

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 1 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

PROGETTO

RIFACIMENTO METANODOTTO LIVORNO – PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75bar e opere connesse

Attraversamento in subalveo

FOSSO ACQUA CALDA

(km: 60,910)

STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

0	Emissione	Vitelli	Caccavo	Santi	Gen. 2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 2 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

INDICE

1	GENERALITÀ	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME	8
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
3.2	Descrizione dell'area di attraversamento	9
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	12
4.1	Generalità	12
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	12
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	12
4.4	Studio Comune di Castagneto – Descrizione sintetica	14
4.4.1	<i>Premessa</i>	14
4.4.2	<i>Analisi idrologiche - Cenni</i>	14
4.4.3	<i>Simulazioni idrauliche - Cenni</i>	15
4.5	Studio Com. di Castagneto – Modellazione idrologica F. Acqua Calda	17
4.5.1	<i>Sottobacini e parametri idrologici</i>	17
4.5.2	<i>Risultati della modellazione</i>	18
5	VALUTAZIONI IDRAULICHE	20
5.1	Premessa	20
5.2	Considerazioni specifiche	20
5.3	Studio Comune di Castagneto – descrizione delle modellazioni idrauliche	20
5.4	Selezione dei risultati di interesse	21
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	28
6.1	Generalità	28
6.2	Criteri di calcolo	29
6.3	Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi	31
6.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	31
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	32
7.1	Premessa	32
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	32
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	34
8	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	35

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 3 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

8.1	Quadro normativo generale	35
8.1.1	<u>Direttiva 2007/60/CE (Floods Directive - FD)</u>	35
8.1.2	<u>D.Lgs. 49/2010</u>	35
8.1.3	<u>Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)</u>	36
8.2	Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame	38
8.2.1	<u>Premessa</u>	38
8.2.2	<u>PGRA del Distretto Appennino Settentrionale</u>	38
8.2.3	<u>L.R. n. 41/2018</u>	40
8.3	Interferenze con PGRA nell'ambito di attraversamento del corso d'acqua	41
8.4	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	42
8.4.1	<u>Considerazioni di carattere generale</u>	42
8.4.2	<u>Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo</u>	42
8.5	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	44
9	CONCLUSIONI	45

ANNESSO:

- **Disegno di Attraversamento (cfr. par.1.3)**

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 4 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto generale denominato "Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75bar e opere connesse", intende realizzare un metanodotto caratterizzato da una lunghezza complessiva di circa 84km, che si sviluppa dal comune di Collesalveti al comune di Piombino (interessando i territori delle province di Livorno e di Pisa), in sostanziale parallelismo al metanodotto "Livorno - Piombino" DN 400 (16") in esercizio.

Il suddetto tracciato del metanodotto in progetto (DN 750) interseca l'alveo del fosso ACQUA CALDA nel territorio comunale di Castagneto Carducci (LI), in prossimità dell'Azienda agricola Paradiso.

In corrispondenza del sopracitato ambito di attraversamento del corso d'acqua, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite a pericolosità da alluvioni fluviali, ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è quello di analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree a pericolosità idraulica.

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Le scelte sono state effettuate in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico, idrologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione del contesto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

In tal senso le valutazioni specifiche di cui al presente elaborato sono state condotte in riferimento alle fasi di studio qui di seguito sinteticamente descritte:

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva, alla geometria della condotta in subalveo ed alle eventuali opere di presidio idraulico;

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 5 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

- Valutazioni sulle condizioni di compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento alle misure di salvaguardia stabilite nella Disciplina di Piano del PGRA ed in considerazione della regolamentazione di normativa per gli interventi ricadenti in ambiti censiti a pericolosità da alluvione fluviale.

1.3 Disegno di Attraversamento

Il progetto dell'attraversamento del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- **AT-7E-01511**
"Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino", DN750 (30");
 Attraversamento Fosso Acqua Calda

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto sopra citato.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 6 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento dell'alveo del fosso Acqua Calda da parte del metanodotto in progetto "Rifacimento Met. Livorno – Piombino, DN750" ricade nel territorio comunale di Castagneto Carducci (LI), in prossimità dell'Azienda agricola Paradiso.

Dal punto di vista idrografico, l'ambito di attraversamento ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1.8km a monte dalla foce in mare.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto (DN750) è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in esercizio sulla medesima direttrice (DN400) è indicato tramite una linea in verde e l'area di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto (DN750) è indicata mediante un cerchio in colore blu.

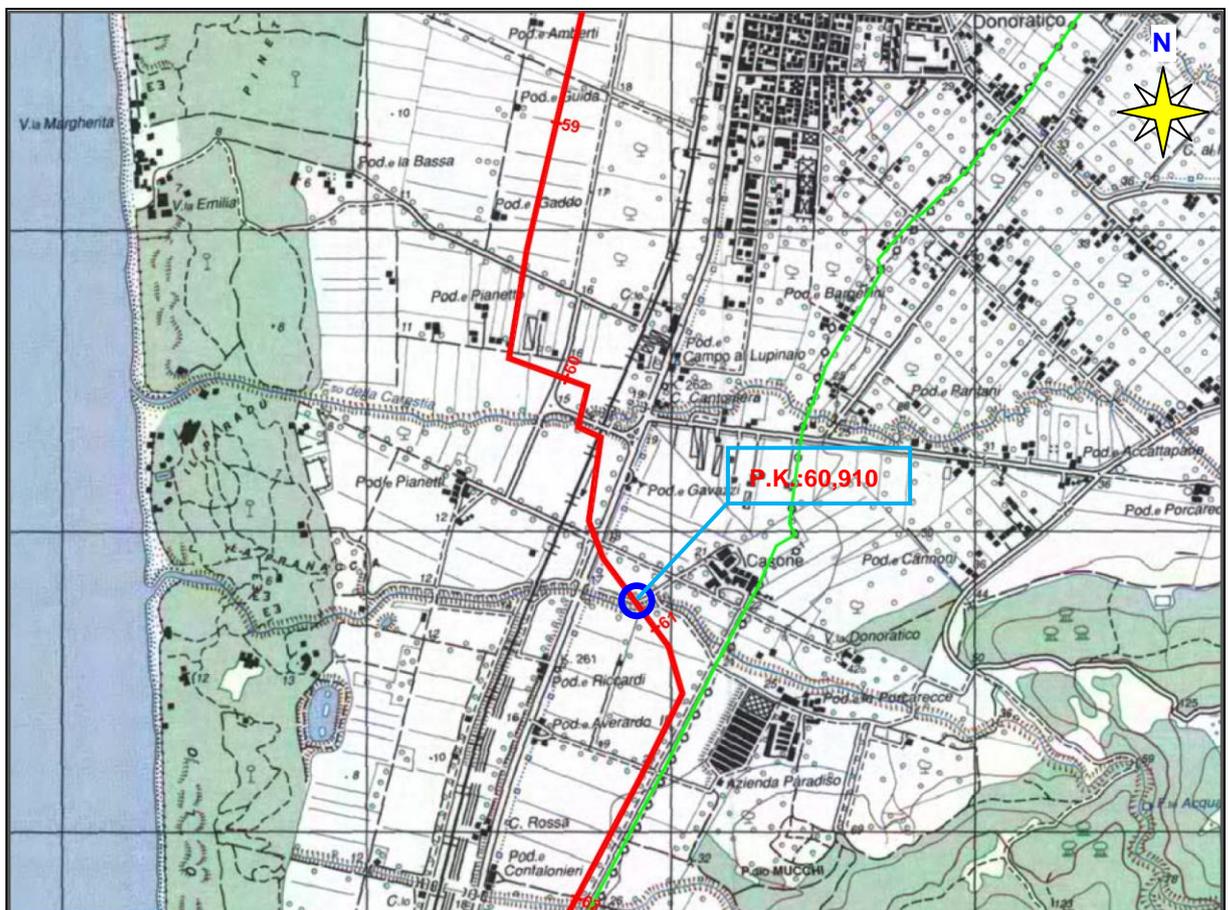


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

Le coordinate piane dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

Tab.2.1/A: Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane (EPSG: 3003): Est /Nord	1626850 m E	4778550 m N

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 7 di 45

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (dalle CTR in scala 1:10.000), nel quale sono riportate le medesime informazioni di cui allo stralcio precedente.

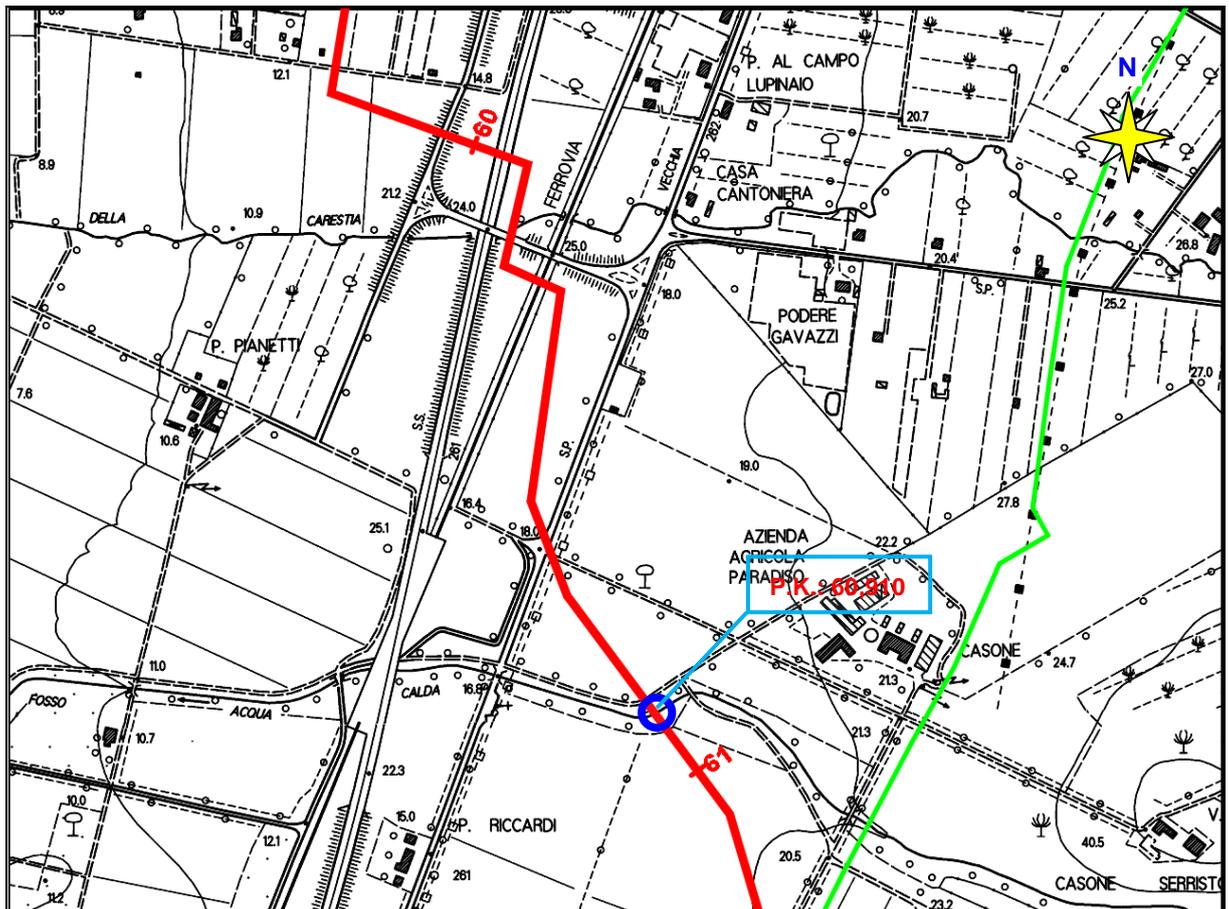


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'ambito di attraversamento del corso d'acqua da parte del tracciato del metanodotto in progetto (DN750) è ubicato circa 350m a valle nei confronti dell'attraversamento del metanodotto in esercizio (DN400).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 8 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME

3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua

Il fosso Acqua Calda è un piccolo corso d'acqua ricadente nell'UoM Toscana Costa del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un bacino complessivo di superficie di circa 7.4 km² (di cui quasi il 50% di pertinenza del fosso casa Rossa che si immette nei pressi della foce), ricadente integralmente nel territorio di Castagneto Carducci (LI).

Il fosso Acqua Calda si origina in prossimità delle pendici settentrionali di Poggio Grotte Casale e dopo un percorso in direzione Nord di poco più di un km all'interno di una stretta vallecchia, raccoglie le acque della fonte "Acqua Calda" (da cui prende il nome) e dopo un breve percorso in aree collinari, sbocca in pianura poco a monte dell'azienda Paradiso. Da qui il fosso si sviluppa in direzione Ovest; a circa 700m dalla foce riceve il contributo da sinistra del fosso Casa rossa, per poi sfociare in mare in località "Pruniccia".

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color arancione), su una base cartografica estrapolata dalle tavolette IGM, con indicazione dell'asta del corso d'acqua e del reticolo idrografico significativo (in blu), e del reticolo minore (in celeste). Nella stessa figura è anche indicato, mediante un cerchio in rosso, l'ambito d'interferenza in esame tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) e l'alveo del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 9 di 45
				Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

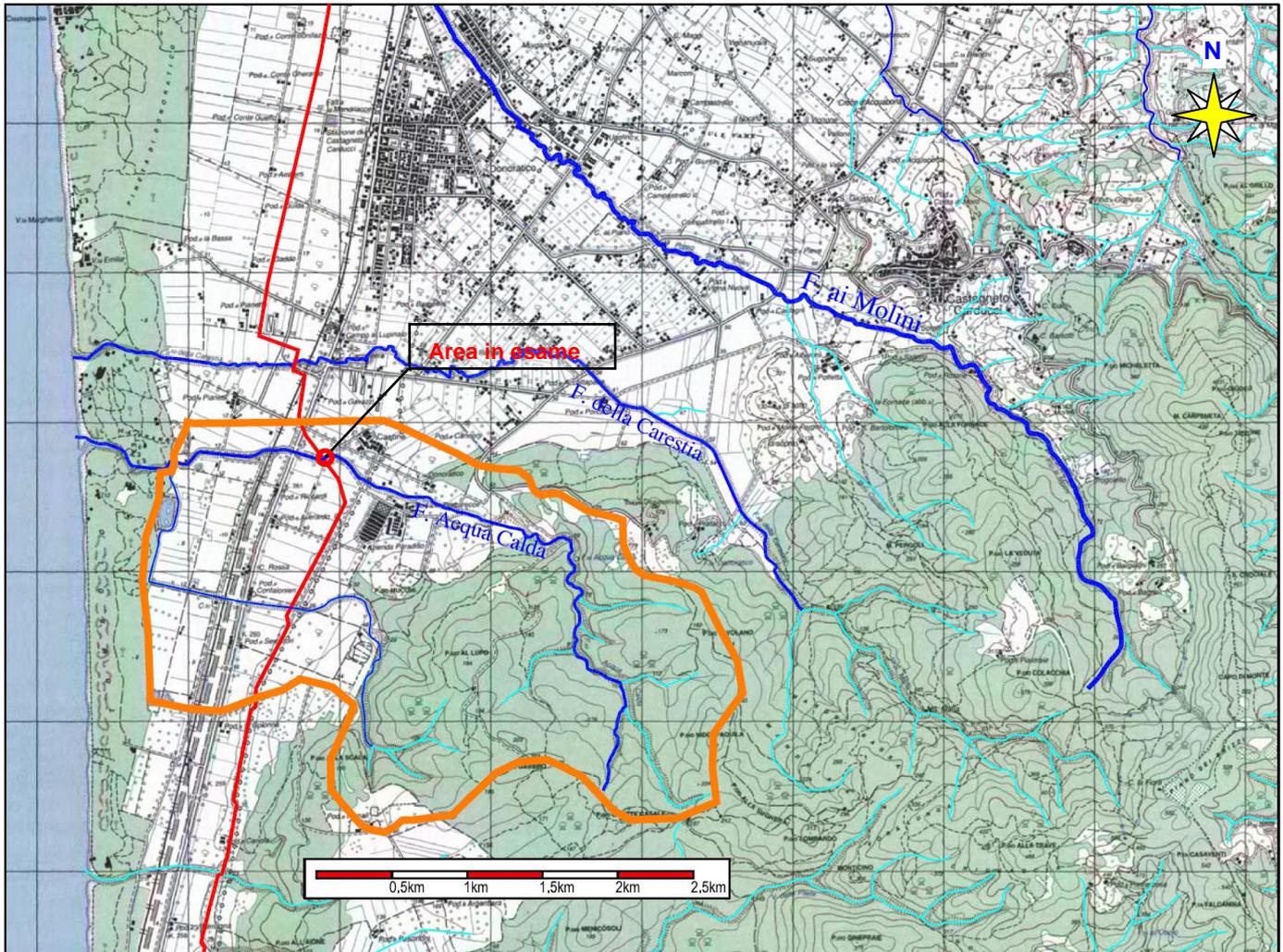


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

Dall'esame della figura precedente si rileva che l'attraversamento del metanodotto in progetto ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1.8km a monte della foce in mare.

3.2 Descrizione dell'area di attraversamento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade basso dello sviluppo del corso d'acqua, in prossimità dell'Azienda agricola Paradiso.

In corrispondenza dell'area di attraversamento, il corso d'acqua assume un andamento longitudinale sub-rettilineo a tratti. La sezione d'alveo si presenta relativamente ampio e basso e con dimensioni sostanzialmente modeste. Il fondo alveo presenta una larghezza di circa 2.5m; con sponde, poco acclivi, che si elevano di circa 1.5m. Sia le sponde che il fondo dell'alveo sono coperte da una cotica erbosa; inoltre, nel lato in destra idrografica si rileva la presenza di un folto canneto.

Non sono stati riscontrati fenomeni erosivi significativi in alveo (sia a carico del fondo, che delle sponde).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 10 di 45

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (DN750) e l'alveo del corso d'acqua, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore celeste.

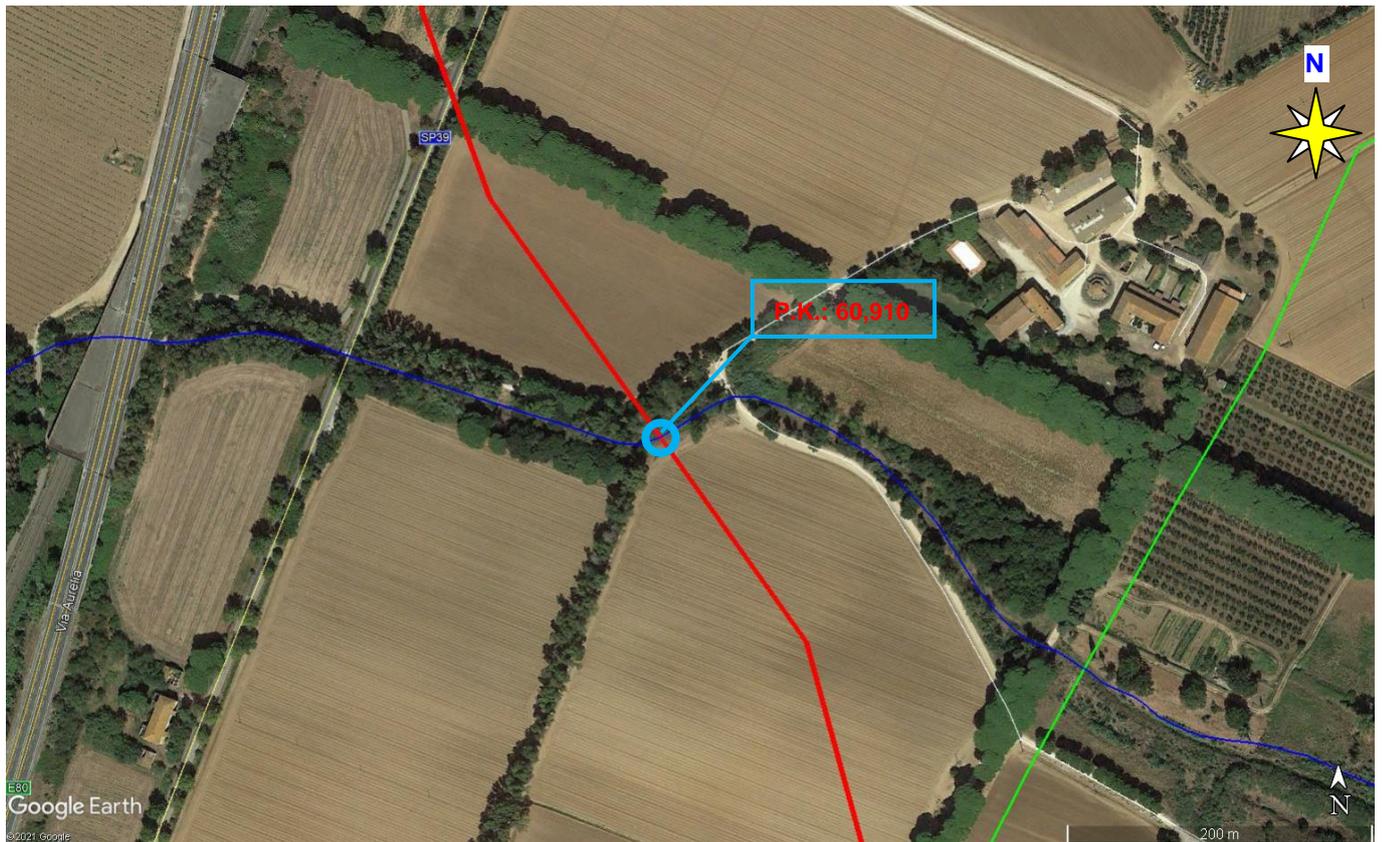


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (scattata dalla sponda in sinistra idrografica), con indicazione del tracciato di linea in progetto.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA	REL-CI-E-00421	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 11 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421



Fig.3.2/B: Foto ambito d'attraversamento

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 12 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.

I risultati di tale studio nello specifico costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno analizzate le condizioni di deflusso del corso d'acqua ed individuati i valori di copertura della linea in progetto, per la sua posa in sicurezza.

La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.

In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).

In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.

Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Per le valutazioni idrologiche nell'ambito specifico in esame, ci si riferisce esplicitamente ai risultati degli "studi ufficiali" condotti lungo l'asta fluviale del corso d'acqua e con particolare riferimento allo studio idrologico ed idraulico redatto a supporto del Piano Operativo e alla Variante al Piano Strutturale del Comune di Castagneto Carducci. Detto studio ha ottenuto l'esito positivo nei controlli da parte degli enti competenti.

In tal senso, nel seguito, si provvederà a riportare dei cenni sulle metodologie di elaborazione impiegate nello studio. Quindi si procederà a selezionare i risultati di interesse per le finalità dello specifico elaborato.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, che ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1.8km a monte della foce in mare.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (in color magenta) e con indicazione del reticolo idrografico. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA	REL-CI-E-00421	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 13 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

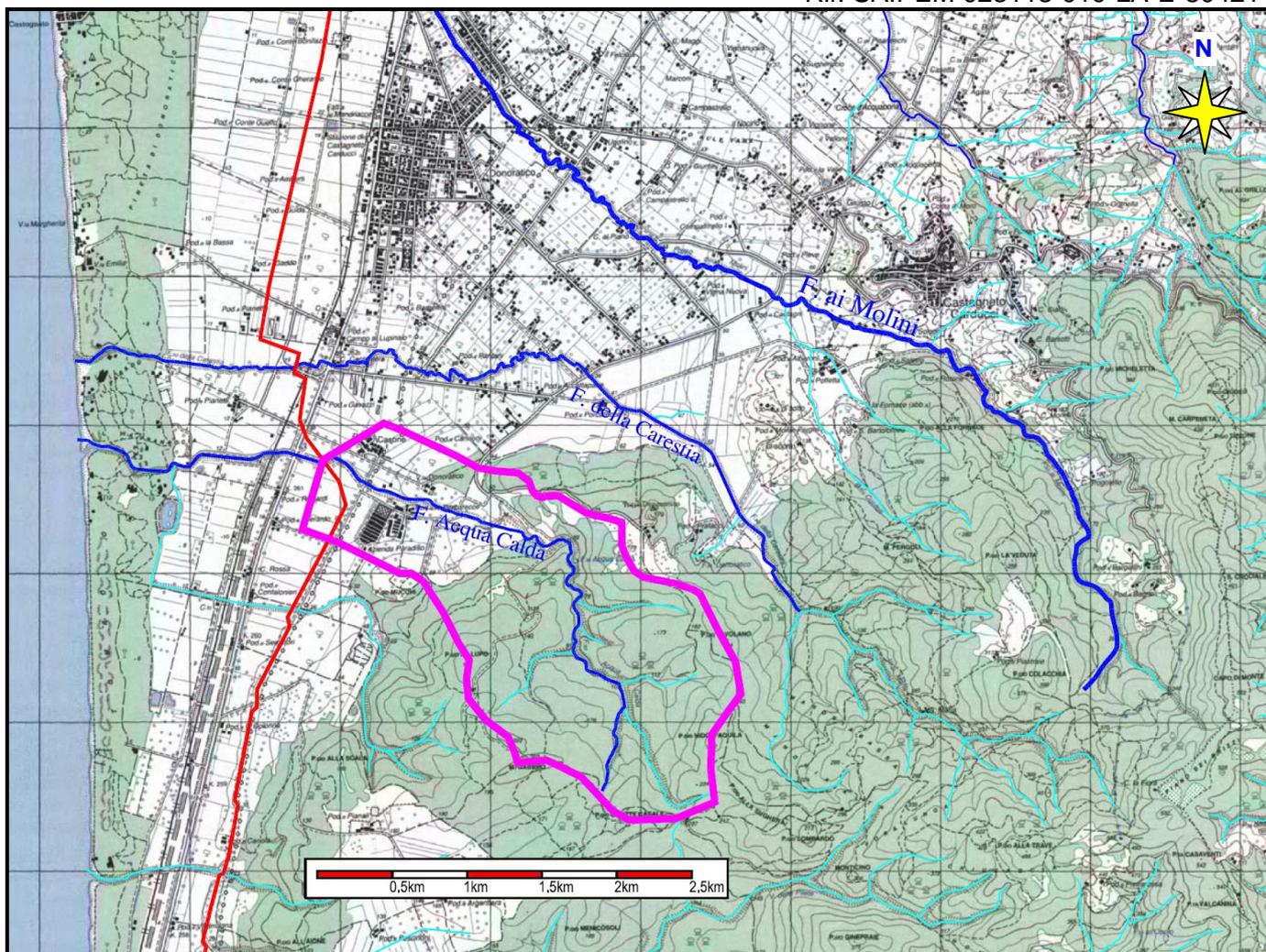


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua	Sez. di studio	Superficie Bacino (kmq)	Lunghezza asta principale (km)	Altitudine max del Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fosso Acqua Calda	Sez. Attrav.	3.7	3.9	232	13

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 14 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

4.4 Studio Comune di Castagneto – Descrizione sintetica

4.4.1 Premessa

Lo studio idrologico ed idraulico è stato redatto da un Raggruppamento Temporaneo di professionisti (formato da MATE Soc. Coop., Dream Italia Soc. Coop. e Arch. Parlanti), su incarico del Comune di Castagneto Carducci, con lo scopo di costituire un elaborato specialistico a supporto del Piano Operativo e alla Variante al Piano Strutturale.

Lo studio ha la finalità di definire le classi di pericolosità idraulica delle zone di interesse urbanistico del Comune di Castagneto Carducci ed ha analizzato i seguenti corsi d'acqua, da nord a sud:

- Fosso Bolgheri;
- Fosso ai Molini;
- Fosso della Carestia;
- Fosso dell'Acquacalda;

In aggiunta per quanto riguarda il Fosso Camilla e il Fosso Cipressini, localizzati rispettivamente ai confini con i Comuni di Bibbona e di San Vincenzo, sono stati recepiti i risultati di altri studi specialistici redatti a supporto degli strumenti urbanistici dei comuni confinanti interessati.

4.4.2 Analisi idrologiche - Cenni

La modellazione idrologica ha previsto una schematizzazione della trasformazione degli afflussi in deflussi superficiali con il metodo del Curve Number. L'analisi idrologica è stata implementata tramite il software HEC-HMS, ed è stata svolta con riferimento agli eventi di piena caratterizzati da tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Pluviometria

L'analisi idrologica è stata condotta tenendo conto delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) aggiornate nel 2012, dall'Università di Firenze (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale) nell'ambito dell'accordo di collaborazione con la Regione Toscana di cui alla DGRT 1133/2012. I parametri delle LSPP aggiornate sono disponibili e consultabili al link <http://www.sir.toscana.it/lssp-2012>. Le curve di possibilità pluviometrica definiscono i parametri dell'espressione monomia per l'altezza di precipitazione:

$$h = a t^n$$

dove h è l'altezza di precipitazione espressa in mm, t è la durata di pioggia ed a e n sono i parametri caratteristici delle curve. Per l'area in esame si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di Castagneto Carducci (TOS11000069), che per vicinanza è la più significativa. I parametri della curva sono riportati nella tabella sottostante:

Tab.4.4/C: Parametri della curva di possibilità pluviometrica

Stazione di Castagneto Carducci	a	n
Tr = 200 anni	84.4175	0.347420
Tr = 30 anni	60.6907	0.283954

L'andamento temporale dell'evento pluviometrico è stato schematizzato ricorrendo ad uno ietogramma sintetico, che pur non rappresentando il reale andamento dell'evento di pioggia, introduce, nelle procedure di trasformazione afflussi-deflussi, una variabilità temporale della pioggia in grado di produrre risultati tali da ritenersi cautelativi. Per lo studio in questione, tra gli ietogrammi noti in letteratura, dopo confronto tecnico con gli

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 15 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

uffici del Genio Civile di Pisa e Livorno, si è deciso di utilizzare quello di tipo triangolare, con picco di scroscio a 0.5 volte la durata dell'evento.

Perdite idrologiche: metodo CN

Per la determinazione dei deflussi netti corrispondente allo scorrimento superficiale dei bacini si è utilizzato il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service.

Il metodo si basa sul concetto che il flusso superficiale è nullo fino al raggiungimento di un valore di soglia di infiltrazione iniziale I_a , da letteratura tecnica legata alla capacità di ritenzione potenziale S dalla relazione:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

dove S è definita dall'espressione:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) [mm]$$

Il parametro adimensionale Runoff Curve Number può variare tra 0 e 100 ed è determinabile mediante apposite tabelle, in funzione della natura del terreno, dal tipo di copertura vegetale, della tessitura del terreno, dell'uso del suolo e del grado di saturazione.

Si è fatto quindi riferimento al gruppo idrologico USDA (A: suoli con deflusso superficiale basso, B: suoli con deflusso superficiale moderatamente basso, C: suoli con deflusso superficiale moderatamente alto, D: suoli con deflusso superficiale alto) grazie alla cartografia resa disponibile dal Geoscopio della Regione Toscana.

È stato poi analizzato l'uso del suolo sulla cartografia della Regione Toscana che riporta i valori del codice Corine Land cover, con riferimento alla carta di uso del suolo riferita al 2013.

Trasformazione afflussi - deflussi

Si è optato l'utilizzo dell'idrogramma unitario del SCS.

La valutazione del tempo di corrivazione è stata effettuata mediando i valori che si ottengono da molteplici formulazioni impiegate in letteratura: Ventura, Kirpich, Pasini, Pezzoli e Ferro.

4.4.3 Simulazioni idrauliche - Cenni

Le verifiche idrauliche sono state realizzate con un modello accoppiato di tipo monodimensionale all'interno del canale e puramente bidimensionale per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna, implementato con il software HEC RAS 5.0.3, che è un modello fisicamente basato in grado di conservare e distribuire i volumi d'acqua in base all'effettiva morfologia e topografia del territorio analizzato.

Lo schema di moto all'interno del canale è di tipo unidimensionale non stazionario (moto vario), risolto mediante integrazione numerica delle equazioni di De Saint Venant; le arginature od i cigli di sponda sono rappresentati mediante sfioratori longitudinali (Lateral Structures) che, nell'evenienza in cui il livello liquido raggiunga la sommità arginale, trasferiscono il volume esondato sul territorio, per la sua propagazione con schema di moto bidimensionale, che è risolto mediante l'integrazione numerica delle equazioni del moto, espressa come equazione dell'onda dinamica completa, e di conservazione del volume.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 16 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Caratteristiche geometriche del modello

Le sezioni trasversali significative dei corsi d'acqua, così come la geometria dei manufatti di attraversamento e di sponda, sono state ricavate da accurata campagna topografica in sito, mediante rilevazione con GPS e correzione differenziale RTK. Il modello tridimensionale del terreno è stato invece ricavato mediante LIDAR reso disponibile dalla Regione Toscana, che nella zona presenta una maglia 2 x 2 m in corrispondenza della fascia costiere-dunale e maglia 1x 1 m in tutto il restante territorio comunale, eventualmente integrato puntualmente con dati topografici in aree con importanti trasformazioni avvenute successivamente al volo LIDAR.

Parametri di scabrezza e coefficienti di perdita concentrata

La definizione dei coefficienti di scabrezza è stata fatta distinguendo il moto nei canali e quello nella piana alluvionale. Per quanto riguarda il primo caso si sono assunti i seguenti valori di scabrezza:

Tipologia	Scabrezza n (Manning)
Canale principale	0.035-0.04
Sommità spondale	0.065
Manufatti in cls	0.025

Sempre per quanto riguarda le verifiche in moto vario all'interno del canale principale si sono assunti i seguenti coefficienti di contrazione/espansione:

Tipologia	Coeff. Contrazione	Coeff. Espansione
Variazioni graduali di sezione	0.1	0.3
Brusche variazioni di sezione	0.3	0.5
Ponti e attraversamenti	0.3	0.5

L'interfaccia 1D-2D è stata simulata mediante lateral structures ricalcanti il profilo longitudinale della sommità arginale, con sfioro delle acque con stramazzo direttamente nelle aree 2D, simulato mediante la "Standard Weir Equation".

La definizione dei coefficienti di scabrezza della pianura alluvionale è stata effettuata mediante valori di letteratura associati ai codici di uso del suolo del Land Corine Cover.

Condizioni al contorno

Come condizione al contorno di monte di ciascun corso d'acqua è stato imposto l'idrogramma di piena, mentre la condizione di valle è stata rappresentata imponendo un livello costante di +1.0 m rispetto alla quota dell'ultima sezione, a simulare l'influsso della dinamica marina da valle.

Restituzione del modello idraulico

Il modello idraulico restituisce per gli eventi Tr 30 anni e 200 anni i battenti e le velocità nelle zone interessate da allagamenti: le carte allegare alla relazione riportano "l'inviluppo" delle esondazioni ovvero si considerano le celle bagnate tutte accese simultaneamente, in modo da determinare la massima estensione spaziale dell'evento.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 17 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

4.5 Studio Com. di Castagneto – Modellazione idrologica F. Acqua Calda

4.5.1 Sottobacini e parametri idrologici

Nell'ambito della modellazione idrologica del corso d'acqua in esame sono stati individuati dei sottobacini, le cui caratteristiche morfometriche sono riportate nella tabella seguente.

Tab.4.5/A: Sottobacini - Parametri morfometrici

Bacini	A (km ²)	L (km)	Hmax	Hmin	Hmedia	Zmax asta	i	iB
Acqua Calda Monte	2.94	2.75	230.00	28.45	132.98	140.85	0.0409	0.0733
Acqua Calda Valle	1.2027	2.03	80.00	4.15	23.66	28.45	0.0120	0.0373
Casa Rossa	3.2265	3.77	200.00	4.26	63.213	115.73	0.0296	0.0519

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico dal quale si può individuare la delimitazione dei sottobacini di riferimento.

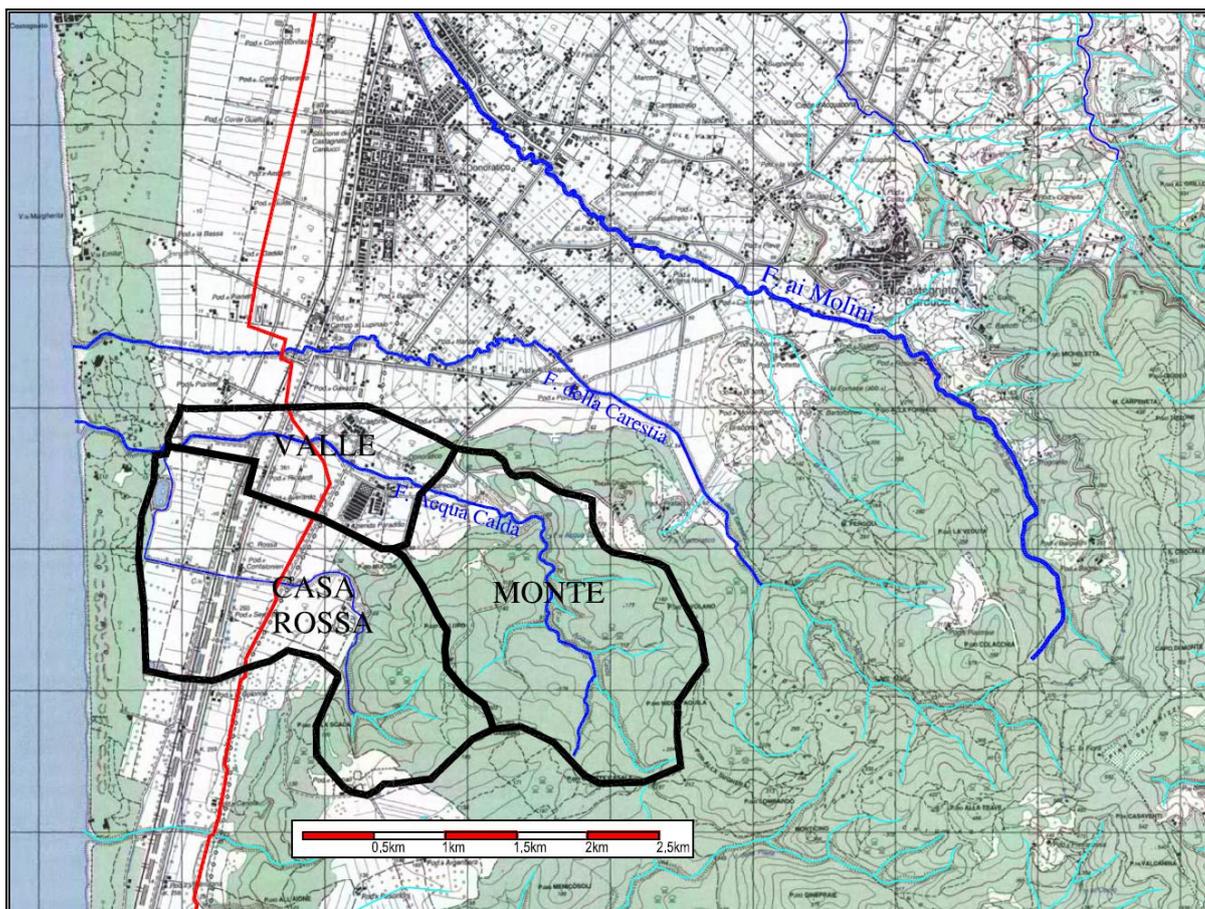


Fig.4.5/A: Planimetria con sottobacini

Dall'analisi della figura precedente, si rileva che l'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) ricade nel sottobacino di valle, tuttavia a monte del punto d'immissione dell'affluente fosso Casa Rossa ed a monte dei ponti della vecchia e nuova Aurelia e della ferrovia.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 18 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

I parametri idrologici utilizzati nella modellazione idrologica, per ciascun sottobacino sono riepilogati nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Sottobacini - Parametri idrologici

Acquacalda	A (km ²)	L (km)	Ventura	Kirpich	Pasini	Pezzoli	Ferro	Tc (h)	T rit (h)	Reach Lag (min)	CN II	CN I	CN III
Monte	2.94	2.75	0.81	0.40	1.07	0.75	1.16	0.83	0.50	22.93	36	20	57
Valle	1.20	2.03	0.72	1.33	0.74	1.91	0.58	1.06	0.63	16.94	63	43	80
Casa Rossa	3.22	3.77	1.00	1.43	1.21	2.02	1.07	1.35	0.81	31.42	55	35	74

4.5.2 Risultati della modellazione

Si riportano di seguito i valori di portata ottenuti per i bacini considerati, considerando uno ietogramma triangolare di durata del tempo di corrivazione, con picco centrale, idrogramma unitario del SCS e considerando un CN III.

In particolare, qui di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati dei valori delle portate al colmo di piena nei vari sottobacini e nella sezione di chiusura.

Tab.4.5/C: Portate Massime al colmo di piena

Bacino	Tr 30 anni		Tr 200 anni	
	Portata di picco Q ₃₀ (m ³ /s)	Portata specifica q (m ³ /s km ²)	Portata di picco Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Portata specifica q (m ³ /s km ²)
Monte	4.60	1.56	13.60	4.62
Valle	7.30	6.08	13.70	11.40
Calarossa	13.70	4.25	28.80	8.94
Chiusura	24.60	3.33	53.70	7.28

Mentre nella figura seguente si riportano le curve degli idrogrammi di piena sul corso d'acqua riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 19 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

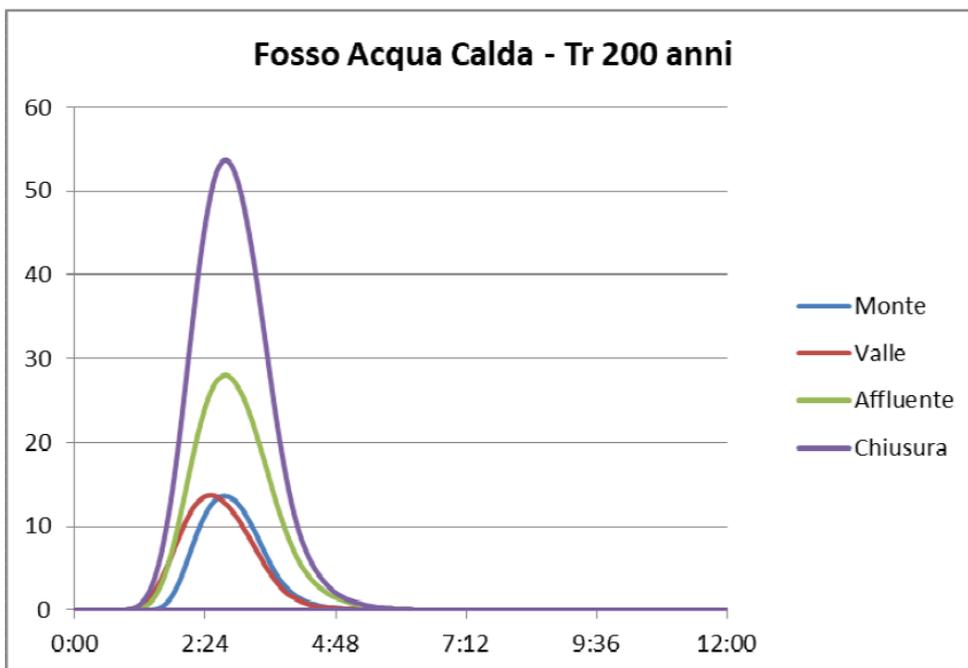
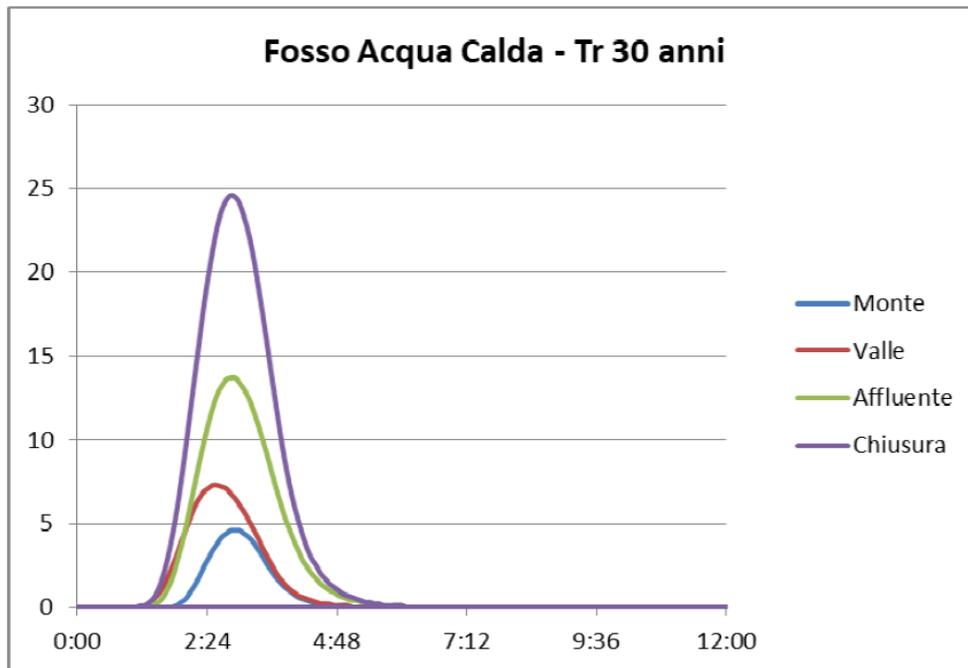


Fig.4.5/B: Idrogrammi di piena

Per le valutazioni idrauliche (di cui al capitolo seguente) ci si riferisce sempre ai risultati dello studio del Comune di Castagneto Carducci sul corso d'acqua in esame, e (in conformità di quanto previsto in normativa) con particolare riferimento all'evento di piena duecentennale (Tr=200 anni).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 20 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

5 VALUTAZIONI IDRAULICHE

5.1 Premessa

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) in considerazione di una generica portata o idrogramma di piena in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici in un tronco d'alveo e dall'individuazione delle eventuali fasce di esondazione e dei relativi tiranti idraulici, in concomitanza di prestabiliti eventi di piena.

Relativamente agli attraversamenti in subalveo da parte di metanodotti, le verifiche idrauliche sono invece finalizzate principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso necessari per la valutazione delle erosioni in alveo nell'ambito d'attraversamento. Ciò con lo scopo di determinare i valori di copertura in alveo della condotta che assicurino gli adeguati margini di sicurezza nei confronti dei processi erosivi del letto fluviale, relativamente a tutta la vita utile dell'opera.

Come esposto nel capitolo precedente, le valutazioni idrauliche sono effettuate sulla base dell'evento di piena corrispondente al tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%).

5.2 Considerazioni specifiche

Facendo seguito a quanto già evidenziato nel capitolo precedente, il corso d'acqua in esame è stato oggetto di approfondite analisi idrauliche condotte nell'ambito dello studio idrologico ed idraulico redatto a supporto del Piano Operativo e alla Variante al Piano Strutturale del Comune di Castagneto Carducci. Detto studio ha ottenuto l'esito positivo nei controlli da parte degli enti competenti.

L'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto ricade all'interno del tratto analizzato nello studio sopramenzionato. Onde per cui per le valutazioni idrauliche relative all'ambito specifico in esame, si è deciso di riferirsi esplicitamente ai risultati degli studi idraulici del Comune di Castagneto Carducci.

È opportuno evidenziare che lo studio risulta pertinente sia all'attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

5.3 Studio Comune di Castagneto – descrizione delle modellazioni idrauliche

Per l'analisi sintetica dei criteri di modellazione utilizzati nello studio idrologico ed idraulico redatto a supporto del Piano Operativo e alla Variante al Piano Strutturale del Comune di Castagneto Carducci, si rimanda all'analisi del par.4.4 del presente elaborato.

Per un'analisi più approfondita si rimanda invece all'esame degli elaborati dello studio sopraccitato, disponibile on-line presso il sito ufficiale del Comune di Castagneto Carducci.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 21 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

5.4 Selezione dei risultati di interesse

La gran parte dell'asta del corso d'acqua (a partire dall'azienda agricola Paradiso, sino alla foce in mare) è stata oggetto di analisi di modellazione idraulica nell'ambito dello studio del Comune di Castagneto.

In particolare, nella figura seguente si riporta uno stralcio planimetrico (in scala 1:10.000) con l'ubicazione delle sezioni di modellazione considerate in prossimità dell'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto.

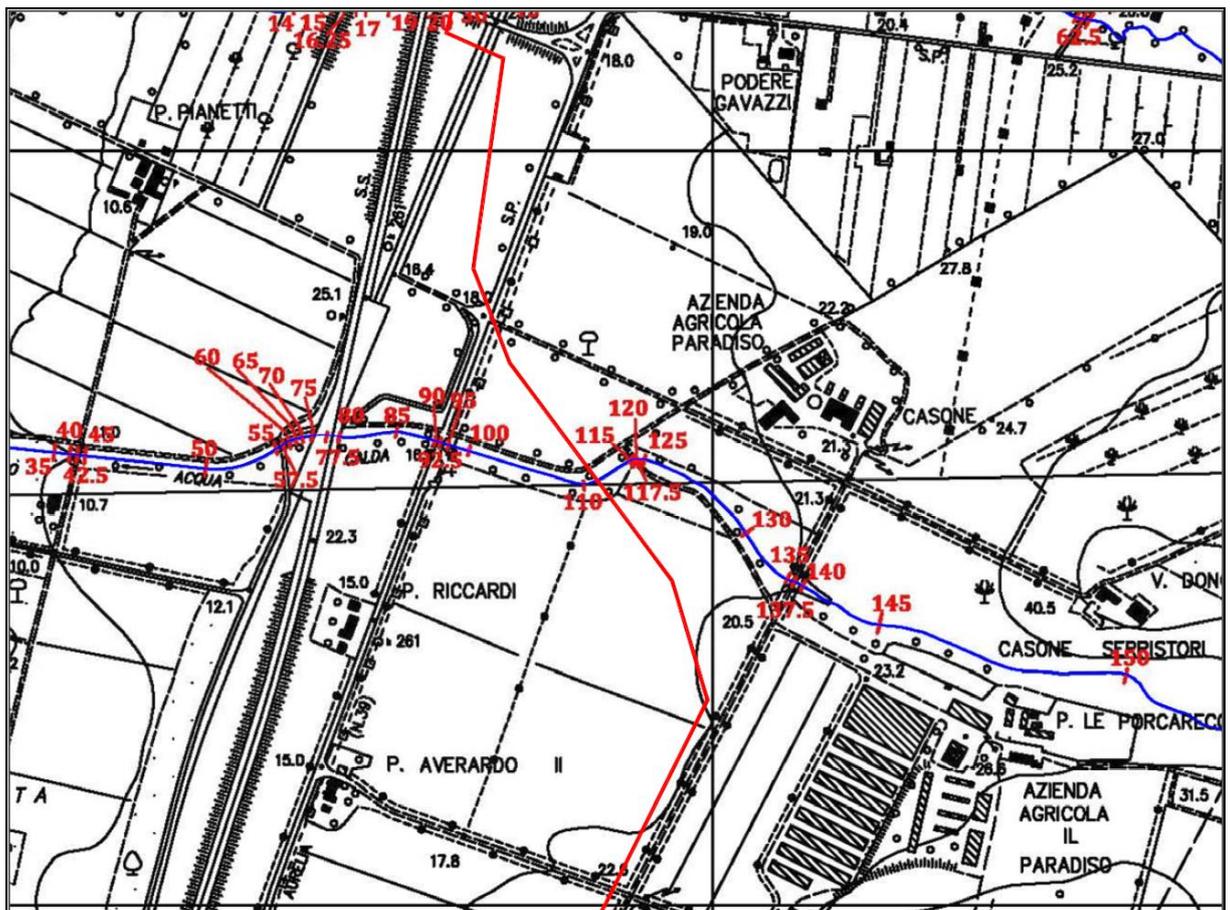


Fig.5.4/A: Stralcio planimetrico, con ubicazione delle sezioni di modellazione e met. in progetto

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto (riportato tramite una linea in rosso), ricade poco a monte della River Station 110.

Qui di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati della simulazione idraulica per l'evento duecentennale relativamente al tratto tra la strada comunale nei pressi della località Casone e la strada provinciale "Vecchia Aurelia", all'interno del quale ricade l'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto.

In particolare nella tabella sono riportati, per ciascuna sezione di calcolo, i principali valori dei parametri rappresentativi delle condizioni di deflusso.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 22 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Tab.5.4/A: Parametri di deflusso caratteristici nelle sezioni di calcolo

HEC-RAS Plan: C_A_200_rev.1 River: Acquacalda Reach: Acquacalda Profile: Max WS												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Acquacalda	135	Max WS	13.58	15.85	17.19	16.79	17.39	0.005156	1.95	6.98	5.87	0.57
Acquacalda	134.99		Lat Struct									
Acquacalda	134.98		Lat Struct									
Acquacalda	130	Max WS	13.57	15.25	16.88	16.21	16.97	0.002511	1.31	10.34	10.83	0.43
Acquacalda	125	Max WS	12.17	14.75	16.58	15.81	16.61	0.000820	0.82	15.84	16.90	0.26
Acquacalda	120	Max WS	11.72	14.75	16.52		16.70	0.004807	1.89	6.26	8.00	0.49
Acquacalda	117.5		Culvert									
Acquacalda	115	Max WS	11.72	14.75	15.66	15.86	16.46	0.037561	3.96	2.96	3.52	1.38
Acquacalda	114.99		Lat Struct									
Acquacalda	114.98		Lat Struct									
Acquacalda	112.99		Lat Struct									
Acquacalda	112.98		Lat Struct									
Acquacalda	110	Max WS	12.15	12.45	13.78	13.69	14.08	0.010892	2.43	5.01	6.15	0.86
Acquacalda	100	Max WS	13.34	11.00	13.34	11.62	13.35	0.000177	0.44	30.52	23.07	0.12
Acquacalda	99.99		Lat Struct									
Acquacalda	99.98		Lat Struct									
Acquacalda	95	Max WS	26.21	10.75	13.18	12.12	13.31	0.002047	1.61	16.32	9.37	0.39

Nella tabella precedente, le righe con campitura in grigio rappresentano quelle relative alle sezioni del tronco d'alveo rappresentativo a cavallo dell'ambito di attraversamento del metanodotto.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000 del tronco d'alveo in prossimità dell'ambito di attraversamento (riportato tramite una linea in rosso), con individuazione delle aree di esondazione e dei battenti idraulici.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 23 di 45

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

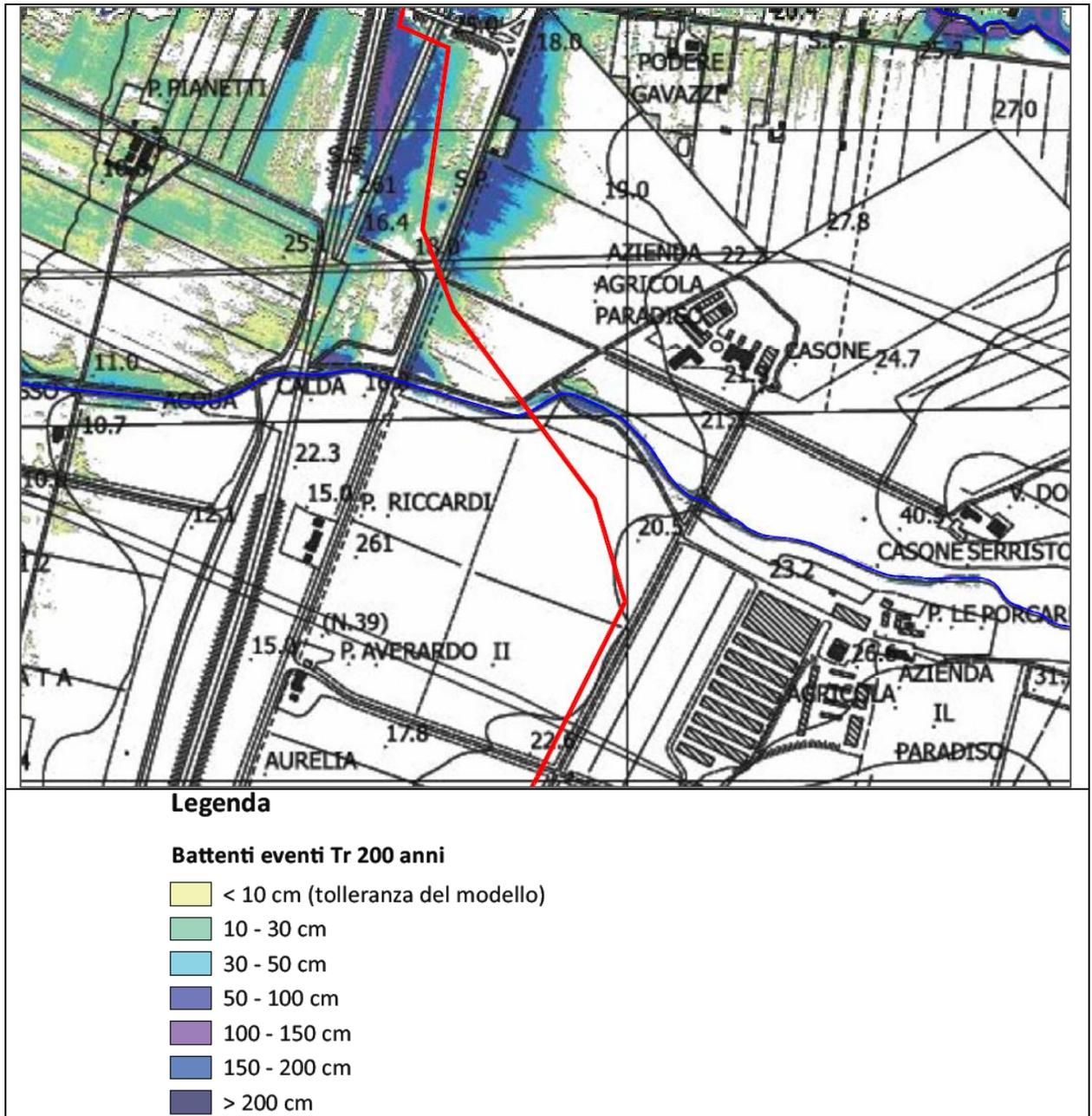


Fig.5.4/B: Stralcio planimetrico, con battenti idraulici (Tr200)

Nella figura seguente si riporta invece il profilo idraulico (per l'evento duecentennale) derivante dalla elaborazione idraulica relativamente a tutto in tratto del corso d'acqua investigato. Si ribadisce che l'ambito di attraversamento del metanodotto è localizzato in prossimità della RS10.



PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20049

UNITÀ
000

LOCALITÀ

REGIONE TOSCANA

REL-CI-E-00421

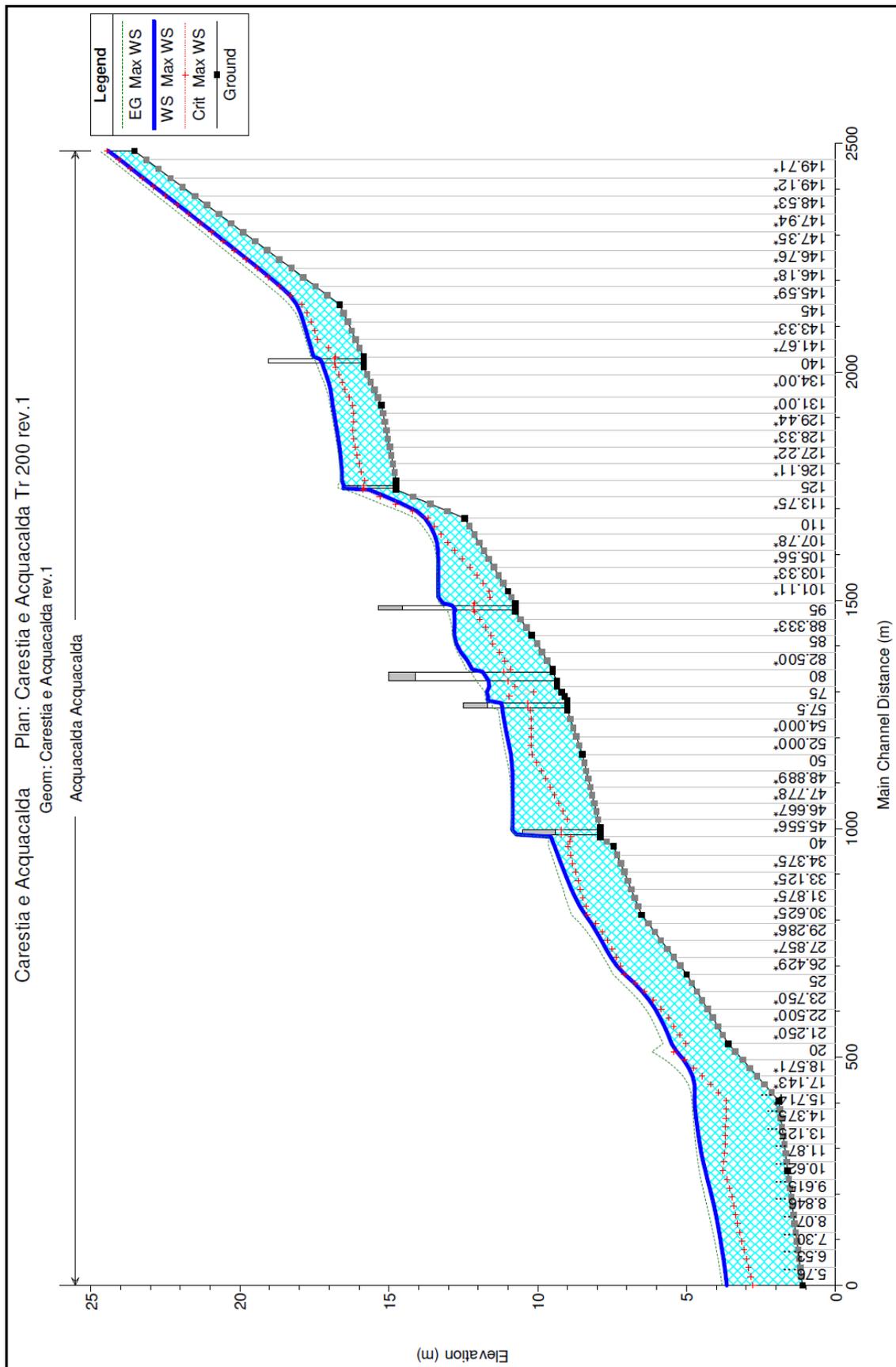
PROGETTO

RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar

Fg. 24 di 45

Rev.
0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

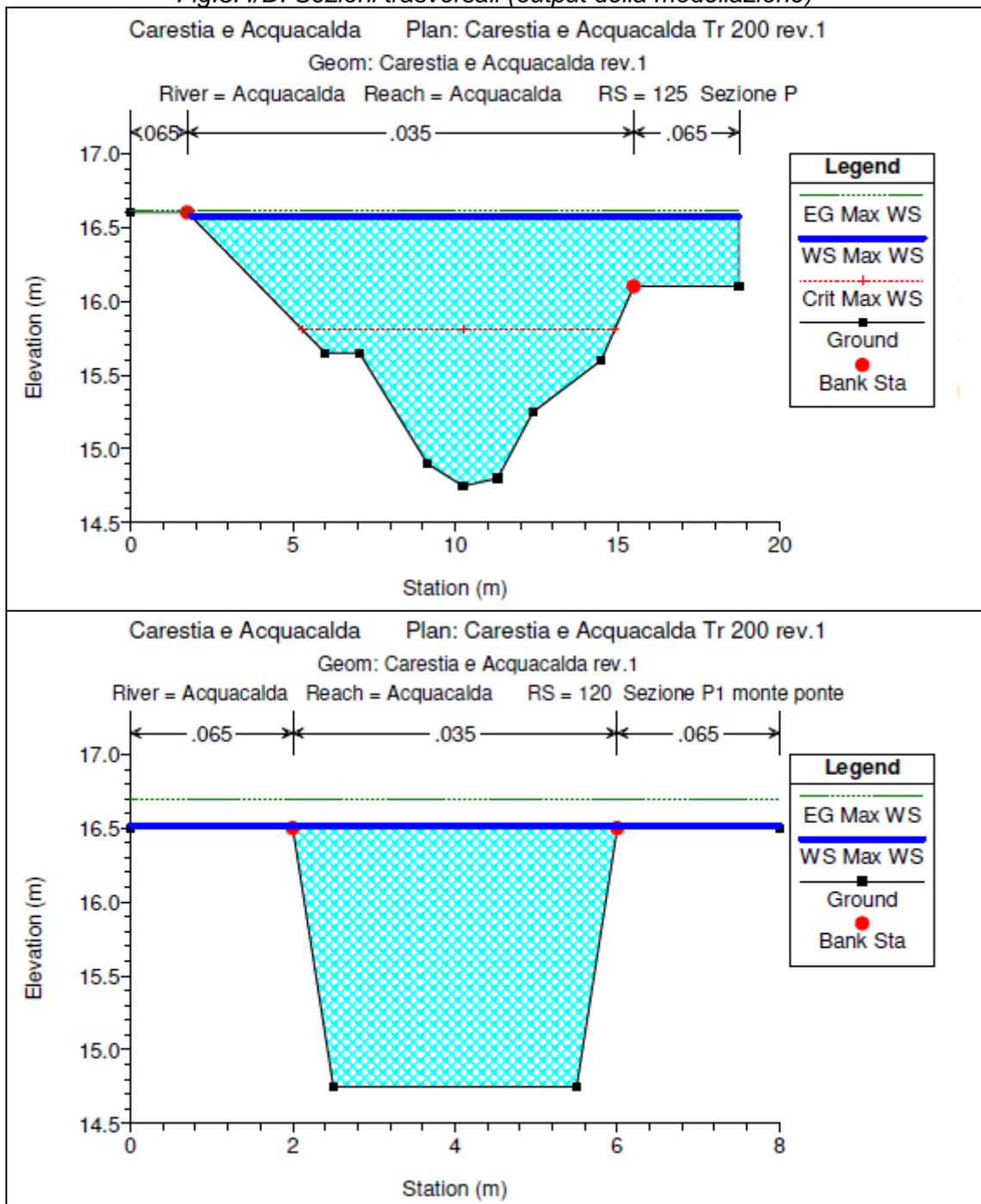


	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 25 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Infine, nella figura seguente si riportano le sezioni trasversali di output del programma relative alle sezioni rappresentative a cavallo dell'ambito di attraversamento del metanodotto (sezioni con campitura in grigio nella Tab.5.4/A).

Fig.5.4/D: Sezioni trasversali (output della modellazione)





PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20049

UNITÀ
000

LOCALITÀ

REGIONE TOSCANA

REL-CI-E-00421

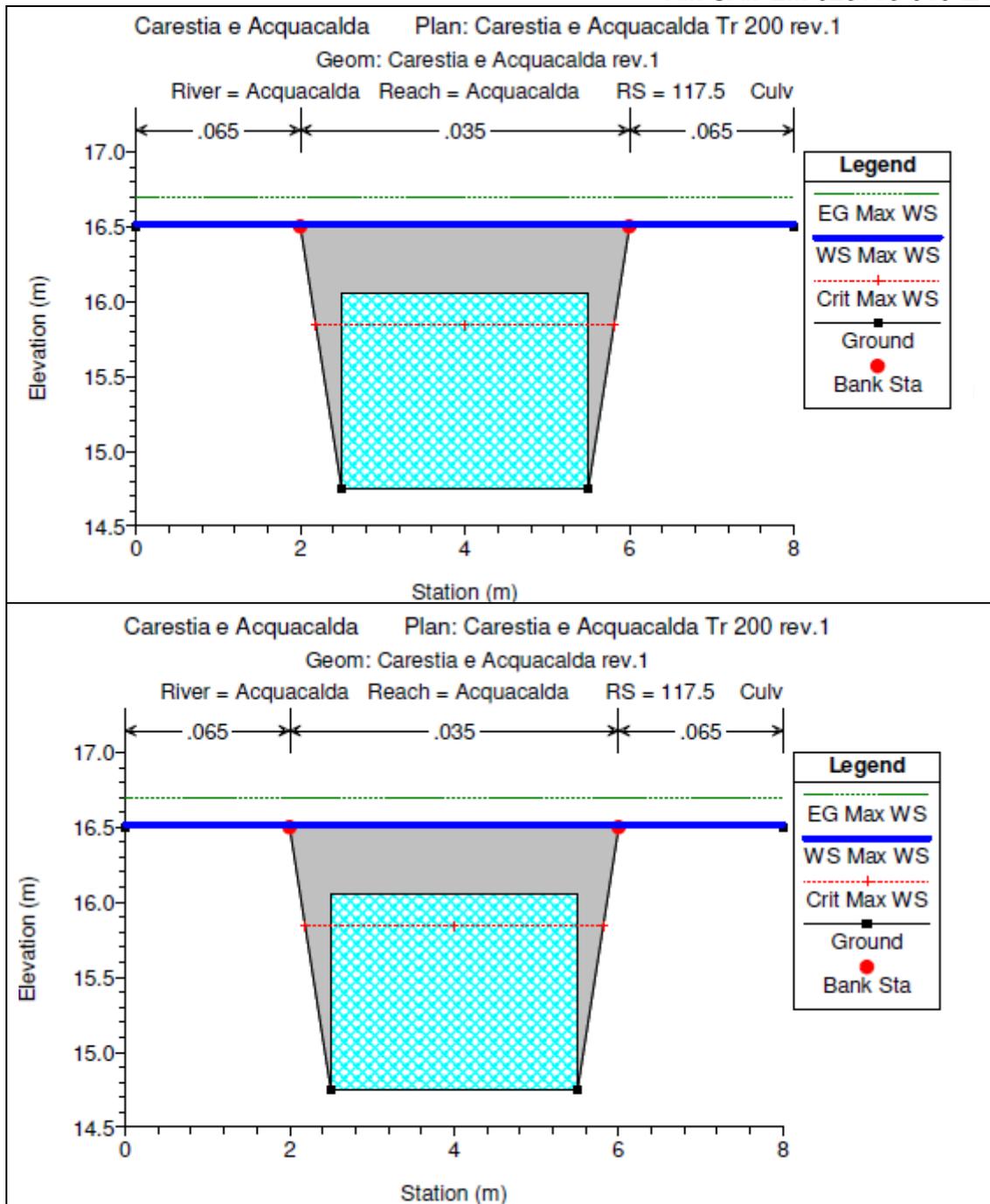
PROGETTO

RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar

Fg. 26 di 45

Rev.
0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421





PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20049

UNITÀ
000

LOCALITÀ

REGIONE TOSCANA

REL-CI-E-00421

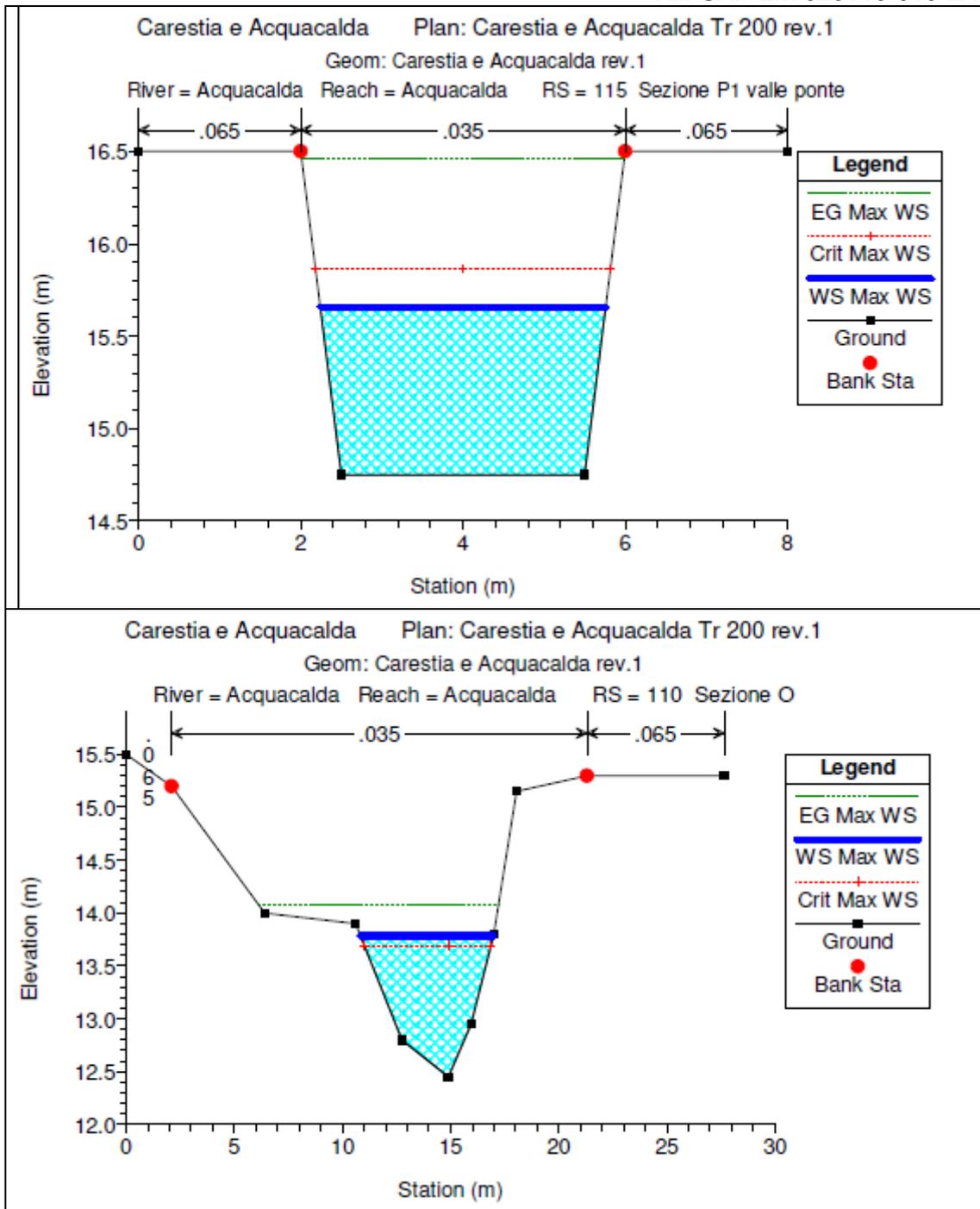
PROGETTO

RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar

Fg. 27 di 45

Rev.
0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421



	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 28 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei subisce modifiche morfologiche, in molti casi anche di notevole entità, innescate da cause che possono essere definite "intrinseche" (dovute cioè a fenomeni naturali quali confluenze, curve, ostacoli naturali ecc.) o "indotte" (legate ad alterazioni di origine antropica diretta o indiretta, quali opere in alveo, escavazioni, ecc.). La valutazione di tali fenomeni riveste notevole importanza ai fini del dimensionamento degli interventi in alveo.

Allo stato attuale delle conoscenze tecniche, la valutazione dell'entità degli approfondimenti, dei fenomeni di escavazione e di trasporto localizzato, nella maggioranza dei casi, dipende da un puntuale riscontro sul campo, atto a valutare lo stato generale dell'alveo. La stima del valore atteso per tali fenomeni rimane, nella maggioranza dei casi, un'attività dipendente in massima parte dall'esperienza e dalla sensibilità del progettista, il quale deve avvalersi in misura preponderante degli esiti di appositi sopralluoghi per valutare lo stato generale dell'alveo. Le analisi di natura sperimentale disponibili, pur fornendo utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni, risultano spesso legate alle particolari condizioni al contorno poste a base delle indagini, ed ai modelli rappresentativi utilizzati.

Il lavoro di ricerca ha prodotto negli ultimi cinquanta anni una serie di risultati, che forniscono utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni di escavazione e trasporto localizzato solo in alcuni casi tipici. Va sottolineato che tali risultati sono in generale caratterizzati dai seguenti limiti principali:

- la quasi totalità dei dati utilizzati per la definizione delle metodologie di valutazione delle escavazioni proviene da prove effettuate in laboratorio, su modelli in scala ridotta e su terreni di fondo alveo a granulometria maggiormente omogenea di quanto effettivamente riscontrabile in natura;
- ogni formula determinata per via sperimentale è strettamente legata a casi particolari di escavazione in alveo e risulta difficilmente estrapolabile a casi dissimili da quelli direttamente analizzati in campo o in laboratorio;
- non si dispone di analisi effettuate su ripristini di scavo e su rivestimenti eseguiti in opera, che si differenzino dalle condizioni teoriche di depositi aventi una granulometria ordinaria;
- le sperimentazioni sono in massima parte riferite a condizioni che prevedono una portata di base sostanzialmente costante e non tengono conto di fenomeni di estrema variabilità che caratterizzano gli eventi di piena in alvei a regime torrentizio;
- gli studi sono condotti essenzialmente per alvei di pianura di grandi dimensioni.

Le considerazioni sopra riportate devono condurre pertanto ad un atteggiamento di estrema cautela nell'uso delle relazioni utilizzate per il calcolo degli approfondimenti, avendo cura di utilizzare ciascuna di esse per casi simili a quelli per cui sono state ricavate ed associando comunque alle valutazioni condotte su scala locale (buche, approfondimenti localizzati) considerazioni ed analisi sulla dinamica d'alveo generale nella zona di interesse (presenza o meno di trasporto solido, variazioni storiche della planimetria d'alveo, granulometria dei sedimenti ed indagine geotecnica sui litotipi presenti nei primi metri del fondo, ecc.).

Nel seguito si descrivono quindi le espressioni generali che si ritengono utilizzabili nel caso in oggetto, per la valutazione dei fenomeni erosivi in alveo, al fine di quantificare il valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 29 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene alla formazione locale di buche ed approfondimenti, le posizioni e le caratteristiche di queste erosioni sono talvolta abbastanza prevedibili, come ad esempio nel punto di gorgo dei meandri o in corrispondenza di manufatti, ed a volte del tutto imprevedibili, specialmente in alvei a fondo mobile, cioè costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare.

Infatti, in tali alvei, anche in assenza di manufatti, sul fondo possono crearsi buche di notevole profondità; le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso.

Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota iniziale del fondo alveo durante la manifestazione di piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh¹ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici ed è quella maggiormente impiegata (con risultati soddisfacenti) per gli attraversamenti in subalveo di corsi d'acqua da parte delle condotte (soprattutto nel campo dei metanodotti).

In ragione di quanto detto, per la valutazione degli approfondimenti localizzati in alveo rispetto alla quota iniziale del fondo si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

$$S = 0.378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0.35} + 2.15 \cdot a$$

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_0 + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **h₀** = il livello medio del battente idrico in alveo;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica media in alveo, per unità di larghezza L;
- **a** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca;

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base della pendenza locale del fondo alveo in corrispondenza della massima incisione, moltiplicata per una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena considerata.

Arature di fondo

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo alveo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti.

Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.

Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

¹ Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 30 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate² da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia³, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo allo stato di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito in studio, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un valore del tutto cautelativo della profondità di tali potenziali escavazioni del fondo (**Z**) è stimabile, in corrispondenza di una assegnata sezione, al massimo in ragione del 50% del battente idrometrico medio di piena in alveo (**h_o**), ovvero:

$$Z = 0,5 \cdot h_o$$

Considerazioni sui metodi di calcolo impiegati

In Italia, negli ultimi 50÷60 anni circa, per la progettazione di attraversamenti in subalveo dei metanodotti, l'applicazione dei metodi sopracitati (che si completano con la valutazione dell'erosione massima in alveo, in considerazione del valore maggiore tra gli approfondimenti localizzati e le arature di fondo individuati nel tronco fluviale in esame) risultano quelli maggiormente impiegati, anche in considerazione di una vastissima casistica di situazioni litologiche e morfologiche nei contesti fluviali d'intervento.

Sulla base delle esperienze acquisite, ossia sulla base dei riscontri conseguiti nel tempo, i risultati sono assolutamente positivi. Infatti, dall'analisi storica, problematiche di erosioni in alveo che hanno determinato la scopertura di condotte si sono verificate solo in rarissimi casi correlabili a situazioni estremamente particolari e non considerate adeguatamente in fase di progetto, ossia per il crollo di briglie localizzate poco a valle degli attraversamenti, oppure per effetto di azioni antropiche in alveo (ad esempio per estrazioni incontrollate di ingenti quantitativi di inerti).

In definitiva, sulla base dei riscontri delle esperienze acquisite, si può ritenere che l'impiego dei metodi sopracitati, unitamente all'applicazione di adeguati coefficienti di sicurezza (valutati anche in funzione delle condizioni peculiari rilevati nel contesto d'intervento), consentono di garantire all'infrastruttura lineare in progetto condizioni di sicurezza adeguate nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo.

² Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

³ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 31 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

6.3 Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi sono state eseguite in riferimento all'evento di piena duecentennale (TR=200 anni), i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono riportati nel capitolo precedente.

Ai fini delle valutazioni delle erosioni sono stati presi in considerazione i parametri idraulici caratteristici nelle sezioni rappresentative del tronco d'alveo a cavallo dell'ambito di attraversamento del metanodotto (indicate con campitura in grigio nella Tab.5.4/A), nonché i parametri geometrici relativi alle sezioni stesse.

I valori delle erosioni (approfondimenti localizzati ed arature di fondo), sono riportati nelle ultime due colonne della tabella seguente.

Tab.6.3/A: Erosioni nel fondo alveo

River Station	Q_Total (m ³ /s)	Vel_Chnl (m/s)	Hydr Depth_C (m)	Top Width (m)	Carico Tot. Idraulico (m)	Approfondimenti localizzati (m)	Arature di fondo (m)
125	12.17	0.82	0.94	16.9	1.86	0.68	0.47
120	11.72	1.89	0.78	8	1.95	0.82	0.39
115	11.72	3.96	0.84	3.52	1.71	0.97	0.42
110	12.15	2.43	0.81	6.15	1.63	0.83	0.41
100	13.34	0.44	1.32	23.07	2.35	0.69	0.66

6.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Dall'esame dei risultati conseguiti e sintetizzati nella Tab.6.3/A si rileva che la corrente idraulica, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del metanodotto ed in concomitanza dell'evento di piena considerato, risulta potenzialmente in grado di sviluppare dei fenomeni erosivi di fondo alveo dell'ordine di 1 m.

Tuttavia, a livello conservativo, si raccomanda comunque di assegnare una copertura minima di subalveo pari ad almeno: il valore stimato di massima erosione incrementato di un coefficiente amplificativo del 50%.

A tal proposito si pone in evidenza che, per l'individuazione dell'effettivo valore di copertura in subalveo considerato nell'attraversamento in esame si rimanda a quanto riportato nel paragrafo 7.3.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 32 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

La definizione del progetto dell'attraversamento in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte nell'ambito specifico d'intervento.

In particolare, in considerazione delle caratteristiche del corso d'acqua e dei risultati delle valutazioni conseguiti, sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

- la metodologia costruttiva per la realizzazione dell'opera;
- la geometria di posa "in subalveo", con particolare riferimento alla profondità di posa;
- le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle opere di difesa idraulica.

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

La scelta del sistema di posa in subalveo della condotta, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di significativa importanza, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia nella fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta in progetto quanto per la configurazione d'alveo del corso d'acqua (fondo, sponde ed eventuali manufatti esistenti).

Nello specifico, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

Infatti, in attraversamenti come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali strade, ferrovie e sottoservizi significativi e/o per la presenza in alveo di opere di presidio idraulico significative quali rilevati arginali, imponenti scogliere, ecc.), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

- nello scavo di una trincea lungo il profilo d'attraversamento fino al raggiungimento delle quote di posa;
- nel successivo alloggiamento della colonna di condotta (precedentemente preassemblata fuori dall'ambito fluviale) nel fondo-scavo;
- infine nel rinterro degli scavi, con il medesimo materiale di scavo (precedentemente accantonato), per il ripristino morfologico dell'area, ivi comprese la realizzazione e/o ripristino di eventuali opere di protezione idraulica.

In relazione alle specifiche caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, al periodo climatico di esecuzione, ai volumi di deflusso attesi nel corso delle operazioni esecutive ed alla durata delle stesse, la sequenza operativa dei lavori può essere articolata con uno dei seguenti modi:

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 33 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

- lavori per "fasi chiuse"; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell'inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un'eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque.

Per i corsi d'acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

Al termine dei lavori, tutte le eventuali opere di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimosse e sarà integralmente ripristinata la configurazione dell'alveo preesistente.

Si precisa inoltre che durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l'esecuzione dei lavori, con deposito dei materiali e delle attrezzature fuori dall'ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall'ambito fluviale in caso di manifestazione di un evento di piena significativo. In ogni caso le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena verranno stabilite nel PSC.

I tempi operativi saranno quelli strettamente necessari per lo svolgimento dei lavori, individuando il periodo d'intervento in considerazione delle peculiarità idrologiche stagionali del corso d'acqua.

Si pone in evidenza infine che al completamento dei lavori necessari per dare l'opera finita, si ristabilirà l'originale conformazione plano-altimetrica delle aree interessate, senza alcuna modificazione della sezione idrica offerta al deflusso di piena. In tal modo, l'intervento in progetto non apporterà alterazioni alle condizioni geometriche ed idrauliche dell'alveo. Considerata inoltre la natura dei lavori, non si prevede alcuna variazione delle condizioni di scabrezza dei terreni e pertanto non si darà luogo ad alcuna alterazione della capacità di laminazione naturale dell'alveo e della portata naturalmente rilasciata a valle: l'opera risulta ininfluente sulle condizioni di smaltimento delle portate del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 34 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati degli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 2.5m circa (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

Detta profondità di posa delle condotte, unitamente alle opere di presidio d'alveo previste in progetto, assicurano la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Presidi spondali con palizzate in legname, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).

Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e la messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa inoltre che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta, si rimanda alla visione del disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 35 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

8 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Quadro normativo generale

8.1.1 Direttiva 2007/60/CE (Floods Directive - FD)

La *Direttiva 2007/60/CE* cosiddetta "Direttiva alluvioni, Floods Directive – FD", entrata in vigore il 26 novembre 2007, ha istituito "un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità".

In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla *Direttiva 2000/60/CE* (Direttiva Acque), la Direttiva Alluvioni promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un'azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno essere realizzati i seguenti prodotti:

- valutazione preliminare del rischio di alluvione (individuazione di tutte le aree a potenziale rischio di inondazioni);
- mappe della pericolosità e del rischio di alluvione (mappare l'estensione dell'inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree);
- piani di gestione del rischio di alluvione (adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione).

La Direttiva promuove anche il coinvolgimento del pubblico nel processo di pianificazione, attraverso idonei strumenti di informazione e consultazione.

Ai sensi della Direttiva, tutti gli Stati membri devono dotarsi di *Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni* (PGRA) che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare "la prevenzione, la protezione, e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento".

La Direttiva delinea un percorso per la redazione dei Piani, definito da una serie di stadi di implementazione, caratterizzati da specifici obblighi e scadenze, all'interno di un ciclo di gestione con periodicità pari a 6 anni.

La Direttiva prevede, altresì, che entro 3 mesi dalle scadenze stabilite per ciascuno stadio di implementazione, vengano riportati alla Commissione Europea una serie di informazioni (reporting), secondo modalità e formati ben definiti.

I Piani di gestione del rischio di alluvione sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. Il periodico riesame e l'eventuale aggiornamento dei Piani ogni 6 anni consente di adeguare la gestione del rischio di alluvioni alle mutate condizioni del territorio, anche tenendo conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.

8.1.2 D.Lgs. 49/2010

La Direttiva 2007/60/CE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il con il D.Lgs. 49/2010, tenendo conto anche della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998.

L'attuazione della Direttiva 2007/60/CE richiede l'individuazione preliminare delle unità di gestione (Unit of Management – UoM) o porzione di distretto e delle relative autorità competenti (Competent Authority – CA).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 36 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

La competenza per la predisposizione delle valutazioni preliminari del rischio, dell'elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio e della redazione dei piani di gestione è affidata alle Autorità di Bacino distrettuali a norma del D.Lgs. 152/2006, in conformità con le attività di predisposizione dei Piani di Assetto Idrogeologico già svolte. Alle Regioni e province autonome, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento di Protezione Civile, spetta il compito di predisporre la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico di riferimento relativa al sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni

Sulla base della valutazione preliminare del rischio si individuano le aree per le quali sussisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi. Per queste zone riconosciute potenzialmente esposte a rischio di alluvioni sono state predisposte mappe di pericolosità e rischio di alluvioni.

Le mappe di pericolosità contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dall'esondazione di un corso d'acqua secondo i seguenti scenari:

1. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
2. media probabilità di alluvioni;
3. elevata probabilità di alluvioni;

Le mappe di rischio indicano le potenziali conseguenze negative derivanti da alluvioni per ciascuno dei tre scenari di pericolosità. Il D.Lgs 49/2010, di recepimento della Direttiva, prevede 4 classi di rischio espresse in termini di:

- numero di abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche;
- beni ambientali, storici e culturali;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche;
- presenza di impianti potenzialmente inquinanti (Allegato I D.Lgs 59/2005) e di aree protette (Allegato 9 parte III D.Lgs 152/2006);
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza, opportunamente aggiornata, omogenizzata e valorizzata, per l'adempimento agli obblighi di cui alla Direttiva. Quindi le mappe di pericolosità e rischio di alluvioni sono state realizzate a partire dai PAI ed in accordo con gli "Indirizzi operativi" emanati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il contributo di ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, delle Autorità di Bacino Nazionali e del Tavolo tecnico Stato-Regioni.

8.1.3 Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

I piani di gestione definiscono gli obiettivi della gestione del rischio di alluvioni per le zone in cui può sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, al fine di ridurre le possibili conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi strutturali e non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità.

Sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni le autorità competenti hanno predisposto i Piani di gestione del rischio di alluvioni coordinati a livello di

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 37 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

distretto idrografico.

I piani riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il D.Lgs. 49/2010 dispone che i piani di gestione siano predisposti nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui al D.Lgs. 152/2006, facendo salvi gli strumenti già approntati in attuazione della normativa previgente e tenendo conto dei seguenti aspetti:

- la portata della piena e l'estensione dell'inondazione;
- le vie di deflusso delle acque e le zone con capacità di espansione naturale delle piene;
- gli obiettivi ambientali di cui alla parte terza, titolo II, del D.Lgs. 152/2006;
- la gestione del suolo e delle acque;
- la pianificazione e le previsioni di sviluppo del territorio;
- l'uso del territorio;
- la conservazione della natura;
- la navigazione e le infrastrutture portuali;
- i costi e i benefici;
- le condizioni morfologiche e meteomarine alla foce.

Riesami e aggiornamenti

Gli elementi dei piani di gestione del rischio di alluvioni dovranno essere riesaminati periodicamente e, se necessario, aggiornati tenendo conto delle probabili ripercussioni dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.

La Direttiva dispone i termini per il riesame della valutazione preliminare del rischio di alluvioni al 22 dicembre 2018 e successivamente ogni sei anni, delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni al 22 dicembre 2019 e successivamente ogni sei anni, e dei Piani di Gestione al 22 dicembre 2021 e successivamente ogni sei anni.

Informazione e Partecipazione Pubblica

La comunicazione e la partecipazione pubblica all'iter di elaborazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni rivestono, secondo la Direttiva, un ruolo strategico ai fini della condivisione e legittimazione dei piani stessi.

A tal fine, le Autorità di bacino distrettuali e le Regioni afferenti il bacino idrografico, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ciascuna per le proprie competenze, devono mettere a disposizione del pubblico la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni ed i piani di gestione del rischio di alluvioni. Le stesse Autorità promuovono poi la partecipazione attiva all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione di tutti i soggetti competenti interessati.

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare mette a disposizione del pubblico e della Comunità Europea le informazioni relative alla valutazione preliminare, alle mappe di rischio e pericolosità ed ai Piani di gestione del rischio di alluvioni sul Geoportale Nazionale, già punto di accesso nazionale alle informazioni territoriali e ambientali per la Direttiva INSPIRE 2007/2/EC.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 38 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

8.2 Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame

8.2.1 Premessa

Dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, è entrato in vigore il DM n.294 del 25/10/2016 dell'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM); da tale data sono sopresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali.

Pertanto, con l'entrata in vigore della norma summenzionata, l'ambito specifico in esame (collocato all'interno del territorio dell'ex Autorità di bacino Toscana Costa) ricade nelle pertinenze territoriali dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Lo strumento operativo previsto dalla legge italiana (D.Lgs. n.49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE) per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali è rappresentato dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Il PGRA sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuove norme, i PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riguardanti gli ambiti a pericolosità e rischio idraulico, redatti dalle ex Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali che attualmente sono ricomprese nelle pertinenze dell'Autorità di Bacino Distrettuale.

In particolare, nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani la parte del PAI relativa alla pericolosità idraulica è stata abrogata e sostituita integralmente dal PGRA. Il PAI si applica esclusivamente per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica.

Conseguentemente il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), redatto dal distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, costituisce l'unico strumento di riferimento pianificatorio e normativo per la gestione del rischio di alluvioni e il governo del territorio nell'ex bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani.

8.2.2 PGRA del Distretto Appennino Settentrionale

Generalità

Il Piano di gestione del rischio di Alluvioni del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale è stato approvato con il DPCM del 27 ottobre 2016, pubblicato in gazzetta ufficiale n.28 del 3 febbraio 2017.

Il PGRA supera, nell'ex bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani, il PAI sia dal punto di vista cartografico che dal punto di vista della disciplina della pericolosità da alluvioni, introducendo una nuova Disciplina di piano con allegati orientata alla gestione del rischio e alla responsabilizzazione degli enti locali in tale gestione, alla tutela e salvaguardia della naturalità dei corsi d'acqua.

In sostanza, con l'adozione definitiva del PGRA le norme di PAI continuano a mantenere la loro operatività rispetto alla pericolosità idraulica esclusivamente per quanto non espressamente in contrasto con la Disciplina dello stesso PGRA. Il PAI mantiene integralmente i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 39 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Il PGRA racchiude pertanto in sé sia la parte di regole ed indirizzi (misure di prevenzione) per una gestione del territorio orientata a mitigare e gestire i rischi con particolare riguardo al patrimonio esistente, sia gli interventi (misure di protezione) da attuare per mitigare gli effetti delle alluvioni sugli elementi esposti al rischio. La Disciplina di Piano include inoltre le modalità con cui si preservano e si integrano le aree destinate alla realizzazione degli interventi. Infine il PGRA introduce, con la definizione delle aree di contesto fluviale e delle aree con particolare predisposizione al verificarsi di fenomeni tipo flash flood, particolari indirizzi per il governo del territorio tesi anche questi alla mitigazione degli effetti al suolo.

Le misure di prevenzione (Disciplina di Piano) e quelle di protezione (interventi) contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi generali stabiliti alla scala dell'intero distretto dell'Appennino settentrionale. Nel PGRA tali obiettivi sono declinati in dettaglio nelle varie porzioni del bacino (aree omogenee). Al raggiungimento degli obiettivi concorrono anche le misure di preparazione (azioni di protezione civile quali il sistema di allertamento, il servizio di piena, i piani di Protezione civile, etc.) che sono di competenza delle Regioni e del Dipartimento nazionale di Protezione civile.

PGRA - Disciplina di Piano - Cenni

Nell'ambito dell'art.1 della Disciplina di Piano sono riportate le finalità del PGRA. In particolare nel comma 4 si cita quanto qui di seguito riportato.

In coerenza con le finalità generali della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo n. 49/2010, il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone persegue i seguenti obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale:

1. Obiettivi per la salute umana

- a) riduzione del rischio per la vita delle persone e la salute umana;
- b) mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza e l'operatività delle strutture strategiche.

2. Obiettivi per l'ambiente

- a) riduzione del rischio per le aree protette derivante dagli effetti negativi dovuti al possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
- b) mitigazione degli effetti negativi per lo stato ambientale dei corpi idrici dovuti al possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.

3. Obiettivi per il patrimonio culturale

- a) Riduzione del rischio per il patrimonio culturale, costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;
- b) mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.

4. Obiettivi per le attività economiche

- a) mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria;
- b) mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo pubblico e privato;
- c) mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;
- d) mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche.

Le norme di disciplina degli interventi nelle aree a Pericolosità da alluvione fluviale sono riportate nell'ambito del Capo II - Sezione I della Disciplina di piano.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 40 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

In particolare, per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione elevate (P3), nell'art.7, comma 4 si riporta:

Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.

Per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione media (P2), nell'art.9, comma 3 si riporta:

Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione bassa (P1), nell'art.11, comma 3 si riporta:

La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.

8.2.3 L.R. n. 41/2018

La Regione Toscana, in data 24/07/2018, ha emanato L.R.41/2018 "*Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.*

La Legge regionale è stata emanata, nel rispetto del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua (cfr: art.1 - oggetto).

La Legge regionale all'art.3, comma 2, lettera b) stabilisce che negli alvei, nelle golene sono consentite le realizzazione di reti dei servizi essenziali e opere sovrappassanti o sottopassanti il corso d'acqua.

Ciò a condizione che, ai sensi dell'art.3, comma 5, vi sia previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) *sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;*
- b) *non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;*
- c) *non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;*
- d) *non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;*
- e) *non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;*

L'art. 13, comma 4, stabilisce che nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

- c) *nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;*

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 41 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

8.3 Interferenze con PGRA nell'ambito di attraversamento del corso d'acqua

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del corso d'acqua (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree censite dal PGRA a pericolosità elevata e media (riportate mediante campiture semi-trasparenti con varie tonalità di blu).

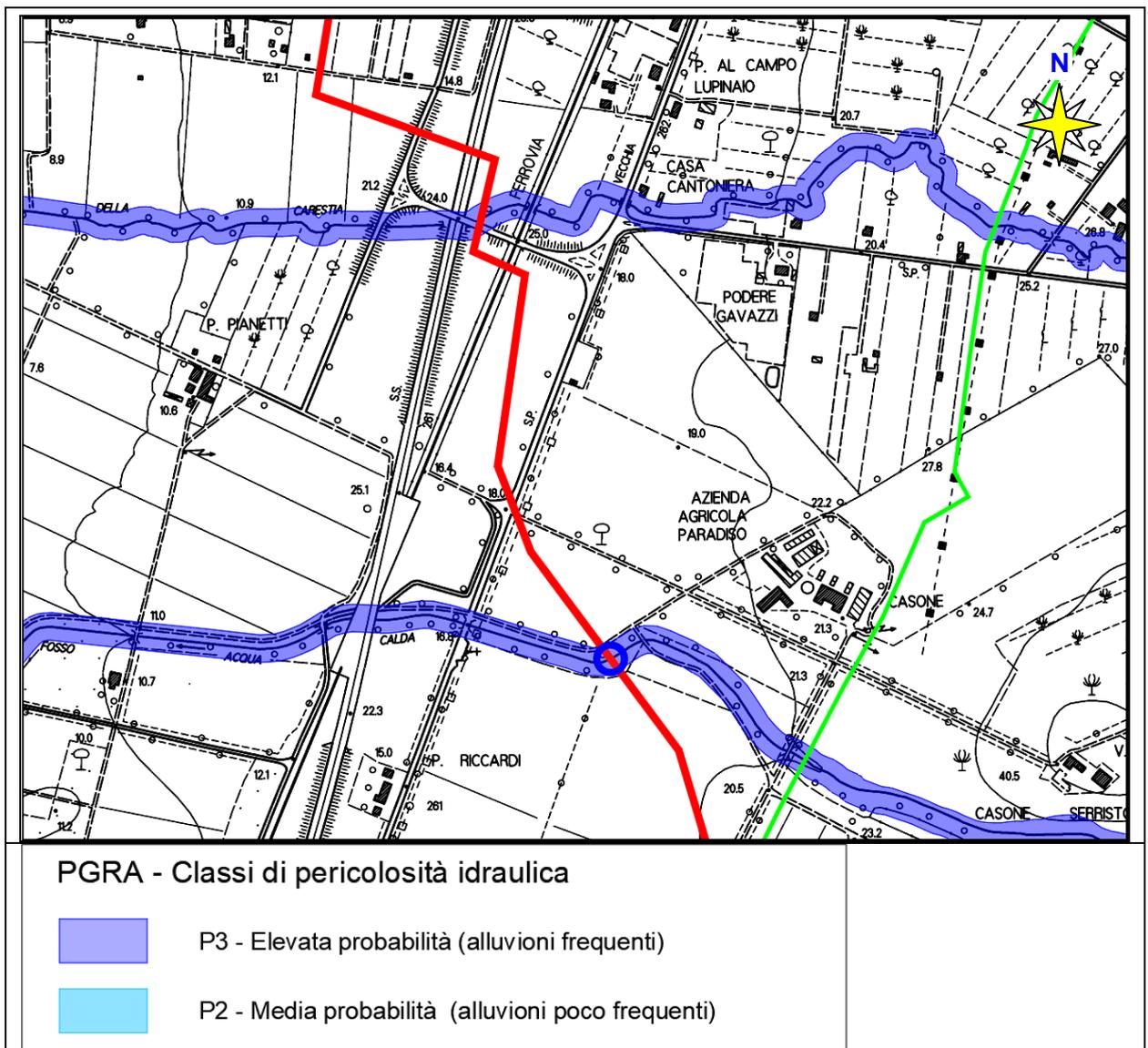


Fig.8.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree P2 e P3 dal PGRA

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (indicato schematicamente mediante un cerchio in blu) ricade in un ambito censito a pericolosità da alluvioni fluviali elevata (P3).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 42 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

Fuori dall'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (dove la condotta verrà comunque posizionata mediante la tradizionale tecnica degli "scavi a cielo aperto") la linea non interferisce con aree censite a pericolosità P3 e/o P2 ai sensi del PGRA.

8.4 Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica

8.4.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d'intervento per le quali, ai sensi della L.R. n. 41/2018, è consentito l'interferenza con le aree a pericolosità per alluvioni (frequenti o poco frequenti), a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio.

L'interferenza specifica con le aree censite di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice del tracciato del metanodotto, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare, si pone in evidenza che (in ogni caso) non è risultato possibile evitare l'interessamento delle aree a pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame. Ciò in considerazione che il metanodotto prende origine nel territorio di Collesalveti (in località Mortaiolo) e termina nel territorio di Piombino (in località Vignarca), e pertanto nell'ambito del proprio sviluppo la linea in progetto deve necessariamente interferire con i vari corsi d'acqua che si sviluppano nel territorio tra le località di estremità precedentemente citate.

In ogni caso, si evidenzia che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata e, essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o di allagamento dell'area.

Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto, anche in occasione delle piene eccezionali del corso d'acqua, non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene e/o riduzioni della capacità di invaso.

La costruzione dell'infrastruttura lineare, inoltre, non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

Pertanto, in ragione di quanto esposto, si ritiene che la costruzione dell'opera non determini alcun mutamento significativo sulle condizioni idrologiche ed idrauliche nell'ambito fluviale interessato dall'attraversamento.

Infine, in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata), non è previsto alcun incremento del carico insediativo nell'area di intervento.

8.4.2 Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo

Entrando in maggior dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, dove la posa della condotta è prevista mediante "scavi a cielo aperto", si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 43 di 45		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;

- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (presidi spondali in legname) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della condotta nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale del corso d'acqua:

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.

2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*

La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.

3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.

4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*

Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi. Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*

Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 44 di 45	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

8.5 Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica

Alla luce di quanto evidenziato si ritiene che, in riferimento alle specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e alle scelte progettuali effettuate nell'ambito in esame (metodologie costruttive e configurazione geometrica della condotta), l'intervento in progetto:

- non introduca alcun elemento di ostacolo al libero deflusso e dunque non determini alcuna alterazione del regime attuale di deflusso delle acque;
- non determini l'inserimento di elementi di riduzione della capacità di laminazione e di invaso in corrispondenza delle aree potenzialmente inondabili dalle piene del corso d'acqua;
- non comporti l'alterazione delle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- non implichi alcuna forma di trasformazione dello stato dei luoghi del territorio e non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo;
- non determini alcun aggravio delle condizioni di pericolosità e di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravamenti delle condizioni di pericolosità e di rischio per le aree esterne a quella d'intervento;
- non introduca elementi di impedimento per l'eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio nell'ambito fluviale in esame.

In conclusione si ritiene che l'opera in progetto sia congruente con le misure di protezione e prevenzione stabilite nella Disciplina di piano del PGRA, nonché **COMPATIBILE** con le disposizioni stabilite nella L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00421
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 45 di 45	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80421

9 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto generale denominato "Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30")", DP 75bar e opere connesse", intende realizzare un metanodotto caratterizzato da una lunghezza complessiva di circa 84km, che si sviluppa dal comune di Collesalveti, sino al comune di Piombino.

Il suddetto tracciato del metanodotto in progetto (DN 750) interseca l'alveo del fosso ACQUA CALDA nel territorio comunale di Castagneto Carducci (LI), in prossimità dell'Azienda agricola Paradiso.

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento mediante "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo (presidi spondali in legname), con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

Le opere previste non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto piano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con gli ambiti censiti a pericolosità da alluvione ai sensi del PGRA, si è rilevato che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua il metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite a pericolosità da alluvioni fluviali, ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento in progetto non introduce alterazioni significative al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi nei territori interessati dai lavori, non implica trasformazioni e/o cambiamenti circa l'uso del suolo. L'intervento, inoltre, non determina alcun aggravio delle condizioni di rischio idraulico nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno in ambiti esterni.

Pertanto, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti allo specifico ambito in esame possano essere ritenute non in contrasto con le misure di protezione e prevenzione stabilite nella Disciplina di piano del PGRA, nonché siano COMPATIBILI con le disposizioni stabilite nella L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.