

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	IMPEGNO ECONOMICO	2
3.	STATO DI FATTO ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	2
4.	RILIEVI TOPOGRAFICI PROPEDEUTICI ALLA PROGETTAZIONE	6
	4.1 Rilievi planoaltimetrici con strumentazione GPS e stazione totale	7
	4.2 Rilievi integrativi con drone	8
	4.3 Restituzione delle indagini topografiche	8
5.	ASPETTI IDROLOGICI	9
	5.1 Individuazione dell'area contribuente	9
	5.2 Individuazione del reticolo idrografico principale	13
	5.3 Analisi idrologica e delimitazione delle aree contribuenti	15
	5.4 Pluviometria di riferimento	23
	5.5 Definizione delle portate di progetto	23
6.	ASPETTI IDRAULICI E SCHEMA DI RIPARTIZIONE DELLE PORTATE	24
	6.1 Criteri di dimensionamento idraulico	24
	6.2 Allestimento della modellistica numerica	27
	6.3 Risultati delle verifiche idrauliche	27
	6.4 Considerazioni in merito ai risultati ottenuti	28
	6.5 Condizioni di deflusso nell'abitato di Fontanetto	29
	6.6 Configurazione di esercizio alternativa	30
7.	GEOLOGIA E GEOTECNICA	23
8.	GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	24
9.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	25
	9.1 Sezioni tipo del canale scolmatore in progetto	25
	9.2 Profilo longitudinale (fondo scorrevole) del canale scolmatore	27
	9.3 Schemi di intervento	28
	9.3.1 Opera 1 – Inizio canale scolmatore (rif. Ingrandimento 1 del rilievo topografico)	29
	9.3.2 Opera 2 – intersezione con il cavo Guaderoglio (rif. Ingrandimento 2 del rilievo topografico)	30
	9.3.3 Opera 3 – 1° vaso e derivazione della roggia Cerca	31
	9.3.4 Opera 4 – Interferenza con fosso irriguo (rif. Ingrandimento 3 del rilievo topografico)	32
	9.3.5 Opera 5 – Interferenza con roggia Fonna – vaso FONNA	33
	9.3.6 Opera 6 – 1° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 4 del rilievo topografico)	34
	9.3.7 Opera 7 – attraversamento roggia Gambalona (rif. Ingrandimento 5 del rilievo topografico)	34
	9.3.8 Opera 8 – 2° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 6 del rilievo topografico)	35
	9.3.9 Opera 9 – 3° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 7 del rilievo topografico)	36
	9.3.10 Opera 10 – 4° e 5° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 8 del rilievo topografico)	37

9.3.11 Opera 11 – 6° presa irrigua (rif. Ingrandimento 9 del rilievo topografico)	38
9.3.12 Opera 12 – 2° vaso e derivazione FONNA (rif. Particolari 10, 11, 12 del rilievo topografico)	38
9.3.13 Opera 13 – interferenza fosso irriguo (rif. Ingrandimento 13 del rilievo topografico)	39
9.3.14 Opera 14 – 7° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 14 del rilievo topografico)	40
9.3.15 Opera 15 – roggia Chiusa e 8° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 15-16 del rilievo topografico)	41
9.3.16 Opera 16 – attraversamento linea ferroviaria e S.S. n 31 bis (rif. Ingrandimento 17-18 del rilievo topografico)	42
9.3.17 Opera 17 – 3 ° vaso e attraversamento SNAM (rif. Ingrandimento 19 del rilievo topografico)	43
9.3.18 Opera 18 – 9° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 20 del rilievo topografico)	44
9.3.19 Opera 19 – 3 ° vaso e attraversamento roggia Camera (rif. Ingrandimento 21 del rilievo topografico)	45
9.3.20 Opera 20 – attraversamento fosso irriguo (rif. Ingrandimento 23 e 24 del rilievo topografico)	46
9.3.21 Opera 21 – roggia Reale (rif. Ingrandimento 25, 26, 27 e 28 del rilievo topografico)	47
9.3.22 Opera 22 – 5° vaso (esistente - rif. Ingrandimento 29 del rilievo topografico)	48
9.3.23 Opera 23 – ponticello strada vicinale e confluenza roggia Logna	49
9.4 Opere principali in progetto	49
9.4.1 Attraversamento linea ferroviaria Chivasso-Casale Monferrato-Alessandria, con la strada provinciale SP 33 e con la strada statale SS 31bis.	49
9.4.2 Attraversamento Roggia Camera	57
9.4.3 Interferenza con gasdotto Snam	60
9.4.4 Interferenza con oleodotti Eni	63
9.4.5 Manufatti di attraversamento strade interpoderali	63
9.4.6 Nodi idraulici in corrispondenza delle rogge irrigue e manufatti di "vaso"	64
9.5 Quadro riepilogativo delle caratteristiche dei manufatti di attraversamento, tubazioni per sifoni irrigui e prese irrigue laterali e paratoie di regolazione dei livelli e di ripartizione delle portate.	66
9.6 Gestione apparecchiature elettromeccaniche e telecontrollo	69
9.6.1 Modalità di gestione e funzionamento degli organi di manovra e regolazione dei flussi e dei livelli	69
9.6.2 Impostazione livelli di allarme.	70
9.6.3 Comandi da remoto (telefono cellulare).	71
10. ALTERNATIVE PROGETTUALI CONSIDERATE	72
10.1 Tracciato del canale scolmatore	73
10.2 Attraversamento della linea ferroviaria Chivasso-Casale e delle SP 31 bis e 33	73
10.3 Interferenza con il gasdotto Snam	73
10.4 Sfiatore di emergenza in corrispondenza dei manufatti di interconnessione (nodi idraulici)	74
10.5 Sistema di partizione delle portate (paratoie) in corrispondenza dei manufatti di interconnessione (nodi idraulici)	74
10.6 Finitura superficiale del canale scolmatore	74
11. VARIAZIONI INTERVENUTE RISPETTO ALLA PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA	74
12. ASPETTI LEGATI ALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE E CRONOPROGRAMMA LAVORI	75
12.1 Viabilità di cantiere	75

12.2 Tempi di realizzazione delle opere	76
12.3 Criticità nel concentrico di Fontanetto Po	77
12.4 Interferenza con la falda idrica superficiale	77
12.5 Bilancio scavi-riporti: gestione delle terre di risulta degli scavi	78
13. ELENCO PREZZI UNITARI E STIMA DEI COSTI	78
14. QUADRO DELL'INCIDENZA DELLA MANODOPERA E CATEGORIE DEI LAVORI	78
15. INDENNIZZI PER ESPROPRIO, SERVITU' ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA DI TERRENI	79
16. RESPONSABILITA' IN AMBITO ARCHEOLOGICO	81
17. AUTORIZZAZIONI, PARERI, NULLAOSTA	81

ALLEGATO 1 – Aree interessate dalla campagna di rilievi topografici

ALLEGATO 2 - Monografie caposaldi topografici di riferimento

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Fontanetto Po, con Determinazione n° 45 del Responsabile dell'Area Tecnica LL.PP. M.A., ha disposto l'aggiudicazione definitiva della Procedura aperta N1/r alla scrivente A.T.I. Hydrodata S.p.A. – H.Y.M Studio per i Servizi tecnici relativi alla *Progettazione Preliminare e Definitiva dei lavori per la realizzazione del Canale Scolmatore ad ovest di Fontanetto Po.*

La predisposizione della progettazione ha come obiettivo primario la realizzazione di un'opera idraulica di protezione e salvaguardia del territorio comunale dagli effetti delle piene del reticolo irriguo che attraversa il concentrico di Fontanetto Po con direzione nordovest-sudest; la presenza del nuovo scolmatore contribuirà a ridurre gli apporti alla rete di scolo a valle di Fontanetto, contribuendo ad alleggerire le portate in arrivo in corrispondenza dei vari nodi idraulici del reticolo interessante il territorio dei Comuni di Trino e Palazzolo Vercellese.



L'immagine precedente mostra gli effetti dell'alluvione del 1968, in piazza Garibaldi (piazza del Municipio); le esondazioni delle rogge irrigue causarono l'allagamento del territorio comunale con un battente idrico di quasi un metro di acqua nel concentrico.

Le piogge intense, con punte fino a 400 mm in 24 ore, innescarono alluvioni e frane in tutta la Regione, con 64 morti e più di mille senzatetto nella sola provincia di Vercelli.

Fontanetto Po fu particolarmente colpito, non dall'esondazione diretta del fiume Po, ma dalla tracimazione dei canali irrigui che attraversano il concentrico ed il territorio comunale a nord e che risultano essere inadeguati a smaltire le portate di piena con elevato tempo di ritorno in arrivo dalle aree di nord-ovest.

L'incarico di progettazione è stato sviluppato, secondo i criteri e le metodologie del sistema di qualità di HYDRODATA S.p.A. ed H.Y.M. Studio, società certificate ISO 9001 – ISO 14001 – ISO 45001, tenendo in

doverosa considerazione gli aspetti di compatibilità ed inserimento ambientale, le esigenze dell'Amministrazione comunale e dei Consorzio irrigui, l'obiettivo di contenimento degli oneri di manutenzione e la limitazione dei rischi per la sicurezza dei lavoratori in cantiere e della viabilità ferroviaria e stradale.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato approvato con Deliberazione di G.C. 16 del 12 marzo 2018.

2. IMPEGNO ECONOMICO

L'impegno complessivo di spesa, per le opere in progetto, risulta di euro 14.400.000,00 di cui euro 9.300.000,00 per lavori ed euro 5.100.000,00 per somme a disposizione dell'Amministrazione. L'importo complessivo non varia rispetto alle previsioni del progetto di fattibilità tecnica ed economica.

3. STATO DI FATTO ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La zona interessata dal presente progetto ricade amministrativamente nel Comune di Fontanetto Po in Provincia di Vercelli per la totalità della sua estensione ed è ubicata in sinistra orografica del fiume Po.



Il territorio, in quest'area, è caratterizzato prevalentemente dalla pianura alluvionale estesa a lato del fiume Po, sulla sua sinistra orografica, occupata in modo quasi esclusivo dalla coltivazione del riso.

La campagna è attraversata da un fitto reticolo di rogge principali e secondarie che conferisce una particolare struttura a questo territorio di "terra e d'acqua" di cui rimangono alcune testimonianze del passato; in particolare si può ancora vedere la grande ruota mossa dalla corrente della roggia Logna presso il Po e, non distante dall'abitato di Fontanetto, l'antico mulino della Riseria San Giovanni, oggi trasformato in ecomuseo, alimentato dalle acque della roggia Camera.

Elemento di spicco nella piatta campagna risicola che circonda il concentrico di Fontanetto Po, è l'antica torre campanaria, di stile Romanico-Normanno che con i suoi quasi mille anni, è stata dichiarata "Monumento Nazionale".

L'area è raggiungibile dalla viabilità principale, la S.P. n. 31 bis del Monferrato, tramite le numerose interpoderali sterrate che delimitano gli appezzamenti risicoli e consentono l'accesso ai canali irrigui esistenti.

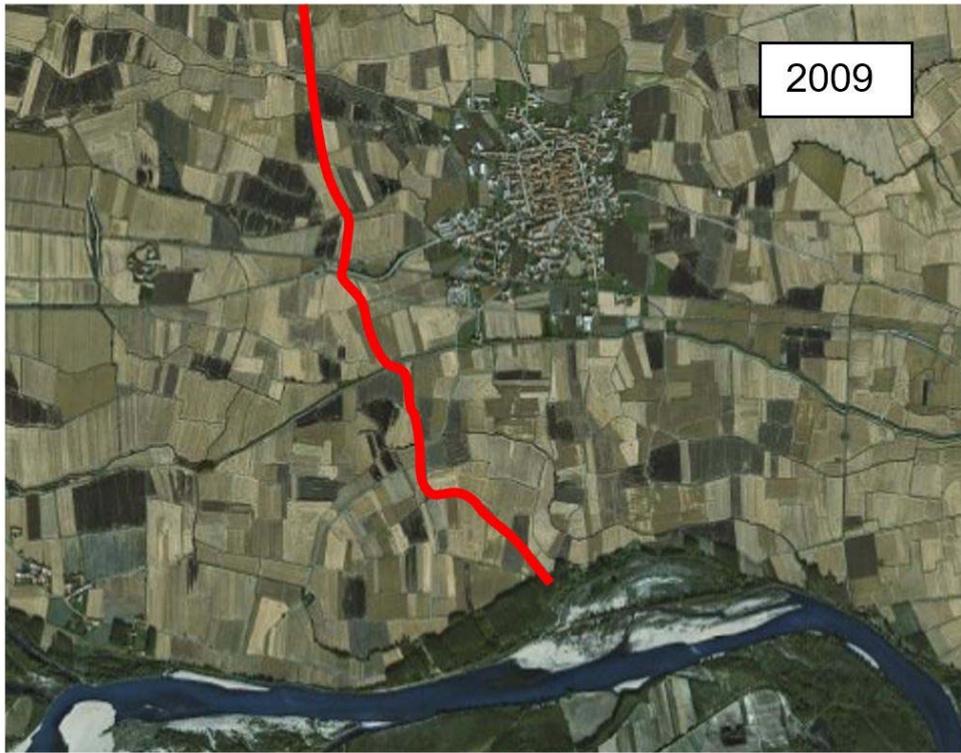


Fig. Estratto aerofotogrammetrico (Google Hearth): vista generale anno 2009.



Fig. Estratti aerofotogrammetrici (Google Earth): vista generale anni 2011-2013.

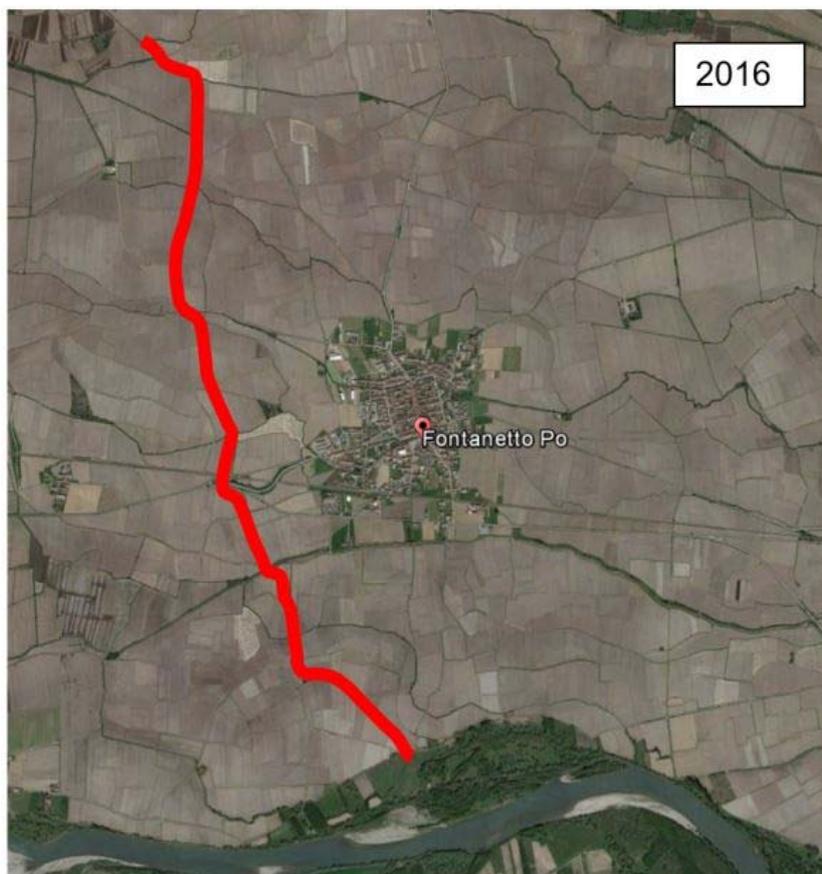


Fig. Estratto aerofotogrammetrico (Google Earth): vista generale anno 2016.

Le immagini precedenti mostrano l'evoluzione del corso del fiume Po nell'ultima decade: non si rilevano apprezzabili variazioni dell'alveo lungo il tratto in Comune di Fontanetto Po.

Le sponde del Po, e una fascia di variabile ampiezza del limitrofo territorio, ricadono nell'ambito *dell'area contigua del Parco fluviale regionale, gestita dall'ente Parco fluviale del Po e dell'Orba - tratto vercellese-alessandrino*; il reticolo della viabilità secondaria è segnalato come rete ciclabile e come percorso di fruizione dell'area protetta per raggiungere e collegare le diverse aree presenti, attrezzate come punti pic-nic.

La presenza insediativa nei dintorni del tracciato del canale in progetto è praticamente nulla; unico esempio di edificio a carattere residenziale è la cascina Gianduia, in totale stato di abbandono.

L'area oggetto di studio, si colloca all'interno della fascia delle risorgive, un territorio che si estende con sviluppo Est-Ovest in maniera continua ai piedi delle Alpi, dal cuneese fino alle foci dell'Isonzo, con un'ampiezza che varia da pochi fino a 20 chilometri.

Il reticolo idrografico esistente si è determinato nell'ambito di un più ampio ed articolato sistema irriguo realizzato a partire dalla metà del XIX secolo, e che ha condotto alla definitiva bonifica di estese aree palustri ed il contemporaneo sviluppo dell'attività risicola, tramite l'irrigazione per sommersione, nelle province di Vercelli, Novara e Pavia.

Attraverso un processo di progressiva strutturazione ed espansione, la rete irrigua ha modificato e si è successivamente sovrapposta sull'idrografia naturale preesistente. Rii e torrenti che drenavano originariamente questo settore, affluenti di sinistra del Fiume Po, sono ora parzialmente o totalmente regolamentati in modo artificiale e presentano quasi sempre un alveo a morfologia mista, in parte naturale in parte rettificata, del tutto simile a quella degli stessi canali artificiali.

Nell'ambito dell'area in esame, il reticolo idrografico minore è rappresentato in misura prevalente da rogge e canali destinati all'uso irriguo, quindi soggetti a regolazioni e ad un regime di portata controllato, salvo situazioni di elevate e durevoli precipitazioni meteoriche.

Questi canali interagiscono con il territorio giungendo ad interferire anche con il centro abitato.

Le caratteristiche morfologiche delle aree agricole (vaste porzioni di territorio coltivate a risaia), unite alla fittissima rete di colatori e canali che alimentano i ricettori terminali, costituiscono un naturale sistema di regolazione dei deflussi il cui contributo, unito all'efficienza delle regolazioni da compiersi sulle opere idrauliche che regolano le portate e gli scambi di portata tra i canali, si manifesta con un generale effetto di laminazione delle portate di piena mediante un comportamento d'insieme a guisa di invaso (tranne nella stagione irrigua ove il sistema di invaso è già al limite essendo i terreni allagati per la coltivazione del riso).

A tale effetto, come accennato, si somma positivamente la gestione delle portate che viene esplicata dai tecnici del Consorzio irriguo di Fontanetto Po (e del Consorzio Ovest Sesia per quanto riguarda la roggia Camera), attraverso la regolazione dei dispositivi di manovra che lungo i canali regolano i livelli idrici al defluire delle portate (partitori di flusso e manufatti di invaso).

L'altimetria varia dai 150,00-145,00 m s.l.m. circa rilevabili all'estremo Ovest, a monte dell'abitato, per giungere ai 135,00 m s.l.m. della sezione di chiusura complessiva configurabile con l'immissione nel fiume Po.

La giacitura del territorio si presenta orientata lungo la direttrice Ovest-Est, parallela al corso del fiume Po e contraddistingue anche l'andamento dei cavi irrigui principali nella definizione del loro percorso.

La coltivazione del riso ha conferito al comprensorio una conformazione unica e del tutto particolare, presentando una connotazione "terrazzata" dovuta alla presenza della successione delle camere di risaia attraverso le quali la portata immessa si trasferisce da un estremo all'altro degli appezzamenti per giungere infine nei colatori che provvedono a ridistribuire la portata entro ulteriori camere ovvero a restituirla ai cavi principali affinché possa essere consegnata più a valle.

Il sistema irriguo consente infatti il riutilizzo della quota di portata che non si infila definitivamente nel sottosuolo proprio attraverso il recupero a mezzo dei canali colatori.

La rete irrigua è strutturata gerarchicamente: i canali irrigui sono suddivisi, a livello regionale, in canali principali alimentatori (o di 1° ordine) che derivano acque dal Po e dalla Dora Baltea, da cui si originano canali secondari (o di 2° ordine) che possono essere sia alimentatori sia scolatori. Esistono poi canali minori di livello gerarchico inferiore, da quelli derivati dai canali di 2° ordine fino ai canali interpoderali: questi ultimi delimitano i vari appezzamenti agricoli e sono utilizzati solo nei periodi di irrigazione.

La rete irrigua è formata, in linea essenziale, dai seguenti componenti:

- il canale adduttore, fosso principale che alimenta la rete dei canali secondari che possono allagare i singoli appezzamenti attraverso le bocchette di presa; i canali secondari possono a loro volta essere suddivisi in ulteriori adduttori alimentanti le varie camere di risaia;
- la camera di risaia la quale rappresenta il terminale del processo irriguo: la portata dell'adacquatore deve consentirne il riempimento per creare le condizioni di nascita e crescita del riso; le camere sono collegate in serie in modo tale che la portata, effettuata la sommersione al livello determinato, possa proseguire da una camera a quella successiva;
- i colatori sono disposti laddove le quote altimetriche consentano di realizzare cavi tali da drenare le acque di filtrazione e le portate in esubero dall'attività di sommersione per restituirle al sistema principale di distribuzione.

I canali principali che costituiscono il riferimento dell'intero sistema irriguo nel comprensorio di Fontanetto Po, sono, da Nord verso Sud:

- roggia Stura;
- roggia Cerca;
- roggia (cavo) Guaderoglio;
- roggia Fonna;
- roggia Gambalona;
- roggia Chiusa;
- roggia Camera;
- roggia Reale;
- roggia Logna.

A questi canali fa capo l'intero sistema irriguo e, attualmente, anche il sistema di salvaguardia dal rischio idraulico.

4. RILIEVI TOPOGRAFICI PROPEDEUTICI ALLA PROGETTAZIONE

Propedeuticamente alla progettazione complessiva ed alle verifiche idrodinamiche da effettuare per la prevista analisi idraulica, è stata condotta una specifica campagna di indagini topografiche affiancate da una serie di ricognizioni in campo sia nel concentrico di Fontanetto Po sia nelle aree esterne adiacenti ad esso, volte alla caratterizzazione dei corpi idrici presenti sul territorio e delle modalità di funzionamento della vasta rete irrigua e di scolo esistente.

In particolare i rilievi topografici hanno riguardato:

- l'abitato di Fontanetto attraversato dalle Rogge Fonna e Chiusa; si è eseguito per quest'area un rilievo di estremo dettaglio finalizzato a determinare geometricamente le dimensioni dell'alveo inciso dei corpi idrici e delle opere di attraversamento e regolazione (manufatti con paratoie) presenti; tale attività ha avuto un'importanza particolare per la determinazione delle massime portate transitabili nell'abitato in condizioni di sicurezza al fine di definire le condizioni di ripartizione delle portate in corrispondenza dei nodi idraulici ad ovest del concentrico;
- l'area attraversata dallo scolmatore in termini di future intersezioni idrografiche, viarie e ferroviarie, di sottoservizi e geometria del territorio;

- le aree esterne al territorio di pertinenza dello scolmatore, al fine di determinare le caratteristiche geometriche degli alvei delle rogge che lo alimenteranno e dei manufatti di attraversamento e di regolazione irrigua su di esse esistenti.

Parallelamente alle attività di rilievo sono state condotte delle indagini ricognitive in campo, tramite sopralluoghi diretti sui corpi idrici, atte a determinare le caratteristiche del territorio circostante i canali artificiali e delimitarne pertanto con esattezza i limiti idrografici che contribuiscono alla generazione delle portate di piena.

Le indagini hanno determinato inoltre la localizzazione e le dimensioni di tutti manufatti di regolazione presenti sulla rete idrografica nei tratti a monte ed a valle del futuro scolmatore, in termini di soglie fisse, apparati mobili (paratoie...) ecc.

Le aste analizzate sono le seguenti:

- roggia Stura;
- roggia Guaderoglio;
- roggia Cerca;
- roggia Gambalona;
- roggia Fonna;
- roggia Chiusa;
- rio Carecchio;
- canale Devesio e roggia Camera;
- rogge Logna e Reale.

In Allegato 1 è riportato uno stralcio planimetrico dell'ambito territoriale oggetto di rilievo e di ricognizioni di campo.

4.1 Rilievi planoaltimetrici con strumentazione GPS e stazione totale

È stata effettuata una campagna di rilievi topografici che ha interessato l'intero sviluppo del canale scolmatore in progetto; l'area indagata è molto ampia ed è costituita da una fascia di rilievo di circa 40 m a cavallo dell'asse di progetto e/o dei canali principali interessati; in particolare sono stati rilevati tutti i manufatti idraulici necessari per una corretta comprensione delle modalità di gestione del sistema irriguo esistente.

I rilievi plano altimetrici e le sezioni trasversali, sono stati eseguiti con apparecchiatura GNSS in modalità RTK (ricevitori Leica Viva GS12 e GS10 doppia frequenza e costellazione GPS/GLONASS), integrati con rilievi celerimetrici effettuati tramite stazione totale (Leica MS60, precisione angolare 1") e georiferiti singolarmente con almeno 3 punti GNSS, all'uopo posizionati, mediante rototraslazione rigida ai minimi quadrati (sqm 3 ÷ migliori di 1 cm in planimetria e 2 in altimetria).

Il rilievo GPS (GNSS) è stato eseguito in modalità RTK con correzioni emanate dalla Rete GNSS - Stazioni fisse della Regione Piemonte (SPIN GNSS Piemonte-Lombardia), utilizzando il protocollo "MAX".

Poiché la rete è georiferita e certificata nel sistema WGS84 RDN (ETRF2000-2008.1), anche il rilievo è risultato direttamente fornito in coordinate WGS84(RDN)/UTM32 (in conformità al DPCM 10/11/2011).

Dalle quote ellissoidiche (che essendo riferite all'ellissoide non hanno utilità pratica), sono state ottenute le quote ortometriche (sul livello del mare), mediante modellazione con il modello ITALGEO 2005 fornito dall'IGM nel Grigliato *.gk2 (calcoli eseguiti con software Topko con procedura conforme a Verto 2+).

Si è proceduto alla verifica dell'inquadramento mediante il rilievo di due vertici IGM95 prossimi alla zona del rilievo: 0573625 (Palazzolo Vercellese), 057631 (Crescentino San Grisante).

Le differenze rientrano nelle usuali tolleranze (minori di 5 cm) sia della rete IGM che dell'inquadramento generale della rete SPINN. Si è pertanto adottato direttamente il Datum SPIN anche per agevolare ulteriori operazioni topografiche di verifica/integrazione/tracciamento.

In Allegato 2, si riportano tutte le monografie dei caposaldi di riferimento utilizzati.

4.2 Rilievi integrativi con drone

Ad integrazione dei rilievi topografici effettuati con strumentazione a terra, è stato eseguito un rilievo mediante drone Flytop modello "Flynovex" con GPS e fotocamera digitale Sony Alpha6000 24mpx integrati, per meglio dettagliare le aree limitrofe ai canali esistenti, in modo da avere una superficie di punti utile all'esatta definizione della conformazione del piano campagna ed alla conseguente modellazione tridimensionale del terreno.

Il lavoro è stato sviluppato secondo le seguenti fasi:

- redazione del piano di volo su supporto cartografico, atto a definire la precisione del rilievo (legata alla quota di volo, imposta in m 60 dal suolo per il lavoro in oggetto) e l'estensione dell'area da rilevare;
- ampliamento del sistema di riferimento a terra mediante identificazione e rilievo di n. 72 GCP (ground control points);
- esecuzione dei voli per il rilievo fotogrammetrico dell'area (viste le caratteristiche del drone sono stati effettuati n. 8 voli distinti);
- elaborazione dei dati consistente nella georeferenziazione dei dati acquisiti dal drone (esportazione delle coordinate GPS acquisite in fase di volo ed assegnazione delle stesse alle singole foto acquisite dalla fotocamera) ed adeguamento al sistema di riferimento già utilizzato per i rilievi a terra;
- elaborazione del modello 3D mediante utilizzo del software Agisoft Photoscan, con conseguente restituzione della nuvola di punti 3D (formato .laz, interfacciabile con Civil3d -) e dell'ortofotocarta.

Al termine dell'elaborazione si è rilevato uno scarto massimo sulle coordinate dei punti di 3,2 cm, rispetto al rilievo topografico di prima fase.

4.3 Restituzione delle indagini topografiche

La restituzione grafica dei rilievi a terra e con drone, è stata effettuata sia in 3D, sia in 2D, con particolare attenzione alla determinazione delle linee di discontinuità che consentono una gestione ottimale del modello 3D del terreno integrato con le risultanze del volo con drone; l'elaborazione del modello e la restituzione delle sezioni trasversali di progetto è stata effettuata con Civil 3D di Autodesk.

In fase di restituzione, i nodi idraulici di interesse sono a loro volta stati sottoposti ad ingrandimento in scala per favorire la lettura e comprensione del funzionamento e della consistenza reale dei manufatti esistenti.

5. ASPETTI IDROLOGICI

L'analisi idrologica condotta sulla porzione di territorio interessato dalla realizzazione degli interventi è riportata sulla Relazione idrologica - elab. 3.1, del quale riportiamo nel seguito alcuni tratti essenziali.

In particolare il documento contiene la descrizione delle metodologie di analisi adottate per determinare le portate massime di piena afferenti allo scolmatore mediante la rete delle rogge irrigue principali, oltre che la capacità massima di deflusso senza esondazioni delle rogge stesse, dati alla base dell'impostazione progettuale del nuovo canale scolmatore.

Il territorio in esame (piana alluvionale in sinistra Po a valle della confluenza della Dora Baltea, tra Crescentino e Trino Vercellese) è fortemente condizionato per molteplici aspetti dalla presenza di un fitto reticolo idrografico, artificiale o comunque regolato dall'uomo, in termini di livelli idrici e di regimi di portata.

L'interazione con il territorio chiaramente si esplicita con forza anche per gli aspetti relativi alla formazione e propagazione di eventi di piena: il reticolo idrografico cosiddetto "minore", che attraversa o lambisce i principali centri abitati, in relazione alla propria capacità di portata e alla propria funzione di drenaggio del territorio e collettamento delle acque, può essere responsabile di locali allagamenti nel corso di eventi idrologici intensi, anche in aree lontane dalle esondazioni dirette dei corsi d'acqua principali (Po e Dora).

D'altro canto le caratteristiche morfologiche uniche di queste aree agricole - vaste porzioni di territorio coltivate a riso, con conformazione "terrazzata" dovuta al susseguirsi delle camere di risaia attraverso le quali la portata immessa transita da un estremo all'altro degli appezzamenti, unite alla fittissima rete di colatori e canali che ridistribuiscono la portata in altre camere o alimentano i ricettori terminali - costituiscono un complesso sistema di regolazione dei deflussi che anche in condizioni di piena svolge un'importantissima funzione di "laminazione diffusa" delle portate, con formazione di "micro-invasi" che ritardano la propagazione dei contributi di piena sfasandone i colmi, ottenendo un globale effetto di riduzione delle portate massime.

A questo effetto si somma un elemento di pari importanza quale è la gestione delle portate da parte dei tecnici del Consorzio, in grado di spostare anche ingenti volumi d'acqua da una roggia all'altra grazie alle regolazioni operate sui numerosi manufatti posti a presidio del territorio.

Per le peculiarità specifiche dell'area in esame l'analisi idrologica non può quindi prescindere da una ricostruzione sul territorio delle aree contribuenti (drenate) da ciascuna roggia e da un'analisi idraulica del reticolo nel suo complesso, funzionale a valutare le modalità di formazione degli idrogrammi di piena e la loro propagazione/sovrapposizione lungo i canali. Per le finalità dello studio idrologico è stato pertanto necessario allestire una modellistica numerica a grande scala, con schema monodimensionale.

5.1 Individuazione dell'area contribuente

La pianura ricompresa tra il Po, il Canale Cavour ed il rilievo che muove da Livorno Ferraris fino a Trino Vercellese costituisce una sorta di "imbuto" nel quale i corpi idrici con giacitura Ovest-Est si diramano nel

territorio per poi ricongiungersi in corrispondenza di Trino, zona critica anche in ragione della maggiore vulnerabilità rispetto alle alluvioni di Po. Quest'ultima si esplicita anche nell'impossibilità di scaricare per gravità in Po in presenza di livelli di piena elevati, con necessità di sollevamento e conseguente effetto di rigurgito, con riverberi a monte (allagamenti e minore capacità di smaltimento dello scolmatore della Roggia Stura e del Roggione di Palazzolo).

Le rogge che si sviluppano nel territorio servito dallo scolmatore in progetto confluiscono tutte nell'importante nodo idraulico di Spinapesce, ove afferisce anche il canale Magrelli, che origina dal Naviglietto di Saluggia e delimita a Ovest il comprensorio.

L'area che contribuisce alla formazione delle piene sulle rogge di interesse per il presente progetto è ubicata a sud del Canale Cavour e del Canale Del Rotto (che assume poi il nome di Navigliotto di Saluggia ed infine di Canale Lamporasso, e delimita a Nord l'area contribuyente per la porzione di territorio in esame) nella zona dei comuni di Crescentino, Lampero, Livorno Ferraris, Fontanetto Po (Figura 1).

Per quanto concerne l'area a valle dello scolmatore in progetto, vengono interessati i comuni di Palazzolo Vercellese e Trino.

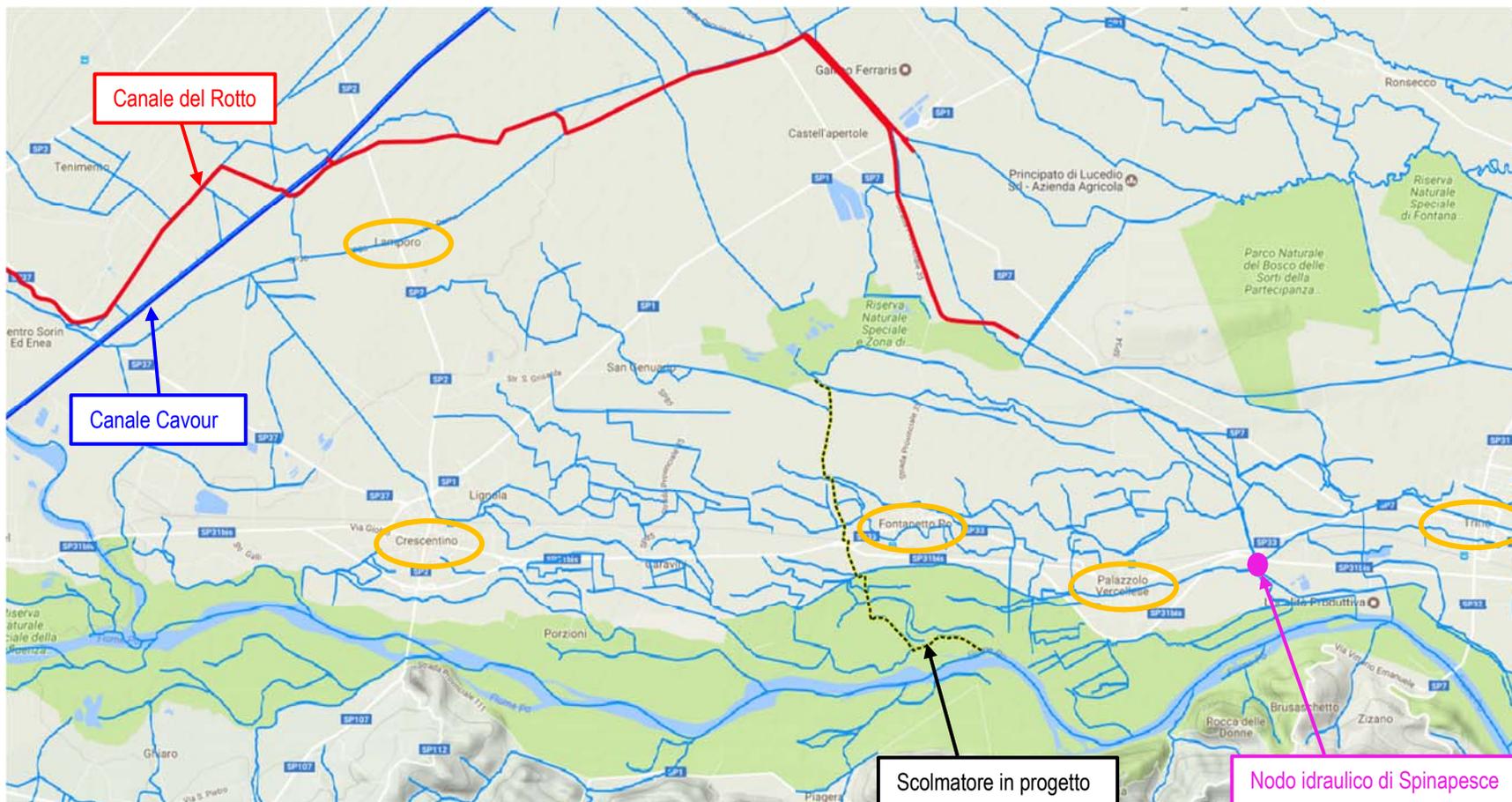


Figura 1 – Individuazione dell'area di interesse.

5.2 Individuazione del reticolo idrografico principale

Lo schema del reticolo idrografico principale ricostruito dal Canale Cavour sino al nodo di Spinapesce (a monte dell'abitato di Trino) è riportato nella figura alla pagina successiva.

Nell'area in esame, il reticolo idrografico minore è rappresentato in misura prevalente da rogge e canali destinati all'uso irriguo. Attraverso un processo di progressiva strutturazione ed espansione, la rete irrigua ha modificato e si è successivamente sovrapposta sull'idrografia naturale preesistente. Rii e torrenti che drenavano originariamente questo settore, affluenti di sinistra del Fiume Po, sono ora parzialmente o totalmente regolamentati in modo artificiale e presentano quasi sempre un alveo a morfologia mista, in parte naturale in parte rettificata, del tutto simile a quella degli stessi canali artificiali. Questi canali interagiscono con il territorio interferendo con i centri abitati.

I canali principali che costituiscono l'ossatura del sistema irriguo nel comprensorio di Fontanetto Po sono, da Nord verso Sud: Roggia Stura, Roggia Cerca, Canale Guaderoglio, Roggia FONNA-GUATTA, Roggia Chiusa, Roggia Camera e Roggia Logna.

A questi canali fa capo l'intero sistema irriguo e, attualmente, anche il sistema di salvaguardia dal rischio idraulico.

Lo scolmatore in progetto intercetterà il corso delle seguenti rogge (elencate da Sud verso Nord) riducendone la portata defluente a valle:

- Roggia Logna;
- Roggia Camera;
- Roggia Chiusa;
- Roggia Fonna;
- Roggia Gambalona;
- Roggia Cerca;

e riceverà inoltre, nella parte di testata, una quota parte (al netto della portata rilasciata in alveo alla roggia Cerca) della portata afferente dall'area delle Paludi San Genuario (rivone Candelera) e del Cavo Guaderoglio. Altri canali significativi interferiti ma non derivati dallo scolmatore sono il rio Carecchio e la roggia Reale.

5.3 Analisi idrologica e delimitazione delle aree contribuenti

L'analisi idrologica è stata avviata delimitando le superfici contribuenti per ogni corpo idrico principale presente nell'area di interesse, al fine di poter determinare le corrispondenti portate di piena di progetto.

Come riferimento cartografico per il tracciamento è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 della Regione Piemonte; le aree individuate sono riportate nella figura sottostante e nello specifico elaborato grafico di progetto (elab. 3.2), mentre nella seguente tabella se ne riportano i dati fisiografici salienti.

ID Area	Corso d'acqua	Area [km ²]	Quota max [m s.m.]	Quota media [m s.m.]	Quota min [m s.m.]	Lasta [km]	i _{lasta} [%]
1	Camera a Rabeto	9,57	175,00	162,81	148,00	8,42	0,28
2	Camera tra Rabeto e Canale Devesio	6,68	157,00	149,61	144,00	4,42	0,11
3	Camera tra Devesio e scolmatore	1,12	145,00	143,80	143,00	1,47	0,07
4	Camera tra scolmatore e Spinapesce	2,73	144,00	138,45	131,00	6,11	0,15
5	Devesio a sez. 5	3,81	166,00	161,49	154,00	3,32	0,24
6	Devesio tra sez. 5 e sez. 1	2,05	166,00	151,53	145,00	4,46	0,25
7	Devesio tra sez. 1 e Camera	1,77	148,00	145,39	144,00	2,07	0,10
8	Chiusa tra Devesio e scolmatore	1,25	148,00	144,19	143,00	2,11	0,09
9	Chiusa tra scolmatore e Fonna	0,43	144,00	143,05	142,00	1,85	0,11
10	Carecchio a scolmatore	0,71	149,00	145,91	143,00	1,49	0,13
11	Carecchio tra scolmatore e Chiusa	0,16	144,00	143,97	143,00	0,79	0,13
12	Fonna a sez. 8	11,25	174,00	161,28	147,00	10,12	0,17
13	Fonna tra sez. 8 e scolmatore	0,59	146,00	144,34	143,00	2,56	0,20
14	Fonna tra scolmatore e conf. Chiusa	0,98	144,00	143,24	142,00	1,77	0,11
15	Fonna Guatta tra confluenza e Roggia Gambalona	4,95	143,00	139,04	134,00	4,94	0,10
16	Roggia Gambalona a scolmatore	0,85	148,00	145,30	144,00	1,81	0,11
17	Roggia Gambalona tra scolmatore e conf. Cerca	2,69	145,00	141,88	136,00	6,31	0,14
18	Roggione tra conf. Cerca e Spinapesce	0,97	141,00	138,46	133,00	1,63	0,12
19	Bacino a imbocco Stura	8,81	164,00	156,41	143,00	12,98	0,14
20	Bacino cavo Guaderoglio (imbocco Cerca)	0,57	151,00	147,17	143,00	2,12	0,19
21	Bacino Cerca tra imbocco e Roggia Gambalona	2,20	145,00	143,72	137,00	5,71	0,18
22	Stura tra imbocco e sez. 14	6,07	161,00	153,67	144,00	1,90	0,27
23	Stura tra sez. 14 e ponte canale su Magrelli	1,47	147,00	141,99	139,00	3,80	0,08
24	Magrelli a Spinapesce	7,97	156,00	150,62	133,00	11,06	0,22
25	Roggia Logna	1,20	147,00	142,98	138,00	2,72	0,22
26	Rio Carecchio complessivo (aree 10+11)	0,87	149,00	145,5	143,00	2,29	0,13

Tabella – Dati fisiografici delle aree contribuenti.

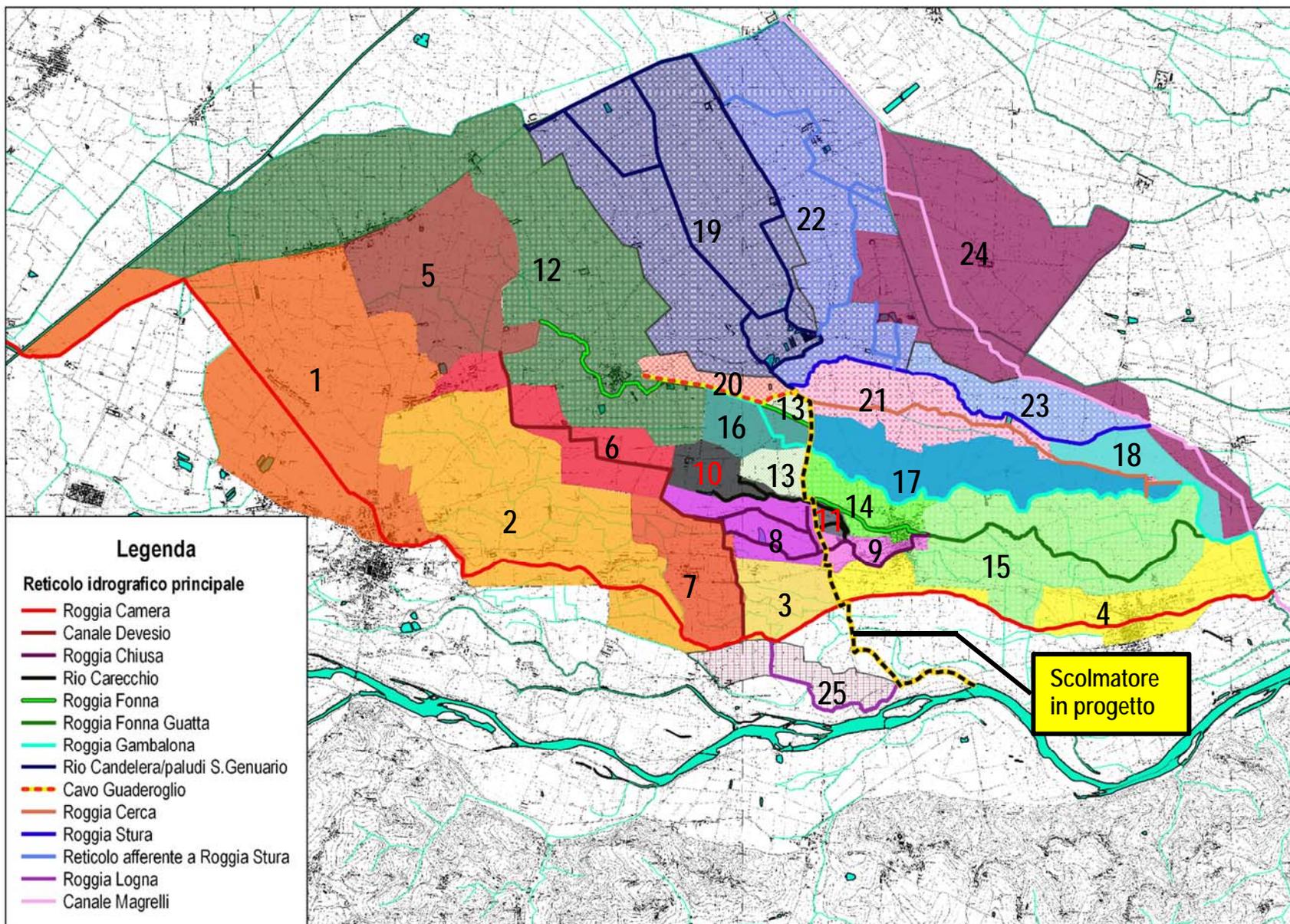


Figura 2 – Reticolo idrografico principale e aree contribuenti (l'etichetta indica il codice ID di Tabella).

5.4 Pluviometria di riferimento

Per le finalità dello studio si è fatto riferimento alle curve di possibilità pluviometrica (o climatica) derivanti dalla regionalizzazione delle precipitazioni intense, con assegnato tempo di ritorno, realizzata ad opera dell'Autorità di Bacino del fiume Po¹ su griglia spaziale a maglia quadrata di lato 2 km.

5.5 Definizione delle portate di progetto

Grazie all'analisi modellistica di larga scala condotta sull'intero reticolo principale delle rogge esistenti nell'area di interesse è stato possibile:

- ricostruire il valore massimo della portata idrologica di piena afferente alla sezione dello scolmatore in corrispondenza dell'intersezione con tali rogge;
- valutare l'incremento di portata dovuto al drenaggio del bacino contribuente nel tratto più a valle, in asse all'abitato di Fontanetto Po;
- stimare, sulla base di un rilievo speditivo della sezione corrente dell'alveo e trascurando eventuali elementi singolari (ponticelli, paratoie, tombini, sifoni) che potrebbero ridurre la luce di deflusso, la portata massima defluibile in alveo senza esondazioni ("capacità di portata") nel tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto Po.

Relativamente all'ultimo punto, l'analisi è finalizzata a definire la massima portata di progetto che lo scolmatore può lasciar defluire a valle nelle rogge principali, garantendo adeguate condizioni di sicurezza idraulica presso l'abitato di Fontanetto Po. Si nota infatti come in eventi storici e più recenti il concentrico fu interessato da significativi allagamenti dovuti proprio alle tracimazioni delle rogge che lo attraversano e di quelle defluenti nel territorio a Nord, le cui esondazioni si propagano verso l'abitato.

La tabella sottostante presenta un confronto tra le capacità di portata stimate e le portate massime idrologiche afferenti allo stato attuale, come valore massimo in corrispondenza dell'intersezione con lo scolmatore e dell'abitato di Fontanetto. Si evidenzia come tali portate tengano conto della sovrapposizione di idrogrammi con diverso tempo di risposta all'evento di pioggia di progetto, in relazione alla dimensione e morfologia delle aree contribuenti: i valori massimi riportati in tabella non coincidono necessariamente con la somma dei valori al colmo di portata prodotti da ciascun bacino esaminato.

Per il nodo delle rogge Stura e Cerca i valori indicati tengono conto della ripartizione attuale delle portate in ingresso dal bacino di monte, con grande maggioranza del deflusso che defluisce nella Stura a causa della presenza sulla Cerca di un ponte canale ribassato e di un sostegno con paratoia che provocano un significativo effetto di rigurgito. Si evidenzia comunque come l'apporto della sola roggia Stura a valle dello scolmatore (circa 9 m³/s) sia già superiore alla capacità di portata stimata della roggia. La portata massima che si prevede di scolare all'interno della roggia Stura, in caso di piena di riferimento, dovrà quindi essere regolata in funzione dei livelli sulle altre rogge ed all'interno del canale scolmatore in progetto, nel tratto di valle (sifone ferroviario).

¹ Autorità di Bacino del fiume Po, 2001, *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Norme di attuazione – Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.*

Roggia	capacità di portata (tratto Fontanetto)	Qmax a scolmatore	Qmax a valle (tratto Fontanetto)
Stura	8.00	9.55	18.78
Cerca	5.00	2.31	2.61
Gambalona	5.00	1.20	1.87
Fonna	2.00	13.66	13.87
Chiusa	6.00	2.90	3.30
Camera	10.00	22.58	23.18

Tabella – Portate massime defluibili nelle rogge principali all'altezza di Fontanetto e portate idrologiche di piena per un evento con TR=100 anni.

Per valutare invece la significatività delle portate considerate afferenti allo scolmatore, in termini di effettiva possibilità che esse defluiscano almeno nel tratto terminale delle rogge considerate (senza esondare già diffusamente nel tratto a monte), come già detto si è considerato in via cautelativa l'assegnazione alle sezioni d'alveo di un coefficiente di scabrezza espresso secondo Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, che costituisce il massimo ipotizzabile per una sezione in terra o parzialmente rivestita con assenza di vegetazione e materiale fine sul fondo.

Con tali condizioni le rogge risultano in grado di veicolare le portate considerate in progetto, pur se al limite di riempimento delle sezioni per gli apporti più elevati (Camera, Fonna, Candelera a monte del nodo Stura-Cerca).

Si evidenzia pertanto:

- che lo schema di portate considerato è verosimile e adeguato come scenario di progetto cautelativo; nella realtà credibilmente le portate effettivamente in arrivo allo scolmatore saranno inferiori a causa di fuoriuscite laterali nelle aree più a monte, in particolare in presenza di elementi singolari quali attraversamenti o paratoie;
- che l'assunzione di considerare un tempo di ritorno di progetto per le nuove opere pari a 100 anni è consistente, in quanto già corrispondente al limite (cautelativo) della capacità di portata delle rogge principali: considerare tempi di ritorno superiori non avrebbe effetto sulle portate afferenti allo scolmatore ma incrementerebbe solo le esondazioni nei tratti più a monte.

6. ASPETTI IDRAULICI E SCHEMA DI RIPARTIZIONE DELLE PORTATE

Le analisi idrauliche condotte sulla porzione di territorio interessato dalla realizzazione degli interventi sono riportate sulla Relazione idraulica - elab. 3.3, del quale riportiamo nel seguito alcuni tratti essenziali.

6.1 Criteri di dimensionamento idraulico

Per il dimensionamento idraulico del canale scolmatore, congruentemente con le ipotesi alla base dello studio di fattibilità originario dell'opera, si è fatto riferimento ad un evento critico di progetto, associato a un tempo di ritorno TR=100 anni; sono state valutate le interazioni con il fiume Po assumendo come riferimento portate di piena e livelli associati a un tempo di ritorno TR=200 anni, in accordo peraltro con le indicazioni della Direttiva ADBPO contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B", secondo cui la portata di piena di riferimento da assumere per le valutazioni idrauliche è quella per cui è stata condotta la delimitazione della fascia B.

È stata quindi condotta un'analisi di sensitività dei risultati ottenuti, considerando anche la contemporaneità dell'evento di progetto per lo scolmatore con una piena di Po di minore intensità (TR=20 anni) e con livelli di Po non influenti sull'idrodinamica dello scolmatore; questo per individuare la condizione più gravosa di verifica e analizzare il comportamento idrodinamico del nuovo canale scolmatore anche nel tratto di valle, al netto dei forti condizionamenti dovuti al rigurgito del fiume Po.

Come criterio di verifica dell'adeguatezza idraulica delle opere si è imposto il rispetto di un franco minimo di sicurezza idraulica rispetto alla sommità dei rilevati arginali di sponda pari a 1.0 m con riferimento all'evento TR=100 anni e alla più gravosa tra le condizioni di valle (a meno del tratto terminale in golena – fascia B – dove è significativo definire un franco idraulico solo nello scenario non influenzato dai livelli di Po: in caso contrario questi ultimi risultano già superiori alle quote di sponda, che in questa porzione coincidono per la maggior parte con le quote di piano campagna).

Poiché il canale interferisce con una serie di viabilità locali che prevalentemente possono essere mantenute solo rendendo percorribile la sommità dei rilevati arginali, e non volendo prevedere opere di dimensione eccessiva in rapporto all'occupazione di terreno e all'impatto visivo/paesaggistico, per gli attraversamenti di tali viabilità si è ritenuto ammissibile accettare un franco ridotto pari a un minimo di 0.60 m, garantendo comunque un franco minimo di 0.50 m rispetto al carico totale della corrente (ottenuto sommando al livello idrico il termine cinetico della corrente).

Grazie all'analisi modellistica di larga scala condotta sull'intero reticolo principale delle rogge esistenti nell'area di interesse (cfr. relazione idrologica) è stato possibile:

- ricostruire il valore massimo della portata idrologica di piena afferente alla sezione dello scolmatore in corrispondenza dell'intersezione con tali rogge;
- valutare l'incremento di portata dovuto al drenaggio del bacino contribuente nel tratto più a valle, in asse all'abitato di Fontanetto Po;
- stimare, sulla base di un rilievo speditivo della sezione corrente dell'alveo e trascurando eventuali elementi singolari (ponticelli, paratoie, tombini, sifoni) che potrebbero ridurre la luce di deflusso, la portata massima defluibile in alveo senza esondazioni ("capacità di portata") nel tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto Po.

Relativamente all'ultimo punto, l'analisi è finalizzata a definire la massima portata di progetto che lo scolmatore può lasciar defluire a valle nelle rogge principali, garantendo adeguate condizioni di sicurezza idraulica presso l'abitato di Fontanetto Po. Si nota infatti come in eventi storici e più recenti il concentrico fu interessato da significativi allagamenti dovuti proprio alle tracimazioni delle rogge che lo attraversano e di quelle defluenti nel territorio a Nord, le cui esondazioni si propagano verso l'abitato.

La Tabella 1 presenta un confronto tra le capacità di portata stimate e le portate massime idrologiche afferenti allo stato attuale, come valore massimo in corrispondenza dell'intersezione con lo scolmatore e dell'abitato di Fontanetto. Si evidenzia come tali portate tengano conto della sovrapposizione di idrogrammi con diverso tempo di risposta all'evento di pioggia di progetto, in relazione alla dimensione e morfologia delle aree contribuenti: i valori massimi riportati in tabella non coincidono necessariamente con la somma dei valori al colmo di portata prodotti da ciascun bacino riportati nella relazione di analisi idrologica.

Per il nodo delle rogge Stura e Cerca i valori indicati tengono conto della ripartizione attuale delle portate in ingresso dal bacino di monte, con grande maggioranza del deflusso che defluisce nella Stura a causa della

presenza sulla Cerca di un ponte canale ribassato e di un sostegno con paratoia che provocano un significativo effetto di rigurgito. Si evidenzia comunque come l'apporto della sola roggia Stura a valle dello scolmatore (circa 9 m³/s) sia già superiore alla capacità di portata stimata della roggia.

Roggia	capacità di portata (tratto Fontanetto)	Qmax a scolmatore	Qmax a valle (tratto Fontanetto)
Stura	8.00	9.55	18.78
Cerca	5.00	2.31	2.61
Gambalona	5.00	1.20	1.87
Fonna	2.00	13.66	13.87
Chiusa	6.00	2.90	3.30
Camera	10.00	22.58	23.18

Tabella 1 – Portate massime defluibili nelle rogge principali all'altezza di Fontanetto e portate idrologiche di piena per un evento con TR=100 anni.

Nota: le capacità di portata sono state stimate in via cautelativa assumendo per l'alveo delle rogge un coefficiente di scabrezza espresso secondo Strickler pari a 30 m^{1/3}/s; si è inoltre tenuto conto forfettariamente della presenza di singolarità che possano ridurre tale capacità di deflusso.

Per valutare invece la significatività delle portate considerate afferenti allo scolmatore si è considerato in via cautelativa l'assegnazione alle sezioni d'alveo di un coefficiente di scabrezza espresso secondo Strickler pari a 60 m^{1/3}/s.

Con tali condizioni le rogge risultano in grado di veicolare le portate considerate in progetto, pur se al limite di riempimento delle sezioni per gli apporti più elevati (Camera, Fonna, Candelera a monte del nodo Stura-Cerca).

Si evidenzia pertanto:

- che lo schema di portate considerato è verosimile e adeguato come scenario di progetto cautelativo; nella realtà credibilmente le portate effettivamente in arrivo allo scolmatore saranno inferiori a causa di fuoriuscite laterali nelle aree più a monte, in particolare in presenza di elementi singolari quali attraversamenti o paratoie;
- che l'assunzione di considerare un tempo di ritorno di progetto per le nuove opere pari a 100 anni è consistente, in quanto già corrispondente al limite (cautelativo) della capacità di portata delle rogge principali: considerare tempi di ritorno superiori non avrebbe effetto sulle portate afferenti allo scolmatore ma incrementerebbe solo le esondazioni nei tratti più a monte.

In funzione delle portate di Tabella 1 è stato quindi definito lo schema di funzionamento del canale scolmatore, come descritto nella Relazione idraulica (elab. 3.3), con l'obiettivo di definire una configurazione di esercizio di progetto relativa all'evento critico simulato, in grado di soddisfare gli obiettivi enunciati.

A seguito del confronto con il Comune di Fontanetto è stata inoltre proposta una configurazione di esercizio alternativa finalizzata a ridurre i deflussi transitabili nelle rogge adiacenti l'abitato. Tale configurazione è descritta nel paragrafo 6.6.

6.2 Allestimento della modellistica numerica

Per l'analisi idraulica della rete dei canali sono stati utilizzati i modelli numerici già allestiti per l'analisi idrologica (necessari per simulare le modalità di propagazione degli idrogrammi nella rete dei canali), realizzando a partire da essi un modello rappresentativo della configurazione di progetto, in cui è stato inserito il nuovo canale in progetto e le opere di regolazione accessorie.

I modelli allestiti sono i seguenti:

- uno complessivo dell'area, con la schematizzazione dell'intera rete principale delle rogge (nelle due configurazioni di stato attuale e progetto);
- uno di dettaglio relativo al solo concentrico di Fontanetto, utilizzato per definire con certezza gli elementi di criticità e la massima capacità di portata della rete nel tratto cittadino. Per questo modello le geometrie di stato attuale e progetto non variano, ma si modifica la portata defluente nei canali a seguito della realizzazione del nuovo scolmatore.

6.3 Risultati delle verifiche idrauliche

La soluzione definitiva di progetto dello scolmatore, è stata ottenuta con successive iterazioni per quanto riguarda gli aspetti idraulici (funzionalità dei manufatti, rispetto dei franchi) e tecnico-progettuali quali il mantenimento della continuità e funzionalità del reticolo irriguo esistente, il bilancio dei volumi di scavo e di riporto ed il corretto funzionamento dei manufatti sia in periodo irriguo, sia in occasione di eventi di piena particolarmente gravosi.

Lo schema di bilancio delle portate in ingresso e uscita proposto in prima battuta, a seguito delle risultanze delle simulazioni condotte, non è l'unico possibile; anzi le opere in progetto consentano una gestione "flessibile" dell'evento, anche eventualmente giocando sul franco idraulico residuo dove risultasse conveniente per la minimizzazione complessiva del grado di rischio idraulico del territorio, in relazione alle caratteristiche effettive dell'evento di piena in corso.

In un primo scenario, dallo scolmatore in progetto, è stato considerato il recapito dei seguenti valori massimi di portata entro le rogge a valle:

- roggia Cerca: 4.5 m³/s;
- roggia Gambalona: 2.5 m³/s;
- roggia Chiusa: 4.0 m³/s;
- roggia Camera: si prevede di lasciar proseguire a valle circa 5.0 m³/s (valore inferiore alla capacità di deflusso stimata, così da disporre di un margine di sicurezza in caso di ipotetici malfunzionamenti delle paratoie).

Successivamente, a seguito del confronto con il Comune di Fontanetto è stata inoltre proposta una configurazione di esercizio alternativa finalizzata a ridurre i deflussi transitabili nelle rogge adiacenti l'abitato.

Tale configurazione e relativo schema di distribuzione delle portate è descritta nel successivo capitolo 6.6.

Ne consegue che dallo scolmatore in progetto, è previsto il recapito dei seguenti valori massimi di portata entro le rogge a valle:

- roggia Stura: 3.5 m³/s;

- roggia Cerca: 4.5 m³/s;
- roggia Gambalona: 1.0 m³/s;
- roggia Chiusa: 3.0 m³/s;
- roggia Camera: si prevede di lasciar proseguire a valle circa 5.0 m³/s (valore inferiore alla capacità di deflusso stimata, così da disporre di un margine di sicurezza in caso di ipotetici malfunzionamenti delle paratoie).

6.4 Considerazioni in merito ai risultati ottenuti

Con riferimento alla Relazione idraulica per tutti gli approfondimenti sulle simulazioni ed analisi idrauliche effettuate, si precisa che la diversa condizione al contorno di valle (livelli idrici sul fiume Po) incide significativamente sull'idrodinamica del canale scolmatore all'incirca fino (risalendo da valle) all'intersezione con la roggia Reale per TR=200 anni dell'evento di Po, e circa fino all'intersezione con la roggia Logna per un evento ventennale.

Tali aree risultano congruentemente perimetrare all'interno delle fasce A e B di Po, trovandosi nell'area golenale a valle del terrazzo morfologico che confina le acque di piena del fiume. In corrispondenza di questi eventi tali zone sono sommerse da significative altezze idriche sul piano campagna (i livelli di piena di riferimento, per i quali si rimanda alla relazione idrologica, sono pari a 141.55 m s.m. e 141.00 m s.m.), e conseguentemente anche il canale scolmatore risulta sommerso, ma comunque in grado di recapitare la propria portata senza rilevanti effetti di rigurgito verso monte.

In particolare il sifone al di sotto della roggia Camera non risulta interessato da fenomeni di rigurgito da valle per nessuna delle condizioni esaminate, svincolando pertanto anche l'intero tratto a monte. Tale condizione appare meno gravosa di quella attesa dall'esame delle fasce fluviali: la fascia B si attesterebbe infatti a ridosso della roggia Camera, probabilmente con una perimetrazione cautelativa vista la morfologia dell'area. Tale andamento è sostanzialmente confermato dalle perimetrazioni di pericolosità idraulica fornite dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA, Figura seguente).

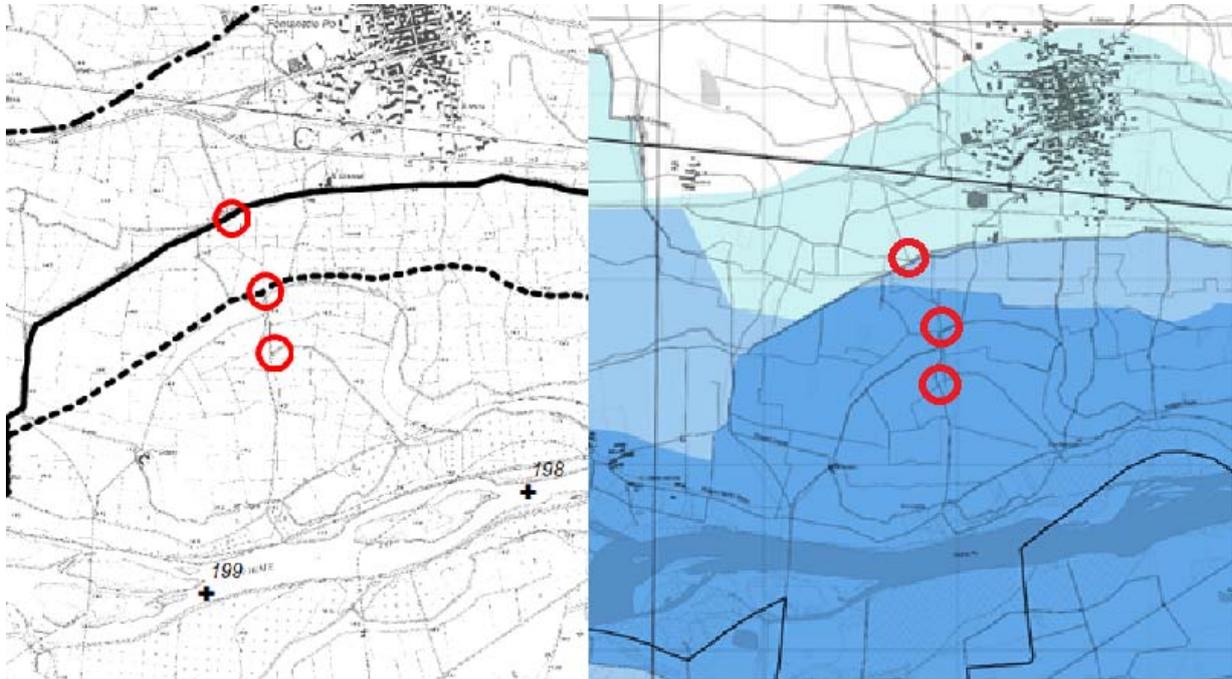


Figura – Fasce fluviali in sinistra Po e indicazione (cerchiate, da valle verso monte) delle intersezioni del nuovo scolmatore con le rogge Logna, Reale, Camera (sx). Analoga rappresentazione estratta dal PGRA, con indicazioni delle aree di pericolosità idraulica del fiume Po.

In assenza di rigurgito di Po, il tratto a valle della roggia Camera, viste le pendenze significative, presenterebbe franchi idraulici superiori al metro.

Franchi congruenti con i criteri di dimensionamento sono osservati in tutto il tracciato dello scolmatore a monte, con valori dell'ordine di 1.10 m nel primo tratto di monte (dall'incile per il primo km circa, fino in prossimità dell'immissione della roggia Fonna), per poi crescere gradualmente portandosi su valori di oltre 1.40 m sostanzialmente stabili nel tratto compreso tra l'uscita della roggia Fonna fino a valle del sifone della roggia Camera.

Gli attraversamenti presenti sono interessati da un franco idraulico minore, con un minimo pari a 0.61 m (viabilità poco a valle della roggia Cerca) e gli altri valori compresi tra 0.86 m e 0.93 m.

Per tutti gli attraversamenti risulta soddisfatto il criterio di verifica di un franco minimo di 0.50 m rispetto al carico totale della corrente.

6.5 Condizioni di deflusso nell'abitato di Fontanetto

Grazie al modello numerico di dettaglio utilizzato per rappresentare gli alvei delle rogge che si sviluppano nel concentrico di Fontanetto (Fonna e Chiusa), si è proceduto con la verifica delle condizioni di rischio idraulico di progetto all'interno dell'abitato, considerando la presenza in alveo della massima portata di piena registrata nel corso dell'evento (apporto bacino residuo a valle scolmatore e portata rilasciata dallo scolmatore stesso).

Cautelativamente la simulazione è stata condotta con riferimento a uno schema di calcolo in moto permanente, così da forzare la sovrapposizione dei colmi di piena anche se le portate massime sulle due rogge si verificano in tempi diversi.

I risultati, per ciascun ramo di roggia (compreso il piccolo ramo di collegamento tra i due canali a monte dell'abitato), mostrano come con le portate di progetto non si verifichino esondazioni laterali in nessun tratto. I franchi idraulici sono talora ridotti, specie in corrispondenza di alcuni punti singolari rappresentati da opere di attraversamento di luce molto ristretta, ma compatibili con adeguate condizioni di sicurezza idraulica, considerando le numerose criticità presenti allo stato attuale. In particolare sulla roggia Fonna si registrano nell'abitato franchi di sicurezza minimi compresi tra valori variabili da 0.3 a 0.6 m; sulla Chiusa i valori minimi sono compresi tra 0.2 e 0.4 m.

Le portate defluenti a confluenza dei due canali non provocano effetti di rigurgito in grado di incidere significativamente sulle condizioni idrodinamiche di monte (il tratto a valle della confluenza è rappresentato nelle restituzioni relative alla roggia Fonna).

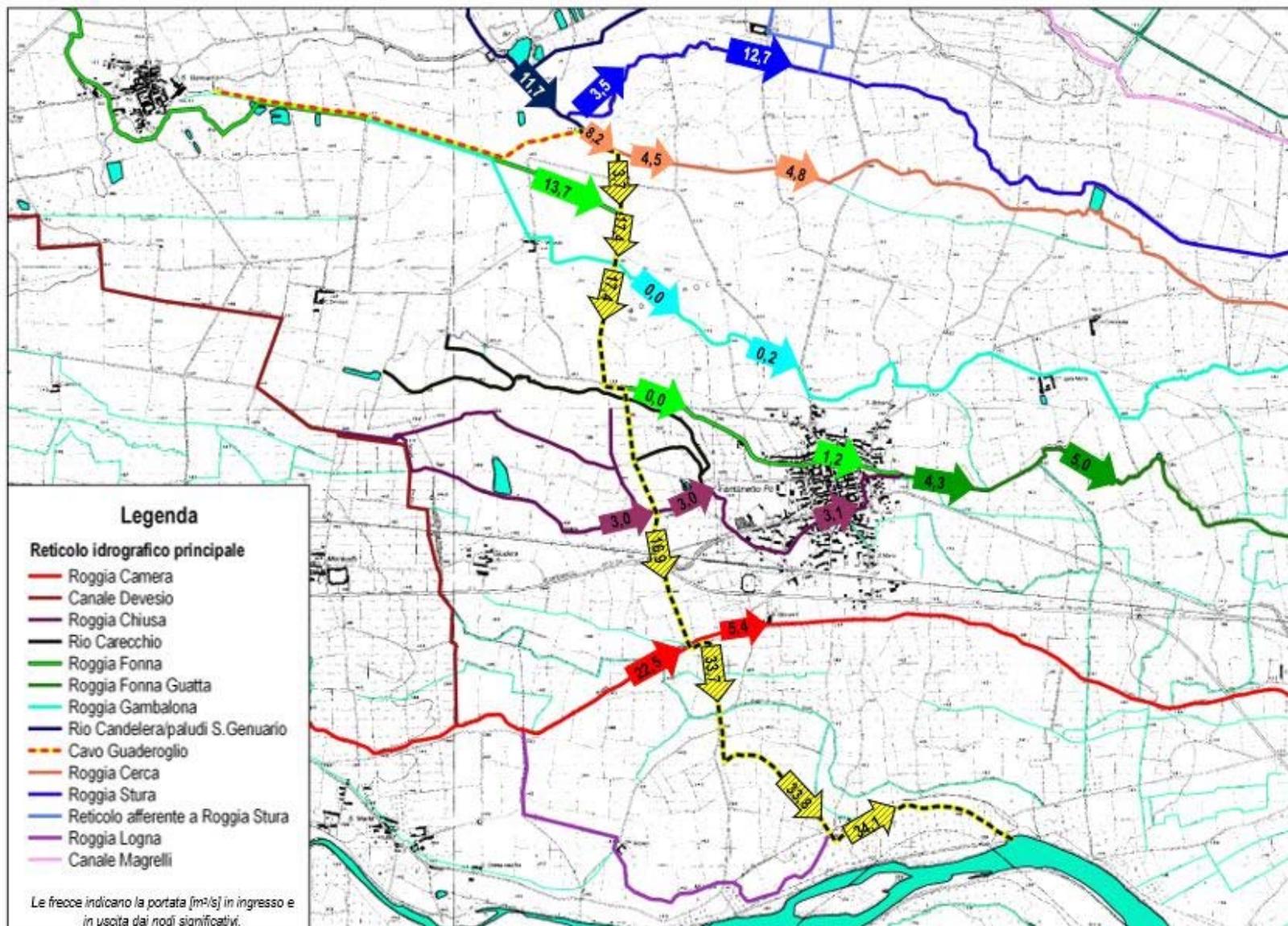
6.6 Configurazione di esercizio alternativa

Come indicato nei paragrafi precedenti, nell'ordinaria gestione delle opere, e in particolare per eventi di minore gravosità e/o differente distribuzione spaziale delle piogge, l'effettiva ripartizione delle portate tra rogge e scolmatori potrà essere gestita in tempo reale dai preposti mediante i manufatti di regolazione, decidendo, sulla base delle condizioni di criticità effettive osservate in sito, la modalità più opportuna di deviazione delle portate.

Lo schema proposto nei capitoli precedenti di bilancio delle portate in ingresso e uscita non è infatti l'unico possibile, e anzi le opere in progetto consentano una gestione "flessibile" dell'evento, anche eventualmente giocando sul franco idraulico residuo dove risultasse conveniente per la minimizzazione complessiva del grado di rischio idraulico del territorio, in relazione alle caratteristiche effettive dell'evento di piena in corso.

Rispetto alla configurazione di esercizio descritta nei capitoli precedenti, a seguito del confronto con il Comune viene nel seguito proposta una configurazione di esercizio alternativa finalizzata a ridurre i deflussi transitabili nelle rogge adiacenti l'abitato di Fontanetto.

Nella figura seguente, è fornito uno schema di tale configurazione che individua con rappresentazione a frecce le portate in ingresso e uscita da ogni nodo (valori massimi registrati nel corso dell'evento); la ripartizione delle portate è stata studiata con la finalità di ridurre in maniera significativa il deflusso entro le rogge adiacenti Fontanetto e, al contempo, mantenere inalterato il deflusso complessivo verso il nodo Spinapesce.



Si tratta pertanto di una differente ripartizione delle portate defluenti nei vari corsi d'acqua; rispetto alla configurazione di progetto descritta nei capitoli precedenti lungo lo scolmatore sono stati mantenuti invariati i valori al colmo dal sifone sino al recapito in Po.

In Tabella 2 si fornisce il confronto tra la capacità di portata stimata per ogni corso d'acqua e le portate al colmo per lo stato attuale, per lo stato di progetto descritto nei capitoli precedenti e per la configurazione alternativa di esercizio proposta. Si nota un complessivo miglioramento delle condizioni di potenziale rischio idraulico, con portate in alveo generalmente inferiori a quelle massime defluibili nei canali.

Unica eccezione è costituita dalla roggia Stura, dove nella configurazione alternativa di esercizio alla portata in alveo data dai contributi delle aree drenate a valle si somma un apporto proveniente dallo scolmatore. Si evidenzia in ogni caso come tra i rami di roggia a monte di Fontanetto vi siano ampi spazi pianeggianti con notevole capacità di invaso e laminazione, per cui una fuoriuscita di portata (dell'ordine di 4,5-5 m³/s), viste le ipotesi cautelative adottate nell'ambito dell'analisi idrologica, non pare in grado di generare allagamenti nel concentrico (essendoci peraltro capacità di portata residua nelle rogge Cerca e Gambalona, quest'ultima pressoché vuota nella configurazione di esercizio alternativa e di capacità massima stimata pari a circa 5 m³/s, in linea con il valore atteso come derivante da un'eventuale esondazione della roggia Stura).

Roggia	capacità di portata stimata (m ³ /s)	Qmax attuale (m ³ /s)	Qmax progetto (m ³ /s)	Qmax configurazione di esercizio alternativa (m ³ /s)
Stura	8.00	18.78	9.23	12.7
Cerca	5.00	2.61	4.70	4.8
Gambalona	5.00	1.87	2.74	0.2
Fonna	2.00	13.87	1.20	1.2
Chiusa	6.00	3.30	4.10	3.1
Camera	10.00	23.18	5.43	5.4

Tabella 2 - Confronto tra le portate massime al colmo di piena (TR=100 anni) rilevabili nelle varie rogge a valle dell'asse dello scolmatore (tratto in corrispondenza dell'abitato di Fontanetto) nelle condizioni attuali, di progetto e nella configurazione di esercizio alternativa, a confronto con la massima capacità di deflusso stimata.

7. GEOLOGIA E GEOTECNICA

L'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto è ubicata entro il settore sud-occidentale della Pianura Vercellese; si tratta delle propaggini meridionali di un'ampia pianura alluvionale caratterizzata dalla presenza di una serie di ripiani terrazzati in progressivo raccordo con l'alveo del Po.

Tali ripiani sono costituiti da superfici delimitate da scarpate erosionali modellate nell'ambito dell'alternanza di eventi erosivo-deposizionali ad opera del Po, a cui quindi si deve il maggior controllo sulla morfologia dell'area.

Sulla base delle indagini geognostiche condotte nel novembre 2016, consistenti nell'esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo della profondità di circa 15 m e di 4 pozzetti esplorativi, e tenendo conto dei dati di letteratura, con particolare riferimento alle stratigrafie della Banca Dati Geotecnica della Regione Piemonte, è emerso che gli scavi avverranno all'interno di alluvioni recenti di tipo ghiaioso sabbioso, dotate di buone caratteristiche geotecniche, sormontate da una più scadente coltre superficiale, limosa sabbiosa, avente una

potenza media di 2-4 m. Le alluvioni poggiano su un livello limoso argilloso posto a circa 10-12 m di profondità, che quindi non sarà interessato direttamente dalle operazioni di scavo.

Tali alluvioni sono sede di una falda freatica, la cui soggiacenza mediamente compresa attorno a 1-2 m dalla superficie, si riduce fino a meno di 0,5 m da piano campagna durante la stagione irrigua. Si tratta di un acquifero strettamente legato ai livelli idrici della fitta rete di canali irrigui e di bonifica che solcano il territorio comunale di Fontanetto. Il monitoraggio della falda tramite *datalogger* posizionati su due dei piezometri installati nei sondaggi geognostici perforati nel novembre 2016 ha evidenziato una immediata risposta alle variazioni di livello dei canali indotte dalle piogge, per altro ordinarie, che si sono verificate nel primo trimestre del 2017. In tali circostanza il livello piezometrico è salito di oltre mezzo metro in una giornata per poi riportarsi, nell'arco di alcune settimane, al livello di base originale.

Il tratto di scolmatore posto a Sud dell'abitato di Fontanetto è potenzialmente raggiungibile dalle acque del Po in caso di eventi di piena eccezionali; per, contro considerato che il tracciato dello scolmatore si sviluppa in un'area pianeggiante, sono da escludersi dissesti di natura gravitativa.

L'area di intervento è caratterizzata da bassa sismicità ed è quindi inserita in zona sismica 4.

Per i dettagli si rimanda alla relazione geologico-geotecnica (rif. elab. 5.1)

8. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

In riferimento alle normative di legge relative alle terre e rocce da scavo e, in particolare, alla possibilità di gestire questi materiali come sottoprodotti, o più precisamente attraverso un riutilizzo in sito, e non come rifiuti, è stato redatto l'elaborato 5.2 che costituisce la Relazione per la caratterizzazione dei terreni oggetto di movimentazione, finalizzata a definire in via preliminare caratteristiche e destinazione dei terreni da scavo, risultanti dalle lavorazioni per la realizzazione del canale scolmatore ad ovest di Fontanetto Po.

Dalle risultanze del computo effettuato, il volume totale di scavo per la realizzazione dell'opera ammonterà a poco meno di 89.600 m³.

Avvalendosi di quanto previsto dall'art. 185 del D.Lgs. 152/2006, viste anche le caratteristiche qualitative dei terreni movimentati, si prevede di riutilizzare in sito l'intero materiale di scavo, che andrà a costituire i rilevati delle piste di servizio che seguiranno le due sponde del nuovo canale scolmatore.

Negli 89.600 m³ di terre da scavo sono compresi anche i circa 1000 m³ derivanti dalla realizzazione con tecnica di microtunnelling del sifone sotto la ferrovia e la provinciale, fermo restando che il quantitativo di fanghi bentonici in essi immessi sia, come prevedibile, conforme a quanto previsto dal comma 3 art. 4 del DPR 13 giugno 2017, n. 120 (non superiore al 20% in peso della massa totale).

Ai sensi della lettera c) comma 1 art. 2 del DPR 120/2017, le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso.

Dal punto di vista qualitativo dalle analisi condotte su 10 campioni, prelevati sia dalle carote di tre sondaggi geognostici (6 campioni) sia da 4 pozzetti esplorativi disposti lungo il tracciato, si evince che i parametri analitici risultano conformi ai limiti di cui ai siti A, requisiti di qualità di suoli e sottosuoli destinati a verde pubblico, privato e aree residenziali, per tutti i campioni con la sola eccezione di quello prelevato nel sondaggio S3218/2, ove si ha una leggera eccedenza per il Cromo.

Valori prossimi, o in un paio di casi equivalenti, alle concentrazioni soglia si hanno per altro anche per il Nichel e il Cobalto. A tal proposito va ricordato, come per altro specificato nel *Rapporto ambiente 2016* dell'ARPA che "le elevate concentrazioni di Cromo, Nichel e Cobalto riscontrate prevalentemente nelle zone del Canavese, Torinese e arco alpino Alessandrino, sono attribuibili in prevalenza alla presenza di affioramenti di rocce ultramafiche naturalmente ricche di questi elementi" (*Rapporto sullo stato dell'Ambiente della Regione Piemonte 2016*).

Dalla cartografia tematica allegata allo stesso rapporto si evince che anche la valle del Po tra la confluenza della Dora Baltea e del Sesia presenta valori elevati di tali metalli, il che è coerente con il fatto che proprio dall'arco alpino occidentale provengono prevalentemente i sedimenti presenti in tale tratto di Po.

Si tratta quindi di terreni che non presentano vincoli per il riutilizzo in sito o in aree in cui si hanno da valori di fondo naturali relativamente elevati di Cromo, caratteristiche tipiche di ampie porzioni del Piemonte.

9. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Il presente progetto definitivo prevede la realizzazione di un canale scolmatore delle portate eccedenti quelle che sono le capacità di deflusso delle rogge irrigue esistenti all'interno del concentrico di Fontanetto, a partire dalla zona immediatamente a sud dei confini del SIC "Palude di San Genuario".

Il nuovo canale scolmatore si originerà lungo la Roggia Cerca, subito a valle del nodo idraulico in corrispondenza della derivazione della Roggia Stura, si svilupperà lungo il territorio agricolo a ovest dell'abitato di Fontanetto Po ed avrà termine subito a valle della confluenza con la Roggia Logna dopo un percorso di circa 4,5 km.

In corrispondenza dell'immissione della Logna verrà realizzata un'area di transizione per il passaggio dallo scolmatore in progetto alla sezione di deflusso naturale che si presenta con un andamento sinuoso all'interno dell'area golenale di Po; lungo questo esteso tratto di canale non verrà effettuato alcun intervento prediligendo il mantenimento della connotazione naturale del canale in un'area golenale già di per sé deputata all'eventuale esondazione dei livelli idrici di piena.

Nello sviluppo del tracciato ed a seguito dell'esame delle interferenze con la rete locale dei canali irrigui, sono stati individuati gli interventi necessari al conseguimento degli obiettivi di progetto ed in particolare alla soddisfazione della duplice esigenza di garantire una adeguata garanzia di sicurezza nei confronti degli eventi di piena ma, nel contempo, consentire la quotidiana funzione irrigua dei canali presenti sul territorio a servizio dei terreni agricoli.

9.1 Sezioni tipo del canale scolmatore in progetto

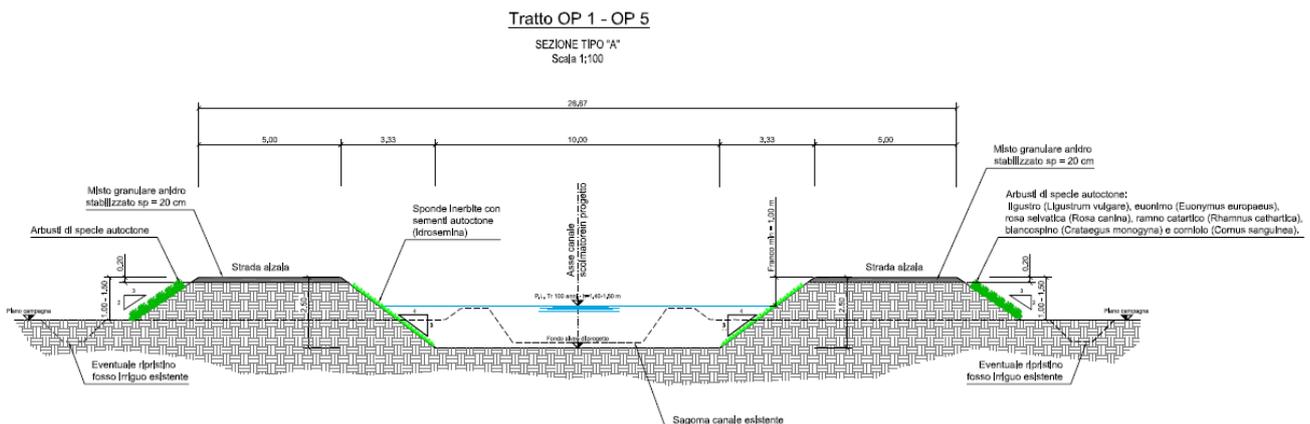
Sull'elab. 9, insieme al profilo longitudinale di progetto, vengono riportate le sezioni tipo di intervento previste per la realizzazione del canale scolmatore; sostanzialmente le tre diverse tipologie previste, si differenziano per la larghezza della sezione di deflusso che parte da un valore pari a L=10,00 m per poi proseguire con una

larghezza pari a 16 m e terminare, nel tratto a maggior pendenza longitudinale, ad una sezione ristretta pari a 14 m.

Il canale scolmatore in progetto è stato progettato ottimizzando le sezioni tipo in funzione di diversi fattori, quali: le altezze idriche di deflusso delle portate con tempo di ritorno pari a 100 anni, il franco idraulico rispetto alla testa degli argini (piste alzaie) ed all'intradosso degli attraversamenti, la presenza della falda superficiale che si attesta intorno alla quota di 1,5-1,8 m dal piano campagna, il bilancio di movimentazione del terreno (scavi e riporti).

Tra l'opera 1 (progr. 0,00 m) e l'opera 5 (progr. 697,06 m):

- il fondo del canale ha una larghezza pari a 10 m;
- l'altezza interna del canale è pari a 2,50 m;
- le sponde hanno una pendenza 4 su 3 (base 4 altezza 3) e se ne prevede l'inerbimento;
- le piste alzaie hanno una larghezza pari a 5,0 m (dimensione sommità argine);
- le scarpate esterne dell'argine hanno una pendenza 3 su 2 (base 3 altezza 2) ed un'altezza indicativa pari a circa 1,0 m; è previsto l'inerbimento e la messa a dimora di piantine di arbusti autoctoni (una ogni 2 ml).

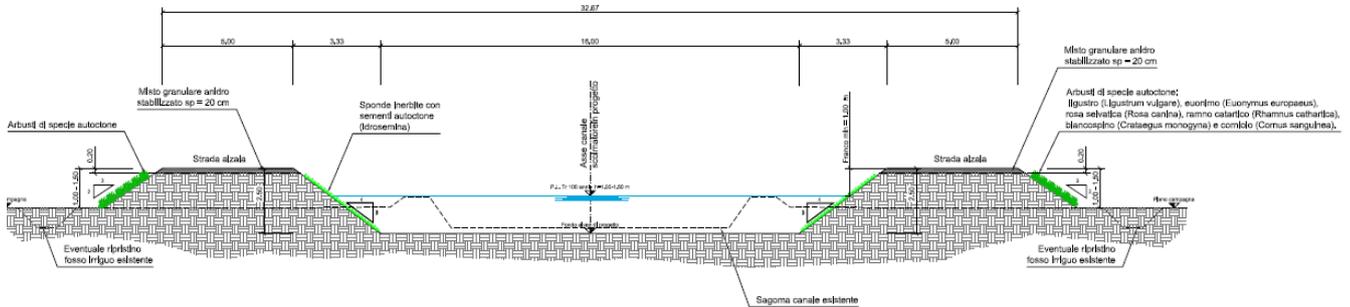


Tra l'opera 5 (progr. 697,06 m) e l'opera 19 (progr. 3.240,91 m):

- il fondo del canale ha una larghezza pari a 16 m;
- l'altezza interna del canale è pari a 2,50 m;
- le sponde hanno una pendenza 4 su 3 (base 4 altezza 3) e se ne prevede l'inerbimento;
- le piste alzaie hanno una larghezza pari a 5,0 m (dimensione sommità argine);
- le scarpate esterne dell'argine hanno una pendenza 3 su 2 (base 3 altezza 2) ed un'altezza indicativa pari a circa 1,0 m; è previsto l'inerbimento e la messa a dimora di piantine di arbusti autoctoni (una ogni 2 ml).

Tratto OP 5 - OP 19

SEZIONE TIPO "B"
Scala 1:100

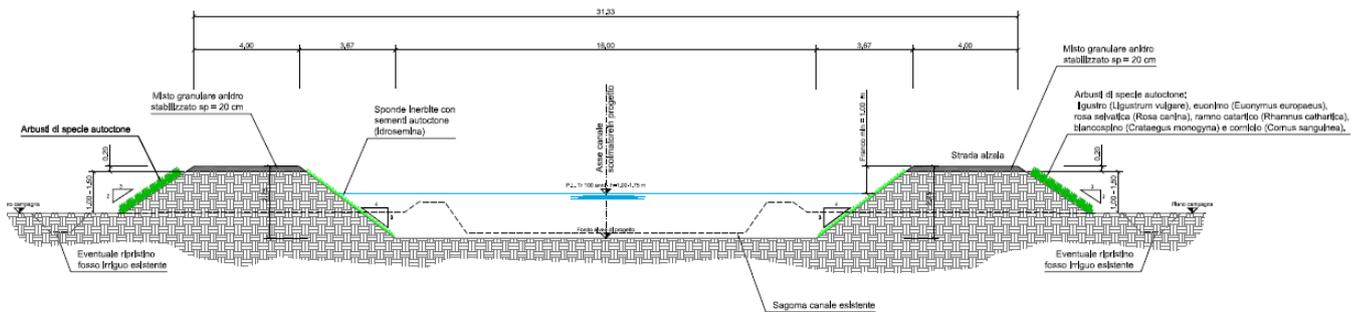


Tra l'opera 19 (progr. 3.240,91 m) e la fine del canale (progr. 4.660,00 m – immissione Roggia Logna):

- il fondo del canale ha una larghezza pari a 16 m (che si riduce a 14 in corrispondenza dell'immissione nel tratto di raccordo con la Roggia Logna e con il canale di scarico esistente nel fiume Po);
- l'altezza interna del canale è pari a 2,75 m;
- le sponde hanno una pendenza 4 su 3 (base 4 altezza 3) e se ne prevede l'inerbimento;
- le piste alzaie hanno una larghezza pari a 4,0 m (dimensione sommità argine);
- le scarpate esterne dell'argine hanno una pendenza 3 su 2 (base 3 altezza 2) ed un'altezza indicativa pari a circa 1,0 m; è previsto l'inerbimento e la messa a dimora di piantine di arbusti autoctoni (una ogni 2 ml).

Tratto OP 19 - OP 23

SEZIONE TIPO "C"
Scala 1:100



9.2 Profilo longitudinale (fondo scorrevole) del canale scolmatore

L'andamento altimetrico del fondo scorrevole del nuovo canale scolmatore in progetto, segue l'andamento naturale del territorio che attraversa; dalle risultanze della campagna topografica effettuata si evidenzia una modesta pendenza naturale dei terreni in direzione Nord-Sud verso l'area golena del Po, in sinistra idraulica. Si tratta di pendenze prossime allo zero che in fase di progettazione sono state pressoché mantenute tali al fine di evitare approfondimenti eccessivi degli scavi e conseguenti rischi di depauperamento della falda idrica.

Oltre tali aspetti, la definizione del profilo di fondo del canale scolmatore è stato caratterizzato dalla presenza di alcune interferenze (sottoservizi quali metanodotto o oleodotti) la cui quote altimetriche non possono essere modificata e che ne hanno quindi determinato l'andamento altimetrico di progetto.

Analogamente, la necessità di interscambio tra canali irrigui o al contrario la netta separazione tra essi, ha condizionato pesantemente la definizione del profilo longitudinale di fondo determinando alcune quote vincolanti del profilo stesso; in conseguenza di ciò lungo il profilo di progetto sono presenti alcuni attraversamenti in sifone in corrispondenza della linea ferroviaria, strada provinciale n. 33 e strada statale 31 bis, nonché in corrispondenza della roggia Camera.

Sul profilo longitudinale di progetto (vedere elab. 9) sono riportati i seguenti elementi di interesse:

- quota fondo scorrevole di progetto (m s.m.);
- quota sponda (Sx e DX) in progetto (m s.m.);
- livelletta di progetto del fondo scorrevole (%);
- quota di pelo libero (TR100); (m s.m.)
- quota fondo scorrevole dei canali irrigui esistenti (m s.m.);
- quota sponda Sx attuale (m s.m.);
- quota sponda Dx attuale (m s.m.);
- n. sezione trasversale (id);
- sezione tipo di intervento (id);
- attraversamenti stradali;
- opere idrauliche in progetto;
- principali interferenze;

9.3 Schemi di intervento

Nel seguito vengono descritti gli schemi di intervento relativi alle singole opere in progetto che dovranno essere realizzate per assolvere ad una doppia funzione del sistema idrico che consenta il funzionamento del reticolo irriguo esistente (e delle relative prese d'acqua) e, contemporaneamente, garantisca lo smaltimento delle portate di piena a garanzia di sicurezza idraulica nei confronti dell'abitato di Fontanetto Po per un tempo di ritorno pari a 100 anni.

N° OPERA	Progr. (m)	Denominazione	Rif. ingrandimento rilievo topografico	Portata di monte (mc/s)	Larghezza canale a monte (m)	Quota fondo scorrevole canale PROGETTO	Quota fondo scorrevole ATTUALE (m s.m.)	Abbassament o fondo scorrevole canale (m)
N.				Pm	La	Qsf0	Qsf att	
OP.1	0,00	Inizio canale scolmatore	1	11,70	4,50	144,12	144,10	-0,02
OP.2	119,65	Guaderoglio	2	11,70	10,00	144,09	144,36	0,27
OP.3	337,24	1° Invaso - derivazione Cerca	--	11,90	10,00	144,02	144,23	0,21
OP.4	504,50	Sifone fosso irriguo	3	7,40	10,00	143,97	144,12	0,15
OP.5	697,06	Invaso sul FONNA	--	7,40	16,00	143,92	144,36	0,44
OP.6	805,00	1° presa laterale	4	20,80	16,00	143,88	144,60	0,72
OP.7	960,43	FONNA B - Gambalona	5	20,80	16,00	143,84	144,34	0,50
OP.8	1.026,26	2° presa laterale	6	18,30	16,00	143,82	144,30	0,48
OP.9	1.223,79	3° presa laterale ponte can.	7	18,30	16,00	143,76	144,18	0,42
OP.10	1.357,79	4°e 5° presa laterale ponte can.	8	18,30	16,00	143,72	144,06	0,34
OP.11	1.474,04	6° presa laterale	9	18,30	16,00	143,68	143,93	0,25
OP.12	1.633,64	2° Invaso derivazione FONNA	10	18,30	16,00	143,63	143,75	0,12
OP.13	1.913,60	sifone per fosso irriguo	13	18,30	16,00	143,29	143,12	-0,17
OP.14	2.135,35	7° presa laterale con sifone	14	18,30	16,00	143,01	143,10	0,09
OP.15	2.394,02	roggia Chiusa	15	18,30	16,00	142,70	142,73	0,03
	2.435,48	8° presa laterale	16	16,90	16,00	142,68	142,70	0,02
OP.16	2.638,62	FFSS	17-18	16,90	16,00	139,00	--	--
	2.675,09	SP33		16,90	16,00	139,00	--	--
	2.695,27	SP31 bis		16,90	16,00	139,00	--	--
OP.17	2.900,47	3° Invaso (attraversamento SNAM)	19	16,90	16,00	142,15	--	--
OP.18	2.996,30	9° presa laterale	20	16,90	16,00	142,06	142,56	
OP.19	3.240,91	4° Invaso - Camera		16,90	16,00	141,85	142,28	0,43
OP.20	3.523,70	Presa laterale con ponte canale	24	34,20	16,00	141,39	141,28	-0,11
OP.21	3.673,05	REALE	25	34,20	16,00	140,97	140,97	0,00
	3.809,10	ponte canale	26	34,20	16,00	140,83	141,03	0,20
OP.22	4.291,33	5° invaso (preesistente)	29	34,20	16,00	139,51	139,79	0,28
OP.23	4.658,55	LOGNA		34,20	16,00	135,40	135,40	--

9.3.1 Opera 1 – Inizio canale scolmatore (rif. Ingrandimento 1 del rilievo topografico)

Stato attuale

In corrispondenza del nodo risultano esistenti alcune opere tra cui un attraversamento stradale, alcuni punti di scarico di rogge/canali esistenti e l'opera di derivazione con paratoia manuale per la Roggia Stura.



Intervento in progetto

L'opera in progetto sarà realizzata a valle dei manufatti esistenti al fine di preservarli e mantenere l'assetto idraulico preesistente; il nuovo canale, di larghezza superiore all'esistente, risulterà disassato rispetto al canale attuale in modo da mantenere inalterata la sponda destra esistente e lo stradello di servizio adiacente.

La parte iniziale del canale scolmatore, sarà rivestita in pietrame di media pezzatura per evitare fenomeni di erosione del fondo scorrevole nel tratto di raccordo con il canale di monte.

Lungo questo tratto iniziale dovrà essere realizzato un attraversamento stradale per consentire il collegamento con le strade di servizio in progetto, previste lungo entrambi i lati del nuovo canale scolmatore; il ponticello sarà realizzato subito a valle di quello esistente nel tratto a larghezza attuale del canale irriguo.

9.3.2 Opera 2 – intersezione con il cavo Guaderoglio (rif. Ingrandimento 2 del rilievo topografico)

Stato attuale

Come evidenziato nel dettaglio di rilievo topografico, a monte della confluenza il cavo Guaderoglio è affiancata da due canali rispettivamente situati a Nord e Sud del canale stesso dei quali il primo scavalca la Roggia Cerca in ponte canale e alimenta un fosso irriguo in sinistra della Cerca mentre il secondo a Sud prosegue in direzione SudEst in affiancamento alla strada vicinale ed un ulteriore canale irriguo esistente.

La presenza di un'opera di regolazione idraulica sulla Roggia Cerca, costituita da una paratoia piana, consente alle portate in arrivo dal Guaderoglio di proseguire in direzione Est lungo la Roggia Cerca oppure, inserendo un modesto sbarramento in corrispondenza del manufatto di regolazione, indirizzare le portate idriche, in contropendenza verso la Roggia Stura, situata poco a monte del nodo idraulico.

In questo nodo idraulico quindi, il Guaderoglio può confluire direttamente nella Roggia Cerca o, attraverso un'opera di derivazione attrezzata con paratoia piana, proseguire il suo corso in affiancamento alla roggia Cerca (ma separato dalla esistente strada vicinale), per poi dirigersi in direzione Sud a servire i terreni di valle.



Intervento in progetto

Con l'inserimento del nuovo canale scolmatore l'intero nodo idraulico dovrà essere rivisto con i seguenti interventi:

- il canale a Nord del Guaderoglio continuerà ad alimentare il fosso irriguo in sinistra della Cerca ma ciò avverrà mediante la realizzazione di un attraversamento in sifone;
- il cavo Guaderoglio si immetterà definitivamente nel nuovo canale scolmatore ed il tratto in affiancamento della strada sarà quindi sostituito dal nuovo canale;
- l'opera di regolazione idraulica che consente la realizzazione di un invaso idrico non verrà ricostruita in quanto l'eventuale esigenza di indirizzare i contributi idrici del Guaderoglio verso monte (alla roggia Stura), potrà avvenire attraverso la regolazione del gruppo di paratoie previste in corrispondenza dell'opera di valle;
- il canale a Sud del Guaderoglio continuerà ad alimentare il fosso irriguo che dovrà inevitabilmente essere spostato per consentire la realizzazione del nuovo canale scolmatore; lo spostamento non dovrà modificare l'attuale funzionalità irrigue del canale;
- la prevista realizzazione delle strade di servizio in affiancamento al canale scolmatore in progetto, richiederà la costruzione di un attraversamento stradale sul cavo Guaderoglio e relativi fossi in affiancamento.

9.3.3 Opera 3 – 1° invaso e derivazione della roggia Cerca

Stato attuale

In questo punto, dopo un tratto in affiancamento, pur se divisi dalla strada vicinale esistente, il cavo Guaderoglio si dirige repentinamente verso Sud lasciando al suo tracciato la roggia Cerca; non sono presenti collegamenti tra i due sistemi irrigui esistenti.

Intervento in progetto

Con l'inserimento del nuovo canale scolmatore dovrà essere garantita l'alimentazione della roggia Cerca realizzando un nuovo nodo idraulico che dovrà comprendere i seguenti elementi:

- opera di derivazione della roggia Cerca attrezzata con paratoia piana di regolazione;
- nuova opera di regolazione idraulica sul canale scolmatore, a paratoie piane, che consenta la realizzazione di un invaso idrico per consentire, durante il periodo irriguo, l'alimentazione della Cerca la cui quota di fondo scorrevole risulta essere di qualche centimetro al disopra della quota di scorrimento di progetto del nuovo canale scolmatore; tale opera consentirà, qualora si renda necessario, lo scarico della portata irrigua in

- contropendenza, verso la roggia Stura situata qualche decina di metri a monte; la presenza di tale opera di sbarramento richiederà necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza;
- la prevista realizzazione delle strade di servizio in affiancamento al canale scolmatore in progetto, richiederà la costruzione di un attraversamento stradale sulla roggia Cerca, subito a valle della paratoia di regolazione idraulica.

9.3.4 Opera 4 – Interferenza con fosso irriguo (rif. Ingrandimento 3 del rilievo topografico)

Stato attuale

Questo nodo è principalmente costituito dall'incrocio tra il tratto pressoché rettilineo del cavo Guaderoglio ed un fosso irriguo; l'interferenza irrigua è risolta per mezzo di un sifone che consente al fosso di sottopassare il canale principale.

È inoltre presente un ponticello che consente l'attraversamento del Guaderoglio da parte dell'esistente strada vicinale e di alcuni piccoli attraversamenti che consentono l'accesso ai fondi agricoli superando alcuni fossi minori.



Intervento in progetto

La realizzazione del nuovo canale scolmatore non altera l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico; ciò nonostante, le maggiori dimensioni del canale in progetto richiederanno la realizzazione dei seguenti elementi:

- nuovo sifone per il sottopasso del fosso irriguo;
- nuovo attraversamento stradale sul canale scolmatore a servizio della strada vicinale esistente e delle nuove strade di servizio in affiancamento allo scolmatore;
- spostamento del fosso irriguo preesistente in destra del canale scolmatore;
- rifacimento degli attraversamenti esistenti per l'accesso ai fondi agricoli;

9.3.5 Opera 5 – Interferenza con roggia FONNA – invaso FONNA

Stato attuale

La roggia FONNA proveniente da Ovest, devia in modo repentino verso Sud quanto incontra il cavo Guaderoglio al quale si affianca; i due canali percorrono pertanto affiancati un lungo tratto di territorio agricolo sino poi a confluire a valle in un unico canale irriguo.

Nel punto iniziale di affiancamento, i due canali irrigui si presentano a quote di fondo scorrevole diverse; da ciò è derivata l'esigenza di mantenere due distinti sistemi di irrigazione.

La roggia FONNA, nel suo percorso di approccio verso il cavo Guaderoglio, è affiancato da due fossi minori rispettivamente situati a Nord e Sud del canale stesso e dei quali il primo confluisce direttamente nel cavo Guaderoglio, alimentandolo, mentre il secondo a Sud prosegue in direzione Sud sempre in affiancamento alla roggia FONNA.

Il cavo Guaderoglio, nel tratto di affiancamento con la FONNA, alimenta una serie di prese irrigue in sinistra, le quali attraverso opportune, benché modeste, opere di intercettazione possono fornire portata irrigua sia dalla FONNA, sia dal Guaderoglio.

Lungo questo tratto di canali, non sono attualmente presenti strade vicinali.



Intervento in progetto

La realizzazione del nuovo canale scolmatore con la sua maggiore ampiezza, interferisce con entrambi i canali esistenti e per non alterare l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico dovranno essere realizzate le seguenti opere idrauliche:

- nuova opera di regolazione idraulica a paratoie piane che consenta la realizzazione di un invaso idrico per l'alimentazione di un fosso di alimentazione a servizio dei terreni che si trovano in sinistra idrografica del nuovo canale scolmatore; a monte dell'opera di sbarramento sarà realizzato l'imbocco del sifone che consentirà l'attraversamento del nuovo canale scolmatore in progetto; la presenza dell'opera di sbarramento richiederà necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza per garantire l'immissione in sicurezza delle portate liquide della roggia FONNA;
- il fosso a Nord della FONNA verrà immesso direttamente nel nuovo canale scolmatore e sarà attrezzato con una valvola di non ritorno (clapet);

- il fosso irriguo in sinistra della Cerca ma ciò avverrà attraverso la realizzazione di un attraversamento in sifone;
- il fosso a Sud della Fonna continuerà ad alimentare il preesistente fosso irriguo che dovrà inevitabilmente essere spostato per consentire la realizzazione del nuovo canale scolmatore; lo spostamento non dovrà modificare la attuali funzionalità irrigue del canale;
- la prevista realizzazione delle strade di servizio in affiancamento al canale scolmatore in progetto, richiederà la costruzione di un attraversamento stradale sul fosso irriguo a Nord.

9.3.6 Opera 6 – 1° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 4 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente un'opera idraulica lungo la roggia Fonna che consente, attraverso la regolazione di paratoie piane, l'alimentazione di una presa irrigua a servizio di alcuni fossi e terreni in sinistra del cavo Guaderoglio che viene sottopassato.



Intervento in progetto

Avendo già previsto al punto precedente, una nuova opera di regolazione idraulica a paratoie piane (Op. 6) che innalzando i livelli consentirà l'alimentazione di un fosso irrigui a servizio dei terreni, non è previsto il rifacimento dell'opera esistente.

La sua attuale funzione verrà quindi assolta da un nuovo canale irriguo (pensile nel tratto di monte) che alimenterà tutte le prese irrigue presenti nel tratto.

In destra orografica, a fianco della strada di servizio in progetto sarà ripristinato il fosso irriguo preesistente, che proseguirà sino al nodo successivo.

9.3.7 Opera 7 – attraversamento roggia Gambalona (rif. Ingrandimento 5 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente l'incrocio tra la roggia Gambalona ed i due canali esistenti, cavo Guaderoglio e roggia Fonna che si snodano in direzione Nord – Sud.

La Gambalona sottopassa i due canali e, allo stato attuale, non vi è alcun interscambio idrico in quanto i due sistemi irrigui presentano quote altimetriche di scorrimento diverse tra loro.

Alcune passerelle consentono il passaggio tra una sponda e l'altra ma non sono presenti opere idrauliche di regolazione/scarico, ecc..



Intervento in progetto

Anche in questo caso, la realizzazione del nuovo canale scolmatore con la sua maggiore ampiezza, interferisce con entrambi i canali esistenti e per non alterare l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico dovranno essere realizzate le seguenti opere idrauliche:

- nuovo sifone a servizio della roggia Gambalona per l'attraversamento del nuovo canale scolmatore in progetto;
- prosecuzione, in sinistra orografica, a fianco della strada di servizio in progetto, del fosso irriguo preesistente, che proseguirà sino al nodo successivo; in corrispondenza del pozzetto di sbocco del sifone, sarà realizzata una presa predisposta per panconatura;
- prosecuzione, in destra orografica, a fianco della strada di servizio in progetto, del fosso irriguo preesistente, che dovrà superare la roggia Gambalona grazie ad una quota altimetrica superiore del fondo scorrevole;
- nuove strade di servizio in affiancamento al canale scolmatore in progetto.

9.3.8 Opera 8 – 2° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 6 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente una presa irrigua lungo la sponda sinistra della roggia Fonna che consente l'alimentazione di alcuni fossi e terreni in sinistra del cavo Guaderoglio che viene sottopassato.



Intervento in progetto

Come al punto di presa precedente, la sua attuale funzione verrà quindi assolta da un nuovo canale irriguo (pensile nel tratto di monte) che alimenterà tutte le prese irrigue presenti nel tratto.

In destra orografica, a fianco della strada di servizio in progetto sarà ripristinato il fosso irriguo preesistente, che proseguirà sino al nodo successivo.

9.3.9 Opera 9 – 3° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 7 del rilievo topografico)

Stato attuale

Come a monte, in questo punto, è presente una presa idraulica lungo la sponda sinistra della roggia Fonna che consente, l'alimentazione di una presa irrigua a servizio di alcuni fossi e terreni in sinistra del cavo Guaderoglio che viene superato in pontecanale.



Intervento in progetto

Come al punto di presa precedente, la sua attuale funzione verrà quindi assolta da un nuovo canale irriguo (pensile nel tratto di monte) che alimenterà tutte le prese irrigue presenti nel tratto.

In destra orografica, a fianco della strada di servizio in progetto sarà ripristinato il fosso irriguo preesistente, che proseguirà sino al nodo successivo.

9.3.10 Opera 10 – 4° e 5° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 8 del rilievo topografico)

Stato attuale

Come a monte, In questo punto, è presente un ulteriore punto di presa idraulica lungo la sponda sinistra della roggia Fonna che consente l'alimentazione di una presa irrigua a servizio di alcuni fossi e terreni in sinistra del cavo Guaderoglio che viene superato in pontecanale.

Pochi m a valle esiste un'ulteriore presa idrica lungo la sponda destra della roggia Fonna che consente, l'alimentazione di una presa irrigua a servizio di alcuni terreni adiacenti.



Intervento in progetto

Come al punto di presa precedente, la sua attuale funzione verrà quindi assolta da un nuovo canale irriguo (pensile nel tratto di monte) che alimenterà tutte le prese irrigue presenti nel tratto.

Anche il fosso irriguo in destra dovrà essere servito ma non essendo più presente il fosso di alimentazione che a monte affianca in destra la roggia Fonna, risulterà necessario prevedere un attraversamento in sifone del nuovo canale scolmatore in modo da distribuire le portate irrigue provenienti da nuovo canale in sinistra.

9.3.11 Opera 11 – 6° presa irrigua (rif. Ingrandimento 9 del rilievo topografico)

Stato attuale

Questo tratto di roggia Fonna è caratterizzato dalla confluenza della roggia Guaderoglio in corrispondenza della quale è presente un manufatto di regolazione idraulica (invaso) di vecchia realizzazione; tale vaso aveva il compito di innalzare i livelli per consentire l'utilizzo delle prese irrigue di monte a servizio dei terreni agricoli.

In corrispondenza di quest'opera è presente una ulteriore presa in sinistra idrografica per alimentare un fosso irriguo esistente a servizio dei terreni agricoli adiacenti.



Intervento in progetto

Non essendo tale opera strettamente necessaria per l'alimentazione del canale in sinistra orografica (nuovo canale in progetto a partire dal nodo relativo all'opera 5), l'opera di regolazione idraulica non sarà ripristinata.

Poco a valle dell'attuale opera di regolazione, in sponda sinistra, verrà invece realizzata una nuova opera di presa attrezzata con paratoia piana, per alimentare il fosso irriguo a servizio dei terreni adiacenti.

9.3.12 Opera 12 – 2° vaso e derivazione FONNA (rif. Particolari 10, 11, 12 del rilievo topografico)

Stato attuale

Questo nodo idraulico è interessato dalla presenza di una serie di fossi e canali di irrigazione il cui sistema di funzionamento deve rimanere invariato.

La roggia Fonna a valle del attraversamento stradale esistente devia repentinamente verso Est in direzione dell'abitato di Fontanetto PO; prosegue in affiancamento alla strada vicinale e alimenta alcuni fossi irrigui, uno dei quali, proveniente da monte, lo sottopassa.

Il nuovo canale scolmatore proseguendo lungo il proprio tracciato in direzione Sud, interferisce inoltre con il rio Carecchio che si snoda in direzione Sud Est con la presenza di alcune interconnessioni con fossi irrigui.



Intervento in progetto

La realizzazione del nuovo canale scolmatore interferisce in modo significativo con i canali esistenti e per non alterare l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico dovranno essere realizzate le seguenti opere idrauliche:

- nuovo ponticello di attraversamento stradale sul canale scolmatore;
- opere di scarico, a monte e valle dell'attraversamento stradale, di due fossi irrigui, da attrezzare con valvole di non ritorno (clapet);
- nuova opera di presa in sinistra idraulica, attrezzata con paratoia piana di regolazione, per l'alimentazione della roggia Fonna;
- nuovo sifone di attraversamento del rio Carecchio per il superamento del nuovo canale scolmatore;
- nuova opera di regolazione idraulica sul canale scolmatore, a paratoie piane, che consenta la realizzazione di un invaso idrico per l'alimentazione in sinistra della roggia Fonna; la presenza dell'opera di sbarramento richiede necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza per garantire il deflusso in sicurezza delle portate di piena del nuovo scolmatore in progetto;

In caso di piena, sia la roggia Fonna, sia il rio Carecchio, non ricevono alcun contributo in termini di portata e quindi la presenza dell'opera di regolazione idraulica è sostanzialmente motivata dalla necessità, durante il periodo irriguo, di alimentare la Fonna con un corretto livello idrico di alimentazione.

Ciò vale anche per il rio Carecchio; ma qualora si volesse mantenere tra loro indipendenti i sistemi irrigui, l'interferenza del rio con lo scolmatore potrebbe venire risolto realizzando un attraversamento in sifone, evitando così l'attraversamento a raso.

9.3.13 Opera 13 – interferenza fosso irriguo (rif. Ingrandimento 13 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente un attraversamento del canale principale, mediante ponte canale, che consente l'alimentazione di alcuni fossi e terreni in sinistra.



Intervento in progetto

Per mantenere l'attuale schema di funzionamento idraulico, l'attraversamento del nuovo canale scolmatore da parte del fosso irriguo di cui sopra, dovrà avvenire in sifone.

A seguito della realizzazione del nuovo canale scolmatore, poco a monte del fosso in ponte canale avviene l'incrocio con il fosso irriguo preesistente; tale fosso verrà immesso nel nuovo canale scolmatore ed attrezzato con valvola di non ritorno (clapet).

9.3.14 Opera 14 – 7° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 14 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente un'intersezione di fossi irrigui e di scarico con presenza di un modesto sifone di attraversamento, presente a monte dell'attuale attraversamento stradale.



Intervento in progetto

La realizzazione del nuovo canale scolmatore richiederà di ripristinare la situazione preesistente deviando il tracciato dei fossi e realizzando un nuovo attraversamento in sifone per consentire di alimentare direttamente il canale esistente.

Analogamente alla situazione attuale, dovrà essere realizzato un nuovo attraversamento stradale per la viabilità di servizio.

9.3.15 Opera 15 – roggia Chiusa e 8° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 15-16 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto avviene l'intersezione tra la roggia Chiusa ed il canale irriguo esistente che prosegue nella direzione Nord Sud.

La roggia Chiusa, trovandosi ad una quota inferiore di circa 65 cm, sottopassa il canale irriguo senza che vi sia un'interconnessione idraulica.

Poco a valle è presente una presa irrigua lungo la sponda sinistra canale irriguo esistente che consente l'irrigazione di alcuni terreni in sinistra.



Intervento in progetto

Analogamente, con la realizzazione del nuovo canale scolmatore verrà mantenuto lo schema idraulico preesistente realizzando l'attraversamento in sifone della roggia Chiusa.

A valle del sifone è previsto il posizionamento di due paratoie di regolazione della portata. In caso di piena rilevante della Chiusa sarà possibile limitare significativamente (automaticamente o manualmente) l'afflusso verso il concentrico, creando un rigurgito verso monte con innalzamento dei livelli nella roggia.

Superato il livello di guardia (144,00 m s.m. = +0,23 m rispetto al livello di piena dello scolmatore), le acque sfioreranno all'interno del nuovo canale in progetto che potrà quindi anche alleggerire il carico idraulico sulla Chiusa.

Per ottenere il succitato risultato, è stato necessario prevedere l'arginatura, sui due lati, della roggia Chiusa, per una lunghezza pari a circa 510 m; la quota di sommità arginale, nei pressi dell'interconnessione, avrà un franco pari a 70-120 cm rispetto alla quota di sfioro della Chiusa all'interno del canale scolmatore.

Al fine di garantire il massimo grado di sicurezza nei confronti della limitrofa linea ferroviaria RFI, l'argine di destra (lato binari) è previsto con quota sommitale da 20 a 50 cm superiore a quella dell'argine in sponda sinistra,

in modo che eventuali livelli superiori a quelli prevedibili vengano sfiorati nei campi a nord del canale e non verso il rilevato ferroviario, a sud.

La derivazione irrigua esistente in sponda sinistra, come da indicazioni del Consorzio irriguo di Fontanetto, verrà ripristinata con opera di presa ubicata lungo la roggia Chiusa, immediatamente a monte dell'interconnessione con lo scolmatore.

Verrà realizzato un manufatto con paratoie di derivazione (di altezza pari a 80 cm) sfalsate, con interposizione di una soglia di sfioro laterale di lunghezza pari a 8 m, al fine di garantire:

- il battente idrico necessario ad attivare il sifone (DN 1000 mm) che attraversa lo scolmatore;
- il transito della corrente di piena della roggia Chiusa (la soglia complessiva di sfioro, in caso di paratoie di derivazione chiuse, sarà pari a $8+2+2 = 12$ m); la portata di progetto transita con un battente sopra soglia pari a 28 cm (cautelativamente determinato con stramazzo a soglia larga).

La struttura di sostegno delle paratoie di derivazione a monte del nodo idraulico avrà un'altezza tale da consentire il sollevamento della parte mobile al di sopra del livello di piena.

Nel tratto della roggia Chiusa interessato dalle nuove arginature, con riferimento all'origine dell'intervento, a monte, saranno adeguati i manufatti interferenti con le opere in progetto:

- alla progr. 180,00 m è previsto il rifacimento dell'attraversamento esistente in c.a.;
- alla progr. 317,00 m è prevista la posa di una valvola antiriflusso a battente in acciaio inox AISI 304 DN 1000 mm montata su manufatto di sbocco in c.a.;
- alla progr. 397,00 m è previsto il rifacimento dell'attraversamento esistente in c.a. e la sostituzione della canaletta sospesa esistente con una nuova canaletta in acciaio inox AISI 304 con base 120 cm e sponde di altezza pari a 100 cm (superiore al livello di piena della roggia);

9.3.16 Opera 16 – attraversamento linea ferroviaria e S.S. n 31 bis (rif. Ingrandimento 17-18 del rilievo topografico)

Stato attuale

Il canale irriguo attraversa la linea ferroviaria Casale Monferrato-Chivasso, il corso Montano di Fontanetto e la S.S. n. 31 bis, con una serie di manufatti tra cui un sifone, canali a sezione rettangolare, manufatti di attraversamento stradale, ecc..



Intervento in progetto

La complessità dell'area interessata dalle lavorazioni per la presenza delle infrastrutture viarie e ferroviarie, nonché la presenza di molti sottoservizi, ha richiesto di prevedere il tracciato del nuovo canale scolmatore, traslato di circa 20-25 m rispetto all'asse del canale irriguo esistente.

La necessità di ridurre al minimo il disturbo al trasporto pubblico su rotaia ha inoltre indirizzato il progettista verso la scelta della tecnica microtunnelling di infissione dei manufatti di attraversamento; il nodo idraulico verrà quindi risolto attraverso la realizzazione dei seguenti elementi:

1. nuova opera di presa in sinistra idraulica, attrezzata con paratoia piana di regolazione, per l'alimentazione del fosso irriguo esistente e delle relative opere di valle;
2. ricostruzione e mantenimento del fosso irriguo esistente che in affiancamento alla strada vicinale esistente supera in ponte canale il canale irriguo principale;
3. realizzazione di un nuovo sifone di attraversamento idraulico lunghezza pari a circa 100 m, realizzato in unica soluzione mediante tecnica microtunnelling;
4. nuove strade di servizio in affiancamento al canale scolmatore in progetto che saranno collegate alla viabilità esistente ad entrambe le estremità del sifone di attraversamento.

9.3.17 Opera 17 – 3 ° invaso e attraversamento SNAM (rif. Ingrandimento 19 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto avviene l'intersezione tra il canale irriguo esistente, una strada vicinale e l'attraversamento SNAM che interseca con direzione pressoché ortogonale.

Poco a monte dell'attraversamento stradale, costituito da un ponticello ad arco, è presente l'intersezione con un fosso irriguo che mantiene la propria continuità attraverso un sifone sottopassante il canale irriguo.

A valle dell'attraversamento stradale è invece presente un'opera di regolazione costituita da due paratoie piane il cui azionamento consente di innalzare i livelli idrici a monte permettendo quindi di alimentare le diverse prese irrigue presenti a monte del nodo stesso; trattandosi di un sistema irriguo a modesta pendenza di fondo scorrevole, i livelli di rigurgito possono interessare tutte le prese sino all'intersezione con la roggia Chiusa.

A valle del ponticello, lato destro del canale, è presente una piccola cabina di distribuzione contenente apparecchiature di controllo della SNAM, relative al sottostante attraversamento.



Intervento in progetto

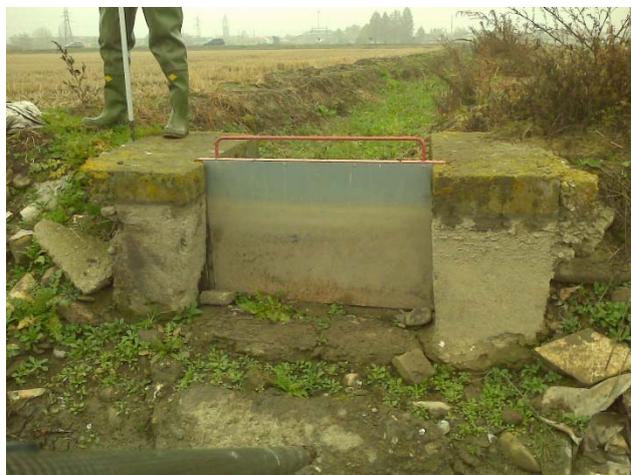
Con l'inserimento del nuovo canale scolmatore l'intero nodo idraulico dovrà essere rivisto con i seguenti interventi:

1. a monte dell'opera, in sponda sinistra, è prevista l'immissione di un fosso irriguo intercettato, attrezzata con valvola di non ritorno (clapet);
2. ricostruzione del ponticello d'attraversamento stradale, traslato a monte di qualche metro, per consentire la fruibilità della strada vicinale durante le operazioni di cantiere; a valle dell'attraversamento stradale, in corrispondenza dell'attraversamento SNAM, è previsto il rivestimento dell'intera sezione del canale scolmatore in massi di cava sciolti, spess. min 0,50 m, per una lunghezza di 29 m a partire dalla fondazione dell'attraversamento stradale;
3. l'opera di regolazione idraulica verrà ricostruita a monte dell'attraversamento stradale consentendo la realizzazione di un vaso idrico che manterrà le funzionalità idrauliche attuali; la presenza di tale opera di sbarramento richiederà necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza;
4. per consentire la corretta alimentazione del sistema di fossi irrigui esistenti, a monte del ponticello e delle stesse paratoie di regolazione, verranno realizzate due prese irrigue (in sponda sinistra e sponda destra) attrezzate con paratoia di intercettazione che, unitamente ai relativi attraversamenti stradali, consentiranno di alimentare i fossi irrigui a servizio dei terreni in sinistra e destra idrografica;
5. attraverso la presa in sinistra potrà a sua volta essere alimentato un ulteriore fosso irriguo intercettato dal nuovo canale scolmatore, attualmente presente lungo il lato sud della strada esistente; la continuità idraulica avverrà attraverso la costruzione di un attraversamento di collegamento in sifone;
6. le strade di servizio previste in affiancamento al canale scolmatore in progetto intersecheranno a raso la strada vicinale esistente (il cui sedime verrà allontanato, verso monte, dalla posizione dell'attraversamento SNAM) e la cabina di distribuzione presente a valle dell'attraversamento stradale, in sponda destra, dovrà necessariamente essere traslata a lato di circa 12 m.

9.3.18 Opera 18 – 9° presa irrigua laterale (rif. Ingrandimento 20 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto, è presente una presa irrigua lungo la sponda sinistra del canale irriguo che consente l'alimentazione di un fosso irriguo e dei relativi terreni in sinistra.



Intervento in progetto

La quota del fondo scorrevole del fosso attuale non consente l'alimentazione diretta dal nuovo canale scolmatore; è quindi prevista l'alimentazione attraverso la presa in progetto in sponda sinistra prevista a monte dell'opera di regolazione idraulica, riportata al paragrafo precedente, e la realizzazione di un nuovo fosso irriguo di collegamento.

9.3.19 Opera 19 – 3° invaso e attraversamento roggia Camera (rif. Ingrandimento 21 del rilievo topografico)

Stato attuale

In corrispondenza di questo nodo avviene l'intersezione tra la roggia Camera ed il canale irriguo esistente che proseguendo in direzione Nord Sud la sottopassa con un sifone; a monte è inoltre presente una presa irrigua in sponda sinistra, attrezzata con paratoia di intercettazione; poco a monte del sifone è presente una paratoia di regolazione che consente di controllare i livelli irrigui in caso di necessità di alimentazione dei fossi irrigui.

A valle della Camera, il canale esistente devia con una curva a 90° verso Est, affiancandosi alla strada vicinale attuale e, superati alcuni ponticelli di servizio per l'accesso ai fondi agricoli, incontra un'opera di regolazione idraulica, dalla quale diparte un ulteriore fosso irriguo in direzione Sud.



Intervento in progetto

Il tracciato del nuovo scolmatore in progetto interseca in modo pressoché ortogonale la roggia Camera e prosegue verso valle in direzione Sud Est sino ad incontrare nuovamente il tracciato di un canale irriguo preesistente.

La realizzazione del nuovo canale scolmatore interferisce in modo significativo con le opere esistenti e per non alterare l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico dovranno essere realizzate le seguenti opere idrauliche:

1. nuovo sifone di attraversamento del nuovo canale scolmatore in corrispondenza delle strade vicinali esistenti e della roggia Camera;
2. nuove opere di presa in sinistra idraulica, attrezzate con paratoie piane di regolazione, per l'alimentazione dei fossi irrigui esistenti (a monte e a valle del sifone di attraversamento);

3. nuova opera di regolazione idraulica sul canale scolmatore, a paratoie piane, che consenta la realizzazione di un vaso idrico per l'alimentazione dei fossi irrigui in sinistra, in affiancamento della strada vicinale; la presenza dell'opera di sbarramento richiederà necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza per garantire il deflusso in sicurezza delle portate di piena del nuovo scolmatore in progetto;
4. nuova opera di derivazione idraulica sulla roggia Camera necessaria per consentire, in caso di piena, di scaricare nel nuovo canale scolmatore una quota parte della portata in transito sulla roggia; ciò renderà necessaria la realizzazione di uno sfioratore di piena lungo la sponda destra della roggia Camera, attrezzato con paratoie di intercettazione; la regolazione dei livelli idrici sarà possibile attraverso l'utilizzo dell'attuale sistema di paratoie presenti qualche decina di metri a valle dell'intersezione idraulica in esame.

9.3.20 Opera 20 – attraversamento fosso irriguo (rif. Ingrandimento 23 e 24 del rilievo topografico)

Stato attuale

In corrispondenza di questo nodo avviene l'intersezione tra il canale irriguo principale proveniente da Nord e un altro fosso irriguo proveniente da Ovest; i due canali presentano quote di fondo scorrevole diverse e quindi il canale che si sviluppa in direzione Ovest Est sorpassa il canale principale diretto a Sud con un ponte canale che dispone di una piccola paratoia per l'eventuale alimentazione del canale principale.

Lungo lo stesso canale principale è presente un manufatto idraulico di vecchia realizzazione che può consentire, se opportunamente ripristinato, di regolare la portata in transito determinandone un innalzamento dei livelli a servizio di una piccola presa presente in sponda destra la quale consente l'alimentazione tra i due canali esistenti.



Intervento in progetto

Il tracciato del nuovo scolmatore in progetto interferisce sull'intero nodo rappresentato dall'incrocio dei due canali irrigui; l'interferenza irrigua è quindi risolta per mezzo di un sifone che consente al fosso in arrivo da Ovest di sottopassare il nuovo canale scolmatore, mantenendo indipendenti i due sistemi irrigui.

Per consentire al fosso irriguo di disporre di una ulteriore fonte di alimentazione della portata irrigua, è prevista la sua alimentazione attraverso un nuovo fosso proveniente da Nord, dal nodo precedente, e le cui quote

risultano compatibili con i fondi scorrevoli attuali; in questo modo potrà essere assicurata l'irrigazione dei terreni a sinistra del nuovo canale scolmatore.

9.3.21 Opera 21 – roggia Reale (rif. Ingrandimento 25, 26, 27 e 28 del rilievo topografico)

Stato attuale

Il nodo idraulico costituito dall'interferenza con la roggia Reale è molto complesso per la presenza di diversi fossi irrigui tra loro intersecati per la necessità di servire terreni agricoli situati a differenti quote altimetriche.

La roggia Reale attraversa il canale principale, in arrivo da Nord, in ponte canale e prosegue in direzione Nord Est in affiancamento alla strada vicinale esistente; lungo la roggia, poco a monte dell'attraversamento, è presente un'opera di intercettazione costituita da una paratoia piana che consente di regolare la portata in transito ed alimentare una presa esistente in sponda destra a servizio dei fossi irrigui presenti in destra e la cui funzionalità idraulica deve necessariamente essere mantenuta; i due sistemi irrigui, roggia Camera e canale principale, sono tra loro indipendenti.



Intervento in progetto

Il tracciato del nuovo scolmatore in progetto interseca in modo pressoché ortogonale la roggia Reale e prosegue verso valle in direzione Sud per poi deviare verso Sud Est sino ad incrociare nuovamente il preesistente canale principale.

La realizzazione del nuovo canale scolmatore si inserisce in una rete di fossi irrigui che distribuiscono le portate irrigue secondo schemi idraulici legati alla disposizione altimetrica dei terreni agricoli adiacenti; per non alterare l'attuale principio di funzionamento del nodo idraulico dovranno essere realizzate le seguenti opere idrauliche:

1. nuovo sifone di attraversamento per consentire alla roggia Reale di sottopassare il nuovo canale scolmatore; a monte del sifone dovrà essere ricostruito il manufatto di regolazione e l'opera di presa in sponda destra della roggia, entrambi attrezzati con paratoie piane di regolazione;

2. in corrispondenza della strada vicinale esistente dovrà essere realizzato un nuovo attraversamento stradale per consentire il passaggio su entrambe le strade di servizio previste in affiancamento al nuovo scolmatore in progetto;
3. in corrispondenza della variazione di tracciato dello scolmatore, in direzione Sud Est, è prevista la realizzazione di un sifone di attraversamento per consentire il trasferimento delle portate irrigue verso i terreni agricoli posti in sinistra del canale in progetto; a monte del sifone, in destra, dovrà essere rivisto l'intero sistema di interscambio che attualmente consente il trasferimento di portata tra un sistema di fossi e l'altro; a tale scopo dovranno essere realizzati alcuni manufatti di regolazione/intercettazione, la realizzazione di nuovi fossi e l'abbandono di alcuni altri.
4. A valle, in corrispondenza dell'intersezione con il vecchio canale irriguo, dovrà essere consentito lo scarico delle portate scolanti prevedendo un'immissione in sponda destra, attrezzata con paratoia piana di intercettazione, al fine di evitare un indesiderato rigurgito dei livelli di piena all'interno della vecchia rete di fossi irrigui.

9.3.22 Opera 22 – 5° vaso (esistente - rif. Ingrandimento 29 del rilievo topografico)

Stato attuale

In questo punto del canale irriguo principale è già presente un'opera di regolazione idraulica che consente di alimentare una presa in sponda sinistra a servizio di un fosso irriguo in elementi prefabbricati; il fosso si sviluppa in direzione Sud Est, in affiancamento al canale principale per poi dirigersi in direzione Nord Est verso altri terreni irrigui.



Intervento in progetto

Con la realizzazione del nuovo canale scolmatore dovrà essere garantita l'alimentazione del fosso irriguo in sinistra, realizzando un nuovo nodo idraulico che dovrà comprendere i seguenti elementi:

1. nuova opera di regolazione idraulica a paratoie piane che consenta la realizzazione di un vaso idrico per l'alimentazione del fosso irriguo in sinistra idrografica del nuovo canale scolmatore; la presenza di tale opera di sbarramento ha richiesto necessariamente la realizzazione di un manufatto sfioratore di emergenza;
2. nuova opera di presa in sponda sinistra, attrezzata con paratoia piana di regolazione;
3. nuovo fosso irriguo in elementi prefabbricati da realizzare in sinistra, in affiancamento alla strada di servizio in progetto;

9.3.23 Opera 23 – ponticello strada vicinale e confluenza roggia Logna

Stato attuale

In questo punto del canale irriguo principale, ormai prossimo alla confluenza con la roggia Logna, sono presenti sia un guado di attraversamento per la strada vicinale, sia un ponticello in legno danneggiato a seguito degli ultimi eventi alluvionali.

Poco a valle, in piena area golenale del Po, avviene la confluenza della roggia Logna in corrispondenza della quale verrà realizzato un allargamento della sezione di deflusso; poco monte di un guado esistente, avrà termine l'intervento di sagomatura del canale scolmatore per lasciare al libero deflusso, lungo il canale di scarico esistente, le portate idriche provenienti da monte.



Intervento in progetto

Con la realizzazione del nuovo canale scolmatore dovrà essere garantita la continuità della viabilità esistente per cui si renderà necessaria la realizzazione di un nuovo attraversamento stradale che consenta anche il collegamento con le piste di servizio previste in affiancamento al nuovo canale scolmatore.

Poco a valle, in piena area golenale del Po, avviene la confluenza della roggia Logna in corrispondenza della quale verrà realizzato un allargamento della sezione di deflusso avente funzione di zona di raccordo idraulico; poco a valle, a monte di un guado esistente, avrà termine l'intervento di sagomatura del canale scolmatore per lasciare al libero deflusso, lungo il canale di scarico esistente, le portate idriche provenienti da monte.

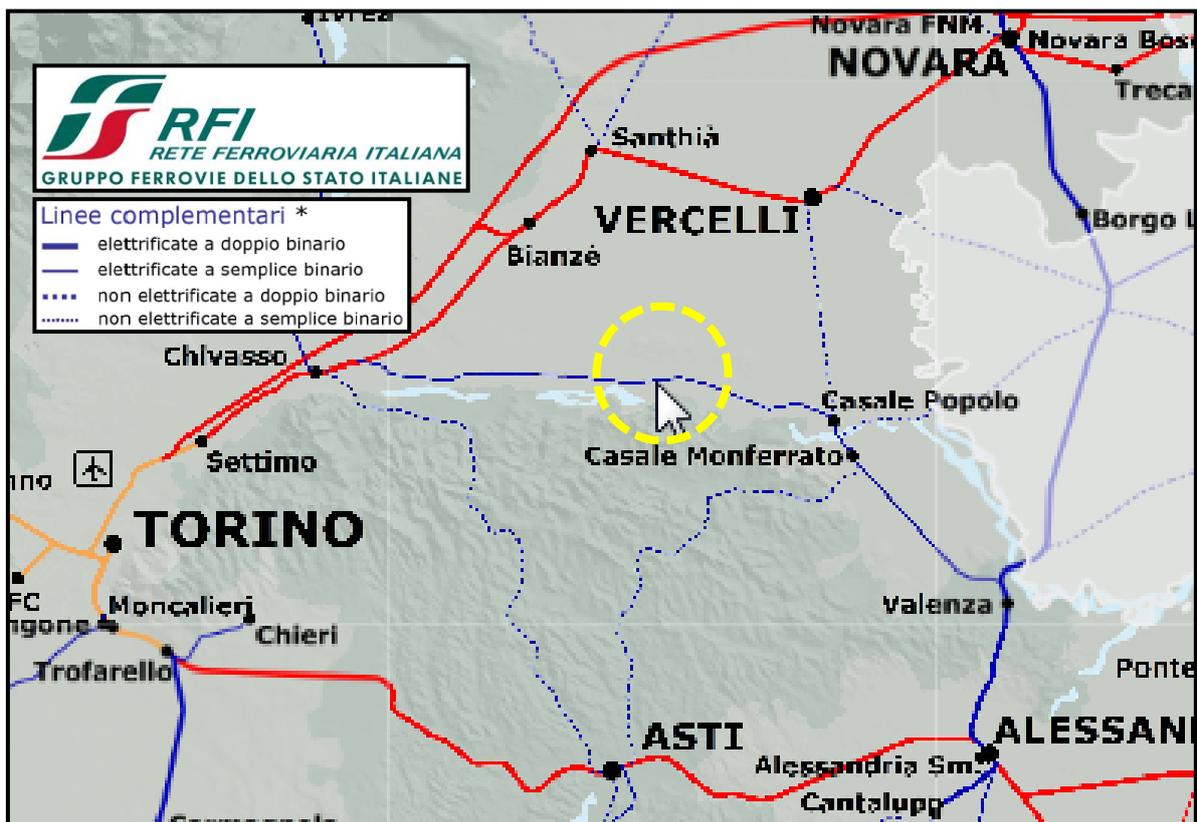
9.4 Opere principali in progetto

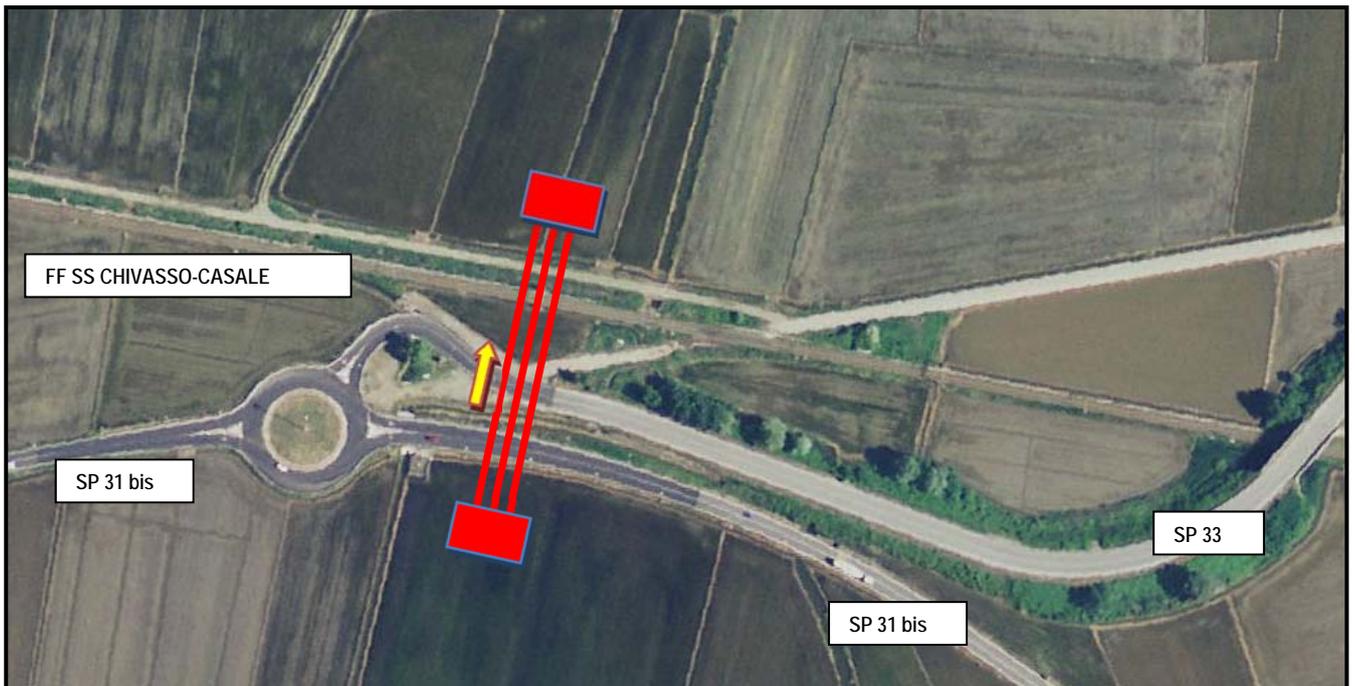
9.4.1 Attraversamento linea ferroviaria Chivasso-Casale Monferrato-Alessandria, con la strada provinciale SP 33 e con la strada statale SS 31bis.

Il canale Cavone attualmente attraversa la linea ferroviaria con un sifone (manufatto in mattoni) a canna unica di modeste dimensioni, illustrato nelle immagini seguenti.



L'interferenza con la linea ferroviaria Chivasso-Casale e con le strade provinciali verrà risolta mediante l'attraversamento con tecnologia microtunnelling, senza interruzione del traffico ferroviario e veicolare. Si riportano nel seguito le immagini relative all'ubicazione dell'intervento.





Il manufatto di attraversamento verrà realizzato mediante la posa di n. 3 tubazioni affiancate in cemento armato Dint 2.200 mm – Dest 2.700 mm; al fine di contenere la copiosa venuta d'acqua che si presume possa filtrare dalle pareti di scavo, si prevede la realizzazione di opere provvisorie costituite da colonne di terreno consolidato con miscela di malta cementizia (Jet-grouting) DN 1.200 mm (maglia 75x75 cm) realizzate in corrispondenza del fondo della camera stessa (tappo di fondo necessario anche per contrastare le sottospinte idrauliche) e da una corona di palancole metalliche sigillate con malta bituminosa. Al fine di garantire la stabilità del sistema di sostegno scavi con palancole, è prevista la posa di una serie di puntelli in acciaio, su due livelli, costituiti da travi HEB 360.

La tecnologia del microtunnelling si rende necessaria a causa della presenza della falda idrica superficiale che renderebbe problematica l'infissione di tubazioni con scavo a scudo aperto o manufatti scatolari con mezzi d'opera all'interno del tunnel.



Si è optato per predisporre la camera di spinta a valle dell'attraversamento, poiché la zona è più facilmente raggiungibile dalla strada provinciale SP 31 bis, sia per il trasporto delle attrezzature (macchina per jet-grouting, macchina per l'infissione delle palancole e testa fresante microtunnelling con relative cabine di comando e vasca miscelazione fanghi bentonici), sia per la consegna delle tubazioni in c.a. (n. 150 tubi complessivamente).

Alla fine della fase di spinta della prima tubazione (fase 1 - L= 100 m) la testa fresante verrà estratta dalla camera di monte e trasportata in quella di spinta (a valle della SP 31 bis), per iniziare una nuova perforazione della seconda canna (fase 2). Idem per la terza canna (fase 3).

Il diametro delle tubazioni in progetto è stato determinato a seguito di valutazione congiunta di:

- esigenze idrauliche (minime perdite di carico nel sifone);
- disponibilità di noleggio frese sul mercato;
- presenza falda superficiale e quindi necessità di non approfondire eccessivamente le camere di imbocco e sbocco;
- franco rispetto ai binari della linea ferroviaria e rispetto all'asfalto delle strade provinciali.

9.4.1.1 Tecnologia prevista per la realizzazione dell'opera: Microtunnelling

La tecnologia del microtunnelling si può considerare un'evoluzione dello "spingitubo" e ricorda quella della TBM, infatti la trivellazione è effettuata mediante l'utilizzo di una testa fresante a piena sezione. Il suo impiego è rivolto soprattutto verso impianti che richiedono un elevato grado di precisione. Infatti con questa tecnologia si possono installare condotte con una tolleranza, sia altimetrica che planimetrica, di pochi centimetri.

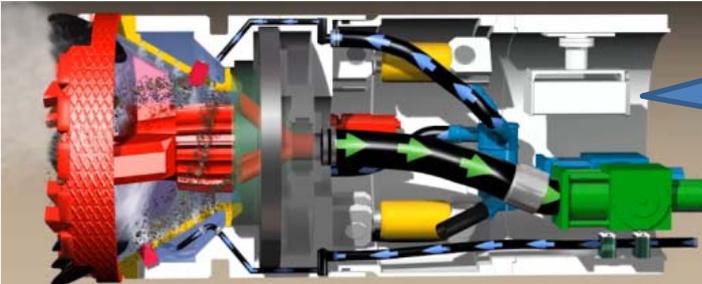


La tubazione viene costruita per conci, e viene fatta avanzare per spinta nel terreno preceduta da uno scudo di acciaio dotato di testa fresante, a partire da un pozzo di partenza fino a quello di arrivo ed estrazione della fresa.

La lunghezza di spinta prevista in progetto è pari a 100 m (per 3 canne) ed è realizzabile con un unico tiro grazie all'ausilio di una stazione di spinta intermedia (costituita da corona circolare di martinetti idraulici) e attrezzature particolari.



La perforazione prevista in progetto, di diametro 2.200 mm, avviene secondo un tracciato rettilineo (anche se sono consentiti e possibili tracciati leggermente curvilinei), con pendenza della livelletta pari al 0,1%, in salita. Le tolleranze della precisione alla camera di estrazione della fresa sono di pochi centimetri.



A lato è riprodotta un'immagine della testa fresante con relativo apparato di ricircolo dei fanghi bentonici per l'estrazione del materiale di risulta degli scavi.

La posa in opera delle tubazioni è prevista mediante l'impiego di una fresa telecomandata dotata di testa fresante chiusa guidata dall'esterno (diametro perforazione 2.700 mm). Le tubazioni vengono infisse senza arrecare nessun disturbo in superficie, fatta eccezione per i pozzi di testa (spinta-arrivo) e la perforazione avverrà a sezione piena con sostentamento meccanico/idraulico del fronte di scavo onde evitare la decompressione del terreno e gli eventuali cedimenti in superficie. I materiali di risulta saranno portati in superficie mediante un sistema di smarino a circolazione idraulica attraverso il quale il materiale scavato sarà trasportato idraulicamente in un container. Il controllo della pendenza e della posizione della testa sarà effettuato in continuo mediante l'impiego di sorgente laser posta nel pozzo di partenza su idonea mira fotosensibile solidale alla testa fresante e i dati di posizione ed inclinazione, rilevati elettronicamente, saranno protocollati con stampante collegata al sistema.

Eventuali correzioni nel corso della perforazione saranno eseguite mediante utilizzo di martinetti idraulici azionabili singolarmente che agiscono sulla testa fresante. La testata di perforazione dovrà essere adatta ad ogni tipo di terreno, compresa la presenza di trovanti.

L'utilizzo di n. 1 stazione intermedia di spinta, costituita ciascuna da martinetti idraulici (minimo 8 pistoni) e relativi collegamenti consentirà l'esecuzione dell'opera in un unico tiro.

L'impresa specializzata valuterà, all'interno del proprio POS, l'utilizzo di un modulo di sicurezza (camera iperbarica) all'interno dell'attrezzatura di scavo.

Le principali parti componenti il sistema di esecuzione dei lavori previsto sono:

- il microtunneller munito di testa fresante adatta a terreni di qualsiasi tipo e consistenza
- cilindri di spinta e centrale oleodinamica
- sistema laser costituito da una sorgente e da un bersaglio
- sistema di smaltimento dello smarino costituito da una tubazione di alimentazione dell'acqua e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante, e dal tubo di smarino con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del materiale di scavo.

L'avanzamento dell'attrezzatura avviene a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti che agiscono sui tubi già installati, i quali fungono da colonna di trasmissione della spinta.

All'avanzare del fronte di scavo, i nuovi conci vengono man mano posizionati e giuntati in coda al microtunneller e trasmettono a questo la spinta. I martinetti fanno contrasto su un muro in calcestruzzo armato detto di contropinta opportunamente dimensionato, realizzato all'interno del pozzo di spinta.

Con l'avanzamento del microtunneller il materiale di scavo è sospinto all'interno dello scudo dove viene frantumato fino a dimensioni tali da poter essere trasportato all'esterno con circolazione di acqua o di acqua e bentonite in circuito chiuso.

Il sistema è guidato dall'esterno mediante una consolle di comando ubicata in un container esterno, da cui è possibile controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato.

La posizione della testa fresante viene indicata in continuo da un computer che elabora le informazioni raccolte da un sistema di puntamento laser, costituito da un bersaglio fotosensibile, solidale con l'elemento di perforazione, colpito da un raggio laser originato da una sorgente ubicata nel pozzo di partenza.

L'inserimento progressivo dei conci termina quando la testa perforante emerge in corrispondenza del pozzo di arrivo. I vari conci così posati vanno a costituire un'unica tubazione che va a contenere la spinta del terreno e la falda idrica superficiale.

Per contenere le sollecitazioni agenti sulla condotta, si agisce lubrificando l'interfaccia tubo terreno, attraverso le valvole presenti nelle tubazioni, con pompaggio di miscela acqua-bentonite ed additivi, al fine di ridurre la forza di attrito tubo/terreno ed inserendo una stazione di spinta intermedia (all'incirca dopo 50 m di condotta) tra due elementi di tubazione al fine di dividere la sezione del tunnel in sezioni minori.

La tecnologia *no-dig*, rispetto alle tecniche di scavo tradizionali (scavo aperto), offre alcuni significativi vantaggi rappresentati nel seguito:

Minori costi sociali

- nessun intralcio alla circolazione
- nessuna interruzione di servizi
- nessun degrado dell'ambiente
- pochi o nessun rischio di incidenti
- poche o nessuna conseguenza economica sulle attività locali
- meno danni sonori ed inquinamento per i residenti

Una soluzione ideale per cantieri in ambiente protetto o in ambiente a forte densità urbana.

Minori costi indiretti

- minori segnalazioni da mettere in loco
- minori dispositivi di sicurezza
- minori spese di deviazione traffico stradale
- nessun spostamento dell'arredo urbano

Un'economia in rapporto ad un cantiere classico.

Minori costi diretti

- materiali tecnicamente più avanzati
- niente terreno di riporto, compattazione, rifacimento di strade e marciapiedi, ecc...
- minori attrezzature e camion
- mano d'opera specializzata
- meno personale di cantiere
- durata del cantiere limitata

Un guadagno significativo in rapporto ad un cantiere classico.



I tubi impiegati per l'esecuzione del microtunnelling sono previsti di sezione circolare, in cemento armato, specificatamente progettati e realizzati per la posa in opera senza scavo (No Dig - microtunnelling), DN diametro nominale interno 2.200 mm, spessore parete 250 mm, della lunghezza utile di 2000 mm, adatti per spinta in terreno di qualsiasi natura e consistenza.

Saranno conformi alle norme ATV A 125 - ATV A 161 - UNI EN 1916 - DIN 4035 -DWA A 161, confezionati con calcestruzzo avente classe C40/50 (UNI EN 206-1), rapporto acqua/cemento max 0,45 (UNI EN 1916), Classe d'esposizione: XA1 ambiente umido debolmente aggressivo (UNI EN 206-1), reazione al fuoco: classe EURO A1, armato con doppia armatura a spirale in acciaio B450A-B450C ad aderenza migliorata e longitudinali in acciaio B450A-B450C, come da relazione di calcolo redatta dal fornitore, per impiego fondo scorrevole da -8.0 m a -4.0 m dal piano campagna al di sotto di strade di 1° categoria (NTC 2018) e linee ferroviare RFI.

Il giunto a tenuta in acciaio S235JR sarà incorporato, smussato ed ancorato di dimensione 220x8 mm; sarà provvisto di guarnizione a sezione cuneiforme in SBR o EPDM inserita sul giunto "maschio" Hmin 25 mm per pressioni idrostatiche esterne di 3 bar conforme alle norme EN 681.1.

Trattandosi tratti di condotta in sifone e quindi soggetti ad una, seppur modesta, pressione idraulica (massimo 0,5 bar – 5 m di colonna d'acqua), peraltro controbilanciata dalla falda idrica superficiale (della medesima forza), per maggior sicurezza della stabilità, nel tempo, del rilevato ferroviario e delle strade provinciali, si è prevista una seconda sigillatura interna con doppia fascia in polietilene ancorata alle tubazioni e successivamente termosaldata o con malta sigillante.

I ganci di sollevamento inseriti nel tubo per movimentazione e posizionamento saranno atti a sopportare una portata nominale calcolata con coefficiente di sicurezza $k = 3$; il tubo sarà provvisto di anello in truciolare pressato o legname (idrofugo) di spessore 25 mm e di valvole per iniezione lubrificanti.

9.4.1.2 Sistema di sostegno dei binari

Come abitualmente richiesto dall'Ufficio Tecnico delle Ferrovie dello Stato di Torino, per il sostegno dei binari durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica dei manufatti prefabbricati e tubazioni in cemento armato sotto la sede ferroviaria, anche in considerazione del ridotto ricoprimento, si prevede la

realizzazione di una struttura provvisoria di sostegno del binario realizzata con il sistema tipo "Essen" o similare per l'esecuzione di sottopassi ferroviari, idonea a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 Km/h.

Nel seguito sono descritte le principali operazioni da eseguire e le caratteristiche dimensionali delle opere in costruzione.

SPINTA PRIMA TUBAZIONE - FASE 1

FASE A (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Pre-scavo di sbancamento fino ad una quota di circa 50 cm superiore a quella della falda idrica;
- Infissione delle palancole perimetrali alla camera di varo.

FASE B (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Realizzazione del tappo di fondo - colonne di Jet-grouting diametro 100 cm con interasse 70 cm in direzione longitudinale e trasversale, di profondità pari a 9 m di cui 5 m con perforazione a vuoto e 4 m di iniezione con malta cementizia, senza armatura.

FASE C (sia in camera di spinta che in camera di arrivo)

- Realizzazione della camera in c.a.

FASE D

- installazione delle attrezzature di spinta.
- Installazione box di comando e controllo e del sistema di ricircolo dei fanghi bentonitici.

FASE E

- Infissione della tubazione (senza sistema sostegno binari per ml 65).

FASE F (contemporanea ad E)

- Realizzazione del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio.
- Predisposizione del monitoraggio della livelletta ferroviaria e dell'eventuale abbassamento dei binari.

FASE G

- Infissione della tubazione (con sistema sostegno binari per ml 35).

FASE H

- Smontaggio del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio;
- Spostamento della fresa dalla camera di arrivo alla camera di spinta.

Le suddette operazioni vengono ripetute per le fasi 2 e 3 di realizzazione delle altre due canne del sifone.

La platea di varo è costituita da una fondazione in c.a., attrezzata per consentire una corretta spinta del monolite e al contempo vincolarne la direzione ed inclinazione.

9.4.1.3 Autorizzazione RFI

L'autorizzazione RFI e la relativa concessione verranno rilasciate a seguito della presentazione della domanda e del progetto esecutivo a:

*RFI SpA – Direzione Compartimentale Infrastruttura
TECNICO/Armamento Opere Civili
Via Sacchi n. 3 – 10125 TORINO*

La relazione di calcolo delle strutture del progetto esecutivo dovrà essere conforme alle NTC 2018 ed alle seguenti disposizioni tecniche di RFI:

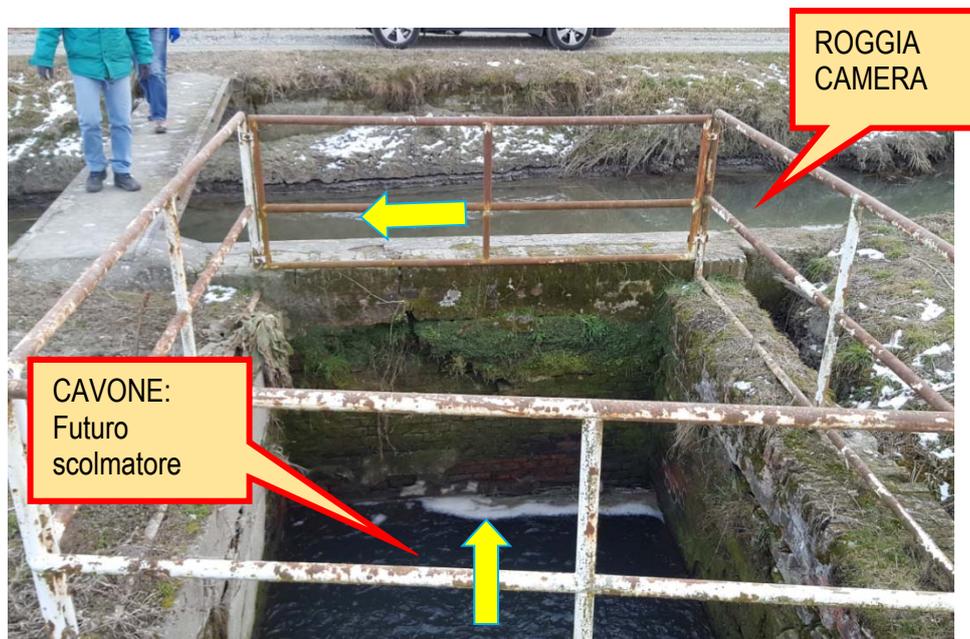
- manuale di progettazione delle opere civili - Codifica: RFI DTC SI CS MA IFS 001 A
- manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – Ponti e strutture -Codifica: RFI DTC SI PS MA IFS 001 B
- specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie - Codifica: RFI DTC INC CS SP IFS 001 A
- specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario - Codifica: RFI DTC INC PO SP IFS 001 A
- specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria - Codifica: RFI DTC INC PO SP IFS 002 A
- specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari -Codifica: RFI DTC INC PO SP IFS 003 A
- specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo - Codifica: RFI DTC INC PO SP IFS 004 A
- specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia - RFI DTC INC PO SP IFS 005 A

9.4.2 Attraversamento Roggia Camera

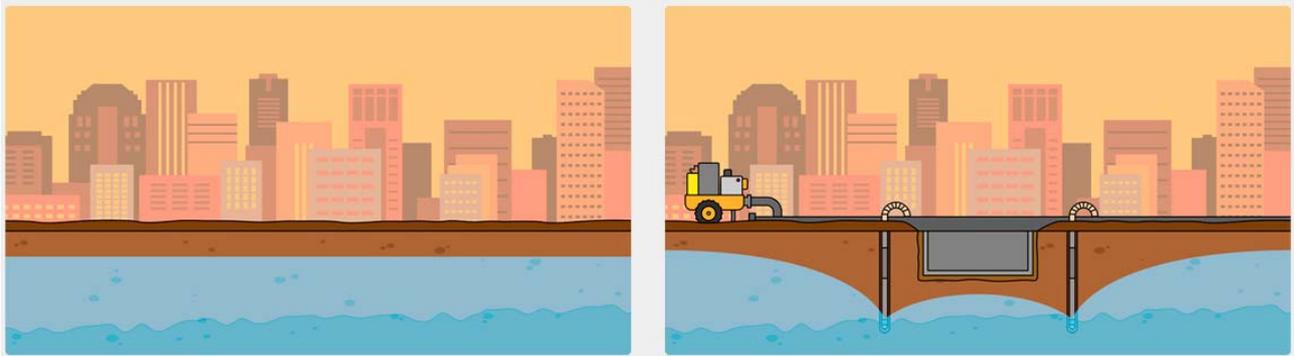
L'attraversamento della Roggia Camera, gestita dall'Associazione d'Irrigazione Ovest Sesia con sede a Vercelli, attualmente costituito da un sifone con manufatto a canna unica in mattoni pieni, verrà adeguato alla portata di progetto e sarà realizzato con n. 4 canne affiancate costituite da manufatti scatolari prefabbricati di base 3,5 m ed altezza netta 2,0 m (spessore 25 cm), con platea di appoggio e soletta di ripartizione dei carichi in c.a..

Il nuovo manufatto, di lunghezza pari a 40 m, attraverserà la roggia irrigua con sifone, non essendo possibile la realizzazione di un canale con deflusso a gravità a causa della scarsa pendenza del territorio, della necessità di sottopassare la R. Camera ed in particolare per la presenza di n. 3 oleodotti, ubicati poco più a valle, che interferirebbero con l'approfondimento del canale in progetto.

I tombini di attraversamento, costituiti da elementi di lunghezza pari a 2,0 m, in corrispondenza dei giunti, oltre ad avere la guarnizione di tenuta in gomma butilica saranno sigillati con liner di Pead ancorato ai manufatti in fase produttiva e termosaldato in cantiere dopo la posa.



A valle dell'attraversamento saranno installate le paratoie di "invaso" (paratoie che durante il periodo irriguo sono deputate all'innalzamento dei livelli idrici di monte al fine di consentire la derivazione a tutte le prese irrigue esistenti) in numero di 5 (4 paratoie di larghezza 3000 mm ed una centrale di larghezza pari a 2000 mm, atta alla regolazione fine dei livelli ed alla ripartizione delle portate in periodo irriguo), di altezza pari a 1200 mm, con a lato uno sfioratore di sicurezza di lunghezza pari a 10 m ($H=1,2$ m).



Esso è costituito da un insieme di collettori orizzontali cui fa capo una pompa aspirante munita di pompa del vuoto. Dai collettori orizzontali si dipartono, ad interasse variabile, i giunti flessibili collegati ai tubi di sollevamento infissi nel terreno fino alla profondità voluta. All'estremità del tubo di sollevamento è installato il wellpoint che consente l'aspirazione dell'acqua senza asportare le particelle solide del terreno.

9.4.3 Interferenza con gasdotto Snam

A valle della SP 31 bis, il canale scolmatore in progetto sovrappasserà il metanodotto Cortemaggiore-Torino DN 400 mm (P= 60 bar); per la gestione e risoluzione dell'interferenza è stato contattato il Centro di manutenzione di Snam Rete Gas (ufficio di Santhià) che ha fornito supporto tecnico per il tracciamento del gasdotto e la definizione degli aspetti progettuali.





Il fondo scorrevole del canale scolmatore in progetto avrà un franco rispetto alla sommità della tubazione Snam variabile da un minimo di 1,00 m ed un massimo di 1,28 m.

Non è possibile mantenere il fondo scorrevole più alto poichè l'attraversamento della linea ferroviaria e delle due strade provinciali avviene tramite sifone, con una perdita di carico di circa 25 cm che innalza in modo significativo i livelli a monte dell'attraversamento. Alzare ulteriormente il fondo scorrevole significherebbe mettere in crisi (dal punto di vista idraulico) i canali laterali di monte; bisognerebbe modificare il fondo scorrevole della roggia Chiusa ed arginarla per una lunghezza significativa.

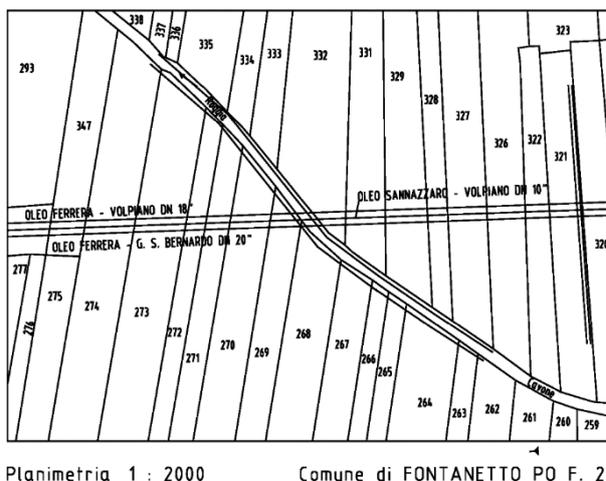
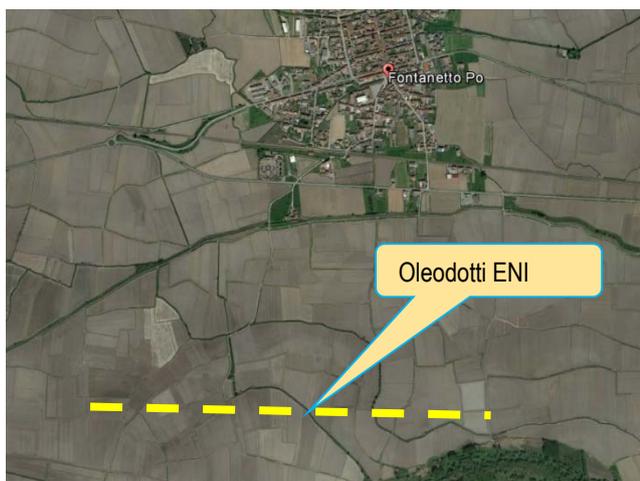
Si fa presente quanto segue:

- il rischio di erosione del fondo alveo, significativo ed importante nel caso di corsi d'acqua naturali, nel presente caso, è trascurabile, poichè il canale irriguo è regolato da numerosi manufatti con paratoie e soglie di fondo che "fissano" il fondo del canale stesso.
- Il rischio di approfondimento naturale del canale è inoltre scongiurato dalle bassissime pendenze del profilo longitudinale (inferiori all'uno per mille $i < 1\%$); la velocità all'interno del canale è sempre molto contenuta.

9.4.4 Interferenza con oleodotti Eni

Nel tratto tra la roggia Camera e l'immissione nel fiume Po, il canale scolmatore in progetto, come avviene già attualmente per Cavone, attraversa superiormente tre oleodotti in acciaio dell'ENI:

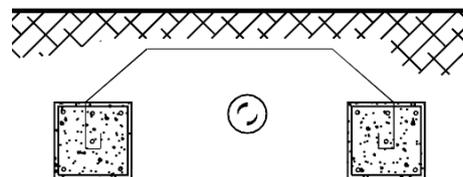
- oleodotto Ferrera – G.S. Bernardo DN 20"
- oleodotto Ferrera – Volpiano DN 18"
- oleodotto Sannazzaro - Volpiano DN 10"



Le tubazioni in acciaio che sottopassano il canale Cavone sono protette superiormente da una lamiera di acciaio ancorata a due cordoli di calcestruzzo, come indicato nell'immagine a lato.

I ricoprimenti sulle tubazioni esistenti (franco tra fondo scorrevole canale irriguo e sommità tubazioni ENI) sono riportati nel seguito:

- Oleodotto DN 500 mm (20") – copertura 90-103 cm
- Oleodotto DN 450 mm (18") – copertura 20-33 cm
- Oleodotto DN 250 mm (10") – copertura 54-56 cm



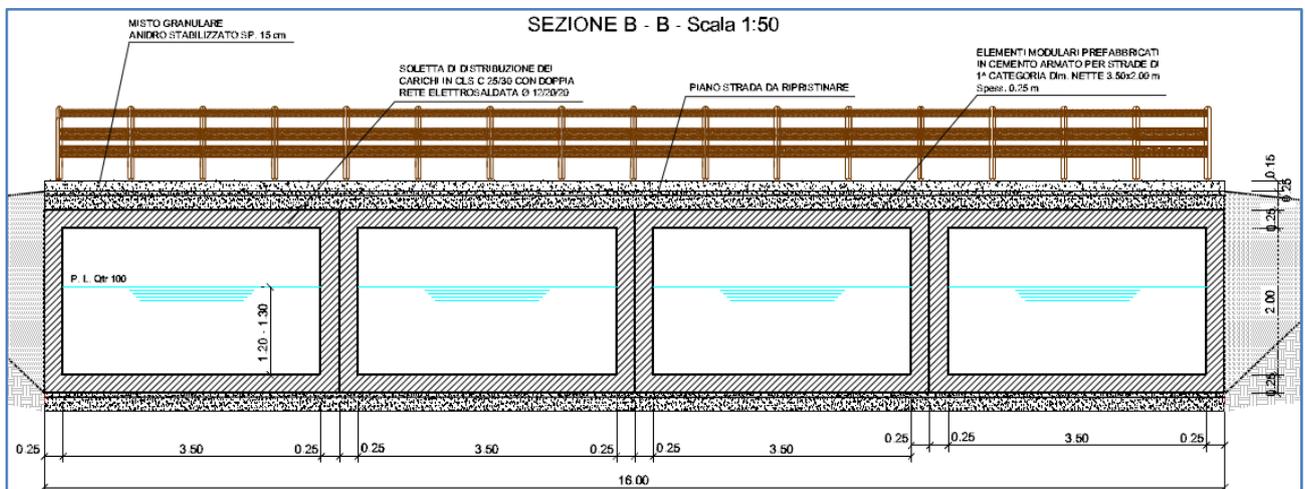
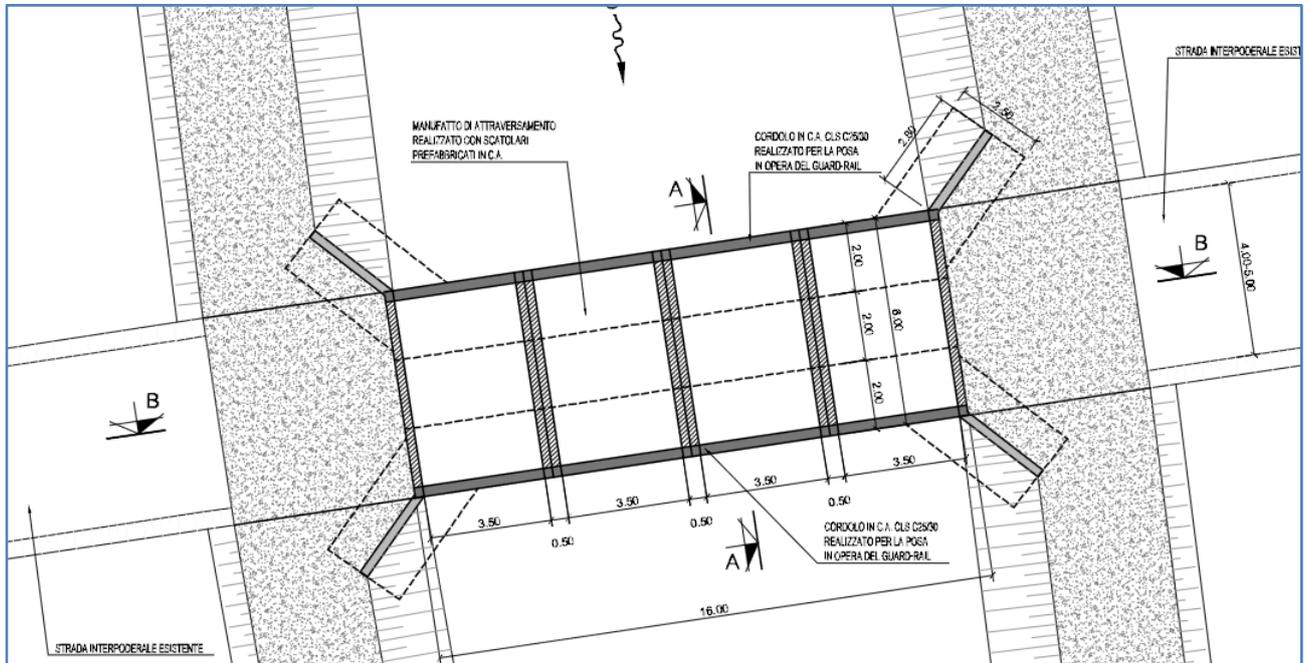
In corrispondenza degli attraversamenti ENI, il fondo scorrevole del canale scolmatore in progetto verrà rialzato di 5-10 cm, rivestito il fondo alveo con pietrame spessore 20 cm e realizzata una soglia in c.a., a valle, per evitare possibili fenomeni erosivi.

Eni valuterà l'eventuale necessità di realizzazione di una tubazione-camicia in corrispondenza del metanodotto più superficiale (DN 450 mm).

9.4.5 Manufatti di attraversamento strade interpoderali

In corrispondenza dell'attraversamento delle strade interpoderali esistenti, il canale scolmatore sarà costituito da un manufatto realizzato con elementi scatolari (n. 4 tombini di larghezza netta 3500 mm ed altezza netta

2000 mm), per una lunghezza pari a 6 m. La strada, superiormente, verrà attrezzata con barriere stradali H2BP in acciaio corten rivestito in legno, fornendo una larghezza utile di passaggio pari a 4,5 m.



9.4.6 Nodi idraulici in corrispondenza delle rogge irrigue e manufatti di "invaso"

In corrispondenza dei nodi idraulici principali, a valle dell'attraversamento, saranno installate le paratoie di partizione delle portate tra lo scolmatore in progetto e le rogge irrigue.

In periodo irriguo (da metà aprile a metà ottobre circa), le paratoie frontali sul canale scolmatore, resteranno quasi completamente chiuse in modo da fare transitare l'intera portata irrigua delle rogge secondarie (a meno di regolazioni particolari e dell'eventuale deflusso di magra all'interno dello scolmatore ai fini ambientali).

Le paratoie di intercettazione delle rogge secondarie, a valle del nodo idraulico, saranno normalmente aperte per il transito delle portate irrigue dalla zona ad ovest del concentrico ai territori ad est.

Nella stagione invernale (da metà ottobre a metà aprile circa), le paratoie frontali sul canale scolmatore, resteranno completamente aperte, in modo da garantire un elevato sistema di sicurezza, in caso di piena, anche in assenza dell'intervento di azionamento automatico (tramite i sensori di livello) o manuale.

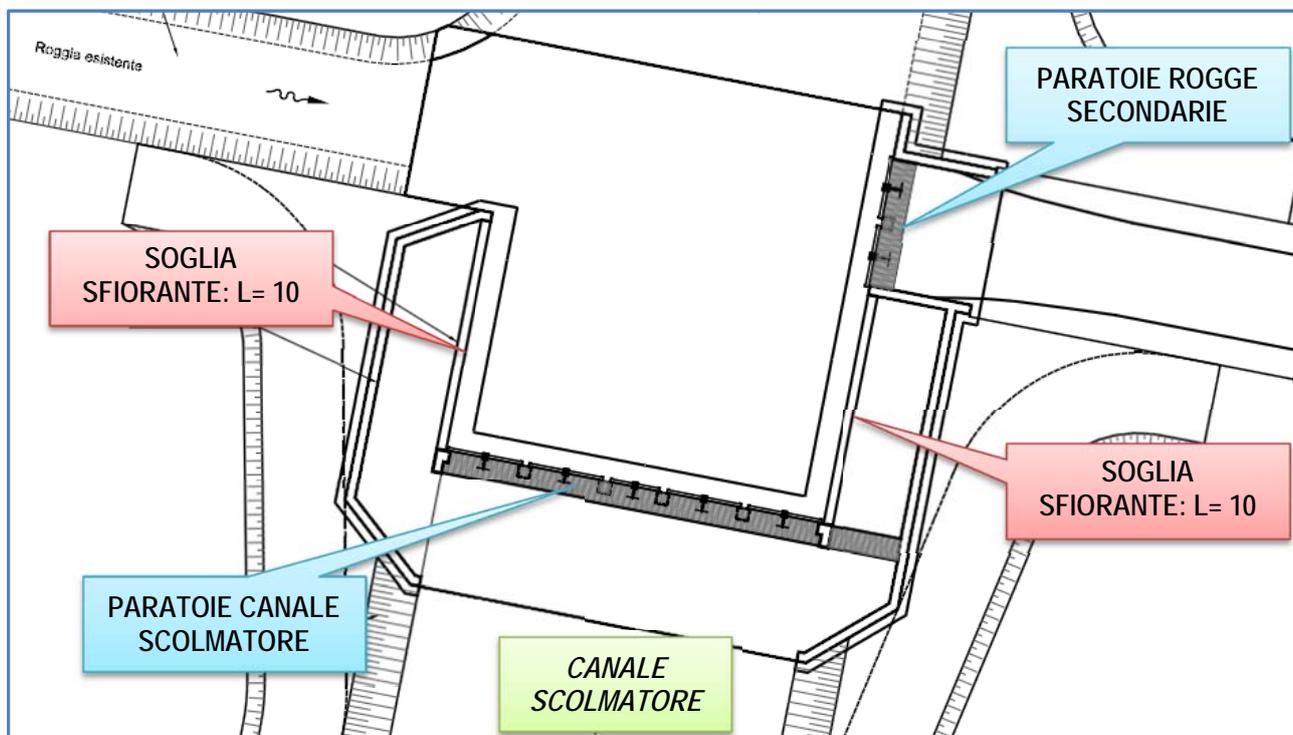
Le paratoie di intercettazione delle rogge secondarie, saranno parzialmente aperte per consentire il transito delle sole portate di progetto compatibili con la capacità di deflusso dei manufatti esistenti all'interno del concentrico di Fontanetto Po.

In corrispondenza dei manufatti di "invaso", le paratoie frontali sul canale scolmatore, durante il periodo irriguo, sono regolate per gestire l'innalzamento dei livelli idrici di monte, al fine di consentire la derivazione a tutte le prese irrigue esistenti.

Sono previste n. 5 paratoie (4 paratoie di larghezza 3000 mm ed una centrale di larghezza pari a 2000 mm, atta alla regolazione fine dei livelli ed alla ripartizione delle portate in periodo irriguo), di altezza pari a 1200 mm, con ai lati (a destra a sinistra) due sfioratori di sicurezza di lunghezza pari a 10 m ciascuno (H=1,2 m).

Le paratoie sono predisposte per essere tracimate e pertanto la lunghezza di sfioro disponibile in caso di anomalia di funzionamento delle paratoie è ben superiore ai 20 m (30 m nel tratto di monte, 36 m a valle dell'opera 4).

Il sistema di emergenza è calcolato e strutturato in modo che il livello di piena non superi la sommità degli argini laterali (piste alzaie) anche in caso di avaria totale del sistema di apertura delle paratoie.



9.5 Quadro riepilogativo delle caratteristiche dei manufatti di attraversamento, tubazioni per sifoni irrigui e prese irrigue laterali e paratoie di regolazione dei livelli e di ripartizione delle portate.

Si riporta nel seguito un quadro riepilogativo per l'identificazione degli elementi caratterizzanti le opere singolari ubicate lungo il tracciato del canale (manufatti scatolari per attraversamento strade interpoderali, tubazioni per sifoni e derivazioni irrigue laterali, paratoie sul canale scolmatore principale, paratoie sui canali irrigui secondari e valvole antiriflusso).

OPERA di PD	Progr. (m)	Denominazione	Nodo rilievo	Portata di monte (mc/s)	Larghezza canale a monte (m)	Elementi scatolari attraversamenti stradali	Sifoni e prese laterali	Paratoie su canale scolmatore	Paratoie canali secondari e prese irrigue
N.				Pm	La	dim. in mm	dim. in mm	dim. in mm	dim. in mm
OP.1	0,00	Inizio canale scolmatore	1	11,70	4,50	n. 2 da 2500x1500			
OP.2	119,65	Guaderoglio	2	11,70	10,00	n. 2 da 2000x2000	1 x DN 1000 L= 35 m		
OP.3	337,24	1° Invaso - derivazione Cerca	--	11,90	10,00	n. 2 da 2500x2000		n. 2 da 3000x1200 n. 1 da 2500x1200	n. 2 da 2500x1200
OP.4	504,50	Sifone fosso irriguo	3	7,40	10,00	n. 3 da 3500x2000	1 x DN 1000 L= 35 m		
OP.5	697,06	Invaso sul FONNA	--	7,40	16,00	n. 3 da 3000x1500	1 x DN 1000 L= 40 m		n. 3 da 3000x1000 n. 1 da 1000x1000
OP.6	805,00	1° presa laterale	4	20,80	16,00				
OP.7	960,43	FONNA B - Gambalona	5	20,80	16,00		n. 2 da 2000x1000 L= 41 m		n. 1 da 1000x1000
OP.8	1.026,26	2° presa laterale	6	18,30	16,00				n. 1 da 1000x1000
OP.9	1.223,79	3° presa laterale ponte can.	7	18,30	16,00				n. 1 da 1000x1000
OP.10	1.357,79	4° e 5° presa laterale ponte can.	8	18,30	16,00		1 x DN 1000 L= 40 m		n. 1 da 1000x1000
OP.11	1.474,04	6° presa laterale	9	18,30	16,00		1 x DN 1000 L= 12 m		n. 1 da 1000x1000
OP.12	1.633,64	2° Invaso derivazione FONNA	10	18,30	16,00	n. 4 da 3500x2000	n.1 da 2000x1500 L= 37 m	n. 4 da 3000x1200 n. 1 da 2000x1200	n. 2 da 2000x1200 n. 1 da 1000x1000
OP.13	1.913,60	sifone per fosso irriguo	13	18,30	16,00		1 x DN 1000 L= 40 m		
OP.14	2.135,35	7° presa laterale con sifone	14	18,30	16,00	n. 4 da 3500x2000	2 x DN 1000 L= 40 m		
OP.15	2.394,02	roggia Chiusa	15	18,30	16,00	n. 2 da 2500x2000 n. 2 da 2500x2000	n.2 da 1750x1000 L= 30 m	n. 4 da 3000x1200 n. 1 da 2000x1200	n. 2 da 2500x2000 n. 2 da 1750 x1000 n. 1 da 1000x1000
	2.435,48	8° presa laterale	16	16,90	16,00				
OP.16	2.638,62	FFSS	17-18	16,90	16,00		3 x DN 2200 L= 100 m		
	2.675,09	SP33		16,90	16,00				
	2.695,27	SP31 bis		16,90	16,00				
OP.17	2.900,47	3° Invaso (attraversamento SNAM)	19	16,90	16,00	n. 4 da 3500x2000	1 x DN 1000 L= 15 m	n. 4 da 3000x1200 n. 1 da 2000x1200	n. 3 da 1000x1000 n. 1 antirifl. 1200
OP.18	2.996,30	9° presa laterale	20	16,90	16,00				n. 1 da 1000x1000
OP.19	3.240,91	4° Invaso - Camera		16,90	16,00		4 x 3500x2000 L= 40 m 1 x DN 1200 L= 15 m	n. 4 da 3000x1500 n. 1 da 2000x1200	n. 3 da 3000x1400 n. 1 da 1000x1000 n. 1 da 1500x1200
	3.523,70								
OP.21	3.673,05	REALE	25	34,20	16,00	n. 4 da 3750x2750	n. 1 da 3000x2000 L= 35 m 1 x DN 1000 L= 40 m		n. 4 da 1000x1000 n. 2 da 1000x1000 n. 1 antirifl. 1000
	3.809,10	ponte canale	26	34,20	16,00				
	4.011,74	confluenza	28 bis	34,20	16,00				
OP.22	4.291,33	5° Invaso (preesistente)	29	34,20	16,00			n. 4 da 3000x1200 n. 1 da 2000x1200	n. 1 da 1000x1000
OP.23	4.658,55	LOGNA		34,20		n. 4 da 3500x2000			

9.5.1.1 Caratteristiche tecniche paratoie dei nodi idraulici

In corrispondenza dei nodi idraulici principali e degli invasi lungo il canale scolmatore, sono previste paratoie tracimabili (h= 1200 mm – sullo scolmatore) e paratoie a tenuta sui 4 lati (h= 1200 mm – sulle rogge secondarie) in acciaio INOX AISI 304, a 2 viti salienti, scorrimento a strisciamento, con le seguenti caratteristiche tecniche:

9.5.1.2 Paratoie sul canale scolmatore principale

	L10-3500	L10L16-2000	L16-3000
DIMENSIONI (m)	3,5X1,2	2X1,2	3x1,2
Tenuta	tracimabile	tracimabile	tracimabile
Altezza totale telaio (m)	3,4	3,4	3,4
Materiale	inox aisi 304	inox aisi 304	inox aisi 304
Scorrimento	strisciamento	strisciamento	strisciamento
Azionamento	elettromeccanico	elettromeccanico	elettromeccanico
Comandi	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo
n. 1 attuatore	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15°)	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15°)	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15°)
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale	H13DRM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale	H13RM	H13RM	H13RM
n. 2 copristeli	CS 1500	CS 1500	CS 1500
n. 2 viti	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450
n. 2 filettature chiocciolate riduttori			
n. 2 piastre d'attacco riduttori CML al gargame paratoia	mm 200x230x30 sp. Speciali	mm 200x230x30 sp. Speciali	mm 200x230x30 sp. Speciali
n. 2 giunti elastici	GR1 completi di flangia A e B	GR1 completi di flangia A e B	GR1 completi di flangia A e B
Velocità di traslazione (mt/min)	v = 0,249	v = 0,249	v = 0,249
Tempo di manovra (minuti)	8.49	8.49	8.49
Pressione specifica sui filetti viti/chiocciolate (N/mm ³)	≤ 1	≤ 1	≤ 1
CARATTERISTICHE ATTUATORE			
Base di attacco	E DIN G0	E DIN G0	E DIN G0
Velocità di rotazione (giri/min)	n = 160	n = 160	n = 160
Coppia regolabile (Nm)	da 20 a 60	da 20 a 60	da 20 a 60
Contagiri di manovra (giri/corsa)	campo 15/1450	campo 15/1450	campo 15/1450
Potenza nominale (kW)	0,75	0,75	0,75
Potenza installata (kW)	3	3	3
Corrente nominale (A)	2	2	2
Corrente assorbita a coppia nominale (A)	4,3	4,3	4,3
Corrente di spunto (A)	8,8	8,8	8,8
CARATTERISTICHE GRUPPO			
Base di attacco	tipo A ISO F14, speciale	tipo A ISO F14, speciale	tipo A ISO F14, speciale
Velocità rotazione chiocciola riduttore (giri/min)	35,55	35,55	35,55
Coppia alle viti regolabile (complessiva) - (Nm)	da 72 a 216	da 72 a 216	da 72 a 216
Max spinta ammessa (cad. riduttore)- (kN)	135	135	135

9.5.1.3 Paratoie sulle rogge irrigue secondarie

	T1	T2
	L1500 TENUTA	L2000 TENUTA
DIMENSIONI (m)	1,5x1,2	2x1,2
Tenuta	tenuta 4 lati	tenuta 4 lati
Altezza totale telaio (m)	2,4	2,4
Materiale	inox aisi 304	inox aisi 304
Scorrimento	strisciamento	strisciamento
Azionamento	elettromeccanico	elettromeccanico
Comandi	comando locale + a bordo	comando locale + a bordo
n. 1 attuatore	DM.59-E-80 da 60 Nm (servizio S2-15°)	DM.59-E-160 da 60 Nm (servizio S2-15°)
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale	H07RM + BM DIN G0	H13DRM + BM DIN G0
n. 1 riduttore, con gruppo reggispinta speciale		H13RM
n. 2 copristeli	CS 1500 (N.1)	CS 1500
n. 2 viti	diam. 40x7 TPN (1Sx.) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450	diam. 50x12 TPG (1Sx.+1Dx) - mat. UNI C45- lg. 1650/1450
n. 2 filettature chiocciolle riduttori		
n. 2 piastre d'attacco riduttori CML al gargame paratoia	mm 180x200x20 sp. Speciali (N.1)	mm 200x230x30 sp. Speciali
n. 2 giunti elastici		GR1 completi di flangia A e B
Velocità di traslazione (mt/min)	v = 0,124	v = 0,249
Tempo di manovra (minuti)	9,64	8,49
Pressione specifica sui filetti viti/chiocciolle (N/mm ³)	≤ 4	≤ 1
CARATTERISTICHE ATTUATORE		
Base di attacco	E DIN G0	E DIN G0
Velocità di rotazione (giri/min)	n = 80	n = 160
Coppia regolabile (Nm)	da 20 a 60	da 20 a 60
Contagiri di manovra (giri/corsa)	campo 15/1450	campo 15/1450
Potenza nominale (kW)	0,75	0,75
Potenza installata (kW)	3	3
Corrente nominale (A)	2	2
Corrente assorbita a coppia nominale (A)	2,9	4,3
Corrente di spunto (A)	8,8	8,8
CARATTERISTICHE GRUPPO		
Base di attacco	tipo A ISO F10	tipo A ISO F14, speciale
Velocità rotazione chiocciola riduttore (giri/min)	17,8	35,55
Coppia alle viti regolabile (complessiva) - (Nm)	da 72 a 216	da 72 a 216
Max spinta ammessa (cad. riduttore)- (kN)	70	135

L'utilizzo di doppio riduttore conico con demoltiplica 4:1 consente di diminuire sensibilmente le potenze necessarie al funzionamento delle paratoie, con un conseguente notevole risparmio economico sia in fase di fornitura/installazione che di funzionamento a regime.

Le caratteristiche tecniche degli attuatori con comando a bordo macchina (attuatori con teleruttori incorporati nello stesso comparto micro, con servizio ON-OFF) sono le seguenti:

- Grado di protezione: IP 67 in accordo DIN o IEC;
- Temperatura ambiente: -25°C/+70°C;
- Tensione di alimentazione: 380-420V-50Hz-3 Fase;
- Motore: a gabbia di scoiattolo, isolamento in classe F, con 3 pastiglie termiche negli avvolgimenti;

- Trasformatore circuiti ausiliari: tipo universale per tensioni di linea 380, 400, 415, 460, 480, 500, 660 e 690V - 50/60 Hz;
- Tensioni ausiliari: 24V c.c. +/- 10% (I=30 mA), con protezione contro i corto circuiti;
- Consumo: potenza motore + circa 100 mA;
- Servizio: S2-15' (o S4-25%);
- Comandi: 24V c.c. +/-10%, 10 mA digitale;
- Segnalazioni digitali con contatti puliti: da 24V a 230V, corrente continua o corrente alternata con relays max 250VA;
- Indicazioni analogiche: 4-20 mA (0-500 Ohm) (solo con opzionale);
- N. 2 microinterruttori di posizione (1 in apertura + 1 in chiusura);
- N. 2 limitatori di coppia (1 in apertura + 1 in chiusura);
- Contattori incorporati per marcia motore, con interblocchi elettrici e meccanici;
- Elettronica incapsulata anche quando la presa multipolare viene rimossa;
- Relays di antiripetizione;
- Correttore sequenza fasi;
- Contatti puliti per comando di APERTURA-STOP-CHIUSURA (per funzionamento con autoritenuta) o APERTURA-CHIUSURA (per funzionamento a impulsi), programmabile;
- Preselezione programmabile per interruzione della corsa (limitatori di corsa o di coppia);
- By-pass, limitatori di coppia in entrambe le direzioni per fornire la max coppia attuatore in fase di avviamento;
- Resistore anticondensa nel comparto micro, autoregolante;
- Lubrificazione in olio per l'intera vita;
- Comando manuale di emergenza a volante con sicurezza contro gli avviamenti accidentali del motore;
- Indicatore locale di posizione, a quadrante;
- Pulsantiera locale incorporata completa di n. 1 selettore APRE-STOP-CHIUDE e n. 1 selettore lucchettabile LOCALE-O-DISTANZA;
- Pulsanti addizionali per comando attuatore anche con coperchio micro rimosso;
- Indicazione di posizione e guasto a mezzo 4 leds, visibili con coperchio micro rimosso;
- Preselezione programmabile per :
 - o Segnalazione a distanza della posizione del selettore LOCALE-O-DISTANZA oppure in LOCALE-O
 - o Segnalazione a distanza attuatore in movimento con segnale statico o lampeggiante
- Indicazioni di guasto, suddivise in:
 - o Intervento coppia in APERTURA;
 - o Intervento coppia in CHIUSURA;
 - o Intervento termiche del motore o mancanza di tensione.

9.6 Gestione apparecchiature elettromeccaniche e telecontrollo

9.6.1 Modalità di gestione e funzionamento degli organi di manovra e regolazione dei flussi e dei livelli

Per ciascun nodo idraulico, costituito da un manufatto ripartitore delle portate e di regolazione dei livelli, si prevede di installare un sistema di misurazione dei livelli idrici costituito da n. 3 sensori di differente tipologia, al fine di predisporre una configurazione di sicurezza ridondante, che possa controllare e gestire l'azionamento delle paratoie anche in caso di avaria di uno o più misuratori:

- a) sonda piezoresistiva in tubo finestrato – sensore 1: prima lettura;
- b) sonda ad ultrasuoni staffata sulle solette dei manufatti – sensore 2: seconda lettura di verifica;

c) galleggiante a pera – azionamento d'emergenza in caso di avaria dei sensori 1 e 2.

La ridondanza consiste nella duplicazione dei componenti critici di un sistema con l'intenzione di aumentarne l'affidabilità e la disponibilità, in particolare per le funzioni di fondamentale importanza per garantire la sicurezza delle persone e degli impianti e/o la continuità della funzionalità delle apparecchiature.

La scelta della metodica di azionamento delle paratoie, in funzione delle letture del livello da parte dei vari sensori, può essere modificata in qualsiasi momento tramite il software gestionale, secondo le seguenti modalità:

- *Ridondanza attiva*, quando tutti gli oggetti in ridondanza operano congiuntamente, ma ciascuno di essi è in grado di svolgere la funzione da solo in caso di guasto dell'altro (o degli altri).
- *Ridondanza "in standby"*, quando solo uno degli oggetti in ridondanza (detto "primario" o "master") è operante, mentre l'altro (detto "secondario" o "slave") si attiva solo in caso di guasto del "primario".
- *A maggioranza di voto*: in questo caso la ridondanza è costituita da un numero dispari di oggetti, oltre ad un elemento ("voter") che misura un parametro definito in uscita da ciascun oggetto in ridondanza e compara tali misure. Il sistema disattiva automaticamente l'oggetto (o gli oggetti) la cui risposta non è congruente con quella degli altri elementi. La disponibilità della funzione è garantita fino a che il numero di elementi funzionanti è superiore a quello degli elementi guasti.

Nella presente fase progettuale, si prevede l'attivazione degli allarmi quando un sensore rileva il livello alto e l'azionamento degli organi di manovra quando due sensori su tre rilevano il livello massimo stabilito.

9.6.2 Impostazione livelli di allarme.

Si prevede la seguente impostazione di funzionamento del sistema: quando uno qualsiasi dei due sensori a) piezoresistivo e b) ultrasuoni dovesse rilevare un livello idrico superiore agli step prefissati, un combinatore telefonico (scheda gsm installata nell'edificio in cui è predisposto l'ufficio di gestione della rete) invierà un segnale SMS ai numeri di telefono indicati dal Committente:

- H= 90 cm – invio SMS via GSM: "AVVISO 90 cm" livello alto;
- H= 100 cm – invio SMS via GSM: "PREALLERTA 100 cm livello molto alto;
- H= 110 cm – invio SMS via GSM: "ALLARME 110 cm livello critico;
- H= 120 cm – invio SMS via GSM: "ALLARME ROSSO 120 cm livello di sicurezza superato – azionamento paratoie automatico".

Quando due qualsiasi dei tre sensori a),b) o c) (piezoresistiva, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovessero rilevare un livello idrico superiore a 120 cm, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza.

A conclusione del ciclo di apertura delle paratoie lungo il canale scolmatore, AUTOMATICAMENTE, verrà attivata la chiusura delle paratoie sui canali secondari (quelli che attraversano il concentrico di Fontanetto Po o che attraversano la zona nord da ovest ad est). La chiusura delle paratoie sui canali irrigui terminerà ad un livello preimpostato che consenta il transito della portata compatibile con la capacità di deflusso a valle.

Quando UNO qualsiasi dei tre sensori a),b) o c) (piezoresistivo, ultrasuoni e galleggiante a pera) dovesse rilevare un livello idrico superiore a 130 cm, si attiverà AUTOMATICAMENTE l'apertura completa delle paratoie

frontali sul canale scolmatore in corrispondenza del manufatto stesso e di tutti i nodi idraulici a valle di quello in cui è stato rilevato il superamento del livello di sicurezza ed a seguire la chiusura delle paratoie sui canali secondari che attraversano il centro abitato.

Valori di livello idrico e step di allerta potranno essere modificati a piacimento dalla Committenza.

9.6.3 Comandi da remoto (telefono cellulare).

Per mezzo di telefoni cellulari identificati dalla Committenza, si potrà inviare apposito SMS di comando:

fase 1 - “**APERTURA PARATOIE SCOLMATORE NODO IDRAULICO X**, si attiverà la procedura di apertura completa delle paratoie sul canale scolmatore; tale comando verrà recepito solo nel caso in cui le paratoie sullo scolmatore, a valle del nodo X, risulteranno completamente aperte. E’ quindi una procedura da utilizzarsi a partire dal nodo più a valle (verso il fiume PO), risalendo verso monte.

fase 2 - “**CHIUSURA PARATOIE ROGGIA Y NODO IDRAULICO X**, si attiverà la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario; la seconda fase si attiverà solo a compimento della fase 1, al termine della quale verrà dato il consenso per l’avvio della fase 2.

Comando 3 - “**MOVIMENTAZIONE PARATOIE SCOLMATORE EMERGENZA**, si attiverà la procedura di apertura completa di TUTTE le paratoie sul canale scolmatore ed a seguire la procedura di chiusura completa e/o parziale delle paratoie sul canale irriguo secondario.

Ogni nodo idraulico verrà provvisto di gruppo elettrogeno che si attiverà in caso di mancanza di energia elettrica sulla linea di servizio delle apparecchiature idrauliche, in modo da garantire l’azionamento degli organi di manovra anche in caso di black out.

Per non incrementare in modo eccessivo i costi di installazione delle macchine generatrici di corrente sono previsti gruppi che consentano la movimentazione di n. 4 paratoie alla volta.

Il tempo/ciclo di ogni azionamento è pari a circa 10 minuti. Pertanto nel tempo di circa 20 minuti, anche in caso di assenza di fornitura elettrica, è possibile movimentare tutte le paratoie di un nodo idraulico nella configurazione di piena del canale scolmatore.

La potenza di ogni gruppo elettrogeno sarà inferiore ai 25 KW e pertanto, ai sensi del D.M. 13 luglio 2011 “*Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi*”, le macchine di generazione della corrente elettrica non saranno soggette all’iter di *prevenzione incendi*.

In ogni caso, si lascerà, la possibilità di provvedere alla movimentazione delle paratoie manualmente, tramite i selettori presenti all’esterno del quadro elettrico (elettricamente) o tramite il volantino di manovra preinstallato (in caso di black out e di avaria del gruppo elettrogeno).

Selettori manuali comando paratoie.

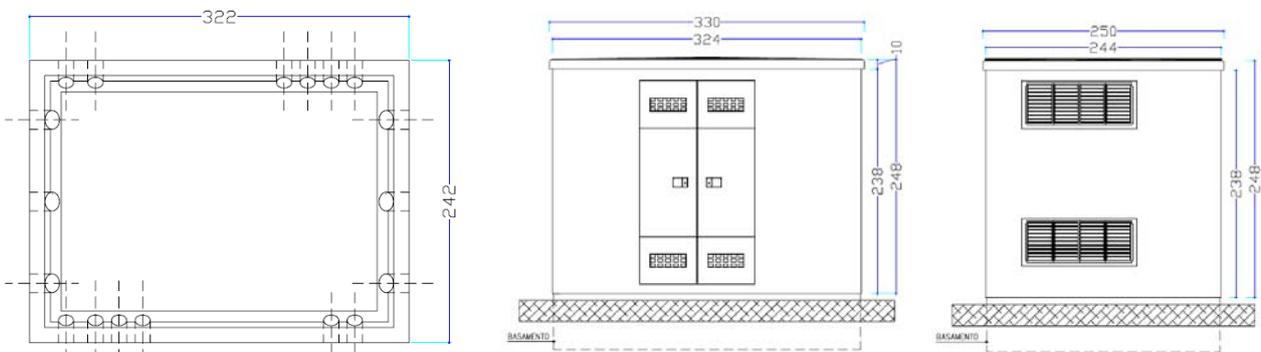
SELETTORE 1



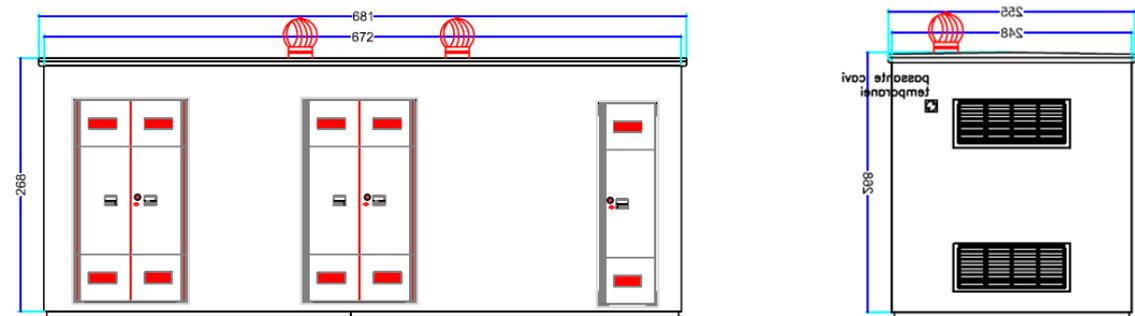
SELETTORE 2: Oltre a tutti gli automatismi suddetti, il quadro elettrico sarà comunque provvisto, sul pannello di comando principale, di un selettore (1) AUTO-MAN-OFF provvisto di chiave – posizionato normalmente su AUTO.

La paratoia sarà provvista di un secondo dispositivo (2) di comando per l'apertura/chiusura della paratoia stessa in MANUALE, attivo solo in caso di selettore 1 in posizione MAN. Il secondo selettore sarà provvisto di pulsante/funghetto rosso per il blocco d'emergenza (l'emergenza potrà anche essere separata).

I quadri elettrici delle paratoie ed i gruppi elettrogeni saranno installati all'interno di edifici prefabbricati (secondo norma Enel 2062).



I quadri di comando, i PLC ed il PC di gestione e controllo del canale scolmatore e dei nodi idraulici delle rogge interferenti con esso saranno alloggiati all'interno di un unico manufatto (con dimensioni a norma Enel 2092) ubicato in posizione facilmente raggiungibile dal centro del paese.



10. ALTERNATIVE PROGETTUALI CONSIDERATE

Tutte le soluzioni progettuali sono state fortemente condizionate dalla presenza della falda idrica superficiale che risulta subaffiorante nella stagione irrigua (da aprile ad ottobre) a che si attesta, durante la stagione invernale, intorno alla quota di circa -1,5 m dal piano campagna a monte della linea ferroviaria ed a circa -2,0 m dal piano campagna a valle della linea ferroviaria.

10.1 Tracciato del canale scolmatore

Soluzione 1: realizzazione di un nuovo canale indipendente dalla rete idrografica/irrigua esistente

Soluzione 2: ampliamento del canale irriguo esistente che percorre la pianura ad ovest di Fontanetto Po, da nord a sud.

Si è optato per la soluzione n. 2, al fine di minimizzare l'impatto sul territorio in termini di uso del suolo e di contenere i costi di realizzazione dell'opera.

In tale modo si sfrutta il canale esistente, cercando di mantenere coincidenti l'asse del nuovo canale con l'asse del canale esistente (ove possibile) provvedendo ad espropriare i terreni, in egual misura in destra ed in sinistra idrografica.

Tale soluzione prevede, talvolta, la necessità di realizzare by-pass provvisori per la realizzazione delle opere puntuali.

10.2 Attraversamento della linea ferroviaria Chivasso-Casale e delle SP 31 bis e 33

Soluzione 1: realizzazione di un microtunnelling per l'attraversamento della ferrovia e realizzazione degli attraversamenti delle strade provinciali in scavo a cielo aperto con manufatti scatolari;

Soluzione 2: realizzazione dell'attraversamento della ferrovia con scavo a cielo aperto (con interruzione del passaggio treni per circa un mese) e realizzazione degli attraversamenti delle strade provinciali in scavo a cielo aperto con manufatti scatolari;

Soluzione 3: realizzazione di un microtunnelling a tripla canna per l'attraversamento della ferrovia e delle strade provinciali, senza interferenza con la viabilità stradale o ferroviaria.

La soluzione 2, a seguito di un confronto con i tecnici di RFI, si è dimostrata fattibile, ma solo nel mese di agosto. In tale periodo la falda superficiale è subaffiorante e pertanto risulta alquanto difficoltosa la realizzazione dei lavori in scavo e non si potrebbero escludere successivi cedimenti dei binari alla riapertura della linea. La soluzione è pertanto stata esclusa per l'interferenza ad elevata criticità della falda e per il rischio di problematiche di stabilità del rilevato ferroviario e del binario a seguito del rinterro.

Tra la soluzione 1 e la soluzione 3 è stata scelta la soluzione n. 3, poiché a fronte di costi paragonabili, consente di eseguire l'attraversamento completo delle infrastrutture esistenti senza interferenza con il traffico veicolare e consente la realizzazione della camera di spinta a valle della SP 31bis, ove è più semplice approvvigionare le tubazioni DN 2.200 mm.

10.3 Interferenza con il gasdotto Snam

Soluzione 1: realizzazione del manufatto di vaso a ridosso dell'attraversamento Snam (gasdotto DN 400 mm) ubicato a valle della SP 31 bis ed abbassamento significativo del fondo alveo per diminuire (di circa 10-15 cm) il battente idrico a monte del sifone della ferrovia in caso di piena;

Soluzione 2: realizzazione del manufatto di vaso a distanza di sicurezza dall'attraversamento Snam (gasdotto DN 400 mm) ubicato a valle della SP 31 bis ed abbassamento limitato del fondo alveo in modo da mantenere un franco di circa 1,0 m dall'estradosso della tubazione esistente.

In accordo con Snam, si è optato per la soluzione 2 che consente di non dover rifare l'attraversamento Snam, consentendo quindi un notevole risparmio economico (senza compromettere altri aspetti progettuali).

10.4 Sfiatore di emergenza in corrispondenza dei manufatti di interconnessione (nodi idraulici)

Soluzione 1: realizzazione del manufatto di sfioro in corrispondenza dei canali secondari;

Soluzione 2: realizzazione del manufatto di sfioro in corrispondenza del canale principale.

A seguito di modellazione idraulica, si è optato per la soluzione 2, che unitamente all'utilizzo di paratoie tracimabili (che sostanzialmente incrementano la lunghezza della soglia di sfioro), consente, in caso di avaria di una o più paratoie, un innalzamento dei livelli più contenuto ed una migliore dinamica all'interno del corso d'acqua (minori turbolenze).

Le paratoie sui canali secondari sono invece non tracimabili, a tenuta su 4 lati (considerando un battente di un metro sulla testa paratoia).

10.5 Sistema di partizione delle portate (paratoie) in corrispondenza dei manufatti di interconnessione (nodi idraulici)

Soluzione 1: manufatti partitori con paratoie piane;

Soluzione 2: manufatti partitori con paratoie a ventola autolivellanti.

Al fine di ottenere una migliore e più semplice attività gestionale e manutentiva si è optato per la soluzione 1 che presenta anche il vantaggio di un minor costo e di un minor rischio di blocco a causa di ramaglie o detriti che potrebbero incastrarsi nei meccanismi di rotazione.

10.6 Finitura superficiale del canale scolmatore

L'utilizzo del cemento armato è stato previsto solo ove assolutamente necessario (opere puntuali).

Il resto del canale è stato invece previsto in terreno naturale, con inerbimento sulla sponda interna e piantumazione di specie arbustive autoctone: ligustro (*Ligustrum vulgare*), euonimo (*Euonymus europaeus*), rosa selvatica (*Rosa canina*), ramno catartico (*Rhamnus cathartica*), biancospino (*Crataegus monogyna*) e corniolo (*Cornus sanguinea*), sulla scarpata esterna degli argini.

11. VARIAZIONI INTERVENUTE RISPETTO ALLA PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

A seguito della ricezione della nota inviata dal Consorzio Irriguo di Fontanetto Po (via F.lli Negri 29- 13040 Fontanetto Po – VC – coir.fontanetto@tiscali.it) prot. del Comune di Fontanetto Po n. 3783 del 15/11/2018, il Comune ha richiesto ai progettisti di adeguare il progetto annullando le portate rilasciate dal canale scolmatore in progetto all'interno delle rogge Chiusa e Gambalona.

Il progetto è stato pertanto rimodulato nel seguente modo:

Roggia Gambalona: il manufatto di interconnessione con le opere in progetto è stato progettato in modo da *non* prevedere l'immissione di acque del canale scolmatore all'interno della Gambalona. La portata transitante nella Gambalona, se si esclude, nella situazione attuale, il contributo distribuito lungo il corso della roggia a valle del nuovo scolmatore, è compatibile con la capacità di portata all'interno del concentrico di Fontanetto.

Al fine di poter comunque regolare le portate di valle, in caso di carico idraulico eccezionale a monte dello scolmatore, si prevede, in corrispondenza dell'attraversamento del canale in progetto, un sistema di regolazione delle portate che consenta di limitare fisicamente la portata di valle. Tale dispositivo (bocca tarata regolabile) verrà sempre mantenuto alla minima apertura di sicurezza, salvo specifiche temporanee esigenze irrigue.

Roggia Chiusa: la roggia attraversa il nuovo canale scolmatore mediante un sifone al termine del quale è previsto il posizionamento di due paratoie di regolazione della portata. In caso di piena rilevante della Chiusa sarà possibile limitare significativamente (automaticamente o manualmente) l'afflusso verso il concentrico, eventualmente creando un rigurgito (in caso di chiusura tale per cui la portata defluente a valle sia inferiore a quella proveniente da monte) verso monte con innalzamento dei livelli nella roggia, per cui si è reso necessario prevedere l'arginatura, sui due lati, della roggia Chiusa, per una lunghezza pari a circa 510 m; la quota di sommità arginale, nei pressi dell'interconnessione, avrà un franco pari a 70-120 cm rispetto alla quota di sfioro della Chiusa all'interno del canale scolmatore. Al fine di garantire il massimo grado di sicurezza nei confronti della limitrofa linea ferroviaria RFI, l'argine di destra è previsto con quota sommitale da 20 a 50 cm superiore a quella dell'argine in sponda sinistra, in modo che, al limite, la tracimazione avvenga lato campagna (in sinistra) e non lato ferrovia (in destra).

12. ASPETTI LEGATI ALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE E CRONOPROGRAMMA LAVORI

12.1 Viabilità di cantiere

Per la viabilità di cantiere verranno utilizzate le strade interpoderali esistenti, oltre alle piste di cantiere, ai lati del canale scolmatore, per le quali si è prevista una fascia di occupazione temporanea per lavori di larghezza pari a circa 10 m per parte (di cui 4 m per transito e 6 m per deposito terreno di risulta degli scavi da reimpiegare per la realizzazione degli arginelli in progetto in corrispondenza dei quali verranno predisposte le piste alzaie per la manutenzione del canale a fine lavori).

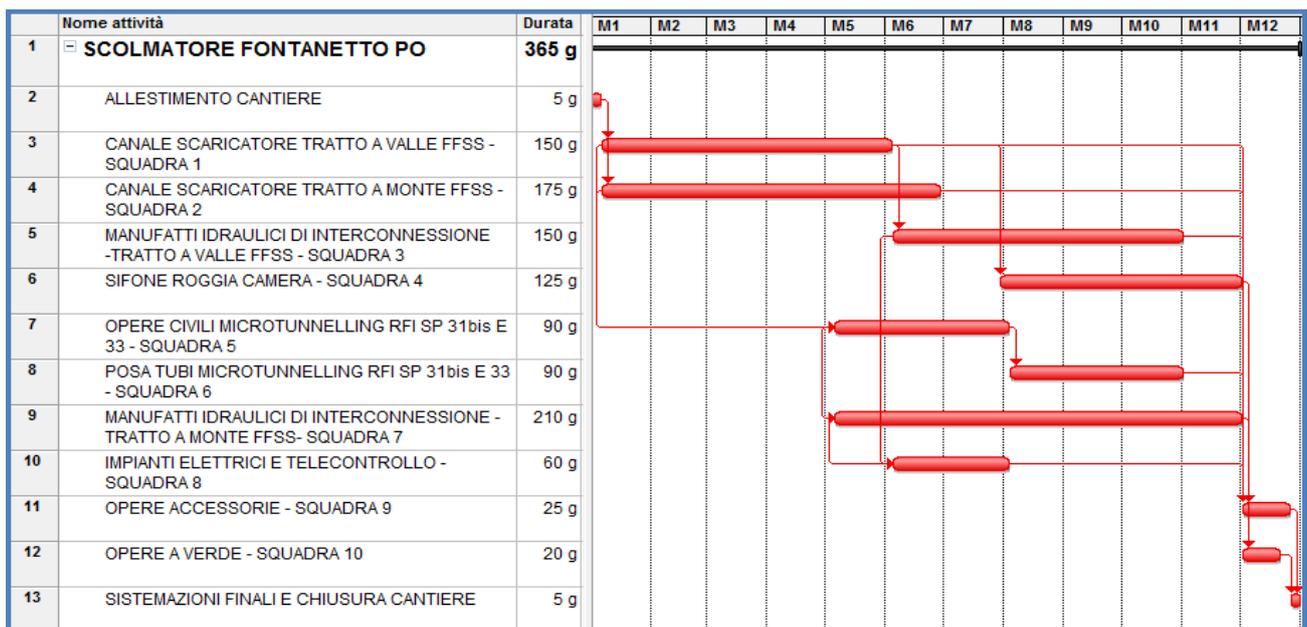


12.2 Tempi di realizzazione delle opere

Relativamente alla durata dei lavori si stima quanto segue (in giorni naturali consecutivi):

- allestimento cantiere: 5 gg;
- realizzazione canale scaricatore – tratto di valle: Squadra 1 150 gg;
- realizzazione canale scaricatore – tratto di monte: Squadra 2 175 gg;
- realizzazione manufatti idraulici di interconnessione di valle: Squadra 3 150 gg;
- realizzazione sifone roggia Camera: Squadra 4 125 gg;
- realizzazione sifone microtunnelling RFI e SP: Squadre 5-6 180 gg;
- realizzazione manufatti idraulici di interconnessione di monte: Squadra 7 210 gg;
- impianti e elettrici e telecontrollo: Squadra 8 60 gg;
- opere accessorie e opere a verde: Squadre 9-10 25 gg.
- sistemazioni finali: 5 gg.

Poiché molte lavorazioni risulteranno sovrapposte come rappresentato nel cronoprogramma seguente, la durata complessiva dei lavori risulterà pari a 365 giorni, corrispondente a 12 mesi di tempo contrattuale.



Tale durata non tiene conto della sospensione lavori nel periodo di irrigazione dei campi coltivati (prevalentemente risaie) nel seguente periodo: 15 aprile – 14 ottobre.

Il tempo complessivo presunto di durata del cantiere è quindi pari a 730 giorni naturali e consecutivi, con la seguente operatività:

- dal 15 ottobre al 14 aprile: cantiere aperto – realizzazione lavori.
- dal 15 aprile al 14 ottobre: cantiere chiuso (lavori sospesi).

Pertanto il tempo utile, a disposizione dell'Appaltatore, per la conclusione dei lavori è pari a 365 giorni naturali e consecutivi, da conteggiarsi nel periodo dal 15 ottobre al 14 aprile.

12.3 Criticità nel concentrico di Fontanetto Po

I canali irrigui che attraversano il concentrico di Fontanetto Po, presentano alcune criticità idrauliche (restringimenti di sezione), che, per la loro risoluzione, richiederebbero un significativo impatto sul territorio (cantiere in ambito urbano, con importanti lavori di demolizione e ricostruzione – si veda immagine seguente).

Al fine di evitare lavori impattanti all'interno del centro abitato, si è previsto, nell'ambito del modello idraulico predisposto, di lasciare defluire a valle dei nodi idraulici di interconnessione tra il canale scolmatore ed i canali irrigui (in particolare roggia Chiusa, rio Carecchio, roggia Gambalona, roggia Fonna e roggia Cerca) solo la portata compatibile con gli attraversamenti esistenti (vedi immagine seguente, punti 1-6).



12.4 Interferenza con la falda idrica superficiale

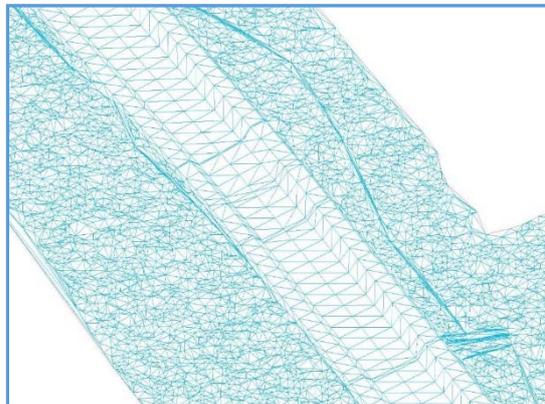
Al fine di non drenare la falda idrica superficiale, non si è variato in modo significativo la livelletta di progetto del fondo del canale scolmatore rispetto alla situazione attuale.

Tale soluzione progettuale ha comportato la necessità di prevedere due importanti opere in sifone (attraversamento ferrovia e roggia Camera) ma ha consentito di non modificare l'assetto di circolazione sotterranea della falda e delle risorgive ed anche di limitare notevolmente il volume degli scavi e conseguentemente del materiale movimentato.

12.5 Bilancio scavi-riporti: gestione delle terre di risulta degli scavi

Per la predisposizione della progettazione è stato effettuato un rilievo topografico molto dettagliato dell'asta del canale, integrato, nelle aree limitrofe al tracciato di progetto, con un rilievo aerofotogrammetrico effettuato con volo a bassa quota di un drone.

Ciò ha consentito di effettuare una progettazione basata sulla predisposizione di un modello tridimensionale del terreno e delle opere in progetto che ha permesso, tramite una serie di iterazioni di calcolo, ciascuna predisposta variando larghezza/altezza del canale e dimensione dei rilevati arginali, di raggiungere il risultato ottimale di riutilizzo completo del materiale scavato all'interno del cantiere stesso.



Non sarà quindi necessario apportare materiale per rilevati da cave di prestito, né trasportare a discarica materiale di risulta degli scavi. L'ottimizzazione ha consentito di portare praticamente a zero il bilancio della movimentazione di materiale.

13. ELENCO PREZZI UNITARI E STIMA DEI COSTI

Per la redazione della stima dei lavori si è utilizzato come base di riferimento il prezzario "Prezzi di riferimento per opere e lavori pubblici nella Regione Piemonte" redatto dal Provveditorato alle Opere Pubbliche per il Piemonte e la Valle D'Aosta. – edizione 2018 (ultima versione in vigore).

Tutti i prezzi riportati sono comprensivi del 24,3% per spese generali ed utili d'impresa.

I prezzi dei materiali si intendono a piè d'opera; salvo diversamente specificato, le lavorazioni si intendono comprensive della manodopera, dei costi della sicurezza generali e di ogni altro onere necessario per realizzare l'opera "a regola d'arte".

14. QUADRO DELL'INCIDENZA DELLA MANODOPERA E CATEGORIE DEI LAVORI

Ai sensi del Decreto Ministeriale 11 dicembre 1978 "Nuove tabelle delle quote di incidenza per le principali categorie di lavori ...", la percentuale della manodopera relativa ai lavori in progetto è pari al 30 % del totale, percentuale determinata come valore medio pesato tra i seguenti:

III. - OPERE IDRAULICHE				b) TRAVERSE, DIFESE, SISTEMAZIONI VARIE			
a) ARGINI, CANALIZZAZIONE, ECC.				Tabella 10			
Elementi di costo più rappresentativi				Tabella 9			
A) Mano d'opera				A) Mano d'opera			
				38%			
B) Materiali:				B) Materiali:			
1) Cemento 425	q	4%		1) Cemento 425	q	6%	
2) Sabbia	mc	3%		2) Pietrisco per calcestruzzo	mc	10%	
3) Pietrisco per calcestruzzo	»	4%		3) Ferro FeB 38K	kg	2%	
4) Legname abete sottomisura	mc	2%		4) Legname abete sottomisura	mc	2%	
5) Pietrame	»	4%	17%	5) Gabbioni	kg	6%	
				6) Pietrame	mc	12%	38%
C) Trasporti:				C) Trasporti:			
6) Autocarro	q/km	10%		7) Autocarro	q/km	10%	
D) Noli:				D) Noli:			
7) Escavatore	ora	25%		8) Escavatore	ora	10%	
8) Bulldozer	»	18%		9) Betoniera	»	4%	14%
9) Rullo vibrante	»	5%					
10) Betoniera	»	5%	53%				
Squadra tipo:				Squadra tipo:			
Operai specializzati			n. 2	Operai specializzati			n. 1
Operai qualificati			n. 4	Operai qualificati			n. 3
Manovali specializzati			n. 6	Manovali specializzati			n. 6
TOTALE				TOTALE			
				100%			

La suddivisione dei lavori (in funzione della tipologia di intervento), è riportata nella tabella seguente:

N°	Descrizione intervento	Importo (€)	%
001	CANALE SCOLMATORE IN TERRENO NATURALE	1'709'672,43	18,384
002	SIFONI E ATTRAVERSAMENTI CIRCOLARI	663'056,19	7,130
003	ATTRAVERSAMENTI STRADE INTERPODERALI	751'215,02	8,078
004	ATTRAVERSAMENTO LINEA FERROVIARIA E STRADE PROVINCIALI	2'503'849,06	26,923
005	ATTRAVERSAMENTO ROGGIA CAMERA	1'086'951,42	11,688
006	OPERE DI REGOLAZIONE IDRAULICA - PARATOIE, SFIORATORI E INVASI	1'515'255,88	16,293
007	IMPIANTO ALIMENTAZIONE ELETTRICA E TELECONTROLLO	900'000,00	9,677
008	ONERI SICUREZZA	170'000,00	1,828
Totale CATEGORIE euro		9'300'000,00	100,000
001	OG 8 - Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	5'896'150,94	63,399
002	OG 4 - Opere d'arte nel sottosuolo (microtunneling)	1'916'352,40	20,606
003	OS 21 - Opere strutturali speciali	587'496,66	6,317
004	OG 10 - Impianti per la trasformazione alta-media tensione	900'000,00	9,677
Totale SUB CATEGORIE euro		9'300'000,00	100,000

Si prevede di predisporre un appalto "a corpo".

15. INDENNIZZI PER ESPROPRIO, SERVITU' ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA DI TERRENI

Per la realizzazione dello scolmatore, sono previsti:

- L'esproprio dei terreni occupati dall'opera (canale e piste alzaie), per una larghezza pari a circa 29 m nei tratti ove la base del canale è pari a 10 m e 35 m dove la base del canale è di 16 m;
- l'occupazione temporanea durante l'esecuzione dei lavori per una fascia di larghezza pari a circa 10 m per parte, ai lati delle piste alzaie.
- la servitù di utilizzo del terreno (passaggio, deflusso acque) in corrispondenza dei canali irrigui secondari che sono stati spostati dalla posizione attuale, parallelamente al canale scolmatore principale (larghezza 4 m).

Per la realizzazione degli argini di rigurgito lungo la Roggia Chiusa:

- L'esproprio dei terreni occupati dall'opera (argini), per una larghezza pari a circa 5-10 m;

- l'occupazione temporanea durante l'esecuzione dei lavori per una fascia di larghezza pari a circa 8 m per parte, ai lati degli argini.

Si quantificano i seguenti indennizzi:

- per esproprio: il valore medio per tipologia di coltura;
- per occupazione temporanea: 1/12 del valore medio per tipologia di coltura;
- per servitù: 1/2 del valore medio per tipologia di coltura.

Gli importi per gli indennizzi di seguito riportati sono valutati in base ai valori agricoli medi riportati nel Comunicato del Settore Attività negoziale e contrattuale – Espropri – Usi civici Art. 2 della legge regionale 18 febbraio 2002, n. 5. Tabelle dei valori agricoli medi dei terreni approvati dalla Commissione Provinciale Espropri di Vercelli, annualità 2015 (ultima versione in vigore).

Il Comune di Fontanetto Po appartiene alla Regione Agraria n. 6.

Provincia di Vercelli: Commissione espropri (ai sensi del T.U. espropri – DPR n. 327/01 e succ. D. Lgs. n. 302/02) – Valori Agricoli Medi ad ettaro (euro/Ha).

REGIONE AGRARIA N°: 6 REGIONE AGRARIA 6 - PIANURA DEL CANALE CAVOUR Comuni di: BIANZE, CIGLIANO, CRESCENTINO, FONTANETTO PO, LAMPORO, LIVORNO FERRARIS, MONCRIVELLO, PALAZZOLO VERCELLESE, SALUGGIA, TRICERRO, TRINO VERCELLESE				
COLTURA	Valore Agricolo (Euro/Ha)	Sup. > 5%	Coltura più redditizia	Informazioni aggiuntive
BOSCO CEDUO	6391,00			
BOSCO D'ALTO FUSTO	7064,00			
BOSCO MISTO	6728,00			
FRUTTETO	18542,00			
INCOLTO PRODUTTIVO	3364,00			
ORTO	27911,00			
ORTO IRRIGUO	38399,00			
PASCOLO	4038,00			
PESCHETO	33905,00			
PIOPPETO	14464,00			
PRATO	14461,00			
PRATO IRRIGUO	25216,00			
PRATO IRRIGUO ARBORATO	25216,00			
PRATO MARCITO	25216,00			
	Valore Agricolo (Euro/Ha)	Sup. > 5%	Coltura più redditizia	Informazioni aggiuntive
RISAIA STABILE	27808,00			
SEMINATIVO	15944,00			
SEMINATIVO ARBORATO	16315,00			
SEMINATIVO IRRIGUO	28178,00	SI	SI	
SEMINATIVO IRRIGUO ARBORATO	28178,00			
VIGNETO	14690,00			

Secondo normativa vigente, i valori offerti possono essere incrementati in casi particolari (accordo bonario, coltivatori diretti, ecc).

16. RESPONSABILITA' IN AMBITO ARCHEOLOGICO

L'Impresa Appaltatrice, in caso di affioramenti di manufatti antichi, anche dubbi, ai sensi dell'art. 90 del D. Lgs. 42/2004 e s.m.i., dovrà immediatamente avvisare la Direzione Lavori, la quale ne darà comunicazione, entro 24 ore, a:

- Soprintendenza Archeologica
- Sindaco del Comune
- RUP

In caso di impossibilità della DL di avvisare gli Enti preposti, provvederà alle comunicazioni formali direttamente l'Impresa Appaltatrice.

I lavori, nel tratto oggetto di ritrovamento, dovranno essere immediatamente sospesi.

Si riporta nel seguito il riferimento legislativo di interesse:

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137"

Art. 90. Scoperte fortuite

1. Chi scopre fortuitamente cose immobili o mobili indicate nell'articolo 10 ne fa denuncia entro ventiquattro ore al soprintendente o al sindaco ovvero all'autorità di pubblica sicurezza e provvede alla conservazione temporanea di esse, lasciandole nelle condizioni e nel luogo in cui sono state rinvenute. Della scoperta fortuita sono informati, a cura del soprintendente, anche i carabinieri preposti alla tutela del patrimonio culturale.

2. Ove si tratti di cose mobili delle quali non si possa altrimenti assicurare la custodia, lo scopritore ha facoltà di rimuoverle per meglio garantirne la sicurezza e la conservazione sino alla visita dell'autorità competente e, ove occorra, di chiedere l'ausilio della forza pubblica.

3. Agli obblighi di conservazione e custodia previsti nei commi 1 e 2 è soggetto ogni detentore di cose scoperte fortuitamente.

4. Le spese sostenute per la custodia e rimozione sono rimborsate dal Ministero.

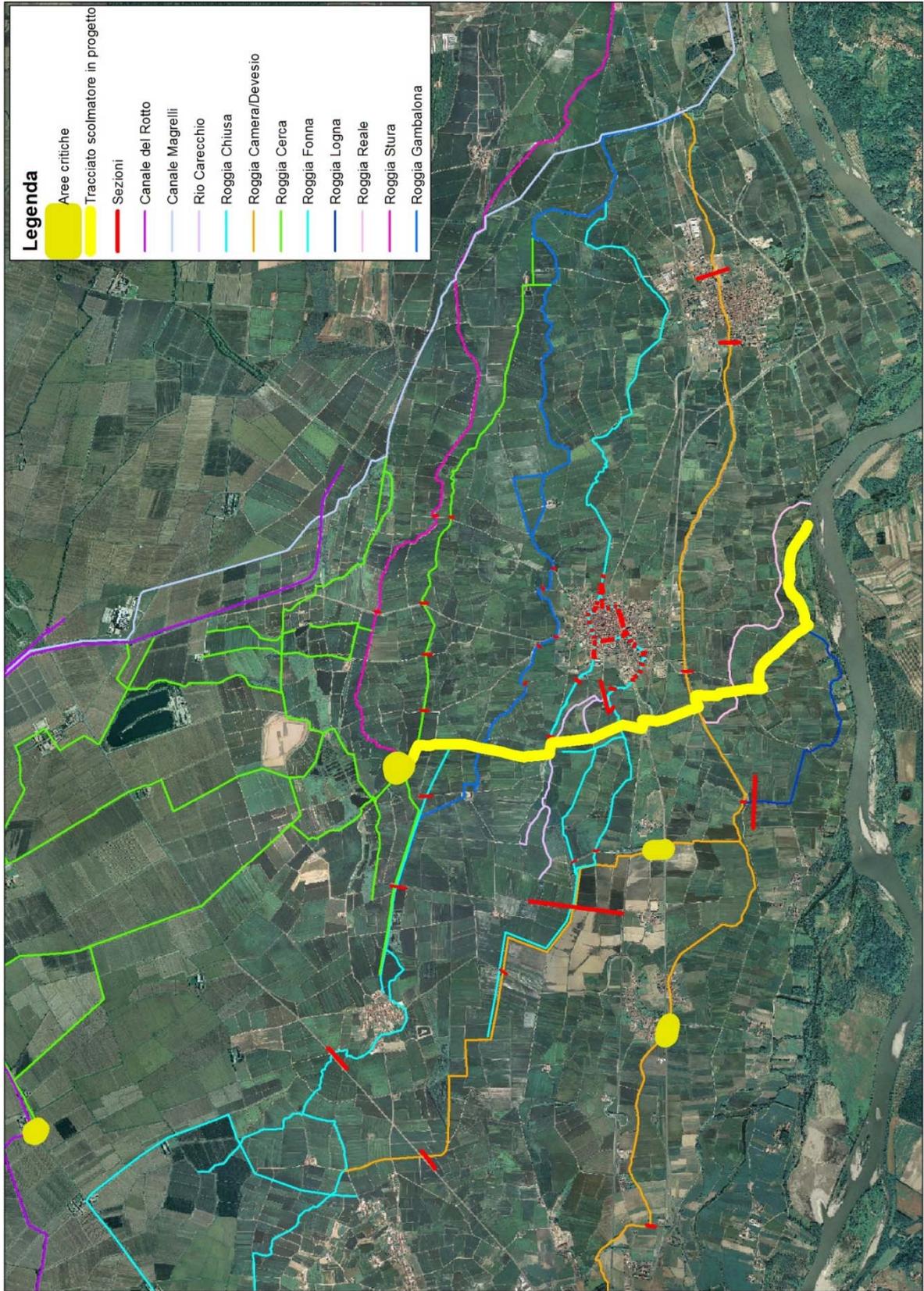
17. AUTORIZZAZIONI, PARERI, NULLAOSTA

Si riporta, nel seguito, l'elenco di autorizzazioni, pareri, nulla osta che dovranno essere richiesti dalla Committenza:

- Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale - Regione Piemonte - DIREZIONE AMBIENTE -Settore Valutazione Impatto Ambientale;
- Valutazione di incidenza (D.P.G.R. 16R/2001) - Parco fluviale Po e Orba (interferenza con ZPS in sponda sinistra del Po);
- Consorzio irriguo Fontanetto Po;
- Mutamento di destinazione d'uso per terreni gravati da uso civico (Comune di Fontanetto Po e/o Servizio Espropri della Provincia di Vercelli – solo nel caso in cui alcuni terreni interessati dalle opere in progetto fossero gravati da uso civico);

- Permesso di costruire (D.P.R. 380/2001 e s.m.i.), autorizzazione paesaggistica (D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.) variante urbanistica (L.R. 56/1977 e s.m.i.), nullaosta per compatibilità con la zonizzazione acustica (L. 447/1995 - Comune di Fontanetto Po);
- Autorizzazione in linea idraulica (R.D. n. 523 del 25/07/1904): AIPO, Regione Piemonte Settore Tecnico Regionale - Biella e Vercelli;
- Concessione demaniale (D.P.G.R. 06/12/2004 n. 14/R) - Regione Piemonte Settore Tecnico Regionale - Biella e Vercelli;
- Autorizzazione ad eseguire lavori in aree soggette a vincolo paesaggistico (D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.) - Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli (con sede in Torino);
- Nullaosta su vincolo archeologico - Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli (con sede in Torino);
- RFI per interferenza con la linea ferroviaria Chivasso-Casale;
- SNAM per interferenza con gasdotto tra la SP 31 bis e la roggia Camera;
- ENI per interferenza con oleodotti nel tratto a valle della roggia Reale;
- Consorzio irriguo Ovest Sesia per interferenza con la roggia Camera;
- nullaosta per interferenza con SP 31 bis e SP 33 (D.Lgs. 285/1992, D.P.R. 495/1992) Provincia di Vercelli – settore viabilità;
- nullaosta per la costruzione o spostamento di condutture di energia elettrica interrate (D. Lgs. 259/2003, art. 95) -Ministero dello sviluppo economico (Dip. Comunicazioni – Ispettorato Territoriale Piemonte e Valle d'Aosta).

ALLEGATO 1 – Aree interessate dalla campagna di rilievi topografici



ALLEGATO 2 - Monografie caposaldi topografici di riferimento



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0780

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 11' 29.3207"	8° 10' 41.8948"	189.36	Rif. a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	435453.873	5004549.913		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q slm ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Itageo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q slm	1435480.516	5004568.681	144.76	
Coordinate locali	X / Y / Z				
Comune	Fontanetto Po	Località			
Descrizione	borchia su spartitraffico EST di rotonda su Strada Statale 31 Bis e Corso Massimo Montano				
Ubicazione	Strada Statale 31 Bis - Corso Massimo Montano				

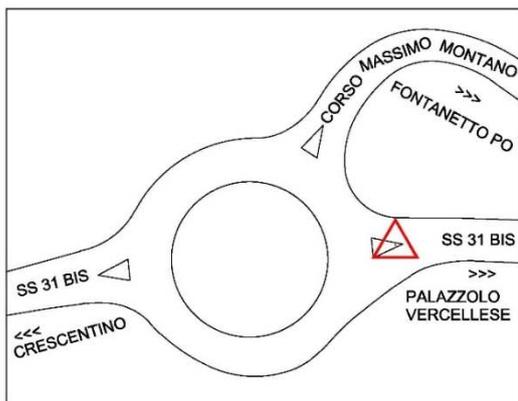
FOTO GENERALE



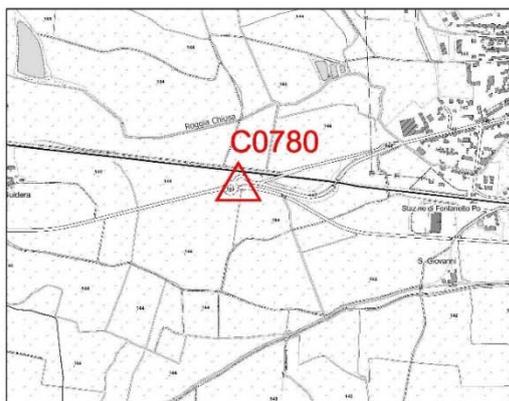
FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0781

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 10' 56.5871"	8° 11' 02.9173"	186.94	Rif a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	435902.381	5003535.149		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q sim ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Italgeo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q sim	1435929.036	5003553.912	142.44	
Coordinate locali	X / Y / Z				
Comune	Fontanetto Po	Località			
Descrizione	Imboccare Strada Comunale di Gabiano e proseguire per circa 970 mt. Borchia su manufatto a destra				
Ubicazione	Strada Comunale di Gabiano				

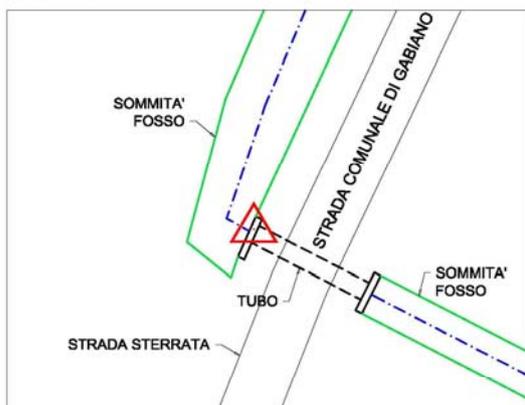
FOTO GENERALE



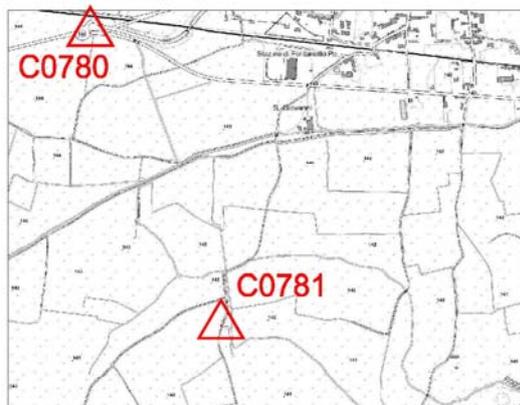
FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0782

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 10' 46.0110"	8° 12' 25.6166"	184.09	Rif a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	437703.971	5003190.812		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q sim ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Italgeo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q sim	1437730.633	5003209.575	139.78	
Coordinate locali	X / Y / Z				
Comune	Palazzolo Vercellese		Località		
Descrizione	dall'incrocio SS 31 Bis/Via Melchiorre De Andreis imboccare strada sterrata in direzione OVEST e proseguire per circa 1300 mt. Borchia a sinistra su manufatto				
Ubicazione	Ciclostrada Torino-Venezia Vento				

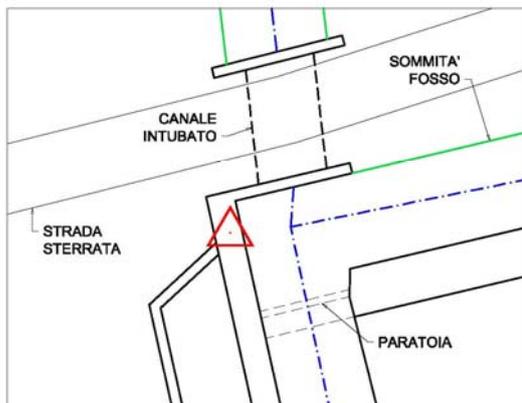
FOTO GENERALE



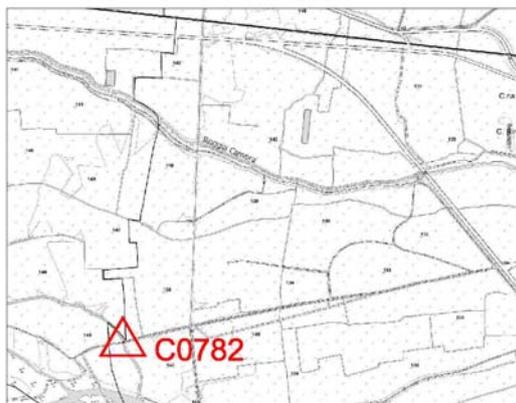
FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0783

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 11' 39.8347"	8° 12' 00.2462"	185.93	Rif a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	437166.721	5004857.195		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q sim ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Italgeo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q slm	1437193.364	5004875.965	141.50	
Coordinate locali	X / Y / Z				
Comune	Fontanetto Po	Località			
Descrizione	uscendo dall'abitato proseguire su SP 33 per circa 300 mt. Borchia a sinistra su manufatto				
Ubicazione	Strada Provinciale 33				

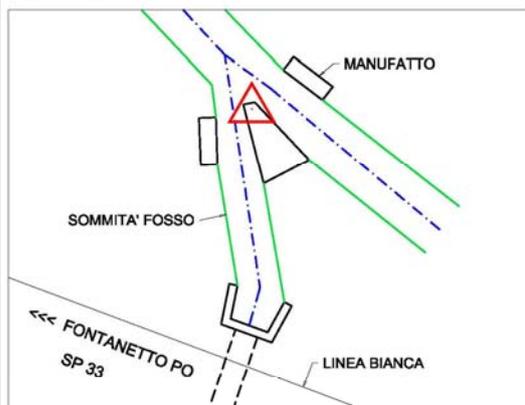
FOTO GENERALE



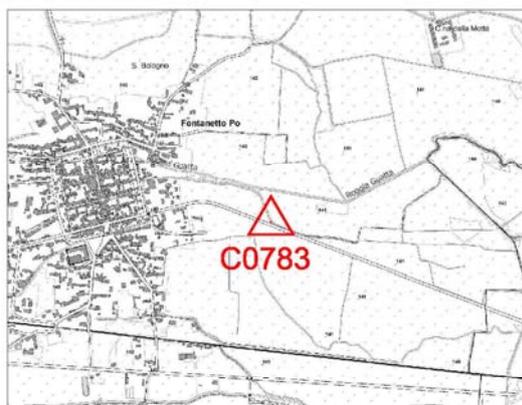
FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0784

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 12' 00.1153"	8° 10' 43.2948"	189.74	Rif a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	435494.087	5005499.881		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q sim ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Itaigeo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q sim	1435520.720	5005518.655	145.10	
Coordinate locali	X / Y / Z				

Comune	Fontanetto Po	Località	
Descrizione	Imboccare Via San Genuario e proseguire per circa 970 mt. Borchia su soletta ponticello		
Ubicazione	proseguimento di Via San Genuario		

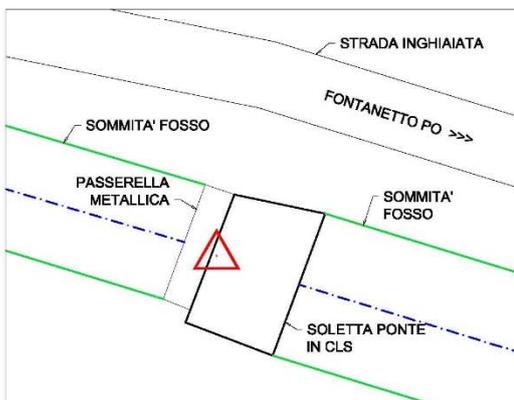
FOTO GENERALE



FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO



STUDIO TOPOGRAFICO
ROASIO geom PIERCARLO Saluzzo

Caposaldo n.ro
C0785

20152

MONOGRAFIA CAPOSALDO PLANO-ALTIMETRICO

Coordinate WGS84 (ETRF 2000)	Long/Lat/Q ell	45° 12' 48,4179"	8° 10' 24,9203"	190.32	Rif. a Rete Stazioni Fisse GNSS Regione Piemonte/Lombardia
	UTM 32 Est/Nord	435108.472	5006994.527		
Coordinate Gauss-Boaga	Long/Lat/Q ell				Coordinate Gauss-Boaga e Q slm ottenute da Grigliato IGM (per le quote mod Italgeo 2005)
	F.O. Est /Nord /Q slm	1435135.088	5007013.310	145.56	
Coordinate locali	X / Y / Z				
Comune	Fontanetto Po	Località			
Descrizione	imboccare Strada Vicinale del Lisello e proseguire per circa 2 km. Borchia su manufatto a destra.				
Ubicazione	Strada Vicinale del Lisello				

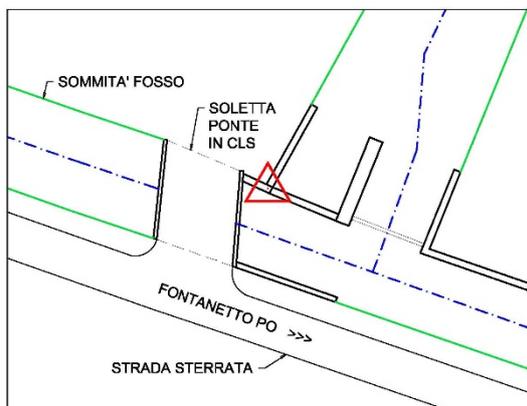
FOTO GENERALE



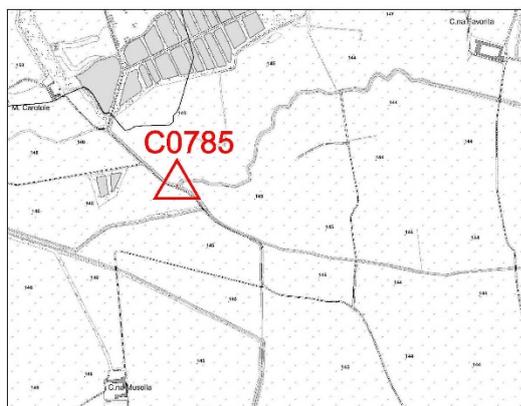
FOTO PARTICOLARE



SCHIZZO



CARTOGRAFIA



Data Rilievo	Ditta Incaricata	Il Topografo
07/11/2016	STUDIO TOPOGRAFICO ROASIO GEOM. PIERCARLO SALUZZO CN	ROASIO