo (PD) e Venezia-Mestre.

I fenomeni sono risultati in prevalenza concentrati nell'arco di 6 ore; le precipitazioni hanno registrato picchi massimi di intensità particolarmente elevati con valori che in alcune località monitorate dalla rete di stazioni meteorologiche dell'ARPAV hanno superato i 100 mm in un'ora e i 200 mm in 3 ore.

Durante tale evento meteorologico le due idrovore di Cà Emiliani e Malcontenta hanno funzionato correttamente.

Nel periodo di massima piovosità, lungo la rete di bonifica dell'area di Chirignago, in particolar modo nella zona urbana di Valleselle si sono verificate abbondati tracimazioni principalmente causate dalle diverse strozzature idrauliche esistenti.

L'evento ha per altro messo in evidenza l'attuale sovradimensionamento dell'impianto idrovoro di Malcontenta rispetto alla capacità di trasferimento della rete di bonifica ad esso afferente. Infatti, nonostante l'eccezionalità dell'evento in questione, delle 7 idrovore complessivamente installate presso tale impianto solamente 3÷4 sono entrate in funzione per una portata media sollevata paria a 8 m³/s.

La capacità di portata della botte a sifone di collegamento tra la parte del bacino di Malcontenta a sud del Canale di Oriago (ramo morto del Naviglio Brenta) e il mandracchio dell'idrovora di Malcontenta è risultata insufficiente. Tale botte, costituita da due canne da 80 cm di diametro, ha scaricato nei periodi di massimo dislivello tra monte e valle (~ 1,70 m) una portata di circa 2 m³/s, di molto inferiore a quella raccolta e collettata dalla rete di bonifica di acque basse. In breve tempo, quindi, la pioggia caduta ha provocato l'allagamento delle aree e dei quartieri più depressi e lontani di Cà Brentelle e di Malcontenta.

Per far fronte alla messa in sicurezza idraulica dell'area Marghera-Malcontenta-Chirignago sono stati inseriti una serie di interventi all'interno dell'Accordo di Programma denominato 'Vallone Moranzani'.

La riorganizzazione della rete di acque basse prevede:

- la ricalibratura di buona parte della rete di bonifica per permettere la gestione delle portate di piena fino a un tempo di ritorno pari a 100 anni, anche mediante laminazione in aree di allagamento controllato;

- la realizzazione di una nuova botte a sifone sotto il ramo morto del Naviglio-Brenta, parallelamente a quella attuale, garantendo un vuotamento più rapido e senza perdite di carico della rete di bonifica di Malcontenta; durante gli eventi di pioggia recenti, la vecchia botte a sifone dava luogo a dislivelli tra monte e valle dell'ordine 1÷1.5m, con livello dell'acqua nel mandracchio dell'idrovora Malcontenta alle 9:30 all'incirca alla quota 0.0;

- l'eliminazione della necessità di sottopassare i Canali Lusore e Menegon con due botti a sifone, grazie alla deviazione della rete dei canali di acque alte a ovest dello scolo Colombara; tale modifica permetterà un deflusso rapido ed efficiente delle acque di bonifica di Chirignago verso l'idrovora Malcontenta.

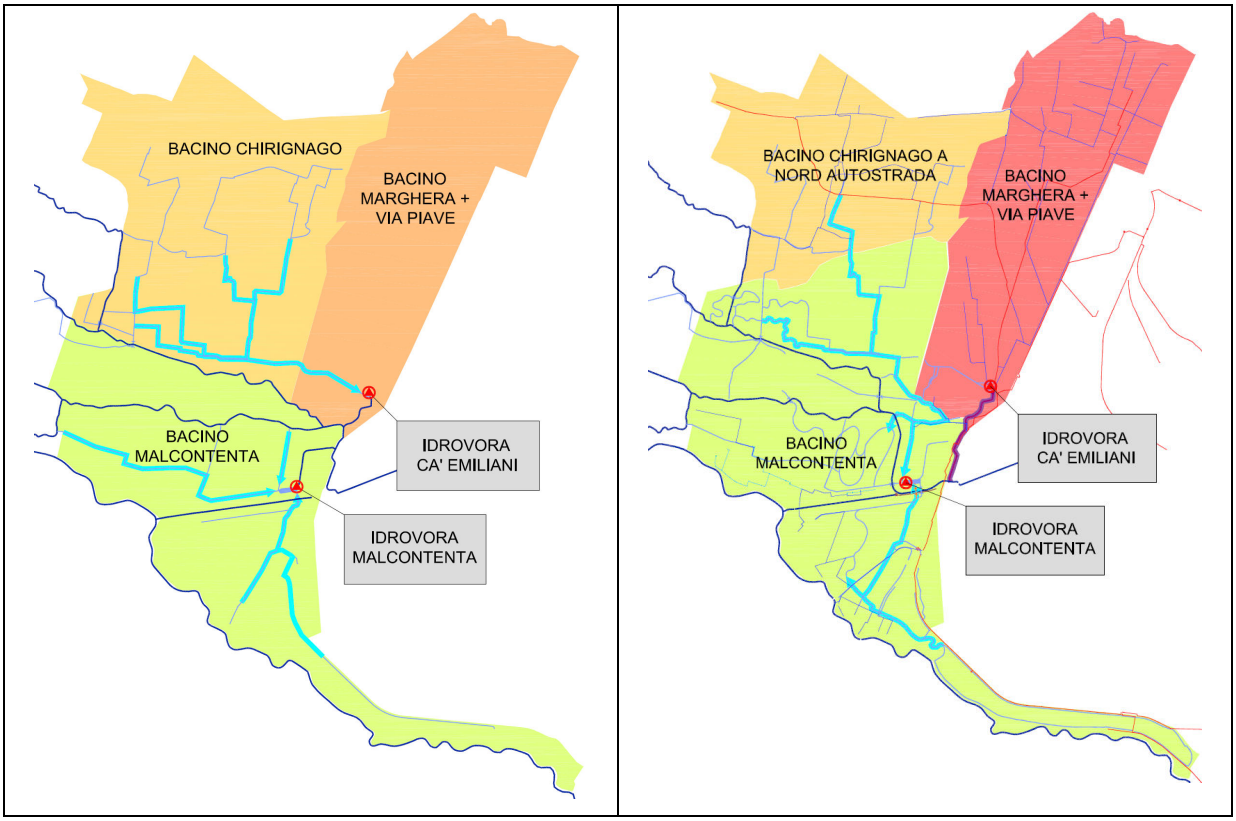


Figura 1 - Estensione dei bacini e idrovore di pertinenza (stato di fatto e di progetto)

Alcuni interventi previsti nell'Accordo di Programma 'Vallone Moranzani' sono stati considerati urgenti e quindi inseriti tra le attività poste in gestione al Commissario d'Emergenza OPCM 3621. Relativamente al bacino a sud dell'impianto idrovoro di Malcontenta, entro cui è inserito l'intervento di progetto, sono stati dichiarati urgenti gli interventi di :

- ricalibratura del Fondi a Sud e nuova botte a sifone sotto il Canale di Oriago.

Il nuovo sifone sotto il canale di Oriago, che ha rappresentato una delle maggiori ostruzioni durante l'evento del 26 settembre 2007, ha visto l'attivazione immediata della progettazione e l'opera è in fase di realizzazione. Il completamento e messa in funzione del nuovo sifone può essere cautelativamente previsto entro 6 mesi quindi anticipando l'intervento in essere.

Solo tale intervento permetterà lo smaltimento di 5 m³/s verso l'impianto idrovoro di Malcontenta con dislivello tra monte e valle del sifone di circa 0,30 cm quindi di un'altro ordine di grandezza rispetto allo stato attuale.

Anche la condizione di sfioro dell'S5 (sfioro della Fognatura del Mirese e di Vesta verso il Fondi ad Est) beneficerà degli effetti del maggiore smaltimento di portata del Fondi a Sud per la messa in funzione del nuovo sifone.

In effetti lo Sfioro S5 scarica oggi nel Fondi ad Est subito a monte dell'immissione di quest'ultimo verso il Fondi a Sud. L'aumento della trasmissività idraulica del ricettore Fondi a Sud eviterà gli effetti che oggi si verificano di riflusso delle acque dello sfioro S5 verso il tratto a monte del Fondi ad Est come più volte denunciato degli abitanti dell'area di Malcontenta. Attualmente infatti il Fondi ad Est presenta una sezione liquida sovradimensionata rispetto alle portate che dovrebbero transitare avendo di fatto acquisito una valenza di invaso lineare anche per gli effetti di riflusso verso monte. Tale valenza sarà notevolmente ridotta o addirittura soppressa con il solo intervento, in fase di realizzazione, del nuovo Sifone di Oriago.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

3.1 Interventi di 1° stralcio

L'intervento progettuale delle opere di 1° Stralcio prevede l'allargamento della piattaforma stradale dagli attuali 9.00m a 14,50m con soluzione a 2+2 corsie di marcia delle quali 1+1 percorsa da autobus e/o camion, oltre a due banchine laterali pavimentate da 0,50 m.

L'allargamento della sede stradale di via dell'Elettronica viene previsto nel tratto compreso tra la Strada Provinciale n. 24 e la località Fusina; in questo tratto l'intervallo della velocità di progetto è compreso tra 40 e 60 Km/h; il livello di servizio scelto per questa fase transitoria, è da ritenersi adeguato alla tipologia di traffico prevista a servizio delle attività produttive esistenti e quindi fino all'entrata in esercizio del Terminal Ro - Ro. A tale livello corrisponde una portata di servizio massima per corsia pari a 800 autoveicoli equivalenti/ora.

L'adeguamento in larghezza della sede stradale avviene in modo bilaterale, andando ad occupare sul lato nord, lo spazio libero attualmente occupato da una canaletta di gronda delle acque, mantenendo tra ciglio esterno di progetto e binario esistente/rinnovato una franco libero di min. 1,50m e lato sud, il ciglio erboso esistente prima della scarpata del Canale Fondi ad Est, al di sotto del quale trova attualmente collocazione la condotta SNAM parzialmente dismessa nel tratto compreso tra l'intersezione con via della Geologia e con via dei Cantieri.

La sezione trasversale della piattaforma stradale presenta una pendenza unica equiversa, variabile tra il 2,5% e 3,5%, generalmente orientata verso nord (salvo il tratto iniziale e terminale) per tener già conto del raddoppio della carreggiata stradale previsto in 2° Stralcio.

Al di sotto della banchina nord, in sostituzione del fossato esistente, viene invece collocata la condotta principale di raccolta delle acque di 1^ e 2^ pioggia sversanti dalla piattaforma stradale di progetto. Essa, congiuntamente al sistema di raccolta ed alle due vasche di accumulo dislocate lungo il tracciato, è stata dimensionata per raccogliere anche le acque di piattaforma della carreggiata sud prevista nel 2° Stralcio.

La configurazione prevista nelle opere viabilistiche di 1° stralcio non prevedono alcuna variazione all'ingombro attuale del fosso Fondi a Est, limitandosi l'intervento di fatto al margine del ciglio attuale sul lato a sud.

La variazione sostanziale apportata riguarda la modifica del bacino afferente al fosso della rete Consortile rispetto alla configurazione attuale della strada. E' prevista la realizzazione di

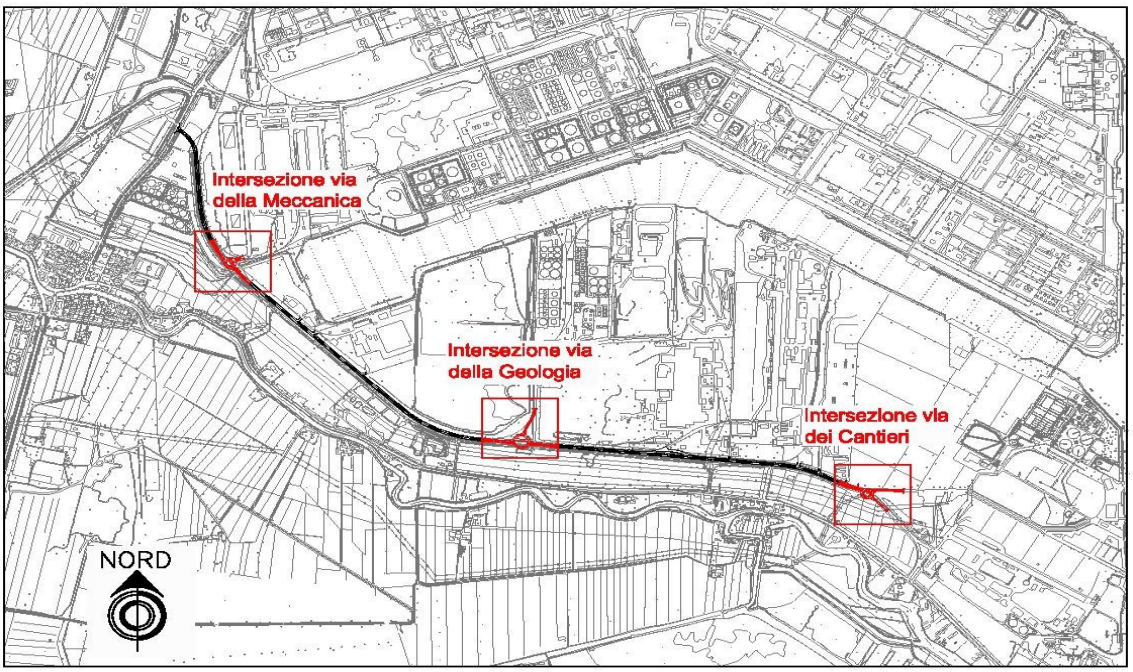
una fognatura di raccolta delle acque provenienti dalla pavimentazione stradale e dalla massicciata ferroviaria la quale, una volta esaurito il massimo volume di accumulo interno nelle vasche di prima pioggia e nei collettori, sfiora i volumi in eccesso al Fondi a Est per mezzo di alcuni tubi di troppo pieno. La configurazione è già stata affrontata dal punto di vista della compatibilità idraulica degli interventi, e attualmente è in corso l'iter approvativo da parte dell'Ente gestore (Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive").

3.2 Interventi di 2° stralcio – lotto A

Gli interventi previsti nel 2° Stralcio – lotto A dei lavori di adeguamento funzionale della viabilità e della rete ferroviaria esistente di via Dell'Elettronica nel tratto Malcontenta-Fusina, prevedono la realizzazione di tre nuove rotatorie lungo via Dell'Elettronica in corrispondenza di via Della Meccanica, via Della Geologia e via Dei Cantieri.

Le rotatorie, in particolare per due di queste, sono caratterizzate da diametro esterno, misurato sulla linea bianca esterna, di 50 m (in via della Meccanica) e 48m (in via dei Cantieri), classificate come convenzionali secondo il D.M. 19 aprile 2006, fatta eccezione per la rotatoria di via della Geologia, per la quale è previsto un diametro esterno maggiore pari a 68 m, quindi classificata, secondo la norma sopra citata, come sistemazione con "circolazione rotatoria".

Le dimensioni date alle rotatorie, sono dettate dalla necessità dell'inserimento dei bracci esistenti molto vicini, e la presenza di due rami di ingresso (uno solo per la rotatoria di via della Meccanica) a due corsie. Inoltre il grande diametro della rotatoria di via della Geologia è dovuto alla necessità dell'attraversamento ferroviario a doppio binario.



Infine, l'anello giratorio è costituito da due corsie di 4,50m e le corsie di ingresso hanno larghezza complessiva pari a 6,50m per gli ingressi a due corsie e 3,50m per gli ingressi a singola corsia. I rami di uscita sono in tutti i casi a corsia singola (come previsto dalla succitata norma) di larghezza pari a 4,50m. La velocità di percorrenza delle rotatorie è stata fissata a 30 km/h.

Dal punto di vista altimetrico si è cercato di seguire il più possibile l'orografia del terreno esistente e di mantenere le quote di innesto delle viabilità di 1° stralcio lungo l'asse principale e della viabilità esistente nei rami secondari. Inoltre Le quote di progetto dovevano verificare l'ulteriore vincolo dato dall'andamento plano-altimetrico del tracciato ferroviario.

Allo scopo di migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nell'ambiente circostante, sono state previste delle opere a verde costituite principalmente dall'inerbimento delle isole di traffico.

L'ingombro planimetrico delle rotonde, in particolare per la rotonda di Via della Meccanica e Via della Geologia, prevede necessariamente un'occupazione delle aree sede del fosso Fondi a Est e della porzione delimitata dal diaframma di con terminazione della discarica Moranzani. Di conseguenza si è reso necessario il ripristino della continuità idraulica al di sotto delle rotonde in questione per mezzo di manufatti del tipo scatolare a conci prefabbricati, di dimensioni interne tali da garantire l'invarianza in termini di quota di

scorrimento rispetto all'attuale e in termini di sezione liquida utile per il mantenimento dei volumi di invaso ad oggi presenti.

3.3 Interventi di 2° stralcio – lotto B

La realizzazione delle opere di 2° Stralcio - lotto B contempla uno scenario futuro, individuabile con l'entrata in esercizio del Terminal Ro-Ro di Fusina (stimabile all'anno 2020) che prevede il contemporaneo e contestuale completamento delle seguenti opere contermini:

- Sistema viabilistico rientrante nell'ambito dell'Accordo di Programma "Vallone Moranzani", attualmente in carico all'Amministrazione Provinciale di Venezia;
- Nuova Romea Commerciale, la cui gara di progettazione ed esecuzione si è recentemente risolta individuando il Concessionario che sta sviluppando per le Regioni Veneto ed Emilia Romagna il relativo progetto definitivo;
- Opere di riqualificazione ambientale della fascia compresa fra terminal Fusina e Malcontenta: parco lineare Moranzani. Le opere di sistemazione finale dell'impianto di smaltimento definitivo dei rifiuti non pericolosi, ubicato sul sedime delle discariche Moranzani A e B e Solvay Solexis, comprendono la copertura del sito con terreno vegetale e la sua piantumazione, nonchè il rimodellamento delle aree adiacenti a est, verso il terminal Fusina e a ovest fino all'abitato di Malcontenta, compresa l'area liberata da San Marco Petroli; riguardano in definitiva la ricomposizione ambientale complessiva a parco lineare (con sentieri e piste ciclabili di attraversamento) della fascia verde compresa fra Naviglio Brenta e via dell'Elettronica partendo dal terminal Fusina e fino alla SP 24 a Malcontenta. L'opera di riqualificazione ambientale sopra citata: presuppone che l'area San Marco Petroli venga messa in sicurezza a cura del proprietario; comprende la sistemazione della fascia parallela a via dell'Elettronica per consentire a Terna l'interramento degli elettrodotti e la predisposizione di un fossato di raccolta delle acque piovane connesso al bacino a scolo meccanico Malcontenta, realizzato mediante la pulizia e la ricalibratura del Canale Fondi ad Est; prevede che parte dei terreni di copertura provengono dagli scavi previsti a ovest della Romea per la realizzazione di aree di allagamento controllato. Tali opere di riqualificazione ambientale rientrano anch'esse nell'ambito dell'Accordo di

Programma "Vallone Moranzani" e sono state affidate dalla Regione Veneto al Concessionario SIFA.

I lavori di 2° Stralcio - lotto B vanno quindi ad inserirsi in un contesto che richiede un potenziamento in termini di livello di servizio della infrastruttura di progetto ed una specifica integrazione con le opere contermini suaccennate. Ecco quindi la necessità di intervenire sulle opere di 1° Stralcio con i seguenti provvedimenti:

- Adeguamento della sezione stradale ad una piattaforma di tipo "B – Extraurbane Principali" mediante il raddoppio della carreggiata stradale lato sud, occupando parzialmente il Canale Fondi ad Est che, in conformità all'Accordo di Programma del Vallone Moranzani, dovrebbe essere già stato bonificato e ricalibrato per far posto sulla sponda sud all'interramento dei cavi TERNA. L'ampliamento della carreggiata stradale, oltre a consentire una maggiore portata di servizio massima per corsia, migliora le condizioni di percorrenza in termini di sicurezza, soprattutto in relazione alla composizione del traffico, mediante l'introduzione di uno spartitraffico invalicabile separatore delle due semi-carreggiate. La sede stradale del 2° stralcio viene inoltre dotata di piazzole di sosta di dimensioni conformi alla normativa utilizzabili anche per consentire la sosta dei mezzi pubblici di trasporto al di fuori della carreggiata stradale;

Le maggiori occupazioni derivanti dall'ampliamento delle opere di 2° Stralcio – lotto B, che nella prima fase dei lavori sono volutamente state evitate per i motivi suesposti, saranno invece consentite e nella disponibilità del Committente tramite accordi con Terzi (Amministrazione Comunale o Provinciale, Regione, SIFA, Consorzio Obbligatorio per il Nuovo Ampliamento di Porto Marghera) o, in alternativa, mediante procedure di esproprio.

Le opere previste nel 2° stralcio – lotto B prevedono pertanto un'occupazione verso sud a scapito della sezione idraulica del fosso Fondi a Est, che di conseguenza sarà adeguata dal punto di vista degli ingombri compatibilmente con la capacità di deflusso necessaria. Tali attività sono comunque precluse dal completamento della realizzazione delle opere previste dall'AdP "Moranzani" quali le linee elettriche Terna e la nuova regimentazione del bacino afferente al Fondi a Est (ridotto in modo significativo per completamento degli scarichi verso la Laguna), ivi compresa la stessa viabilità di progetto che per mezzo di due scarichi distinti dovrà recapitare le acque di seconda pioggia direttamente in Laguna.

4 ANALISI DELLA RETE IDROGRAFICA

4.1 Configurazione morfologica attuale

La configurazione attuale del fosso è stata desunta dai rilievi topografici eseguiti nell'area e funzionali alla progettazione delle diverse opere che si inseriscono nell'Accordo di Programma "Vallone Moranzani".

Il Fondi a Est si sviluppa a partire dall'intersezione con Via dei Cantieri in direzione nord-ovest sempre in affiancamento alla sede stradale odierna di Via dell'Elettronica, inizialmente in affiancamento all'area Vallone Moranzani e più a monte in affiancamento all'area di proprietà San Marco Petroli, per uno sviluppo complessivo di circa 3,5 km. Il fossato prosegue poi lungo via Malcontenta in direzione nord, superando l'intersezione stradale e reimmettendosi più a valle nel fosso Fondi a Sud, dopo aver ricevuto lo sfioro dell'impianto di sollevamento di fognatura mista "S5". Proseguendo ancora verso nord il fosso fondi a Sud riceve in sinistra idrografica i contributi del fosso dell'Osteria, canale ricettore delle acque di sfioro di fognature mista della località Cà Brentelle, sottopassa il canale Oriago per immettersi definitivamente nel mandracchio dell'idrovora di Malcontenta.

Di fatto il Fondi a Est nella sua morfologia attuale non rappresenta un collettore per il deflusso delle acque, bensì di fatto è identificabile come volume di invaso naturale per la laminazione delle onde di piena generate dallo sfioro dell'impianto di sollevamento della fognatura pubblica denominato "S5" in condizioni di emergenza, in cui si riscontra un fenomeno di rigurgito verso monte che talvolta provoca qualche allagamento al territorio circostante.

La sezione idraulica utile non è del tipo regolare lungo il suo sviluppo con notevoli variazioni sia in termini di larghezza, inclinazione delle sponde che di quote del fondo.

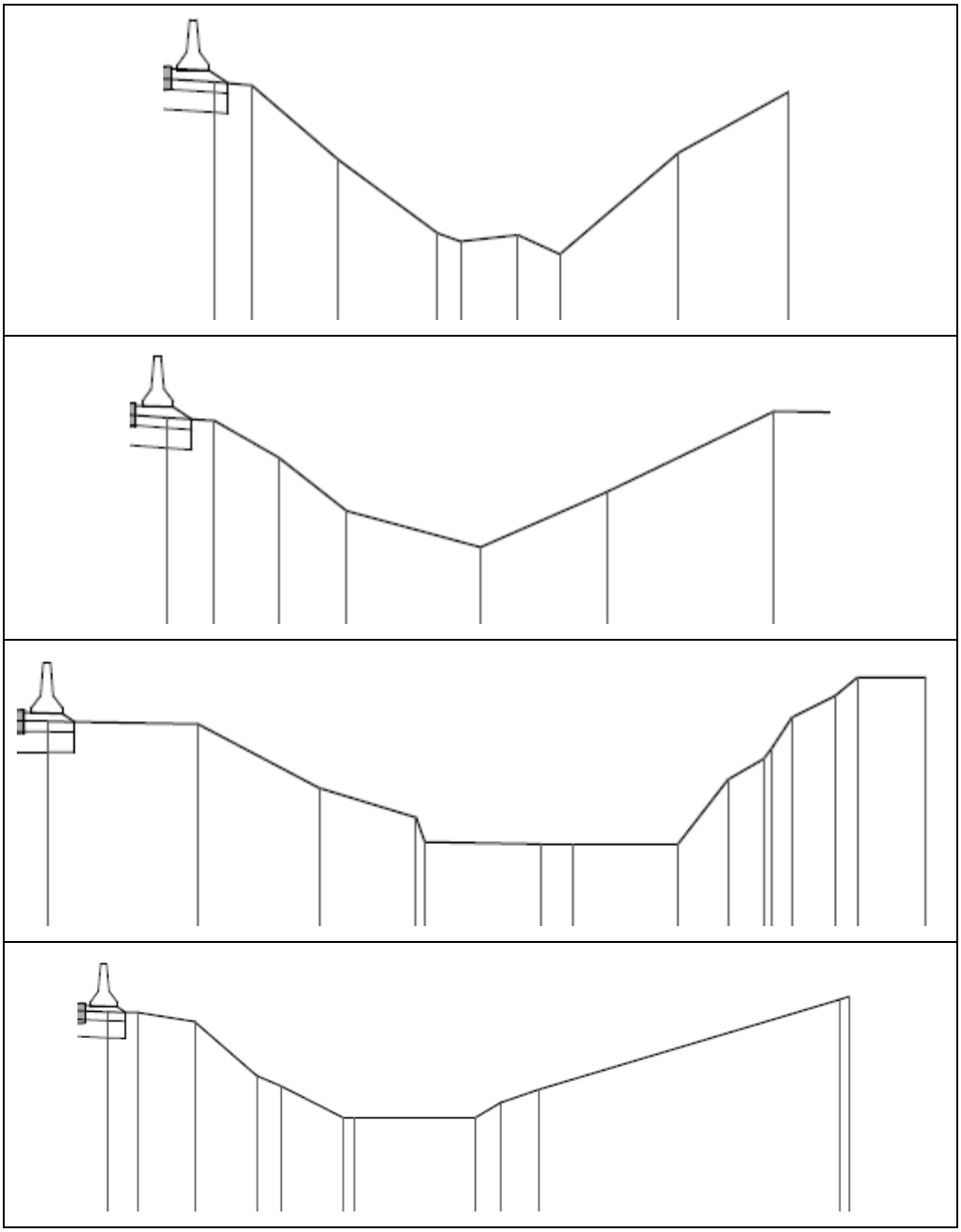


Figura 2 – Fondi a Est stato attuale_estratti da sezioni trasversali di progetto

4.2 Collettori di scarico acque presenti

I rilievi topografici disponibili dell'area in questione, integrati dai rilievi delle interferenze riscontrati in corso di realizzazione della nuova condotta fognaria a servizio della nuova

viabilità, hanno consentito di identificare numerosi collettori di recapito acque bianche provenienti esclusivamente dalle aree a nord.

Da indicazioni parziali fornite dalla Committenza e dall'Impresa incaricata dell'esecuzione dei lavori risulta che un gran numero di questi collettori sono attualmente da considerarsi fuori servizio, in quanto alcuni di questi ostruiti internamente dal terreno e altri (dismessi) riutilizzati come canalizzazione per passaggio di cavidotti reti servizi (Enel, Telecom, ecc). Quota parte del numero complessivo rilevato attualmente assolve la funzione di scarico della canaletta di scolo presente tra la strada esistente e la ferrovia e che, con la realizzazione dell'intervento di progetto, verrà sostituita dalla condotta fognaria. Di conseguenza questi collettori di scarico saranno da considerarsi non funzionanti nelle configurazioni future e da dismettere, per cui a seguire saranno analizzati solo i collettori di recapito considerati ad oggi funzionanti.

4.3 Configurazione definitiva

Nella configurazione definitiva la viabilità di progetto avrà subito un ulteriore allargamento secondo quanto previsto nel 2° Stralcio – lotto B, ma nel contempo il sistema di recapito acque sarà riorganizzato in modo tale da conferire tutte le acque bianche in laguna (Canale Industriale Sud). Analogamente tutte le aree di proprietà privata sul lato nord provvederanno a recapitare le acque interamente verso laguna, sgravando notevolmente il carico idraulico verso la rete Consortile.

Il fosso Fondi a Est avrà quindi la sola funzione di collettamento delle acque di deflusso dal versante nord del futuro parco Vallone Moranzani. La sezione quindi avrà dimensioni ridotte con livelletta di fondo unica e un innalzamento medio del fondo rispetto all'attuale di circa 50 cm. La sezione idraulica sarà configurata in modo da risultare compatibile con gli ingombri previsti nel progetto della viabilità e per la fascia di rispetto delle linee interrate Terna. Viste le dimensioni ristrette della fascia libera disponibile al fine di realizzare la risagomatura del canale, si procederà a ridefinire la sezione rispetto al progetto definitivo del Vallone Moranzani impiegando una sezione a canala in calcestruzzo a cielo libero nel rispetto del criterio di progettazione per deflusso delle portate afferenti. La canala in questione potrà essere realizzata in opera piuttosto che mediante posa in opera di manufatti prefabbricati, senza per questo incidere su considerazioni di natura idraulica.

Il percorso per la manutenzione del canale sarà quindi la pista presente sopra tali linee interrate.

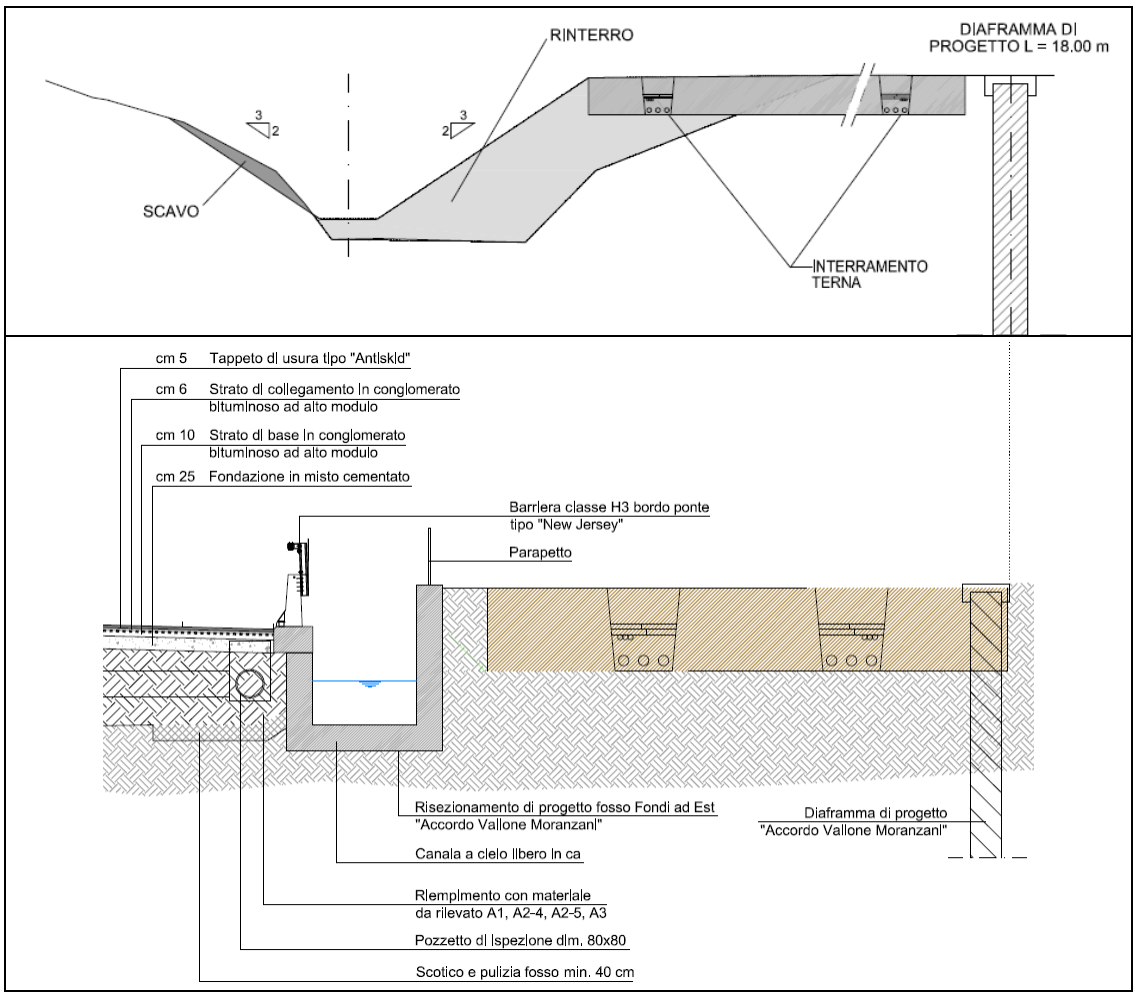


Figura 3 – Fondi a Est – configurazione definitiva a sezione trapezia e con realizzazione di canala a cielo libero

5 ANALISI IDROLOGICA

5.1 Generalità

La definizione delle portate di progetto rappresenta lo strumento di base per il dimensionamento e la verifica di opere idrauliche in genere come l'adeguamento e risagomatura di un corso d'acqua, il dimensionamento degli attraversamenti, impianti idrovori ecc..

Pertanto, non essendo disponibili misure di portata all'interno del bacino, si è reso necessario procedere con l'applicazione di modelli di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) per la definizione della piena in tutte le situazioni di progetto.

Le portate di progetto sono associate ad un tempo di ritorno con il quale si vuole dimensionare l'opera. Nello specifico il dimensionamento e la verifica della rete idraulica sono stati eseguiti per eventi di precipitazione caratterizzati da tempo di ritorno Tr=100 anni.

5.2 Caratteristiche idrologiche dell'evento del 26 settembre 2007

La mattina di mercoledì 26 settembre 2007 un intenso e persistente sistema temporalesco ha interessato con forti precipitazioni la fascia costiera centro-meridionale del Veneto tra il Piovese (zona sudorientale della provincia di Padova), il Veneziano centrale e il basso Trevigiano colpendo in modo particolare la zona adiacente alla laguna tra Codevigo (PD) e Venezia-Mestre.

I fenomeni risultano in prevalenza concentrati nell'arco di 6 ore; le precipitazioni registrano picchi massimi di intensità particolarmente elevati con valori che in alcune località monitorate dalla rete di stazioni meteorologiche dell'ARPAV superano i 100 mm in un'ora e i 200 mm in 3 ore.

A fine evento, presso alcune stazioni meteo nelle aree più colpite, si registrano quantitativi di pioggia ragguardevoli: 324.6 mm a Valle Averto (VE), 260.4 mm a Mestre-Marghera (VE), 166.4 mm a Mogliano (TV), 165.8 mm a Mira (VE), 160.2 mm a Codevigo (PD), 128.0 mm a Roncade (TV), 123.4 mm a Cavallino Tre Porti (VE), 118.8 mm a Venezia-Ist.Cavanis.

Nella stazione di Mestre-Marghera il 90% circa della precipitazione totale registrata è caduta nell'arco di 6 ore e il 75% circa in sole 3 ore.

Dall'analisi dei dati di massima intensità di precipitazione per diversi intervalli temporali (da 5 minuti a 24 ore) registrati il 26 settembre 2007 nella stazione di Mestre-Marghera sono state osservate le seguenti precipitazioni:

- 24 mm caduti in 5 minuti;
- 91.2 mm caduti in 30 minuti tra le ore 6.15 e le 6.45 solari;
- 126.6 mm caduti in un'ora tra le ore 6.15 e le 7.15 solari;
- 201 mm caduti in tre ore tra le ore 5.35 e le 8.35 solari;
- 246.8 mm caduti in sei ore tra le ore 3.25 e le 9.25 solari.

Ne è emerso, inoltre, che l'area in esame non è nuova ad eventi estremi, pur non raggiungendo i valori eccezionali del 26 settembre 2007. Molto interessante è il confronto con le massime intensità di precipitazione registrate presso la stazione di Mestre-Marghera nel periodo 1992-2006 (fonte ARPAV) e nel periodo storico disponibile dal 1956 al 1995 (fonte ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale).

Da tale confronto emerge chiaramente l'eccezionalità dei valori di pioggia registrati a Mestre-Marghera in occasione dell'evento del 26 settembre 2007: in tutti gli intervalli temporali sono stati superati abbondantemente, anche di 2÷3 volte, i valori massimi precedenti relativi sia al periodo 1992-2006 che al periodo 1956-1995 per gli intervalli da 1 ora a 12 ore.

5.3 Stima delle portate di progetto

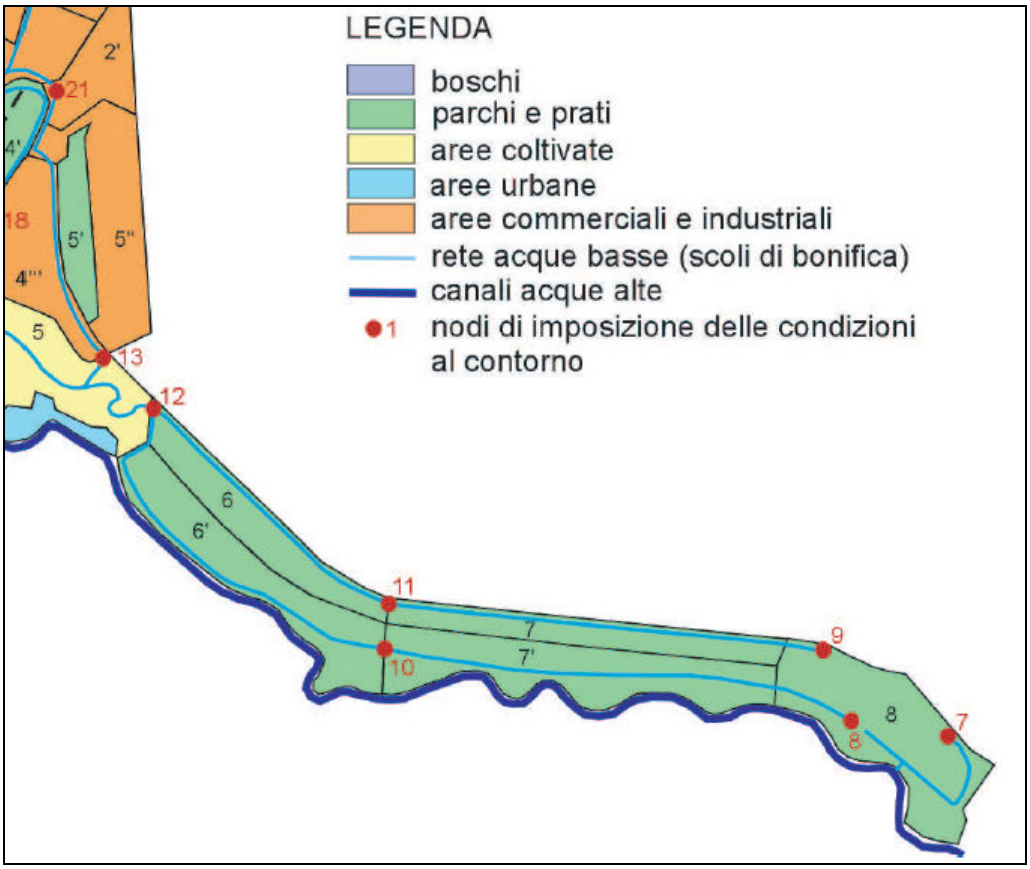
Per la definizione degli idrogrammi di piena di progetto, il bacino complessivo del Lusore è stato suddiviso in vari sottobacini definendo per ciascuno il punto d'immissione nella rete idrografica superficiale. Per ogni sottobacino, si è definito il CN di riferimento suddividendo eventualmente l'area urbanizzata da quella non urbanizzata. L'area del Vallone Moranzani è stata suddivisa nei sottobacini rappresentati in Figura 4, di cui risultano afferenti al Fondi a Est i sottobacini 6, 7 e parte del bacino 8, rispettivamente nei nodi di immissione n° 9, 11, 12. Il tempo di corrivazione dei singoli sottobacini è stato ottenuto fissando le caratteristiche idrologiche della precipitazione di progetto in funzione del tempo di ritorno Tr assunto pari a 100, delle caratteristiche fisico-geometriche del bacino afferente (lunghezza dell'asta principale, pendenza media, scabrezza).

Per il calcolo delle portate di progetto si è applicato il software per la modellazione idrologica HMS (Hydrologic Modeling System), creato da US Army Corps of Engineers (USACE), che simula i processi di scorrimento superficiale dovuti a precipitazioni in sistemi delimitati da

spartiacque. Il modello permette di definire e simulare il deflusso di base derivante dal drenaggio delle acque di filtrazione che, nella fase terminale dell'idrogramma di piena, contribuisce nuovamente alla formazione delle portate. Tale componente è stata in questo studio trascurata in quanto non coincidente con gli scopi dello studio, cioè quello di verificare il comportamento idraulico della rete afferente all'impianto idrovoro di Malcontenta durante eventi di piena.

Dall'analisi idrologica condotta è risultato che l'evento più pericoloso è quello conseguente a precipitazioni di durata pari a 12 ore. E' a tale evento quindi che si è fatto riferimento, considerando per le precipitazioni un tempo di ritorno di 100 anni, che è stato considerato più che adeguato per il dimensionamento degli interventi previsti per garantire la sicurezza idraulica del territorio in esame.

Sempre in Figura 4 sono riportati gli idrogrammi di piena caratteristici dell'evento di precipitazione critico (Tr=100 anni ; tp=12 ore). Con riferimento nel caso specifico di analisi del Fondi a Est risultano per il nodo 11 una portata di picco $\boldsymbol{Q_{d,11}=0,55\ m^3/s}$ e per il nodo 12 una portata di picco $\boldsymbol{Q_{d,12}=0,80\ m^3/s}$.



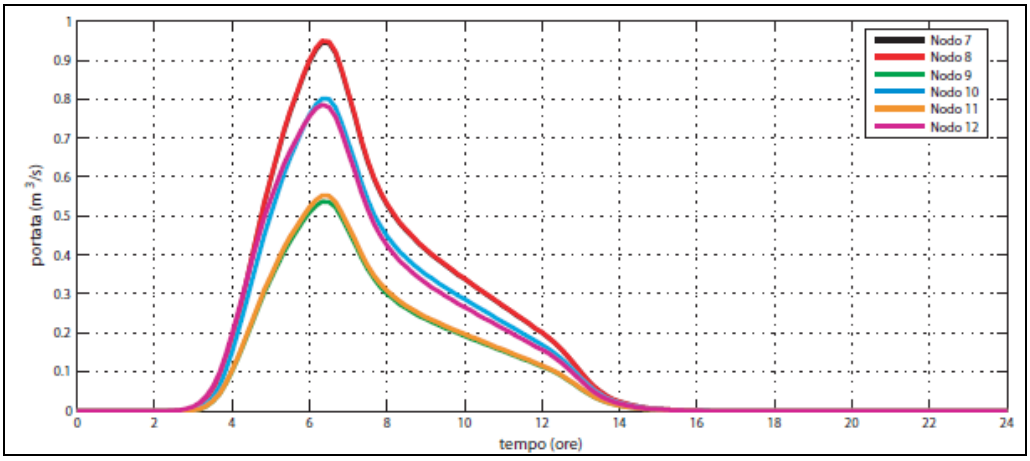


Figura 4 – Vallone Moranzani – suddivisione in sottobacini e idrogrammi caratteristici del Fondi a Est nodi 9, 11 e 12 (estratto dal progetto definitivo "interventi sulla rete idraulica bacino del Lusore")

6 VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE

6.1 Metodo di verifica

La verifica idraulica della sezione liquida viene condotta a moto uniforme secondo la formulazione di Gauckler-Strickler

$$Q = k_S \, A \, R_H^{2/3} \, i^{1/2}$$

Dove:

Q: portata di progetto

k_s: coefficiente di scabrezza secondo Strickler

A: area liquida interessata dal deflusso (in funzione del tirante)

R_H: raggio idraulico della sezione interessata dal deflusso (in funzione del tirante)

i: pendenza del fondo

Ai fini delle verifiche si sono considerati i seguenti valori cautelativi di scabrezza secondo Strickler:

$k_s = 30 \; m^{1/3}s^{-1}$ alvei regolari e rettilinei con vegetazione erbacea

$k_s = 60 \; m^{1/3}s^{-1}$ superfici in calcestruzzo liscio

Assegnando il tirante, la geometria della sezione, la pendenza di progetto e la scabrezza è dunque possibile determinare il tirante indisturbato che si instaura nella sezione stessa per il transito della portata assegnata.

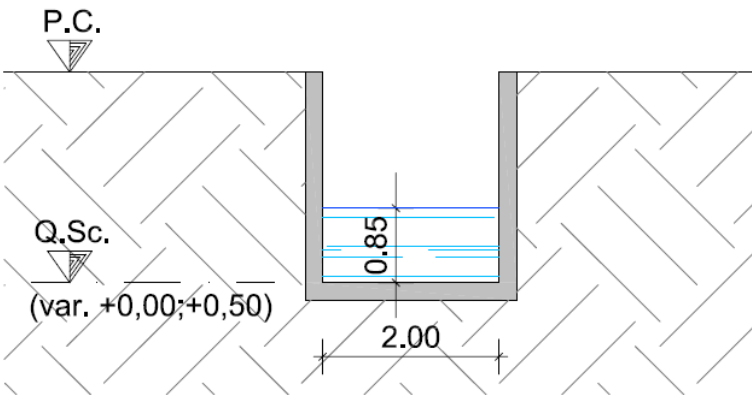
6.2 Verifica configurazione definitiva

Nella configurazione definitiva, riprendendo quanto già affrontato in precedenza, il Fondi a Est avrà la funzione esclusiva di drenaggio del versante nord del Vallone Moranzani nella sua configurazione definitiva di sistemazione a parco.

Vista l'esiguità degli spazi disponibili tra la piattaforma stradale con configurazione finale a doppia carreggiata e la fascia di rispetto delle linee elettriche interrate Terna, la sezione idrica sarà rappresentata da una canala aperta in calcestruzzo con andamento del fondo a

livelletta unica in accordo a quanto previsto nel progetto definitivo di sistemazione idraulica AdP "Moranzani". Venendo meno la necessità di garantire un volume di invaso, come avviene invece nell'attuale configurazione del fosso, il dimensionamento e la relativa verifica vengono condotti secondo il criterio di deflusso a moto uniforme della portata massima ottenuta dal modello di simulazione idrologica per i bacini afferenti e pari a 0,80 m^3/s.
La portata, nonostante sia prevista un'immissione distribuita dalla fascia destinata a parco, viene cautelativamente assegnata all'intero sviluppo a partire dalla sezione iniziale fino all'immissione nel ramo di collegamento al Fondi a Sud.

Con una sezione del tipo a canala in calcestruzzo con sponde verticali, con larghezza di fondo *2,0 m* e una pendenza di fondo pari a *0,0002* (0,2 per mille), un tirante utile *y=0,85 m*, risulta una portata di deflusso $\boldsymbol{Q_{max}=0,86\ m^3/s > 0,80\ m^3/s=Q_{d,12}}$, quindi compatibile con la massima portata di progetto.



7 ALLEGATI

- Configurazione definitiva Fondi a Est – planimetria e sviluppi complessivi