

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

CUP 84831683B1

CIG C31H20000060001

RIF. PERIZIA

2879 FASE 2

### TITOLO PROGETTO

**Adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente**

COD. OPERA	DESCRIZIONE OPERA
N	GENERALE

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
Dp010	Studio di Impatto Ambientale - Documentazione Progettuale integrativa in Risposta alla Richiesta MiTE Prot. No. 0113080 del 19 Ottobre 2021	-

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	03/11/2021	PRIMA EMISSIONE	S. Martorana/L. Masiero	S. Martorana	F. Ventura

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
2879-F2	GEN-Dp010	2879-F2_GEN-Dp010_A.doc

PROGETTISTI	PROGETTAZIONE	COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE
<p>R.T.I.:</p> <p>Mandataria:  Responsabilità dell'integrazione delle prestazioni specialistiche                      Dott. Ing. Tommaso Tassi</p> <p>Mandante:  </p> <p> </p>	<p>Dott. Ing. Francesco Ventura</p> 	<p>RINA Consulting S.p.A.</p> 

D.E.C.	VERIFICATORE	VALIDATO R.U.P.	IL RESP. DELL'ATTUAZIONE
Geom. Simone Bruzzese	R.T. Conteco Check S.r.l. RINA Check S.r.l.	Ing. Marco Vaccari	Dott. Umberto Benezoli
.....	.....	.....	.....

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## Indice

0	PREMESSA .....	2
1	IMPATTI CUMULATIVI .....	3
1.1	INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 1 .....	3
2	QUALITÀ DELL'ARIA .....	14
2.1	INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 2 .....	14
3	ACQUE MARINE .....	28
3.1	INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 3 .....	28
4	QUALITÀ DEI SUOLI E DELLE ACQUE.....	40
4.1	INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 4 .....	40
5	BIODIVERSITÀ TERRESTRE .....	41
5.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 5.....	41
6	ECOSISTEMA MARINO .....	44
6.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 6 .....	44
7	TERRE E ROCCE DA SCAVO, RIFIUTI E AMIANTO AERODISPERSO .....	52
7.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 7 .....	52
8	DIFESA DEL SUOLO .....	56
8.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 8 .....	56
9	RUMORE .....	57
9.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 9 .....	57
10	RISCHIO DI INCIDENTI RILEVANTI .....	59
10.1	INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 10 .....	59
	APPENDICE A ALLA INTEGRAZIONE DI CUI AL PUNTO 4.1 .....	66
	APPENDICE B ALLA INTEGRAZIONE DI CUI AL PUNTO 8.1 .....	70

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 0 PREMESSA

Con riferimento al Progetto di fattibilità tecnico economica per l'Adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2, di cui all'identificativo della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale MiTE: **ID\_VIP 6261**, lo scrivente Presidente dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (ADSPMLO), proponente del progetto sottoposto a Parere di Compatibilità Ambientale e Paesaggistica ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 152/2006, presenta di seguito la documentazione di Integrazione Progettuale in risposta alla Richiesta Nota Prot. MiTE No. 0113080 del 19 Ottobre 2021 il cui contenuto fornisce anche gli approfondimenti relativi alle Osservazioni presentate dalla Regione Liguria con Nota n. 317889 del 4/10/2021 assunta al Vostro Prot. No. 108384/MATTM dell'8 Ottobre 2021.

In accordo al contenuto delle Richieste sopra menzionate, in funzione della evidenziata necessità di predisporre approfondimenti sullo SIA e sulle matrici ambientali, la documentazione progettuale integrativa intende rispondere alle seguenti tematiche:

- a) Valutazione degli eventuali impatti cumulativi dovuti delle due fasi progettuali che interessano l'area di intervento;
- b) Matrice aria con particolare riferimento alle emissioni;
- c) Matrice acque marine per le eventuali interferenze con lo scarico a mare del depuratore Sestri Ponente Aeroporto e la modalità di gestione dei sedimenti dragati;
- d) Interferenza idraulica tra il deflusso di piena del Torrente Cantarena e l'Opera D;
- e) Matrici terre e rocce da scavo, suolo e rifiuti;
- f) le possibili interferenze con impianti assoggettati al D. Lgs. n. 105/2015;
- g) il PMA rispetto alle matrici Aria, Suolo e Rumore.

Il presente documento è redatto per fornire riscontro ed integrazione a quanto osservato.

Di seguito si riporta il testo delle singole richieste e le relative risposte.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

## 1 IMPATTI CUMULATIVI

*Si ritiene necessario che, considerata la probabile contemporaneità dell'esecuzione e la vicinanza dei cantieri, sia effettuata una valutazione degli eventuali impatti cumulativi dovuti al progetto ben più ampio che comprende sia l'opera in oggetto, che ne rappresenta la seconda fase, sia il progetto di prima fase denominato "Nuova calata a uso cantieristico navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi", che è stata escluso dalla procedura di VIA, con prescrizioni, con la Determinazione Prot\_ DVADEC — 2015 — 372 del 21/10/2015, ma che non è ancora iniziato;*

### 1.1 INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 1

Per portare a compimento lo sviluppo e la modernizzazione dello scalo cantieristico di Sestri Ponente, anche in funzione della diversità degli interventi da attuare e di soggetti responsabili di tali interventi, è stato ritenuto più coerente separare le attività in due fasi distinte: FASE 1 e FASE 2.

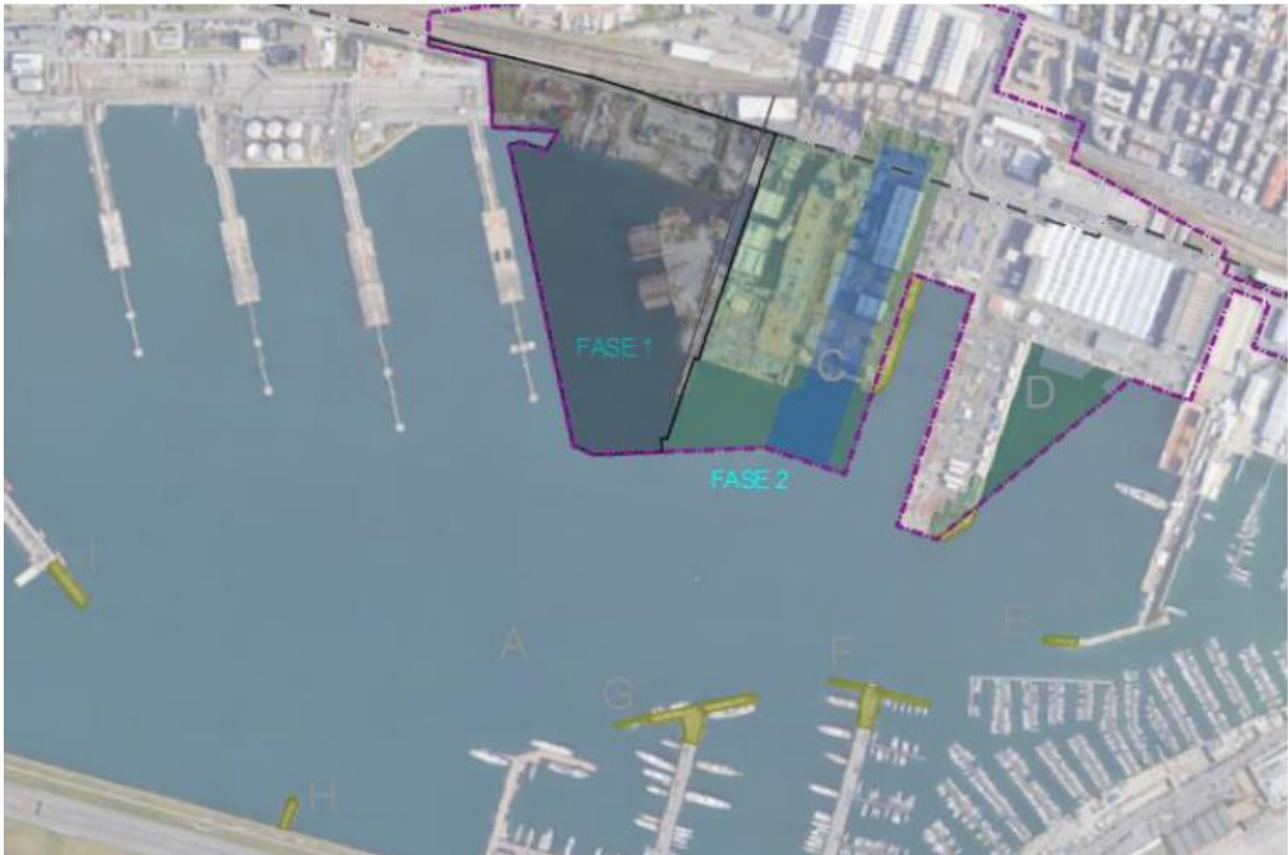


Figura 1-1 Identificazione Progetto FASE 1 (Ribaltamento a mare) e Progetto FASE 2 (aree colorate identificate tramite lettere)

Con la FASE 1 si intende ricavare maggiori spazi operativi e spostare su questi spazi soprattutto le lavorazioni a oggi già presenti nelle aree destinate a ricevere il nuovo bacino di carenaggio di prevista realizzazione in FASE 2, con la creazione a mare di una piattaforma logistica opportunamente circondata, di circa 90'000 mq.

Una volta realizzato il progetto di FASE 1, questo consentirà di migliorare la logistica delle aree cantieristiche, oggi comprese lungo il lato mare del tracciato ferroviario, così determinando un utilizzo più efficace e razionale delle aree industriali.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx

Va rimarcato che la procedura autorizzativa di FASE 1 si è potuta accelerare rispetto ai tempi, utilizzando lo strumento dello "stato di straordinarietà" derivante dall'emanazione del DL 109/2018 convertito in legge 130/2018 che ha consentito, attraverso la nomina di un soggetto di coordinamento ad hoc (Commissario straordinario), di avviare e concludere in tempi brevi e semplificati i programmi di riconversione industriale previsti, con previsioni di spesa di cui ha beneficiato la ricostruzione del Ponte Morandi crollato e ricostruito.

Con la FASE 2 si intende invece il progetto necessario a dotare l'area cantieristica dello scalo portuale di infrastrutture operative moderne e proporzionate alle dimensioni previste per le navi del terzo millennio sia per nuova costruzione sia per riparazione e/o manutenzione.

La progettazione del presente PFTE di FASE 2 costituisce, pertanto, la base per il successivo affidamento da parte dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale, di appalto integrato di tipo complesso con progettazione definitiva ed esecutiva da parte del soggetto futuro che verrà individuato, e che consentirà di realizzare in maniera completa e definitiva questi scenari costruttivi

Fatta questa doverosa premessa, in merito alla richiesta di valutazione degli eventuali Impatti Cumulativi dovuti all'insieme dei suddetti interventi, si evidenzia che le lavorazioni oggetto della Fase 2 sono, proprio in ragione della natura delle opere e delle modalità di esecuzione, successive e sequenziali alle attività di Fase 1 lato ponente e lato levante.

Gli interventi relativi al Progetto di Fase 1 seguiranno un cronoprogramma dei lavori che precederà la fase di avvio del presente progetto; la realizzazione del ribaltamento a mare costituisce un intervento propedeutico alle attività di cantierizzazione dell'intervento in esame e, pertanto, non si determinano impatti cumulativi fra le due fasi.

Si riportano di seguito i cronoprogrammi delle attività previste rispettivamente per il progetto di Fase 1 e di Fase 2.



Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

Figura 1-2 Cronoprogramma dei lavori – Progetto Fase 1

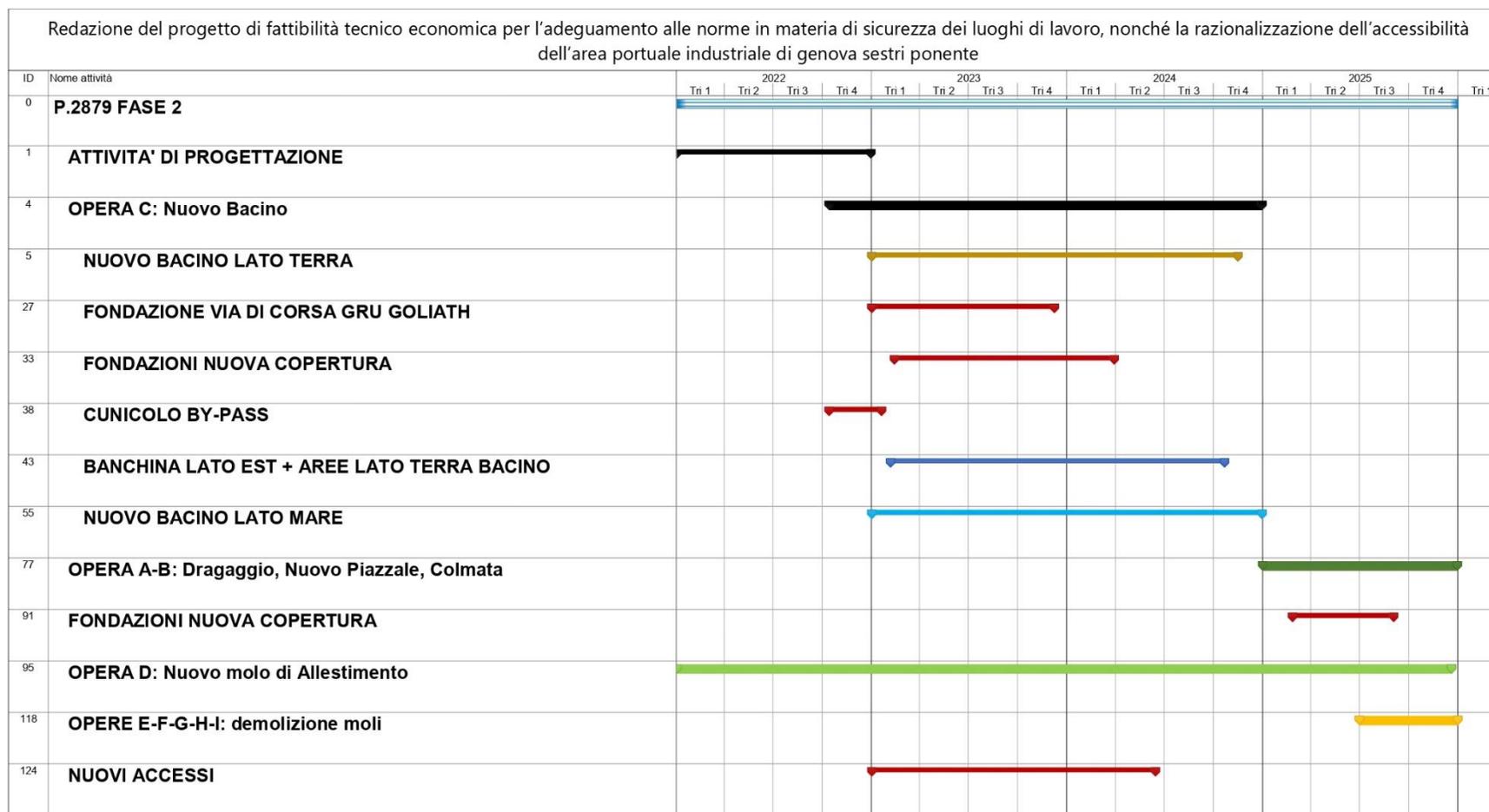


Figura 1-3 Cronoprogramma dei lavori – Progetto Fase 2

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Con riferimento alle fasi di realizzazione riconducibili al cronoprogramma del Progetto di Fase 1, di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui vengono specificate la descrizione, la tipologia e la durata della singola fase:

<b>Fasi di realizzazione</b>	<b>Descrizione macro attività</b>	<b>Luogo - tipologia di cantiere</b>	<b>Durata dell'attività</b>
Fase 1	Realizzazione dei cassoni cellulari in cls*	Porto di Voltri (V.T.E.) – opere civili	14,5 mesi
Fase 2	Trasporto via mare dei cassoni*	Ambito portuale - tragitto nell'ambito del Porto Petroli	15 mesi
Fase 3	Perimetrazione dell'area di realizzazione della cassa di colmata*	area dell'intervento – cantiere opere marittime	12 mesi
Fase 4	Demolizione aree in fregio alla colmata;	area dell'intervento – cantiere opere civili	2,7mesi
Fase 5	Conferimento via terra del materiale per la realizzazione della colmata;	tragitto riportato in planimetria - Traffico automezzi pesanti / scarico e stoccaggio all'aperto di materiale lapideo	15 mesi
Fase 6	Scarico e stoccaggio del materiale;	area dell'intervento – cantiere opere civili	15 mesi
Fase 7	Realizzazione della colmata (da posa telo di fondo a precarica);	area dell'intervento – cantiere opere civili	30 mesi
Fase 8	Realizzazione del piazzale operativo e opere di finitura	area dell'intervento – cantiere opere civili	4 mesi

*Figura 1-4 Fasi realizzative del progetto di Fase 1 – Ribaltamento a mare*

Con riferimento al presente Progetto di Fase 2, le figure seguenti riportano le macroaree che sono state messe in sequenza temporale per fasi, in relazione alle prescrizioni della Fincantieri. Va precisato che le aree 1A, 1B, 3A1 e 3D sono state inserite, pur appartenendo ai lavori di FASE 1, che non sono di competenza di questo progetto, ma per completamento di un percorso coordinato tra le diverse lavorazioni.

Come è possibile osservare dalla localizzazione delle aree di cantiere, sia l'area logistica 2 (3A1) che l'area per lo stoccaggio temporaneo (3A2) dei materiali derivanti dalle demolizioni delle strutture esistenti per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio, saranno ubicate sul piazzale già realizzato del ribaltamento a mare.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

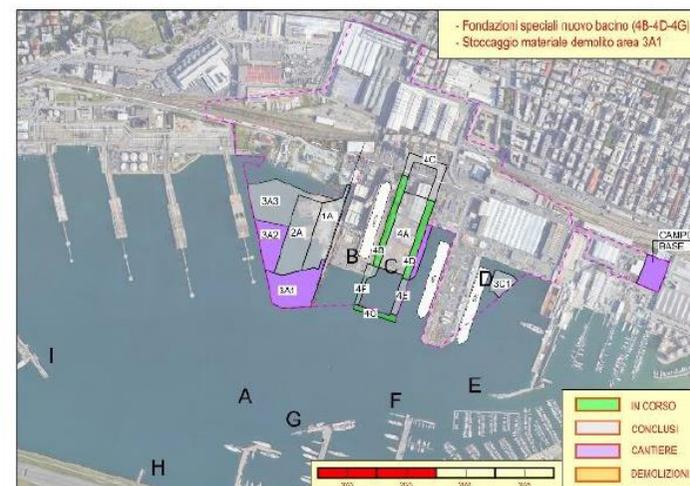
Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

Individuazione delle diverse fasi di intervento – Progetto di Fase 2



Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

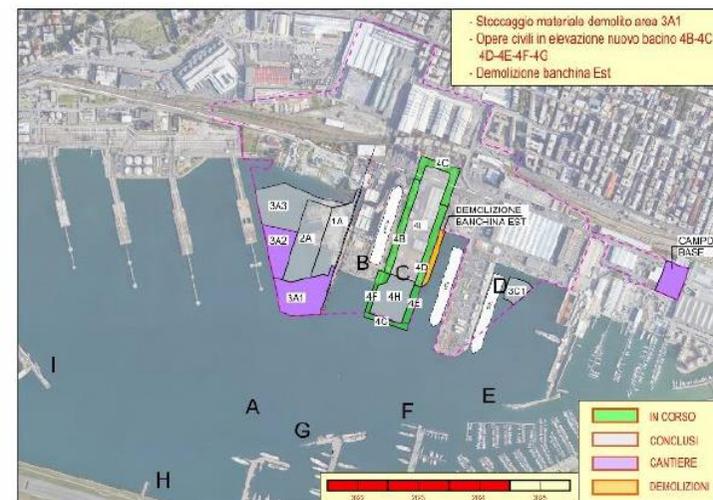
Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Per quanto riguarda il cronoprogramma delle attività di costruzione degli interventi relativi al progetto di Fase 2 in esame, si prevede che i lavori vengano completati in 4 anni, con fine pertanto entro il 2025, a partire dagli inizi dell'anno prossimo.

La progettazione definitiva verrà sviluppata entro l'anno in corso mentre la progettazione esecutiva sarà svolta nel corso del prossimo anno (2022) in parallelo con l'avvio dei lavori per stralci. Nel primo anno sarà eseguita l'opera di by-pass dei sottoservizi lungo il tratto nord degli attuali bacini affinché sia sempre garantita l'operatività del cantiere navale esistente e dei moli di allestimento a levante, anche durante la costruzione del nuovo bacino di carenaggio. Nel medesimo anno sarà avviato il primo settore dell'area 3C (opera D nel presente PFTE) nel tratto di radice del nuovo molo di allestimento, in prossimità dello sfocio del Rio Cantarena. Solo a partire dal 2023, sarà possibile avviare la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio nell'area attualmente adibita al premontaggio delle carpenterie metalliche delle nuove navi all'interno del bacino esistente (no.1).

La pianificazione delle principali fasi realizzative è stata vincolata dai seguenti fattori principali:

Le tempistiche di completamento dell'area del "Ribaltamento a mare" (lotto II di Fase1) secondo il seguente calendario:

- Area 1A: 27 maggio 2022
- Area 2A: 4 ottobre 2022
- Area 3A: 11 febbraio 2023

Il programma di prefabbricazione delle nuove navi fornito dal Concessionario "Fincantieri" per i prossimi 5 anni.

PROGRAMMA NAVI FC SESTRI PONENTE

VARI	CONSEGNE	BANCHINA	Finestra disponibilità lavori
01/07/2021	30/06/2022	Ponente	/
28/02/2022	15/03/2023	Levante	apr.23-giu.23
30/11/2022	15/11/2023	Ponente	/
30/06/2023	30/05/2024	Levante	giu.24-set.24
28/02/2024	15/03/2025	Ponente	/
30/09/2024	15/11/2025	Levante	nov.25-dic.25
31/05/2025	30/05/2026	Ponente	/
31/12/2025	31/12/2026	Levante	tbd

Il completamento della suddetta area 1A del "Ribaltamento a mare" sarà propedeutico affinché il Concessionario possa procedere con lo spostamento della propria cantieristica dall'attuale sezione di premontaggio, liberando l'area prevista per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio. Lo spostamento avverrà in 6 mesi consentendo l'avvio delle lavorazioni a partire dal 2023.

Le lavorazioni per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio (opera C) avverranno in parallelo con le operazioni di prefabbricazione delle nuove navi all'interno del bacino esistente no.1; al completamento del nuovo bacino (fine 2024) tutta la cantieristica navale si mobilerà al suo interno, liberando l'area per il completamento dei piazzali di cui all'opera B, da eseguire in parallelo (2025) con:

- l'allargamento del molo di allestimento (opera D)
- il dragaggio dei fondali all'interno delle aree di evoluzione fino alla -11 m slmm (opera A)
- la demolizione dei moli esistenti (opere E-I) così come individuato dalle simulazioni di manovra a corredo del presente PFTE.

Nell'eventualità che si verifichi una variazione sull'andamento dei cronoprogrammi di Fase 1 e Fase 2, determinando una sovrapposizione delle attività di cantiere, la valutazione del potenziale effetto cumulativo deve tener conto del cumulo delle emissioni di inquinanti in atmosfera generati dai mezzi e macchinari d'opera.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

In particolare, nel caso in cui le prime fasi di attività di cantiere del Progetto di Fase 2 dovessero iniziare in contemporanea alle ultime fasi di completamento delle attività di cantiere del Progetto di Fase 1, tale condizione potrebbe determinare possibili effetti cumulativi.

Si evidenzia, a tale scopo, che le valutazioni effettuate nell'ambito del SIA per il progetto di Fase 2 relativamente alle emissioni di inquinanti gassosi e polveri in fase di cantiere, hanno mostrato come, anche nella fase più critica in termini di emissioni di polveri, gli effetti indotti dalle lavorazioni siano trascurabili.

Considerando, quindi, anche i risultati emissivi desunti dallo studio preliminare ambientale sviluppato per il Progetto di Fase 1, sono stati presi a riferimento quelli relativi alle attività dell'ultima fase di completamento dell'opera di Ribaltamento a mare, ovvero la costruzione del piazzale operativo che consiste nella realizzazione di un pacchetto di pavimentazione adottato per la finitura della colmata, mediante la presenza in loco di un impianto di miscelazione del cemento e di un impianto per la produzione di asfalto.

Per tale valutazione lo studio del Ribaltamento a mare ha individuato due scenari: uno in assenza di controllo delle emissioni (Scenario 'A') ed uno con l'attivazione di opportuni controlli delle emissioni in atmosfera (Scenario 'B').

Le azioni di controllo delle emissioni prese in considerazione sono state la bagnatura per quanto riguarda la movimentazione dei materiali e la captazione ed invio a appositi sistemi di filtraggio per quanto riguarda gli impianti di produzione.

Nella Tabella seguente sono riportati i risultati delle valutazioni effettuate per l'attività di cantiere del progetto Fase 1 relativa al completamento del piazzale operativo:

**PAVIMENTAZIONE PIAZZALE OPERATIVO – EMISSIONI COMPLESSIVE**

Impianti / Mezzi d'opera	Scenario 'A'			Scenario 'B'		
	COV-NM kg/mese	PTS kg/mese	PM10 kg/mese	COV-NM kg/mese	PTS kg/mese	PM10 kg/mese
Miscelatore cemento	-	232	63	-	8	2
Produzione asfalto	1.9	1625	375	1.9	83	19
Mezzi d'opera (pale)	-	163	24	-	42	6
<b>Totali</b>	<b>1.9</b>	<b>2019</b>	<b>462</b>	<b>1.9</b>	<b>132</b>	<b>27</b>

Figura 1-5 Stima delle emissioni nella fase 8 del Progetto di Fase 1 (Ribaltamento a mare)

Come è possibile osservare dai dati riportati nella tabella di cui sopra, risulta evidente l'efficacia dei controlli sulle emissioni, controlli per altro supposti attivi solo per le emissioni di particolato (PTS e PM10).

Per stimare, come richiesto nelle presenti integrazioni, l'effetto cumulativo delle attività di cantiere dei progetti di Fase 1 e di Fase 2, sono state prese in considerazione, come detto, le attività di ultima fase del Ribaltamento a mare (costruzione del piazzale operativo) e quelle iniziali relative alla realizzazione del progetto in esame, individuate nelle seguenti demolizioni:

Opera C: Nuovo bacino – Demolizioni area bacino esistente no.2;

Opera C: Fondazione via di corsa gru Goliath – demolizione piazzali e sottoservizi zona banchina;

Tali attività, infatti, rappresentano, in via cautelativa, quelle che, nelle prime fasi di avvio dei lavori di Fase 2, possono determinare una maggiore produzione di polveri dovute alle movimentazioni dei materiali.

Si evidenzia che le analisi svolte per verificare le emissioni durante tali lavorazioni, sono incentrate sul principale inquinante che caratterizza genericamente queste fasi di lavoro: il particolato sottile nella frazione di 10 micron, indicato con la sigla PM10. Tale inquinante, infatti, rappresenta il principale elemento di alterazione della qualità dell'aria prodotto durante le lavorazioni cantieristiche come quelle in oggetto di studio.

<b>Progetto:</b> Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	<b>Livello progettazione:</b> Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	<b>Elaborato:</b> GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
---	--	---

Per stimare i fattori di emissione di particolato correlati alle attività di demolizione, si è fatto riferimento alla metodologia adottata dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), basata su aggiornati fattori di emissione e specifici algoritmi di calcolo (EMEP/EEA, 2013) o su fattori di emissione riportati in documenti a cui la citata pubblicazione rimanda al documento emesso da US-EPA "Compilation of Air Pollutant Emission Factors" dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>).

Si possono stimare quindi le emissioni di polveri causate dalle attività di demolizione utilizzando la metodica EEA per la demolizione di opere civili:

$$E_i = AR \cdot EF_i$$

Dove:

- $E_i$  è l'emissione totale inquinante  $i$  (kg/anno);
- $AR$  è la superficie dell'opera da demolire (mq);
- $EF$  è il fattore di emissione (kg/mq/anno);
- $i$  è la tipologia d'inquinante.

In particolare, i fattori di emissione  $EF$  per le diverse frazioni dimensionali delle polveri sono pari a:

- per il PTS  $EF=0,162$  kg/mq/anno;
- per il PM10  $EF=0,0812$  kg/mq/anno;

per il PM2.5  $EF= 0,00812$  kg/mq/anno.

Di seguito si riportano i risultati della stima delle emissioni effettuata, considerando un tempo di lavorazione pari a 3 mesi per le attività di demolizione considerate, sia nella condizione senza controllo delle emissioni (scenario A) sia con interventi di abbattimento delle polveri (scenario B), analogamente a quanto è stato effettuato per il progetto di Ribaltamento a mare.

Un parametro da considerare nella stima delle emissioni effettive di polveri riguarda il livello di umidità delle terre movimentate. Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, trasporto, risollevarimento, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento.

Si può considerare una percentuale di abbattimento pari a circa il 75% (paragonabile ad un'area di cantiere in cui viene effettuato un ciclo di bagnatura delle terre pari ad una volta al giorno). Applicando tale percentuale di abbattimento di emissione delle polveri, si stimano i seguenti fattori di emissione riportati in tabella (scenario B):

Scenario A		Scenario B	
PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)	PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)
97,2	48,7	24,3	12,2

Figura 1-6 Stima delle emissioni per la fase di demolizioni prevista per il Progetto di Fase 2

<b>Progetto:</b> Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	<b>Livello progettazione:</b> Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	<b>Elaborato:</b> GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
---	--	---

Valutando gli impatti cumulativi dati dalla contemporaneità delle attività di cantiere, come sopra descritte, e relative ai progetti di Fase 1 e Fase 2, si ottengono i seguenti fattori di emissione delle polveri:

Scenario A		Scenario B	
PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)	PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)
2.116,2	510,7	156,3	39,2

Figura 1-7 Stima degli impatti cumulativi per le attività di cantiere in sovrapposizione tra Progetto Fase 1 e Fase 2

Dall'analisi effettuata si osserva che l'incremento delle emissioni di polveri dovute alle lavorazioni delle attività di Fase 2 in sovrapposizione a quelle di Fase 1 è trascurabile, non determinando un significativo aumento complessivo delle emissioni, come mostrato nella tabella seguente.

Fase progettuale	Scenario A		Scenario B	
	PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)	PTS (kg/mese)	PM10 (kg/mese)
Fase 1 + Fase 2	2.116,2	510,7	156,3	39,2
Fase 1	2019	462	132	27

Figura 1-8 Confronto dei risultati emissivi

Inoltre, è importante sottolineare quanto le azioni di controllo delle emissioni, come la bagnatura delle aree di lavorazione, possano costituire un efficace strumento per l'abbattimento delle polveri in atmosfera.

Si evidenzia che la progettazione oggetto della Fase 2 costituisce la base per il successivo affidamento da parte dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale, di appalto integrato di tipo complesso con progettazione definitiva ed esecutiva, e che consentirà di realizzare in maniera completa questi scenari costruttivi e di definire le tempistiche previste nel cronoprogramma dei lavori.

In funzione delle specificità e delle caratteristiche dei siti, della tipologia di attività ivi realizzate, i concessionari dei cantieri perseguiranno i propri obiettivi di miglioramento, in particolare sul tema della riduzione e gestione dei rifiuti, dell'efficienza energetica, della tutela dell'ambiente e della salute e sicurezza dei lavoratori nell'uso di sostanze e prodotti chimici e del controllo degli aspetti ambientali indiretti legati all'operato delle ditte appaltatrici, nel rispetto delle normative specifiche di settore.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 2 QUALITÀ DELL'ARIA

Considerando:

- per quanto concerne lo stato attuale delle componenti ambientali, e in particolare le concentrazioni di fondo ambientale, l'incongruenza fra i risultati finali e i dati parziali;
- per quanto concerne la cantierizzazione, la mancanza di una relazione sullo studio modellistico effettuato e delle mappe di ricaduta riferite alle medie giornaliere nelle diverse condizioni anemologiche, in base alle quali dovrà anche essere rivisto il PMA, nonché la mancata considerazione del trasporto del materiale in discarica, con i relativi impatti;
- per quanto attiene al monitoraggio, fermo restando che l'ubicazione a microscala dovrà comunque essere concordata con ARPAL, la necessità di aggiornare ed eventualmente integrare il PMA con uno o più punti per la misura del PM10 in corrispondenza delle zone di massima ricaduta e in luoghi rappresentativi dell'esposizione della popolazione, in funzione dei risultati dello studio modellistico.;
- sempre per quanto attiene al monitoraggio, la necessità di effettuare: o in fase ante operam, fermo restando che l'ubicazione a microscala del sito individuato a questo scopo dovranno comunque essere concordate con ARPAL, più campagne di monitoraggio per gli inquinanti associati al traffico veicolare e prodotti dal cantiere (con particolare riferimento alle polveri);
- in corso d'opera il monitoraggio in continuo per il recettore più potenzialmente esposto e una procedura per la gestione delle situazioni critiche;
- in fase post operam una valutazione dell'impatto sulla matrice aria derivante dai richiamati aumenti di capacità produttiva;

si richiedono approfondimenti per la fase di cantierizzazione e monitoraggio nonché l'integrazione dello SIA con le valutazioni delle emissioni in fase di esercizio derivanti dagli aumenti di capacità produttiva;

### 2.1 INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 2

Si riportano di seguito le integrazioni alla richiesta da parte della Regione Liguria in merito ai rapporti del progetto con la pianificazione con riferimento al "**Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra**", approvato con DCR n.4 del 21.02.2006, il decreto legislativo n.155 del 2010. Tale Piano attribuisce alle regioni il compito di adottare e attuare piani e misure di risanamento per il raggiungimento dei valori limite, dei livelli critici e dei valori obiettivo, in caso di individuazione di aree di superamento e per il mantenimento del relativo rispetto.

Il "Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra" individua un complesso di misure e disposizioni nei settori dei trasporti, industria, energia e porti volte a migliorare progressivamente lo stato di qualità dell'aria.

Gli obiettivi specifici del Piano discendono dalle norme settoriali di riferimento e possono essere così sintetizzati:

1. conseguire, per l'intero territorio regionale, il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dalle normative europee, entro i termini temporali dalle stesse previsti;
2. mantenere nel tempo, ovunque, una buona qualità dell'aria ambiente, mediante:
  - ❖ la diminuzione delle concentrazioni in aria dei diversi inquinanti, dove si registrano valori di qualità dell'aria prossimi ai limiti;
  - ❖ la prevenzione dell'aumento indiscriminato dell'inquinamento atmosferico dove i valori di inquinamento sono al di sotto dei limiti, ma nelle quali si può ipotizzare un'evoluzione peggiorativa.
3. perseguire un miglioramento generalizzato dell'ambiente e della qualità della vita, evitando il trasferimento dell'inquinamento tra i diversi settori ambientali;

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

4. concorrere al raggiungimento degli impegni di riduzione delle emissioni;
5. porre le condizioni per la gestione della qualità dell'aria allo stato attuale ed in futuro sulla base di strumenti di conoscenza consolidati ed efficienti nel campo della gestione dell'informazione, del monitoraggio e della modellistica di previsione e simulazione;
6. riorganizzare il sistema di monitoraggio della qualità dell'aria;
7. creare le condizioni per consentire un monitoraggio efficiente delle azioni che hanno influenza sulle emissioni e sulla qualità dell'aria;
8. favorire la partecipazione ed il coinvolgimento delle parti sociali e del pubblico.

Tramite appropriati studi effettuati in base alle caratteristiche territoriali, la distribuzione ed entità delle fonti emittenti presenti in regione, i dati di monitoraggio della qualità dell'aria, l'influenza delle caratteristiche meteorologiche sulla dispersione degli inquinanti, il Piano perviene ad una classificazione dell'intero territorio regionale, con riferimento agli inquinanti normati dal DM 60/02 (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio, PM10, benzene e piombo).

Sulla base della classificazione sopra citata, la verifica effettuata rispetto al progetto in esame ha evidenziato come l'area di intervento ricada nella Zona 1, che comprende il comune di Genova, zona indicata dal Piano come critica riguardo il numero di superamenti all'interno del territorio urbano.

Le sorgenti emissive in tale zona sono di tipo misto, cioè sia di tipo produttivo, che da traffico e riscaldamento civile.

Per la zona 1, il piano di risanamento prevede misure per il miglioramento della qualità dell'aria principalmente destinate al trasporto locale e al traffico, dato che sono le fonti emissive che maggiormente impattano sulla qualità dell'aria.

In coerenza con tali obiettivi di Piano, si evidenzia che il progetto in essere è volto alla razionalizzazione della accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente, facendo parte del più ampio "**programma straordinario di investimenti urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità e per il collegamento intermodale dell'aeroporto Cristoforo Colombo con la città di Genova nonché per la messa in sicurezza idraulica e l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro**", allegato al Decreto n° 1 del 28 febbraio 2020 del Commissario Straordinario per la ricostruzione del Viadotto Polcevera dell'Autostrada A10, con il quale sono state individuate le opere di importanza primaria per lo sviluppo della portualità genovese.

Nello specifico, tra le misure riguardanti i trasporti perseguibili anche attraverso la realizzazione di opere infrastrutturali atte a favorire l'intermodalità dei mezzi trasporto, si evidenzia la coerenza della iniziativa progettuale in oggetto con la misura *MT16 Progettazione e realizzazione della gestione ottimale dell'intermodalità nave - mezzi terrestri nel trasporto merci*.

Azione	Obiettivo	Ambito territoriale interessato e/o priorità	Titolarietà/ responsabilità
MT16. Progettazione e realizzazione della gestione ottimale dell'intermodalità nave - mezzi terrestri nel trasporto merci	riduzione impatto locale del trasporto merci	Genova, Savona, La Spezia	Comunale/ Provinciale

Tabella 2.1 Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra – Cap.6 Scenari di Piano. Misure riguardanti i trasporti

In particolare, si evidenzia la coerenza del progetto agli obiettivi di Piano, con particolare riferimento agli interventi sulla accessibilità volti ad ottimizzare i flussi veicolari ed orientati ad evitare congestionamenti associati quindi anche a fenomeni puntuali di perturbazione della qualità dell'aria.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Per quanto riguarda la **classificazione delle zone**, si prende atto dell'avvenuto aggiornamento effettuato sulla base dei dati relativi al quinquennio 2015 - 2019 con la **D.G.R. n.190 del 12.03.2021**. Come noto, la classificazione di una zona è finalizzata a stabilire sia il regime di valutazione della qualità dell'aria per ciascun inquinante e zona, sia il numero di stazioni fisse di monitoraggio da installare all'interno delle aree, così come previsto all'art.5 del D.lgs. 155/2010. Per effettuare la classificazione delle zone, in base al superamento o meno delle soglie di valutazione superiore o inferiore individuate dal decreto in relazione a ciascun inquinante, il D.lgs. 155/2010 stabilisce le tecniche di valutazione da utilizzare:

- Caso 1: se la soglia di valutazione superiore (SVS) risulta superata nella zona, la valutazione deve obbligatoriamente essere fatta considerando misure in siti fissi. Il numero minimo di punti di misura è stabilito, in base alla popolazione della zona, all'allegato V del d.lgs.155/2010. Le misure possono essere integrate da tecniche di modellizzazione o da misurazioni indicative al fine di fornire un adeguato livello di informazione circa la qualità dell'aria ambiente
- Caso 2: se la soglia di valutazione inferiore (SVI) risulta essere rispettata nella zona, per la valutazione possono essere utilizzate, anche in via esclusiva, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva;
- Caso 3: se i livelli si collocano tra la soglia di valutazione inferiore e la soglia di valutazione superiore (SVI ÷ SVS) per la valutazione dovranno essere utilizzate misurazione in siti fissi o misurazioni indicative, anche integrate da tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

L'aggiornamento della classificazione delle zone approvato con la D.G.R. n.190 del 12.03.2021 riporta il confronto dei dati relativi alla classificazione delle zone fra il quinquennio 2010-2014 e quello 2015-2019, come si evince dalla seguente tabella.

Zona		NO2 media oraria		NO2 media annua		PM10 media giornaliera		PM10 media annuale		PM2.5 media annuale		CO max media 8h		Benzene media annua		SO2 media giornaliera	
		2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014	2015-2019	2010-2014
IT0711	Agglomerato Genova	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT-LAT	UAT	UAT-LAT	UAT	LAT	LAT
IT0712	Savonese - Bormida	UAT-LAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT	LAT	LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	LAT	LAT
IT0713	Spezzino	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT	UAT	UAT-LAT	UAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	LAT	LAT	LAT	UAT-LAT_SA	LAT	LAT
IT0714	Costa con alta pressione antropica	UAL_LAT_SA	UAT-LAT	UAT_SA	UAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT	UAT-LAT_SA	UAT	LAT	LAT	UAT-LAT	UAT	LAT	LAT
IT0715	Entroterra genovese con alta pressione antropica	UAT-LAT	UAT	UAT	UAT	UAT	UAT_SA	UAT-LAT	UAT-LAT_SA	UAT_SA	UAT	LAT	LAT	LAT	UAT-LAT	LAT	LAT
IT0716	Entroterra e Costa con bassa pressione	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT	LAT_SA

UAT	Upper Assessment Threshold	SVS	Valori superiori alla soglia Valutazione Superiore
LAT	Lower Assessment Threshold	SVI	Valori inferiori alla soglia Valutazione Inferiore
UAT - LAT	Between LAT UAT	SVI-SVS	Valori compresi tra SVI e SVS
LTO_U	Upper Long Term Objective	>OLT	Superiore all'obiettivo a lungo termine
LTO_L	Lower Long Term Objective	<OLT	Inferiore all'obiettivo a lungo termine
		SA	Valori stimati

Tabella 2.2 Confronto classificazione zona quinquennio 2015 – 2019 e 2010-2014

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Come si può osservare, il riesame della classificazione approvata con D.G.R. n.190 del 12.03.2021, di fatto, conferma nel quinquennio 2015-2019 i dati del quinquennio 2010-2014; in alcuni casi, l'aggiornamento evidenzia un miglioramento delle condizioni di qualità dell'aria del territorio rispetto al quinquennio precedente. Pertanto, dalla verifica dell'aggiornamento sopra detto non si rilevano modifiche rispetto a quanto riportato nel SIA.

Per quanto riguarda il calcolo delle **concentrazioni di fondo ambientale**, l'incongruenza segnalata riguarda un refuso nella trascrizione delle concentrazioni medie dei tre anni considerati misurate dalle due centraline di Multedo – Pegli e Via Buozzi – Genova.

Pertanto, di seguito si riporta la tabella con le concentrazioni medie degli inquinanti considerati per il calcolo del fondo ambientale:

PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>		NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	
Concentrazione	Limite normativo su media annua	Concentrazione	Limite normativo su media annua
22	40	51	40

Tabella 2.3 Concentrazioni medie degli inquinanti considerati per il calcolo del fondo ambientale

La tabella precedente mostra come la concentrazione di NO<sub>2</sub> sul territorio in esame supera il limite normativo della media annua.

Si specifica che le centraline considerate per il calcolo del fondo ambientale si trovano nei pressi di strade caratterizzate da un elevato traffico veicolare, che rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. È da evidenziare inoltre, come già osservato, che nel territorio del comune di Genova, il traffico stradale risulta essere tra le fonti emissive che maggiormente impattano sulla qualità dell'aria.

Si riporta di seguito una integrazione in risposta a quanto richiesto in merito all'utilizzo del **modello di simulazione AERMOD** per la valutazione degli impatti ambientali sulla componente Atmosfera nella fase di cantierizzazione,

Per effettuare le valutazioni degli impatti in fase di cantiere sulla componente Atmosfera sono state effettuate delle simulazioni modellistiche con il software AERMOD, sviluppato dall'EPA (*Environmental Protection Agency*: Agenzia del governo federale degli Stati Uniti preposta alla protezione della salute umana e dell'ambiente). Il modello è in grado di stimare gli impatti sul territorio di inquinanti emessi da diversi tipi di sorgenti emissive. In particolare, è un modello "steady-state" in cui la diffusione dell'inquinante emesso in atmosfera viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se l'inquinante diffonde nello strato limite stabile SBL. Al contrario, se l'inquinante diffonde nello strato limite convettivo CBL, il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale ed una funzione di densità di probabilità p.d.f. bi-gaussiana per la direzione verticale (Willis and Deardorff, 1981; Briggs, 1993).

Il codice del software incorpora un nuovo e semplice approccio per simulare la dispersione di un flusso in situazione di terreni complessi, adottando il concetto di linea di flusso. Tale approccio è basato su considerazioni energetiche che permettono di definire, per ogni punto del territorio sul quale diffonde l'inquinante, la quota alla quale è soddisfatto il bilancio energetico tra l'energia cinetica di una particella d'aria che si muove nel flusso e l'energia potenziale necessaria affinché la particella superi un ostacolo. L'utilizzo di questo approccio evita la necessità di distinguere il terreno in semplice, intermedio o complesso.

AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di considerare determinate caratteristiche del PBL, infatti è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il "plume rise" e la "buoyancy";

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

- è in grado di simulare i “plume lofting”, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che, in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni in quota;
- può trattare lo strato limite in situazioni urbane.

Il software predispone inoltre un'analisi dei parametri meteorologici con lo scopo di definire la struttura verticale dello strato limite e la sua evoluzione temporale. Inoltre, può considerare i ricettori in tutti i tipi di terreno, ubicati sulla superficie o a quote superiori all'altezza del plume; può venire applicato ad aree urbane e rurali, su terreni piani e complessi; può prendere in esame i rilasci di sorgenti singole o multiple, sia puntuali che areali o volumetriche e le sorgenti possono essere ubicate sia in superficie che in quota.

Il codice AERMOD è articolato in tre distinte fasi operative ad ognuna delle quali è demandata una particolare funzione svolta da codici specifici. La caratterizzazione orografica e quella meteorologica degli scenari oggetto dello studio dispersivo, viene approntata rispettivamente dai codici AERMAP e AERMET che operano in modo disgiunto e autonomo e calcolano i parametri di tipo orografico e meteorologico che concorrono alla descrizione del PBL nel quale diffondono gli inquinanti, che successivamente sono simulati con il codice di dispersione AERMOD. A tal proposito, nella figura seguente si riporta il flusso delle fasi operative nelle quali è articolato l'utilizzo del codice AERMOD.

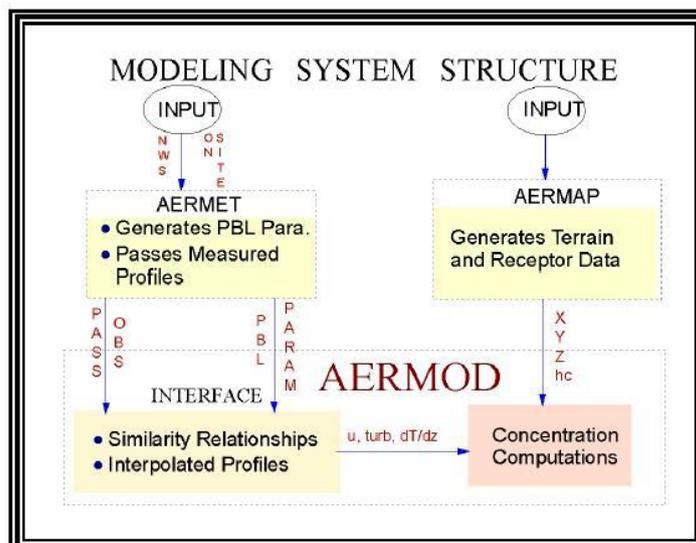


Figura 2-1 Schema di utilizzo dei tre codici nei quali è strutturata l'applicazione di AERMOD

Il codice AERMAP, che rappresenta il preprocessore orografico, dopo la lettura dei dati orografici e delle caratteristiche della griglia orizzontale dei ricettori ( $x_r$ ,  $y_r$ ), assegnata dall'utente per il successivo calcolo delle concentrazioni, per ogni singolo ricettore determina la quota  $z_r$  e calcola un parametro  $h_c$ , detto “altezza di scala” del terreno, che rappresenta l'altezza entro la quale si esplica l'influenza di vicini rilievi orografici nel punto ( $x_r$ ,  $y_r$ ,  $z_r$ ).

Il codice AERMET, che rappresenta il preprocessore meteorologico, prevede la lettura a livello orario di una serie di parametri meteorologici, quali velocità e direzione del vento, misurati in una stazione al suolo rappresentativa del sito oggetto dello studio. I dati letti dal codice vengono poi utilizzati per calcolare il valore dei parametri, quali il flusso di calore sensibile, la velocità  $u^*$ , la lunghezza di Monin Obukhov  $L$ , la velocità convettiva di scala  $w^*$ , le altezze di mescolamento, sia meccanica sia convettiva, che definiscono lo strato limite (PBL) nel quale diffondono gli inquinanti.

Il codice di dispersione AERMOD, infine, dopo aver integrato le caratteristiche dello strato di rimescolamento nella fase detta di “interfaccia meteorologica”, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

distribuzione gaussiana, mentre nel caso di atmosfera convettiva, la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento. Infine, gli output del modello di simulazione sono restituiti tramite curve di isocontrazione degli inquinanti indagati.

Per effettuare una stima delle concentrazioni di inquinanti al suolo è quindi importante definire dei parametri territoriali e dei parametri progettuali. Quelli territoriali corrispondono ai dati orografici e meteorologici, mentre quelli progettuali definiscono il quadro emissivo dello scenario di cantiere considerato.

Si specifica che due dei parametri più importanti per valutare la diffusione delle concentrazioni sul territorio sono la velocità e la direzione del vento; nel caso del progetto in esame la velocità media del vento è pari a circa 1,5 m/s e la direzione dei venti prevalenti è da SE (Scirocco) e SW (Libeccio).

La valutazione degli impatti dei cantieri sulla qualità dell'aria è stata effettuata considerando la fase operativa più critica in termini di produzione di polveri, scegliendo di simulare quindi la situazione peggiore possibile prevista per le lavorazioni. In questo caso la fase di lavoro in cui si stima la maggior produzione di polveri è la "Fase 6" che comprende:

- la realizzazione dell'area di colmata;
- realizzazione del cofferdam;
- dragaggio fondali marini;
- molo di allestimento;
- demolizioni moli esistenti E-F-G-H-I.

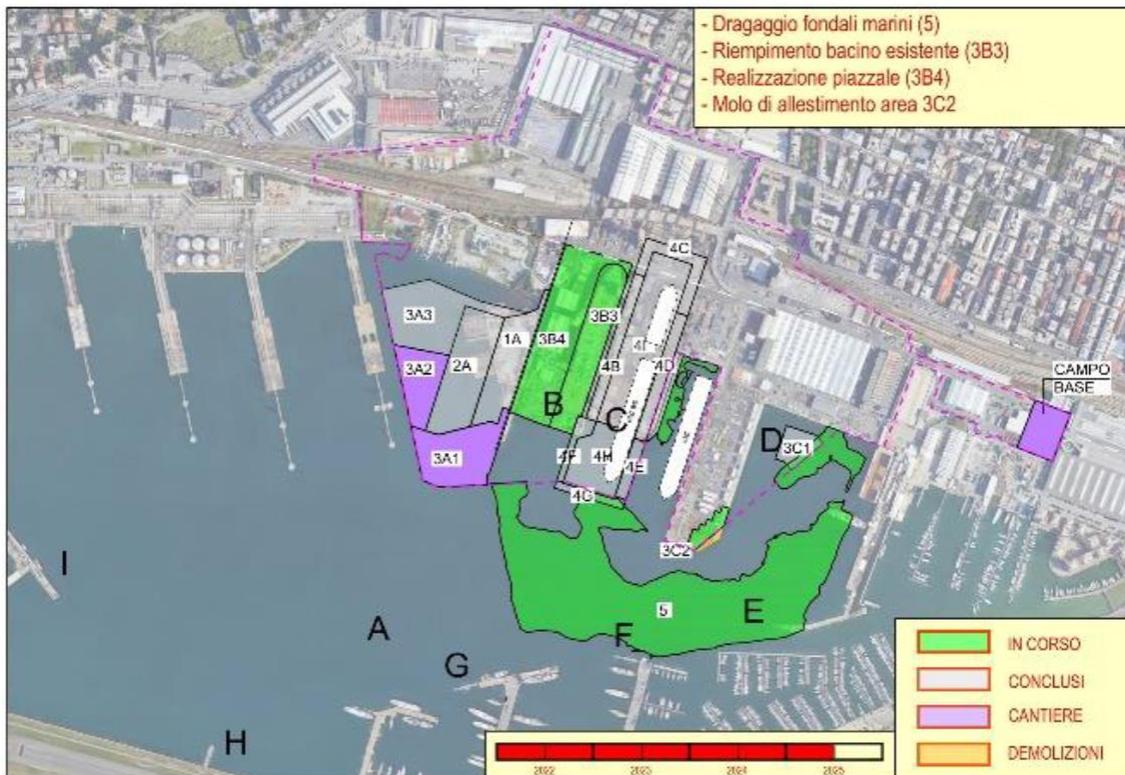


Figura 2-2 Planimetrie con le aree di cantiere – Fase 6

Una volta stimati i mezzi utilizzati durante tale fase di cantiere, per stimare i fattori di emissione si è fatto riferimento al documento EPA "Compilation of Air Pollutant Emission Factors" dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente statunitense, dalla quale si sono individuate le seguenti attività di cantiere:

- *Unpaved Roads*; Transito dei mezzi pesanti sulle piste non asfaltate di cantiere;
- *Aggregate Handling*; Carico e scarico di materiali;

R.T.P.: F&M Ingegneria SpA – Haskoning-DHV Nederland B.V. – Haskoning-DHV UK Limited – F&M Divisione Impianti Srl – VDP Srl – Studioelb Ingegneri Associati

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

- *Bulldozing/Scraper*; Attività di escavazione e realizzazione di pali e micropali;
- *Industrial Wind Erosion*; erosione delle aree di stoccaggio ad opera del vento.

Tali attività nello studio sono state valutate come media annuale del PM10, non riscontrando criticità a livello di concentrazione rispetto ai limiti normativi.

In questo contesto viene effettuata una valutazione sulla media giornaliera, in modo da definire il caso peggiore in base alle differenti condizioni meteorologiche. Di seguito si riporta lo stralcio con le curve di isoconcentrazione ottenute:

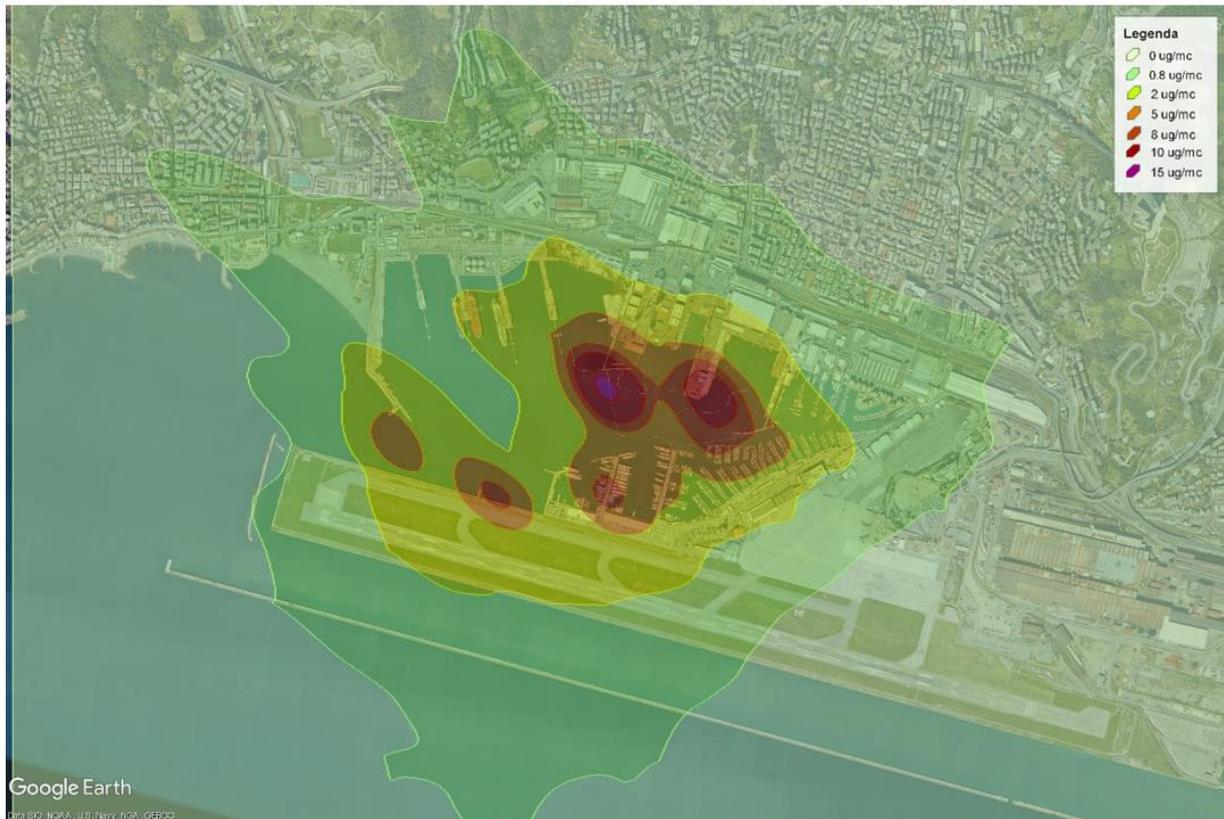


Figura 2-3 Output del modello di simulazione – concentrazione media giornaliera di PM10 (Fase 6)

La figura sopra riportata mostra le curve di isoconcentrazione delle medie giornaliere di PM10; come si può osservare, le concentrazioni più alte si hanno nei pressi delle aree di cantiere e dell'area portuale, mentre non si riscontra una diffusione delle stesse verso l'area urbana dove, di contro, si mantengono su livelli bassi. Inoltre, si evidenzia che la concentrazione massima registrata, pari a 17 ug/mc, rispetta i limiti normativi del PM10 sulla media giornaliera, pari a 50 ug/mc. Il rispetto dei limiti normativi si rileva anche considerando la concentrazione di fondo ambientale; infatti sommando alla concentrazione massima registrata quella relativa al fondo pari a 22 ug/mc, si ottiene un valore di concentrazione di PM10 massimo pari a 39 ug/mc.

Per quanto riguarda il **trasporto del materiale in discarica**, è stato stimato il fattore di emissione del PM10 per la circolazione dei mezzi pesanti, utilizzando la metodologia COPERT V. Tali emissioni non sono confinate nell'area di cantiere ma vengono distribuite lungo tutto il percorso di viabilità locale seguito da tali mezzi per raggiungere il punto di carico/scarico e per far ritorno al cantiere.

Il fattore di emissione calcolato con la metodologia COPERT V per i mezzi pesanti è riportato nella seguente tabella:

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

INQUINANTE	FATTORE EMISSIONE (g/Km*veh)
PM <sub>10</sub>	0,3

Tabella 2.4 Fattore di emissione allo scarico dei mezzi pesanti

Nel progetto in esame, si possono stimare i viaggi massimi dei mezzi pesanti pari a circa 10 viaggi/ora. Tale valore di emissione sarà utilizzato per verificare le concentrazioni prodotte da tale attività nel caso peggiore, cioè con un numero di viaggi giornalieri pari al massimo che si prevede avvenga durante il ciclo vita del cantiere (10 viaggi/ora).

Di seguito si riporta l'andamento della concentrazione di PM<sub>10</sub> con la distanza dalla sorgente stradale, da cui si evince come all'aumentare della distanza dalla sorgente si ottiene una diminuzione delle concentrazioni.

CONCENTRAZIONE PM <sub>10</sub> – VIABILITA'	
DISTANZA	CONCENTRAZIONE
10 metri	5,2 µg/mc
20 metri	4,6 µg/mc
30 metri	3,2 µg/mc
40 metri	2,4 µg/mc
50 metri	1,1 µg/mc

Tabella 2.5 Output numerico simulazioni PM<sub>10</sub> per la viabilità di cantiere

Come si evince dalla precedente tabella, le concentrazioni prodotte diminuiscono sensibilmente allontanandosi dalla sorgente stradale simulata. Tale osservazione porta a dedurre come la qualità dell'aria del territorio non risulta alterata in modo significativo da tale attività emissiva.

Con riferimento al **Piano di Monitoraggio**, a seguito delle considerazioni effettuate sui punti di monitoraggio per gli inquinanti atmosferici, come risultato dalle simulazioni effettuate per le medie giornaliere di PM<sub>10</sub> e sopra riportate, non si sono evidenziate criticità nei confronti dell'abitato di Sestri Ponente.

Tuttavia, in via cautelativa e, in ragione della valutazione dell'andamento delle curve di isoconcentrazione definite dal modello di simulazione, si integra il Piano di Monitoraggio con due punti di misura, di cui di seguito si riporta uno stralcio con la localizzazione. Come indicato, tali punti dovranno essere concordati, a livello di microscala, con ARPAL.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

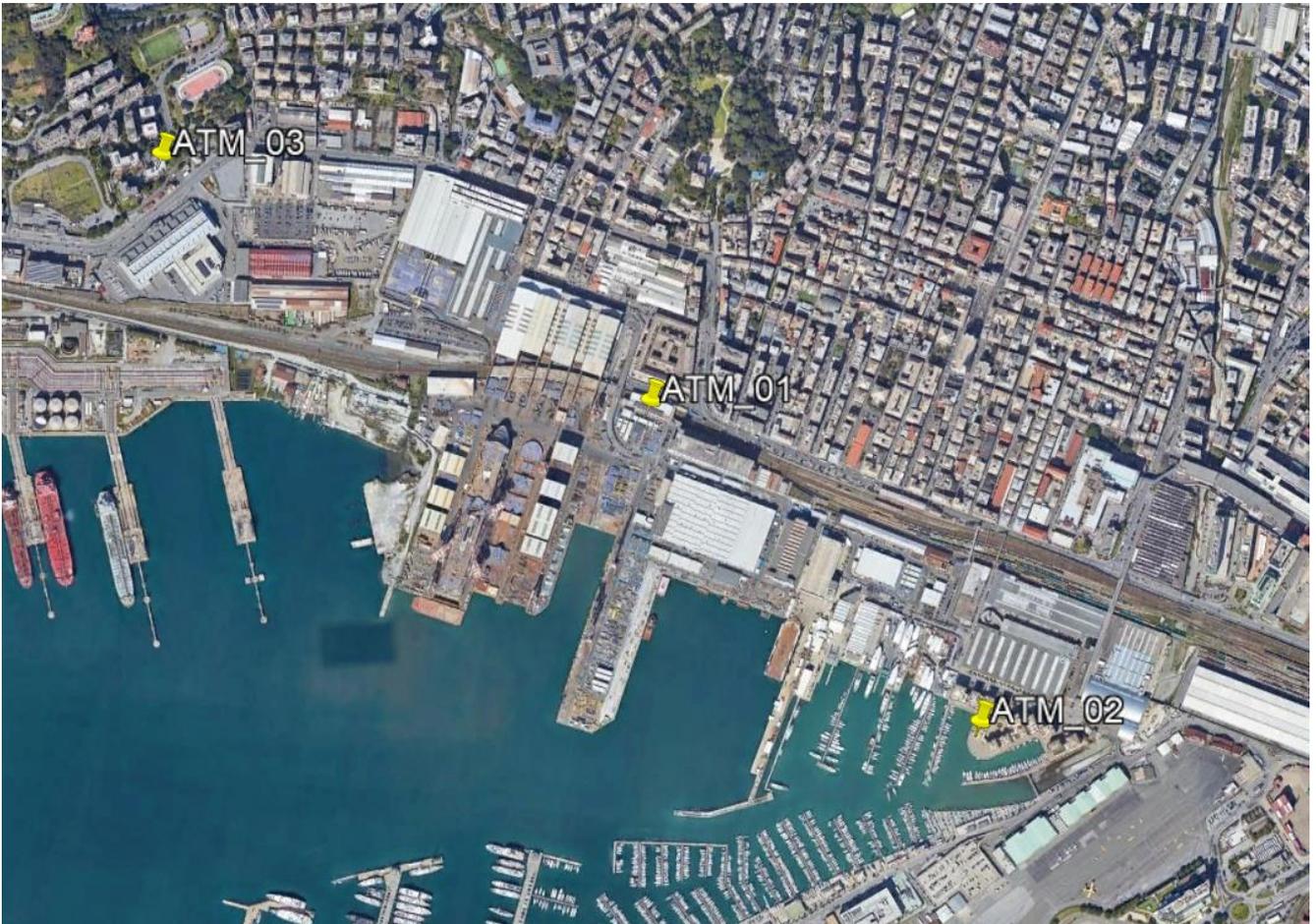


Figura 2-4 Integrazione del PMA con due punti di monitoraggio per gli inquinanti atmosferici

Nello specifico, saranno previste nell'ante operam e nel corso d'opera, rispettivamente n.2 e n. 4 campagne all'anno, della durata di 15 giorni in cui saranno misurati i seguenti parametri:

- Polveri sottili PM10;
- Polveri sottili PM2.5;
- Metalli su PM10;
- IPA su PM10;
- Monossido di carbonio CO;
- Ossidi di azoto NOx;
- Biossido di azoto NO2;
- Monossido di azoto NO;
- Benzene C6H6.

Tali campagne saranno finalizzate, come richiesto, anche alla verifica delle emissioni di inquinanti dovute alle attività di cantiere, sia in termini di produzione di polveri che di traffico veicolare indotto.

Di seguito si riporta un riepilogo delle campagne di misura previste:

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Postazione	Fase	Durata singola misura	Frequenza
ATM_01	Ante Operam	15 giorni	Semestrale
	Corso d'Opera	15 giorni	Trimestrale
ATM_02	Ante Operam	15 giorni	Semestrale
	Corso d'Opera	15 giorni	Trimestrale
ATM_03	Ante Operam	15 giorni	Semestrale
	Corso d'Opera	15 giorni	Trimestrale

Per quanto riguarda i ricettori maggiormente esposti alle lavorazioni di cantiere, nella fase iniziale delle attività più polverulenti sarà previsto un monitoraggio in continuo al fine di valutare l'efficacia delle misure di mitigazione proposte.

In merito alla procedura di gestione delle situazioni critiche e l'individuazione dei valori soglia, si integra quanto segue:

Nel caso in cui i valori misurati durante il monitoraggio del corso d'opera eccedano le soglie prestabilite, si procederà ad informare l'ARPA dell'anomalia.

Il metodo utilizzato per la definizione del valore soglia oltre il quale scatta l'attivazione di misure correttive è basato sull'esame della relazione esistente tra:

- un parametro indicativo dei valori massimi giornalieri (ad es. il valore massimo giornaliero stesso)
- il valore medio areale giornaliero registrato nel corso dell'anno solare intero precedente all'esecuzione della campagna (assunto come riferimento) presso un insieme di stazioni rappresentative della qualità dell'aria della zona interessata.

Tale relazione viene quindi utilizzata per definire una curva limite al di sotto della quale il contributo delle attività di cantiere, al peggioramento della qualità dell'aria, può essere considerato "accettabile", in quanto le concentrazioni rilevate nel punto di monitoraggio non eccedono in modo significativo i valori massimi registrati dalle stazioni di riferimento.

Nel caso in cui si verifichi un superamento di tali soglie, allora entro le 48 ore successive al rilievo dell'anomalia viene condotta un'indagine sulle attività svolte in cantiere ognuno per quanto di propria competenza. L'indagine dovrà riportare:

1. attività in corso (logistiche e operative) nelle diverse aree di cantiere.
2. misure di mitigazione delle polveri introdotte nelle diverse aree
3. attività anomale o eventi esterni riscontrati che possono aver interferito con il cantiere
4. analisi delle condizioni meteorologiche ed eventuali relative criticità.

I risultati dell'indagine sono poi trasmessi ad ARPA. Nel caso di anomalie di un valore orario, verrà immediatamente attivato un sopralluogo nell'area di interesse per constatare lo stato dei luoghi e individuare le possibili cause scatenanti.

Qualora al primo valore anomalo segua un secondo valore anomalo, verrà prontamente data notizia per le vie brevi (chiamata e/o messaggio) agli enti di controllo e a Struttura Commissariale che preliminarmente descriva la situazione rilevata nonché le potenziali cause di origine. A valle di ciò, le imprese dovranno attivare le misure di mitigazione potenziate (sovrabagnatura del manto stradale, eventuali sospensioni delle attività, etc.) che dovranno essere mantenute in esercizio fino al ritorno di valori soddisfacenti. Raggiunta una situazione di normalità stabile, verrà data, sempre per le vie brevi, una seconda comunicazione agli enti e a Struttura Commissariale che chiuderà di fatto lo stato di "allerta anomalia".

Qualora invece, anche a valle dell'implementazione di misure mitigative straordinarie, oppure per il sopraggiungere di fenomeni imprevisti, si dovesse arrivare al 18° campionamento orario con valori medi superiori al limite medio sulle 24 ore (oppure all'evidenza matematica che non sia possibile ritornare entro la

R.T.P.: F&M Ingegneria SpA – Haskoning-DHV Nederland B.V. – Haskoning-DHV UK Limited – F&M Divisione Impianti Srl – VDP Srl – Studioelb Ingegneri Associati

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

24esima ora a un valore medio inferiore al limite normativo), in via preliminare RINA fornirà a tutte le parti interessate un sintetico resoconto scritto e fotografico a dimostrazione della problematica riscontrata e delle misure mitigative utilizzate.

Se quest'ultimo caso, come da SGA di cantiere, si dovesse ripresentare per due giorni consecutivi, le imprese saranno chiamate ad effettuare entro le 24 ore successive al secondo supero, un'indagine di dettaglio e relativa proposta di correzione che verrà prontamente trasmessa alle parti.

**Relativamente all'impatto della fase a regime**, nel SIA è stato evidenziato come gli interventi previsti nell'area di progetto non determinano una modificazione delle attuali funzioni di cantieristica navale.

Il cantiere navale attuale, in Concessione a Fincantieri SpA, occupa una superficie a terra di circa 280 mila metri quadri (bacino compreso). In esso vengono costruite le grandi navi da crociera, dalla costruzione delle parti metalliche grezze, fino all'allestimento finale.

L'attuale distribuzione degli spazi del cantiere navale si può suddividere in aree a sud della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, e aree a nord.

Le aree a sud, che comprendono il bacino di costruzione e l'area di allestimento delle navi, si sviluppano fronte mare dall'ingresso di Via Cibrario, a levante, fino al Rio Molinassi, a ponente, per una lunghezza, da est a ovest,

di circa 850 m. Nella porzione di ponente è presente il bacino mentre le banchine allestimento sono ubicate nel lato ovest ed in quello est del molo centrale. Nelle aree a sud sono presenti, anche diversi fabbricati adibiti a magazzino, lavorazioni e servizi, e sono presenti diverse aree di lavorazione, anche parzialmente coperte da capannette mobili. A levante l'area cantieristica non si affaccia direttamente sul mare poiché scavalca a nord gli insediamenti di altri cantieri navali minori, terminando con una zona defilata, rispetto al cuore del cantiere, dove sono collocati alcuni manufatti, la zona rifiuti, un piazzale posteggio e l'accesso secondario di Via Cibrario.

Nelle aree a nord sono ubicati i grandi capannoni per lo stoccaggio e la lavorazione delle lamiere. Nell'area nord è anche ubicato l'accesso principale di Via Soliman da dove entra ed esce la maggior parte dei pedoni e dei veicoli. Il collegamento tra l'area a nord e quella a sud avviene sia con un sovrappasso pedonale, ubicato a ridosso della portineria di Via Soliman, sia con un cavalcavia carrabile, ubicato baricentralmente al cantiere.

La presenza della ferrovia che, di fatto, divide l'area di lavorazione lamiere dall'area di costruzione delle navi, rappresenta un impedimento per la movimentazione dei pezzi, che avviene mediante carroponti operanti trasversalmente alla ferrovia stessa, a protezione della quale è stato realizzato un tunnel di sicurezza in c.a.

La viabilità interna ha come fulcro di partenza e arrivo, la portineria di Via Soliman e come direttrice principale quella che scavalca la ferrovia mediante il sovrappasso ferroviario e poi quella est-ovest, parallela alla linea di costa, che collega la zona del bacino, a ponente, alla zona allestimenti, al centro e la zona magazzini e uscita Cibrario, a levante.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

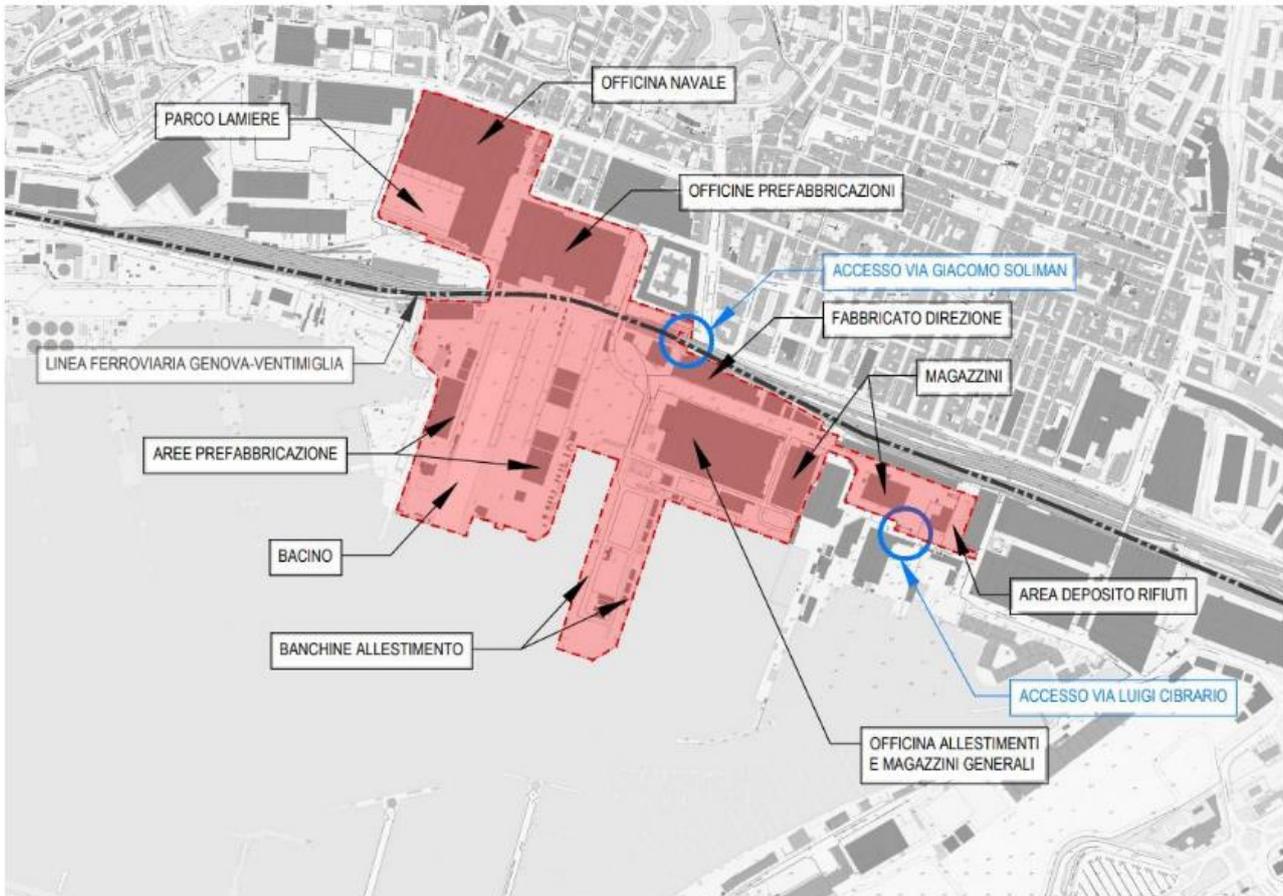


Figura 2-5 Area cantieristica – organizzazione delle aree allo stato attuale

I nuovi interventi, mantenendo inalterate le attuali funzioni di cantieristica navale, di fatto, determinano un miglioramento della logistica ed un utilizzo più efficace e razionale delle aree portuali oggi adibite a queste funzioni.

Obiettivo principale degli interventi previsti nel presente PFTE, infatti, è quello di trovare in concreto soluzioni sostenibili sia tecniche che economiche per dotare l'area cantieristica di Genova Sestri Ponente, oggi utilizzata da Fincantieri SpA in qualità di Concessionario, di un nuovo bacino di carenaggio in grado di consentire la costruzione di navi oltre le 110'000 ton che le dimensioni attuali del bacino operativo consentono, fino anche le 150'000 ton. Stazza che corrisponde mediamente a navi di 360-380 di lunghezza e 50 metri di larghezza.

Per poter raggiungere questi obiettivi, si è reso necessario anche prevedere l'utilizzo in contemporanea di due banchine di allestimento di dimensioni di accosto congrue a tali nuove dimensioni, fatto questo che ha obbligato a prevedere un ampliamento del pontile di allestimento attuale con una soluzione che garantisce, almeno su un lato (quello di levante), un fronte banchina di almeno 300 mt.

Tutto questo ha portato ad adeguare i fondali antistanti queste aree, con dragaggi delle quote dei fondali marini fino a quota -11,00 m s.l.m.m. ed a rimodellare le aree operative (piazzali) per una superficie complessiva di circa 500'000 mq.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

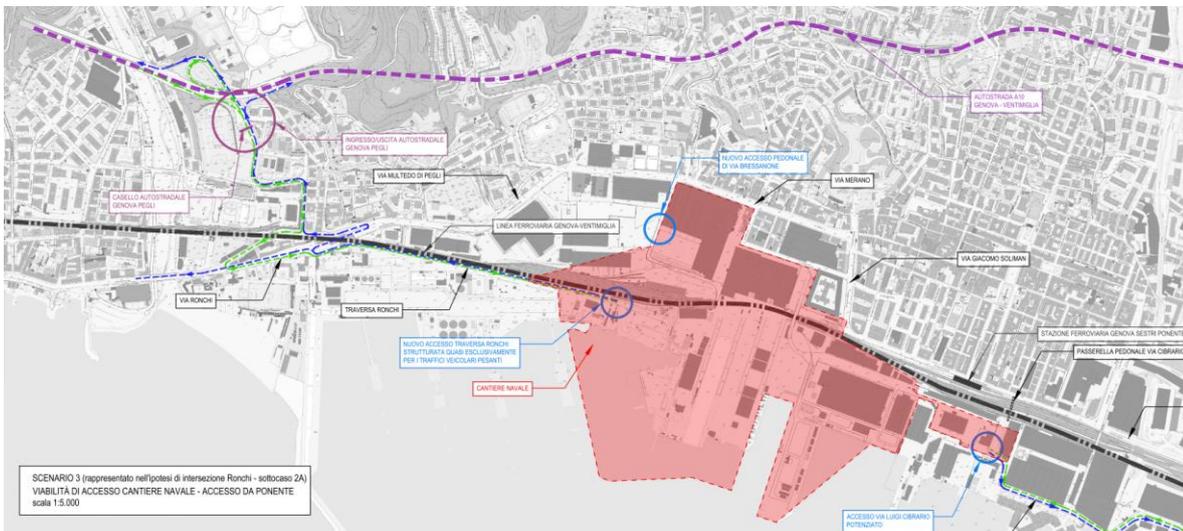


Figura 2-6 Area cantieristica - organizzazione delle aree allo stato di progetto

A questi due importanti obiettivi strategici primari, si sono aggiunti anche altri obiettivi di ordine secondario, quali l'adeguamento ed il miglioramento della viabilità esterna ed interna, correlata anche con programmi di prossimo futuro e di competenza delle Ferrovie dello Stato e di Autostrade per l'Italia, nonché l'adeguamento dell'area del bacino di evoluzione fronte cantieri in ragione dell'aumento delle dimensioni delle navi che vi transiteranno e che saranno oggetto di manovra.

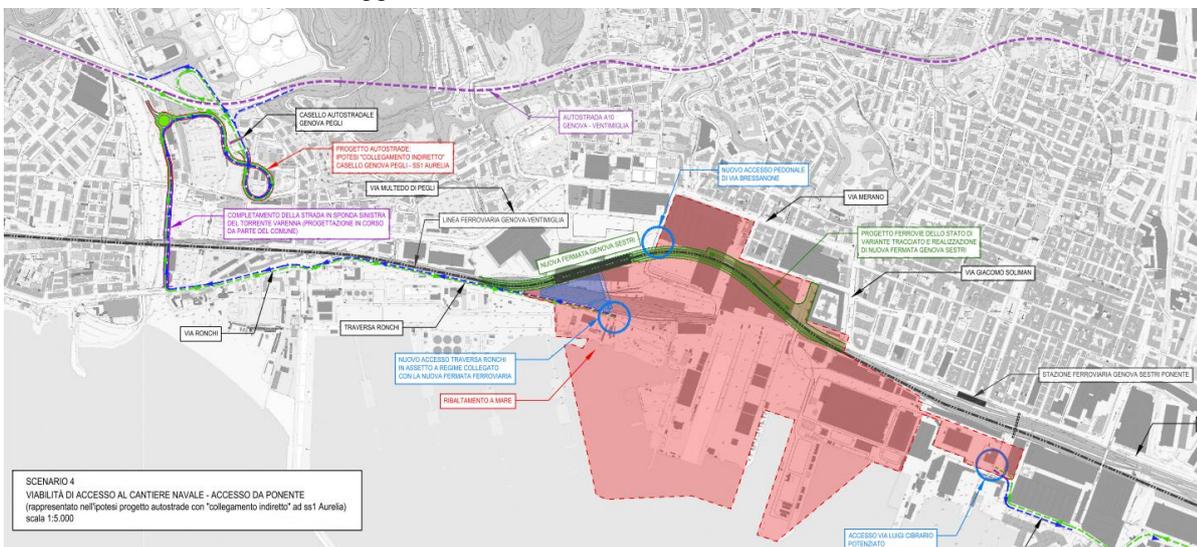


Figura 2-7 Area cantieristica – assetto futuro (non oggetto del PFTE)

Il progetto, infatti, nel suo complesso permetterà di incrementare l'operatività dell'intero sistema portuale, oltre alla infrastrutturazione e l'approfondimento dei fondali, necessari e determinanti per accogliere le navi di nuova generazione. La creazione di aree operative più efficienti e la razionalizzazione di quelle esistenti consentirà, di fatto, uno sviluppo della grande cantieristica – importante segmento nell'economia portuale – grazie anche al miglioramento dei collegamenti viari e ferroviari previsti nell'area.

Si evidenzia, infatti, che gli interventi oggetto del PFTE rientrano nel più grande Programma straordinario di investimenti urgenti "Decreto Genova" (legge 130/2018) che comprende 31 opere di rilevanza strategica con

R.T.P.: F&M Ingegneria SpA – Haskoning-DHV Nederland B.V. – Haskoning-DHV UK Limited – F&M Divisione Impianti Srl – VDP Srl – Studioelb Ingegneri Associati

<b>Progetto:</b> Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	<b>Livello progettazione:</b> Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	<b>Elaborato:</b> GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
---	---	---

l'obiettivo di rafforzare la competitività attraverso il potenziamento delle infrastrutture materiali e digitali, e delle attrezzature di banchina; la sostenibilità ambientale delle attività e le sinergie porto-città, supportando l'occupazione.

Nella nuova configurazione determinata dagli interventi in progetto i concessionari avranno il compito di gestire le attività nel rispetto della sostenibilità ambientale dei processi produttivi.

Il riassetto dell'area dei cantieri navali di Sestri Ponente si prefigge, infatti, l'obiettivo di implementare i processi produttivi utilizzando, sul fronte della sostenibilità, dotazioni a basso impatto ambientale, quali l'elettificazione delle banchine, la realizzazione di impianti fotovoltaici per avere energia pulita.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

### 3 ACQUE MARINE

Si ritiene necessario acquisire le seguenti integrazioni/chiarimenti progettuali:

- l'eventuale interferenza delle opere previste con la condotta di scarico a mare del depuratore Sestri Ponente Aeroporto;
- le modalità di gestione, di minimizzazione degli impatti, del monitoraggio e delle attività previste in caso di eventi accidentali relativamente ai sedimenti dragati durante le attività di cantiere e con particolare riferimento alla fase di stoccaggio temporaneo di quota parte di tali sedimenti in aree appositamente individuate in ambito portuale;
- l'acquisizione, in una fase successiva, della necessaria autorizzazione prevista dal comma 1, lettera a dell'art. 109, di competenza regionale. Nell'ambito di tale autorizzazione si renderà necessario acquisire le integrazioni progettuali esposte nelle richiamate osservazioni della Regione Liguria;
- specificare quali misure sono state previste per evitare impatti sulla fauna del santuario dei cetacei con particolare riferimento al rumore e alla movimentazione/trasporto di materiali e fanghi di dragaggio; • prevedere il coinvolgimento di biologi/ecologi esperti per le attività di monitoraggio e mitigazione.

#### 3.1 INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 3

##### Condotta di scarico del depuratore

In merito all'interferenza delle opere di progetto con lo scarico a mare del depuratore Sestri Ponente Aeroporto, è stata eseguita una sovrapposizione fra il tracciato della condotta e la planimetria di progetto. Inoltre, sono state esaminate le informazioni contenute nel portale di dominio pubblico inserite geoportale della Regione, sotto la voce "Carte Tematiche / Ambiente / Depuratori, scarichi civili ed industriali, condotte di scarico". L'indagine sulla condotta in questione riporta le seguenti informazioni.

Risultato della Selezione	
Codice Condotta	C010025Q
Comune	Genova
Località	Sestri Ponente Aeroporto
Centro di trattamento	T0100253
Stato	attiva
Data di realizzazione	2009
Lunghezza [m]	4000
Diametro[m]	0.9
Profondità [m]	32
Portata [mc/giorno]	17930
Diffusione	S
Forma Diffusore	lineare
Lunghezza Diffusore [m]	144
Numero ugelli	36
Distanza ugelli [m]	
Diametro ugelli [cm]	10
Ambito	

Nel dettaglio trattasi di condotta diametro 900 mm posta a profondità di 32 m con portata di 17930 mc/day. Come riportato nella seguente figura, sovrapponendo la planimetria di progetto con lo sviluppo della condotta,

R.T.P.: F&M Ingegneria SpA – Haskoning-DHV Nederland B.V. – Haskoning-DHV UK Limited – F&M Divisione Impianti Srl – VDP Srl – Studioelb Ingegneri Associati

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

si evidenzia che tale attraversa parzialmente l'opera F (testata dei moli di Marina Aeroporto) interessata da semplici interventi di demolizione/rimozione fino al fondale marino, senza interessare la struttura della condotta esistente; conseguentemente le nuove opere di progetto non interferiscono con lo scarico a mare del depuratore Sestri Ponente Aeroporto.



### **Attività di dragaggio e gestione dei sedimenti**

La definizione dell'estensione dell'area da sottoporre a dragaggio e la stima dei relativi volumi derivano dalla conoscenza dello stato di fatto (batimetria e geometria delle strutture esistenti), dalla nuova configurazione di progetto della linea di costa (nuove costruzioni e demolizione di alcune porzioni dei moli esistenti) e dallo spazio di manovra richiesto in funzione della tipologia di navi movimentate.

Il rilievo batimetrico effettuato dallo scrivente RTP nel 2021, integrato con il precedente rilievo a disposizione (2019), ha evidenziato le seguenti profondità medie nelle diverse zone di intervento:

- Area di manovra durante l'uscita dal bacino di carenaggio: -10.00 m s.l.m.m.
- Darsena di allestimento: -9.50 m s.l.m.m.

R.T.P.: F&M Ingegneria SpA – Haskoning-DHV Nederland B.V. – Haskoning-DHV UK Limited – F&M Divisione Impianti Srl – VDP Srl – Studioelb Ingegneri Associati

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

- Nuovo accosto lato levante opera D: -10.50 m s.l.m.m.
- Scogliera soffolta prospiciente l'aeroporto: circa -5.00 m s.l.m.m.
- Molo Multedo: circa -7.50 m s.l.m.m.

In sede di progetto, è stata sviluppato un modello in Civil 3D per valutare le aree da dragare e i relativi volumi. Dal modello Civil 3D risulta che il volume complessivo di materiale da dragare è pari a 187'856.65 m3.

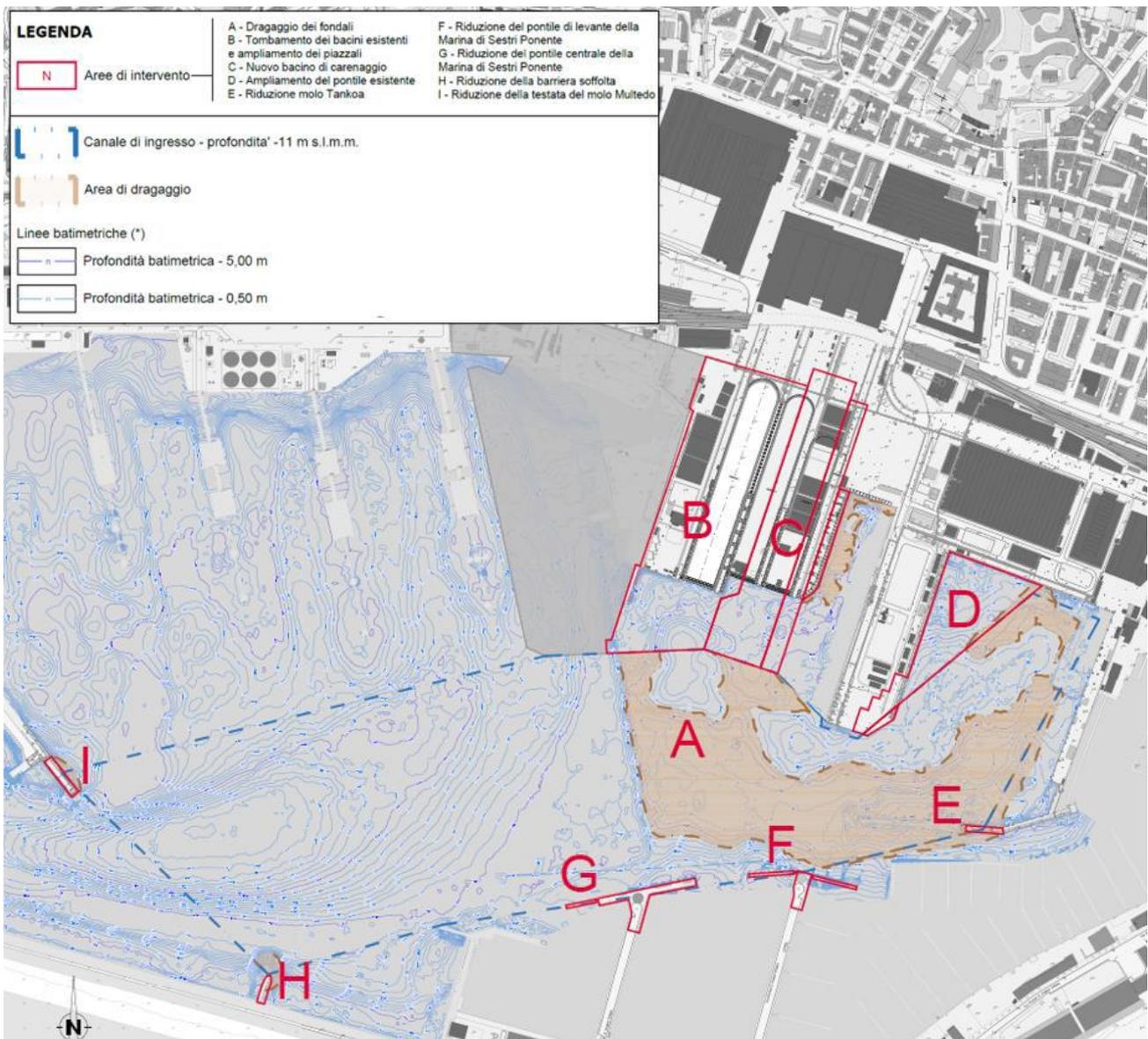


Figura 3-1 Planimetria dell'area di dragaggio

Per l'asportazione del materiale sono stati presi in considerazione il sistema di dragaggio **con benna mordente idraulica** e quello tramite aspirazione.

<b>Progetto:</b> Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	<b>Livello progettazione:</b> Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	<b>Elaborato:</b> GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
---	--	---

Il sistema dragante utilizzato è stato previsto a benna per limitare la quantità di acqua trasportata (che risulta pari all'80-90% nel dragaggio aspirato) in quanto la causa maggiore di produzione di torbidità in un sistema aspirante è l'overflow dal pozzo della betta (o della draga) in cui il materiale dragato viene riversato. L'overflow consiste nella perdita e fuoriuscita dell'acqua in eccesso (insieme ai fini in sospensione) dalla draga dovuto ad uno sversamento prolungato del fango anche dopo l'effettivo riempimento della draga, tale soluzione viene di solito adottata per aumentare la densità, cioè la sostanza solida presente, nel fango di dragaggio, cioè il carico della betta e quindi la produzione del dragaggio. Al fine di limitare la torbidità e la dispersione del materiale è essenziale ridurre al minimo l'overflow, tale riduzione viene ottenuta con il sistema di draga a benna, senza fuoriuscita di materiale.

Il mezzo dragante sarà inoltre attrezzato con una vasca contenete acqua, con adeguato franco di sicurezza, per immergervi la benna dopo lo sversamento nel pozzo di carico e prima della successiva immersione.

Per i materiali in categoria D ed E, si prescrive l'utilizzo di **benna mordente a chiusura ermetica tipo "ambientale"**; inoltre, per evitare la dispersione di inquinanti nell'ambiente marino saranno utilizzate speciali panne galleggianti con "gonne" in poliestere resinato ad alta tenacità, giuntate con nastro in polipropilene trattenute sul fondo da dragare con ancore o piombi, le stesse formeranno un'unica tratta chiusa su se stessa avente profondità di 11 m. Tali barriere sono state concepite per limitare l'estensione e la visibilità della nube di torbidità causata dal dragaggio e le potenziali interazioni chimiche acqua-sedimento grazie alla riduzione del volume di interazione.

Infatti, la quantità dei contaminanti presenti nei sedimenti risospesi che viene rilasciata alla colonna d'acqua dipende dalla solubilità dei componenti specifici e dal volume d'acqua interessato dal dragaggio, quindi limitando il volume d'acqua interessato dal dragaggio (draga con benna e barriere) si ottiene una diminuzione della quantità di contaminante rilasciato. Il tipo di barriera previsto è del tipo silt curtains (barriera antitorbidità impermeabile all'acqua e ai solidi in sospensione). In caso di rottura della barriera verranno sospese le operazioni di dragaggio per il tempo necessario alla riparazione.

Il materiale da conferire all'interno dell'area 3B3 prevede uno stoccaggio temporaneo a terra con lo scopo di allontanare l'acqua di dragaggio e rendere il materiale palabile per la successiva fase di conferimento all'interno del bacino esistente.

A tale scopo si prevede la realizzazione di no.3 aree di stoccaggio provvisorie aventi dimensioni di 35 x 40 m, in grado, attraverso una serie di muretti perimetrali di contenimento di ospitare fino a 4000-4500 mc di materiale da asciugare temporaneamente prima del successivo conferimento all'interno del bacino esistente ove sarà eseguito un ulteriore processo di drenaggio e consolidamento.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

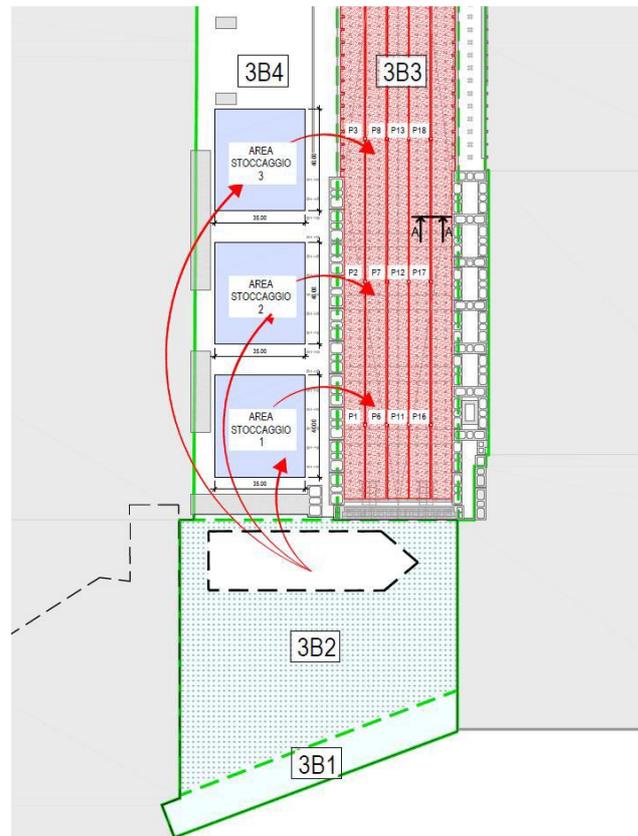


Figura 3-2 Layout delle aree di stoccaggio

Il materiale dragato conferito a terra, prima del conferimento all'interno del bacino esistente, sarà sottoposto processo di desaturazione/essiccazione (espressamente indicata come normale pratica di cantiere per il riutilizzo come sottoprodotto), affinché possa essere facilmente palabile e con una riduzione del contenuto d'acqua propria del materiale.

Il processo di desaturazione/essiccazione sarà realizzato all'interno delle aree di stoccaggio provvisorie aventi dimensioni di 35 x 40 m, composte da sponde laterali in cls con opportuni lungo la base, in grado di espellere l'acqua di drenaggio e trattente il materiale solido; le sponde laterali insisteranno sun piattaforma di fondazione impermeabile affinché sia l'acqua di drenaggio che il materiale non penetrino nel sottosuolo esistente (costituito da una pavimentazione mista in c.a. e conglomerato bituminoso). All'esterno delle sponde laterali si prevede la realizzazione di un sistema di captazione delle acque di drenaggio composto da canalette in cls disposte in pendenza affinché sia garantito il conferimento verso opportuni punti per la raccolta ed il trattamento delle acque di drenaggio prima delle reimmissione nello specchio acqueo.

Invece il materiale conferito all'interno dell'area di colmata, resa impermeabile dall'habitat circostante, prevede il semplice trasbordo del materiale dragato dalla motonave alla colmata.

Per quanto riguarda il trasporto e lo smaltimento dei materiali scavati, in base alla categoria, si prevede:

- Il conferimento all'interno del bacino esistente no.1 e nella nuova cassa / materiali categoria C
- Il conferimento a discarica autorizzata / materiali categoria D-E

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Per i materiali in categoria D-E, l'Appaltatore ha l'onere di provvedere al trasporto, anche transfrontaliero, di detti materiali presso i siti di destinazione reperiti dallo stesso Appaltatore con mezzi autorizzati al trasporto della tipologia di materiale assegnata. In caso detto trasporto debba essere autorizzato da Enti od Amministrazioni diverse dalla Committente, resta a totale carico dell'Appaltatore l'ottenimento di dette autorizzazioni. Il materiale scavato dal pontone/betta interno alle panne dovrà essere trasferito su un apposito natante idoneo ed autorizzato al trasporto del materiale, per il trasferimento dello stesso a discarica transfrontaliera o all'interno del territorio italiano, purché venga prodotta idonea documentazione attestante la disponibilità della stessa ad accettare il materiale, e ne venga autorizzato il trasporto. L'attività di trasporto mare dovrà essere accertata con controllo satellitare differenziale, collegato con la locale Capitaneria di Porto.

Nell'ambito del presente progetto, come detto, si prevede il dragaggio dei fondali marini fino a -11,00 m s.l.m.m, attività che comporta un quantitativo di pari a 187.856,65 mc. di materiale dragato.

La scelta progettuale è quella di riutilizzare il materiale dragato in ambito portuale, allo scopo di reinterri e riempimenti nel bacino 1 e nella cassa di colmata.

A supporto di tali scelte è stata condotta la caratterizzazione dei sedimenti interessati dalle attività di dragaggio, come indicato dalla normativa vigente mediante una campagna di indagini, e, sulla base delle risultanze ottenute, è stato effettuato un piano di caratterizzazione dei sedimenti finalizzato alla classificazione chimica ed ecotossicologica di ciascun campione di sedimento basata sull'utilizzo dei criteri di integrazione ponderata di cui all'Appendice 2B dell'allegato tecnico al DM 173/16, al fine di giustificare le scelte progettuali e le ipotesi di riutilizzo.

Per valutare la composizione del sedime dragato sono stati, pertanto, analizzati i risultati di sondaggi ambientali effettuati ad hoc nel 2021 e riportati nell'elaborato 2879-F2\_GEN-Gp101\_A (planimetria delle indagini geognostiche e ambientali, di cui si riporta di seguito uno stralcio), che hanno permesso di valutare la stratigrafia del fondale nella zona interessata e la relativa composizione chimica fino alla quota di scavo prevista.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Figura 3-3 Sondaggi ambientali effettuati ad hoc nel 2021- area portuale

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	GENERALE
		2879-F2_GEN-Dp010_A.docx

In conformità al Decreto del MATTM n.173 del 2016, all'interno dell'area portuale sono stati eseguiti n. 20 sondaggi a carotaggio continuo con maglia quadrata 50x50 m in prossimità dei manufatti (identificati con la lettera "A") e n. 13 sondaggi con maglia quadrata 100x100 m altrove (identificati con la lettera "B").

Inoltre, sono stati eseguiti n. 3 sondaggi con maglia 200x200 m (identificati con la lettera "C") nell'area esterna al porto in prossimità dell'imboccatura portuale (n. 1 vicino al Molo Multedo e n. 1 vicino alla scogliera soffolta).

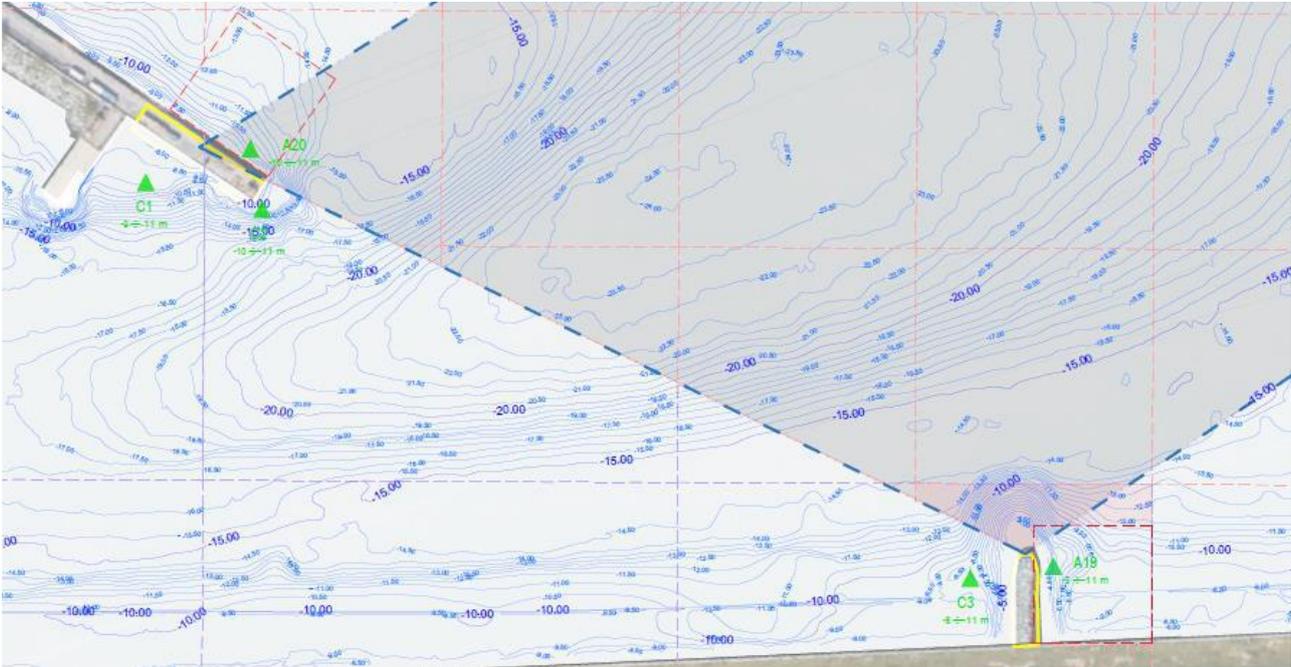


Figura 3-4 Sondaggi ambientali effettuati ad hoc nel 2021- imboccatura portuale

All'interno di ciascuna area unitaria (maglia quadrata di campionamento) e per tutte le tipologie è stato individuato un punto di campionamento, rappresentativo dell'area unitaria, posizionato in funzione del volume di materiale da dragare, della morfologia del fondale e della distanza dal punto delle aree unitarie contigue

Tutti i campioni prelevati sono stati sottoposti alle nuove procedure di classificazione dei sedimenti ai sensi del DM 173 del 15 luglio 2016, è stato utilizzato il software dedicato per la classificazione della qualità dei sedimenti marini e salmastri SediQualSoft 109.0® progettato e rilasciato da ISPRA in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università Politecnica delle Marche. Con questo software la valutazione della qualità dei materiali di escavo viene effettuata attraverso l'applicazione di criteri di integrazione ponderata dei dati chimici ed ecotossicologici.

In particolare, la classificazione ecotossicologica è basata su un giudizio di pericolo ecotossicologico (Hazard Quotient\_batteria) che varia da Assente a Molto alto, elaborato dalla integrazione ponderata dei risultati dei saggi biologici impiegati. Gli aspetti, che vengono presi in considerazione ai fini dell'integrazione, sono la severità dell'effetto, la significatività statistica della differenza tra campione e controllo metodologico, la tipologia di esposizione ecc.

La classificazione chimica è basata sull'indice Hazard Quotient\_chimico (HQc) che considera la tipologia, il numero e l'entità dei parametri non conformi rispetto ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) riportati nella tab.2.5 del D.M. 173/2016 e sulla sua successiva attribuzione in classi di pericolo che vanno da Assente a Molto alto.

L'attribuzione della Classe di Qualità dei materiali scaturisce dalla integrazione della classificazione chimica ed ecotossicologica ottenute attraverso l'applicazione dei criteri di integrazione ponderata di cui alle Appendici 2B e 2C dell'allegato tecnico al DM 173/2016.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQBatteria)	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
Assente	HQC (L2) ≤ Trascurabile	A
	Basso ≤ HQC (L2) ≤ Medio	B
	HQC (L2) = Alto	C
	HQC (L2) > Alto	D
Basso	HQC (L1) ≤ Basso	A
	HQC (L1) ≥ Medio e HQC (L2) ≤ Basso	B
	Medio ≤ HQC (L2) ≤ Alto	C
	HQC (L2) > Alto	D
Medio	HQC (L2) ≤ Basso	C
	HQC (L2) ≥ Medio	D
≥ Alto	HQC (L2) ≤ Basso	D
	HQC (L2) ≥ Medio	E

Figura 3-5 Classificazione della qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata

In relazione a tutte le attività eseguite, sia di natura tecnica che analitica:

- considerati i risultati ottenuti attraverso l'applicazione dei nuovi criteri di classificazione dettati dal DM 173 del 15 luglio 2016, i quali hanno portato alla caratterizzazione chimica ed ecotossicologica di tutti i sedimenti analizzati;
- valutata la singola Classe di Qualità dei sedimenti marini scaturita dalla integrazione ponderata della classificazione chimica ed ecotossicologica, ottenuta attraverso l'applicazione dei criteri di integrazione assunti dal software SediQualSoft 109.0® progettato e rilasciato da ISPRA.

si è giunti alle seguenti considerazioni conclusive circa le opzioni di gestione dei sedimenti:

CLASSE DI QUALITA'	OPZIONI DI GESTIONE
n. 101 campioni classificati con classe di qualità C	La classe C prevede <i>IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO</i> in ambito portuale in grado di trattenere tutte le frazioni granulometriche del sedimento, incluso capping all'interno di aree portuali, con idonee misure di monitoraggio ambientale. <b>Nell'ambito del progetto si è ritenuto di poter riutilizzare i sedimenti dragati in ambito portuale, nel bacino 1 e nella cassa di colmata.</b>
n.3 campioni classificati con classe di qualità D	<b>Conferimento a discarica</b>
n.1 campione classificato con classe di qualità E	

Si riporta di seguito un bilancio complessivo in merito alla gestione dei sedimenti.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

OPERA	SCAVI/DEMOLIZIONI	U.M.	QUANTITA' MATERIALE DRAGATO	QUANTITA' MATERIALE RIUTILIZZATO	QUANTITA' MATERIALE SMALTITO
A	Dragaggio	mc	187.856,65		
	<b>REINTERRI/RIEMPIMENTI IN AMBITO PORTUALE</b>				
	Bacino 1	mc		104.327,00	
	Cassa di colmata	mc		77.773,48	
	<i>Totale riutilizzo</i>			182.100,48	
	<b>CONFERIMENTO A DISCARICA</b>	mc			
	Materiali categoria D, E				5.756,17

Come riportato nella precedente tabella, i materiali dragati e classificati con classe di qualità C saranno conferiti all'interno delle due aree collocate all'interno dell'opera B, in grado di ospitare l'intero quantitativo di dragaggio del volume di 182.100,48 mc, così suddiviso:

- bacino esistente (Area 3B3) - circa 104.327,00 mc;
- area di colmata a mare (Area 3B2) - circa 77.773,48 mc.

I restanti 5.756,17 mc ca saranno conferiti a discarica.

Il volume occupato da conferire all'interno della colmata dai sedimenti è stato calcolato tenendo conto del "bulking factor". Una volta prelevato dal fondo, infatti, il sedimento conferito nella cassa di colmata (per via meccanica e per via idraulica), occuperà un volume maggiore di quello originario per effetto del rimaneggiamento. Il rigonfiamento del materiale è strettamente correlato, oltre che alle caratteristiche granulometriche del sedimento e allo stato di addensamento nativo, e alla tecnologia impiegata per il dragaggio. In particolare, da letteratura è ragionevole assumere per il dragaggio meccanico un rigonfiamento del materiale pari a circa il 15% ("bulking factor", BF di 1.15). Di conseguenza rispetto ai 182'100.48 mc di materiale dragato, nello stato iniziale tale volume aumento fino a  $182'100.48 \times 1.15 = 209'415.55$  mc circa, per poi ritornare allo stato iniziale con i successivi processi di asciugatura e consolidamento

Il riempimento dell'area della cassa di colmata e del bacino esistente destinata al conferimento di sedimenti in classe C avverrà per fasi successive, per volumi tali da non determinare lo sfioro delle acque. Allo stato attuale il volume di sedimenti in classe C destinati ad ambiente conterminato ed impermeabilizzato è inferiore rispetto al volume complessivo da gestire.

I sedimenti in classe C da conferire all'interno della cassa di colmata e del bacino esistente saranno dragati interamente con benna, minimizzando così il volume di acqua di esubero; per il bacino, prima del conferimento, è previsto un precedente passaggio mediante un ciclo di asciugatura.

Al termine di ogni fase di riempimento, si prevede di attendere la sedimentazione dei solidi sospesi e procedere quindi alle analisi delle acque di riempimento della cassa ed al loro scarico a mare, qualora idonee.

Durante le operazioni di dragaggio del sedimento dal fondale si dovranno implementare tutte le precauzioni per:

- Evitare che durante le fasi di scavo e movimentazione del materiale dragato si verifichino rilasci incontrollati di sedimenti e/o di acqua di miscela in mare;
- Ridurre al minimo la turbolenza per minimizzare la torbidità e l'alterazione delle condizioni di ossidazione del sedimento residuo.

Allo scopo di mitigare l'impatto delle attività di scavo sulle acque marine, si dovrà operare per aree limitate, confinate mediante l'installazione di barriere che impediscano l'eventuale diffusione di contaminanti e della torbidità.

L'impianto consiste in un sistema a barriere galleggianti dotato di appendice zavorrata regolabile, in grado di garantire la continuità di contenimento anche su fondale di livelli diversi o che si rendessero tali a seguito di lavori eseguiti. La barriera comprende una parte galleggiante idonea anche al contenimento di schiume, olio quant'altro dovesse disperdersi in galleggiamento. La parte immersa garantisce il contenimento sia di quanto rimosso che di

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

quanto resta in sospensione durante e dopo le fasi di lavoro. La parte immersa può essere regolabile in funzione differenti quote di fondale.

La parte emersa è costituita da un robusto tessuto in poliestere spalmato da ambo i lati in PVC in grado di offrire una resistenza alla trazione non inferiore a 7500N/5cm.

La parte immersa è realizzata impiegando tessuto di poliestere spalmato in PVC del peso di 450/550 g/m2.

Lungo la generatrice inferiore viene fissata la zavorra in filosa di piombo o catena zincata.

La barriera è prevista durante le attività di dragaggio e riempimento per la realizzazione della cassa di colmata.

Durante le operazioni di spostamento e riposizionamento delle barriere si dovrà verificare che le panne e gli ancoraggi siano stabili, e porre massima attenzione a che non si generi sospensione dei sedimenti durante le fasi di posizionamento degli elementi di ancoraggio.

La rimozione delle panne non dovrà avvenire immediatamente al termine delle operazioni di scavo, ma dopo che sia trascorso il tempo sufficiente a favorire la sedimentazione naturale del materiale messo in sospensione.

Durante l'attività di dragaggio verrà eseguita un'attività di **monitoraggio della torbidità dello specchio acqueo interessato**, tale da consentire la sospensione dell'attività di dragaggio qualora venga evidenziata la fuoriuscita del pennacchio della torbida dall'area di dragaggio.

Nello specifico, durante la fase di dragaggio sarà prevista l'esecuzione di campagne di monitoraggio mediante utilizzo di sonde multiparametriche CTD + torbidimetro, per l'acquisizione in tempo reale di pH, ossigeno disciolto, temperatura, profondità, torbidità, conducibilità, per tutto lo spessore di acqua considerato nell'ordine di una misura ogni 2m.

La frequenza delle misure sarà definita in base alle effettive operazioni di dragaggio e, indicativamente, seguiranno il seguente schema:

- Rilievo con sonde multiparametriche:
  - o prima settimana di dragaggio: misure giornaliere
  - o periodo successivo fino all'ultimo mese di completamento, due volte a settimana
  - o ultimo mese di lavoro: 1 volta a settimana

Misure aggiuntive saranno effettuate, in caso di superamento dei valori di soglia di torbidità. Nel caso si verificassero dei superamenti nel tempo e siano riconducibili alle lavorazioni, saranno effettuate misure successive nelle aree circostanti, fino a verificare l'esaurimento del pennacchio di torbida.

### **Attività di dragaggio e gestione dei sedimenti**

Si evidenzia inoltre, che al fine di garantire la migliore gestione ambientale delle attività di dragaggio e riutilizzo dei sedimenti marini, sarà richiesta, nelle successive fasi progettuali e in accordo con la normativa di settore, l'Autorizzazione all'Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo, ai sensi dell'Art. 109 del D.Lgs 152/2006 del relativo disposto attuativo, il Dm Ambiente 15 luglio 2016, n. 173 Autorizzazione ad immersione in mare di materiali di escavo fondali marini – dragaggio.

All'interno di tale procedura, si darà anche risposta alle Osservazioni presentate dalla Regione Liguria con Nota n. 317889 del 4/10/2021 assunta a Prot. MiTE No. 108384/MATTM dell'8 Ottobre 2021.

### **Misure previste per evitare impatti sulla fauna del santuario dei cetacei**

Con riferimento alla richiesta di specificare le *misure previste per evitare impatti sulla fauna del santuario dei cetacei con particolare riferimento al rumore e alla movimentazione/trasporto di materiali e fanghi di dragaggio*; si integra quanto di seguito esposto.

I metodi utilizzati per gestire e mitigare l'impatto del rumore antropogenico subacqueo possono essere classificati in due gruppi:

- quelli incentrati sulla riduzione del suono irradiato dalla sorgente, che comprende diversi tipi di dispositivi passivi di attenuazione installati sopra o intorno la sorgente di rumore nelle aree di cantiere (es.: cortine di bolle, risonatori acustici, cofferdam) e soluzioni operative (es.: selezione attiva di strumentazioni a basso rumore o la scelta di imbarcazioni con bassi livelli di emissioni acustiche);
- quelli rivolti alle specie target presenti nella zona dei lavori, che includono il monitoraggio visivo e acustico e l'interruzione temporanea delle attività fino all'allontanamento dall'area.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Per il caso in esame, considerando che le attività a mare, comprese le aree di dragaggio, sono localizzate all'interno del bacino di Multedo che, a sua volta, risulta interno all'ambito della Marina aeroporto, le misure di mitigazione volte ad evitare impatti sul possibile disturbo ai cetacei nell'ipotesi di un loro avvicinamento all'imboccatura del bacino portuale, fanno riferimento ad interventi di riduzione dei livelli acustici alla sorgente, quali la installazione di *barriere a bolle d'aria*.

Questo metodo consiste nel creare uno strato (cortina) di bolle d'aria intorno al perimetro dell'area di interesse per inibire/attenuare la propagazione del suono nella colonna d'acqua. Le barriere a bolle d'aria possono essere non confinate o confinate.

Una cortina di bolle d'aria non confinata consiste in un anello perforato o un tubo flessibile che giace sul fondo del mare. L'aria compressa viene pompata attraverso il tubo e un flusso di bolle sale in superficie creando un vero e proprio schermo alla propagazione del rumore.



Figura 3-6 Zone con cortina di bolle rilasciata da un tubo perforato poggiato sul fondo (sinistra) e doppia cortina di bolle utilizzata intorno ad una imbarcazione (a destra) (fonte: © hydrotechnik lübeck gmbh)

### **Coinvolgimento di biologi/ecologi esperti per le attività di monitoraggio e mitigazione**

Le attività di monitoraggio prevederanno il coinvolgimento di biologi/ecologi esperti durante le fasi dei lavori per assicurare la realizzazione di misure operative di mitigazione in tempo reale.

In caso di rilevazione delle specie target (mammiferi marini o altre specie pelagiche di dimensioni apprezzabili e/o appartenenti a gruppi sistematici sottoposti a tutela) nell'area dei lavori, a seconda delle attività in corso e delle condizioni di sicurezza delle operazioni, si attuano opportune azioni di mitigazione che includono:

- il posticipo dell'avvio dei lavori in caso di presenza visiva/acustica delle specie target nella zona delle operazioni;
- l'avvio morbido (soft-start) delle operazioni, in particolare all'inizio delle attività più impattanti;
- la sospensione delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie target all'interno di una zona di esclusione (il cui raggio è definito attraverso specifiche modellazioni acustiche) intorno al sito dei lavori; le attività possono riprendere dopo almeno 30 minuti di assenza degli animali nella zona di esclusione effettuando un avvio morbido;
- il rallentamento delle attività in caso di presenza di individui appartenenti alla specie target in prossimità (ma all'esterno) della zona di esclusione intorno al sito dei lavori.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 4 QUALITA' DEI SUOLI E DELLE ACQUE

*Dovrà essere adeguatamente inquadrato all'interno di un procedimento ai sensi del titolo V della parte IV del D. Lgs. n. 152/2006, da avviare parallelamente alla VIA:*

- *lo stato di qualità ambientale delle matrici suolo e acque sotterranee, caratterizzato da molteplici superamenti delle CSC definite dal D. Lgs. n. 152/2006, nell'ambito del quale potranno essere indagate l'origine e l'estensione della potenziale contaminazione già accertata e potrà essere valutata la necessità di eventuali interventi di messa in sicurezza e/o risanamento;*
- *lo stato di qualità ambientale delle matrici Suolo e Acque sotterranee.*

*Si ritiene altresì necessario specificare meglio quali misure sono previste per evitare impatti o migliorare lo stato di qualità dei bacini fluviali minori (acque superficiali) con particolare riferimento agli indicatori di stato ecologico del Rio Molinassi e Rio Cantarena.*

- *Prevedere il coinvolgimento di biologi/ecologi esperti per le attività di monitoraggio e mitigazione.*

### 4.1 INTEGRAZIONI ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 4

In considerazione di quanto riportato nella richiesta di integrazione, ossia la necessità di approfondire le conoscenze riguardo lo stato di qualità ambientale delle matrici suolo ed acque sotterranee, caratterizzato da molteplici superamenti delle CSC definite dal D. Lgs. 152/06, si riporta che il giorno 22 Ottobre u.s., l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale ha trasmesso a:

- Comune di Genova - Settore Ambiente;
- Città Metropolitana di Genova – Direzione Ambiente;
- Regione Liguria:
  - Dipartimento Territorio, Ambiente, Infrastrutture e Trasporti,
  - Settore Difesa del Suolo Genova;
- ARPA Liguria - Dipartimento Attività produttive e rischio tecnologico;
- Prefettura di Genova,

apposita Notifica ai sensi dell'Art. 244 comma 1 del D.Lgs 152/2006 (Riportata integralmente in Appendice A) per l'attribuzione in parallelo alla Valutazione di Impatto Ambientale, di apposito procedimento ai sensi del titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/06. In tale Notifica, la Autorità di Sistema portuale ha rappresentato che la situazione di supero delle CSC riportata è sensatamente connessa ad eventi evidentemente occorsi in tempi pregressi e infatti già segnalata a seguito di diverse attività di caratterizzazione ambientale condotte per progetti pregressi siti in aree limitrofe. Ragionevolmente, la situazione in esame è inoltre caratterizzata da lenta evoluzione, cosicché non appare necessaria l'adozione immediata di misure di prevenzione, come definite dall'art. 240 comma 1 lettera i) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per contrastare l'evento.

In riferimento al progetto per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio, e in particolare alle azioni necessarie per la realizzazione di opere di sostegno a terra e cha prevedono lo scavo e l'esecuzione di palificazioni che intercettano la falda idrica sotterranea e di cui possono essere individuate possibili interazioni con il deflusso delle acque sotterranee e possibili, interazioni nei confronti della qualità acque sotterranee , si è già previsto di prestare la massima attenzione ad evitare la possibile diffusione di inquinanti durante la fase di perforazione e scavo. Inoltre, la Scrivente, in previsione dello sviluppo delle successive fasi progettuali, ha già previsto l'allontanamento, come rifiuto, di tutti terreni contaminati

Nella notfica inoltre è stato dichiarato che il concessionario dell'area (ad oggi Fincantieri S.p.A.) è già stato allertato dell'anomalia e in fnzione di ciò sarà dato avvio, quanto prima, alla predisposizione di un dedicato piano di caratterizzazionee indagine sulla cui base saranno svolre successive indagini ambientali integrative atte ad instradare la gestione del sito nella modalità ambientalmente più compatibile.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 5 BIODIVERSITA' TERRESTRE

*Si ritiene necessario acquisire le seguenti integrazioni/chiarimenti progettuali:*

*approfondire i possibili impatti diretti e indiretti sulla fauna e flora della ZSC IT 133 1615 Monte Gazzo che dista a ca 1,3 km dal sito di intervento.*

### 5.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 5

Il Sito Natura 2000 Monte Gazzo (codice IT1331615) si colloca nel settore collinare che fa da cornice al tessuto urbano di Genova e si estende su una superficie di circa 443 ha.

Il sito è caratterizzato da un cono montuoso calcareo affiancato da aree ofiolitiche così da costituire un'isola "geologica". In passato era presente anche una zona umida di elevato valore. L'attività estrattiva (ora cessata) ha ridotto notevolmente l'area e il suo valore, ma persistono buone potenzialità di ripristino.

Sono ancora presenti in discreto stato di conservazione habitats (formazioni pioniere serpentinicole, pascoli con significative popolazioni di orchidee, ecc.) e specie (Romulea ligustica, Cerastium utriense, Tuberaria acuminata) di notevole rarità e di notevole interesse comunitario (talora prioritario) o proposte dalla Regione Liguria come tali. Diverse sono le specie protette da direttive/convenzioni internazionali. Interessanti le presenze di specie troglobie endemiche legate alle cavità carsiche, un tempo assai più sviluppate.

Gli habitat Natura 2000 maggiormente estesi all'interno del sito sono l'habitat 6210(\*) - Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*) (\*stupenda fioritura di orchidee), l'habitat 9260 - Boschi di *Castanea sativa* e l'habitat 9540 - Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici.

Considerando la collocazione geografica dell'area di intervento rispetto all'ambito del Monte Gazzo, si ritiene che le attività connesse al progetto, sia relativamente alla fase di cantiere che di esercizio, non siano da porre in relazione agli habitat e alle specie tutelati all'interno del Sito e non comportino delle interferenze rispetto allo stato di conservazione preesistente.

Oltre ad una motivazione di tipo geografico (distanza superiore a 1 Km), si mette in evidenza che le unità ecosistemiche tutelate all'interno del Sito Natura 2000 sono separate da un punto di vista ecologico dal settore del bacino portuale in cui si inserisce il progetto, a causa dello sviluppo del tessuto urbano di Genova che si interpone tra di essi, configurando una marcata divisione territoriale ed ecosistemica.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Figura 5-1 Localizzazione su ortofoto degli interventi di progetto in ambito portuale e del sito Natura 2000 Monte Gazzo

Inoltre, dall'analisi della Rete ecologica territoriale (RER) si evidenzia che nel settore marino costiero interessato dagli interventi in progetto non sono presenti elementi riferibili alla rete, come ad esempio core areas e tappe di attraversamento utilizzate dalle presenze faunistiche, né elementi lineari a funzione di connessione ecologica, che possano giustificare una relazione tra il comprensorio del Monte Gazzo e il settore del bacino portuale interessato dal progetto.

Vista la natura del progetto e le peculiarità del territorio, si ritiene che gli interventi previsti nel bacino portuale non vadano ad interferire con le dinamiche ecologiche in atto nel comprensorio del Monte Gazzo.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Figura 5-2 Estratto Carta della Rete ecologica con localizzazione dell'area di intervento (Fonte Geoportale Regione Liguria)

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 6 ECOSISTEMA MARINO

*Si ritiene necessario un approfondimento dell'analisi ecologica di stato dell'ecosistema marino che faccia riferimento completo ai descrittori MSFD.*

*Dovrà essere aggiornata la cartografia relativa alla presenza di fanerogame e macrofite nell'area dei lavori e nelle aree prospicenti per escludere la presenza di Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa o altre specie rilevanti ai fini della inclusione nella Rete Natura 2000.*

*Dovrà altresì essere esclusa tramite analisi video georeferenziate effettuate con ROV la presenza di altre biocenosi di pregio (e.g., habitat 1170) nell'area immediatamente prospiciente all'area potenzialmente interessata dai lavori all'esterno del porto.*

### 6.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 6

La caratterizzazione dello stato ecologico dell'ecosistema marino è stata compiuta nel SIA attraverso due livelli di approfondimento. Dapprima è stato presentato un inquadramento del settore marino costiero in cui si inserisce il bacino portuale di Genova attraverso la disamina delle fonti bibliografiche e la consultazione del Geoportale cartografico Regionale.

Successivamente è stata affrontata una caratterizzazione di dettaglio dell'ecosistema marino nell'ambito del bacino portuale interessato dal progetto, supportata da indagini ambientali compiute a maggio e giugno 2021, che hanno riguardato essenzialmente il comparto Acque, Sedimenti e le comunità bentoniche.

Ad integrazione di quanto analizzato nel documento, sono stati esaminati gli 11 Descrittori MSFD, definiti nell'ambito della DECISIONE (UE) 2017/848 DELLA COMMISSIONE del 17 maggio 2017:

- **Descrittore 1:** La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche.
- **Descrittore 2:** Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi.
- **Descrittore 3:** Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock.
- **Descrittore 4:** Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva.
- **Descrittore 5:** È ridotta al minimo l'eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo.
- **Descrittore 6:** L'integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito effetti negativi.
- **Descrittore 7:** La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini.
- **Descrittore 8:** Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti.
- **Descrittore 9:** I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca in mare destinati al consumo umano non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti.
- **Descrittore 10:** Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino.
- **Descrittore 11:** L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Di seguito si riporta una disamina degli 11 Descrittori MSFD, a partire da quelli che hanno maggiore specificità in relazione alle caratteristiche del contesto in cui si inserisce il progetto ed alla natura stessa degli interventi previsti.

Nello specifico, in riferimento al Descrittore 1, nel SIA è stata verificata la presenza di habitat di interesse naturalistico, con particolare attenzione alle praterie di fanerogame.

Le due fanerogame marine rilevate nelle coste della Liguria sono incluse nei principali accordi e convenzioni internazionali sulla conservazione della natura che riguardano anche il mare: *Posidonia oceanica* è inserita nell'Annesso II delle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo (ASPIM) e nella convenzione di BERNA (Appendice 1) mentre *Cymodocea nodosa* è inclusa nella lista nella convenzione di BERNA (Appendice 1).

Per quanto riguarda gli habitat presenti in prossimità dell'opera in progetto, il riferimento principale è costituito dalla Mappatura degli Habitat, consultabile sul sito della Regione Liguria.

Come si osserva nella Figura seguente, i fondali antistanti l'area di intervento sono costituiti da sabbie litorali (in grigio) e come fanghi costieri (in giallo chiaro).

Le aree interne al porto, invece, non sono state cartografate in relazione alla loro destinazione e quindi al loro scarso interesse sia dal punto di vista naturalistico che conservazionistico.

Nel settore prospiciente il bacino portuale di Sestri Ponente risultano assenti le praterie di fanerogame a *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*, probabilmente in ragione dello sviluppo storico industriale e portuale di Genova lungo questo lato della città.



✦ P = bacino portuale    ■ S = sabbia    ■ F = fango

Figura 6-1 Stralcio distribuzione degli habitat marini in corrispondenza dell'area di intervento (Fonte Geoportale Regione Liguria)

I fondali antistanti il porto di Genova ed in particolare la diga foranea, sono stati interessati da rilievi geofisici, nell'ambito dei quali sono state eseguite riprese video che hanno confermato l'assenza di fanerogame.

I fondali risultano infatti costituiti da sabbie medio fini o medio grossolane con presenza di ghiaie ed alterazioni antropiche. Queste osservazioni, seppur puntuali, risultano in accordo con i dati di ARPAL e con la mappatura della Regione Liguria sull'assenza di habitat di pregio e nello specifico di habitat a *Posidonia oceanica*.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

Considerate le condizioni dei fondali sopra descritte e l'assenza di praterie di fanerogame nel settore prospiciente il bacino portuale in cui ricade il progetto in esame, in questa fase non si ravvisa la necessità di ispezioni ad hoc; nel corso delle successive fasi si potrà valutare la necessità di effettuare tale approfondimento.

La distribuzione degli habitat marino costieri mostra la presenza di ambiti di pregio naturalistico in settori posti ad una distanza di circa 10 Km dall'area di intervento, rispetto ai quali si può affermare che non vi sia influenza da parte del progetto.



Figura 6-2 Stralcio distribuzione degli habitat marini (è rappresentata con simbolo rosso l'area di intervento (Fonte Geoportale Regione Liguria)

Per quanto riguarda la fascia costiera ad ovest della zona di progetto, si può osservare come le aree a maggiore biodiversità, ove sono presenti oltre a formazioni a coralligeno anche praterie di fanerogame marine di diversa estensione, si riscontrano in corrispondenza della costa prospiciente il comune di Arenzano, a significativa distanza dal porto e quindi ragionevolmente non influenzabili dalla realizzazione delle opere in progetto.

Le prime fanerogame marine distano dall'area portuale circa 6 miglia nautiche e sono praterie di Cymodocea nodosa mentre a 7-8 miglia nautiche si trovano mosaici a Posidonia-matte morta e a 8-10 miglia nautiche, praterie di Posidonia oceanica del sito Natura 2000 ZSC - Fondali Arenzano - Punta Ivrea.



Figura 6-3 Distribuzione degli habitat marino costieri ad ovest dell'area di progetto

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

Diversa la situazione dell'area costiera a levante della zona di intervento; dopo il primo tratto di costa corrispondente al bacino di Sampierdarena, il quale presenta le stesse caratteristiche dell'area di intervento, la costa presenta un buon grado di naturalità. Lungo la costa, nella fascia occupata dalle sabbie, si riscontrano diversi popolamenti animali e vegetali che si distribuiscono secondo un gradiente ecologico che dipende principalmente dalla profondità, dall'intensità del moto ondoso e dalle caratteristiche dei fondali.

Si possono distinguere zone con popolamenti algali fotofili, zone con praterie di fanerogame (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*), zone un tempo occupate dalla prateria ("matte" morta) con presenza, a volte, di formazioni a coralligeno e popolamenti tipici di fondi detritici costieri a maggiore o minore granulometria, costituiti per lo più da organismi fossori e da detritivori.

In questo caso ci si riferisce a distanze dal sito di progetto dell'ordine di non meno di 10 Km.

Per la loro importanza, le praterie a levante del porto sono incluse in due aree protette della Rete Natura 2000 che si estendono da circa un miglio nautico del limite della diga foranea sino al promontorio di Portofino, con codificata IT1332576 "Fondali Boccadasse - Nervi" e IT1332575 "Fondali Nervi - Sori"



Figura 6-4 Distribuzione degli habitat marino costieri ad est dell'area di progetto

In riferimento al Descrittore 4, che pone l'attenzione agli elementi della rete trofica marina, ed al Descrittore 6 che riguarda la tutela dei popolamenti bentonici, si evidenzia che le indagini ambientali compiute nel bacino portuale ai fini della caratterizzazione dell'ecosistema e a supporto della definizione della gestione dei sedimenti dragati, hanno rilevato la presenza di un popolamento bentonico coerente con ambiti portuali su fanghi terrigeni costieri. Sebbene la fauna macrobentonica sia quella tipica di ambienti alterati, è stato registrato un discreto numero di specie, alcune delle quali con presenza di molti individui. Il risultato osservato è tipico per un bacino portuale.

A fronte della presenza di popolamenti di basso pregio nell'area di intervento e delle azioni previste per la realizzazione delle opere, non si ravvisa la possibilità che si verifichi un'interferenza rilevante sulle biocenosi in relazione al progetto.

Nelle fasi corso e post operam, il Piano di monitoraggio ambientale dell'Ecosistema marino prevede l'analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili, che possono essere utilizzate come importanti indicatori delle condizioni ambientali delle aree da indagare. Le variazioni di tutto l'insieme dei parametri che governano gli equilibri ecosistemici si ripercuotono infatti sulla composizione in specie ed abbondanza delle comunità bentoniche ed in particolare sulla presenza/assenza di alcuni taxa maggiormente sensibili agli elementi inquinanti.

Si evidenzia come il piano di monitoraggio presentato nell'ambito del SIA intende monitorare, pertanto, nelle diverse fasi del progetto, le componenti che concorrono alla caratterizzazione dell'ecosistema da un punto di vista biotico e abiotico.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

In merito al Descrittore 5, che attiene alla verifica del processo di eutrofizzazione dell'ecosistema, si sottolinea che nell'ambito del Piano di monitoraggio sono previste le indagini sul comparto Acque, che comprendono gli aspetti fisico – chimici e l'analisi delle comunità planctoniche, che permetteranno di monitorare l'insorgere di fenomeni di disturbo rispetto allo stato preesistente.

In riferimento al Descrittore 11, che attiene alla verifica degli effetti negativi sull'ambiente marino, indotti da fonti sonore, le specie faunistiche potenzialmente interessate dall'azione di disturbo sono i Rettili marini e i Cetacei segnalati nel settore marino costiero.

L'area del Golfo di Genova ospita tutte le otto specie di Cetacei regolarmente presenti in Mediterraneo. La presenza delle specie è documentata principalmente in primavera estate, fino a tardo autunno. Tra di esse il tursiopo (*Tursiops truncatus*) è la specie che, con maggiore probabilità, è riscontrabile nella zona di interesse, viste le numerose segnalazioni recenti anche in prossimità e all'interno dell'area portuale.

Il tursiopo, grazie alla sua flessibilità comportamentale e alla sua attitudine opportunistica, è una specie che sembra essere in grado di adattarsi ad un ambiente mutevole e sempre più antropizzato come quello costiero.

Le tartarughe marine che utilizzano stabilmente il Mediterraneo e vi si riproducono, sono la tartaruga comune, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), e la tartaruga verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Casale e Margaritoulis, 2010).

I dati di letteratura riportano una presenza diffusa della specie dal Mar Ligure al Mar Tirreno, con un maggior numero di osservazioni di esemplari nel Tirreno centro-meridionale e una spiccata differenza nella distribuzione stagionale di questa specie nel Santuario Pelagos, con densità più elevate in estate. Dalle informazioni presenti in letteratura, l'area del Golfo di Genova sembra essere scarsamente frequentata dalla tartaruga comune.

In riferimento al progetto, si ritiene che le lavorazioni di cantiere connesse al progetto, interessando un ambito limitato al bacino portuale, che, peraltro risulta già essere caratterizzato da attività industriali, non comportino ripercussioni sulle specie marine segnalate, in ragione anche dell'antropizzazione che contraddistingue il settore marino costiero esaminato.

Tuttavia, pur ritenendo che le attività di cantiere non configurino un'azione di disturbo rilevante nel contesto portuale, verranno prese delle misure di mitigazione per contenere la propagazione acustica e il conseguente disturbo alla fauna.

Nel caso in studio si prevede l'utilizzo di misure operative (es.: selezione attiva di strumentazioni a basso rumore o la scelta di imbarcazioni con bassi livelli di emissioni acustiche), nonché l'utilizzo di barriere a bolle d'aria, metodo che consiste nel creare uno strato (cortina) di bolle d'aria intorno al perimetro dell'area di interesse per inibire/attenuare la propagazione del suono nella colonna d'acqua. Le barriere a bolle d'aria possono essere non confinate o confinate.

Una cortina di bolle d'aria non confinata consiste in un anello perforato o un tubo flessibile che giace sul fondo del mare. L'aria compressa viene pompata attraverso il tubo e un flusso di bolle sale in superficie creando un vero e proprio schermo alla propagazione del rumore.



Figura 6-5 Zone con cortina di bolle rilasciata da un tubo perforato poggiato sul fondo (sinistra) e doppia cortina di bolle utilizzata intorno ad una imbarcazione (a destra) (fonte: © hydrotechnik lübeck gmbh)

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

In merito al Descrittore 8 (concentrazione di contaminanti) ed al Descrittore 10 (proprietà e quantità rifiuti marini), si evidenzia come le attività di cantiere verranno svolte adottando tutte le possibili azioni di controllo di eventuali fenomeni di dispersione di inquinanti.

Per le attività a mare la produzione dei rifiuti fa riferimento alla gestione dei sedimenti marini dragati; nell'ambito del progetto, infatti, è stata effettuata una caratterizzazione dei sedimenti interessati dal dragaggio al fine di indirizzare la corretta gestione degli stessi in riferimento alla normativa vigente DM Ambiente 15 luglio 2016, n. 173 "Autorizzazione ad immersione in mare di materiali di escavo fondali marini dragaggio Attuazione articolo 109, Dlgs 152/2006".

Il criterio di gestione dei sedimenti utilizzato è basato sul riutilizzo nelle operazioni di rinterro in ambito portuale, puntando così a non smaltire i sedimenti marini, a condizione che non venga identificata alcuna contaminazione nel materiale.

La definizione delle Classi di Qualità dei sedimenti marini è scaturita dalla integrazione ponderata della classificazione chimica ed ecotossicologica, ottenuta attraverso l'applicazione dei criteri di integrazione assunti dal software SediQualSoft 109.0® progettato e rilasciato da ISPRA.

I materiali dragati e classificati con classe di qualità C, che prevede l'immersione in ambiente conterminato, saranno conferiti all'interno delle due aree collocate all'interno dell'opera B, in grado di ospitare l'intero quantitativo di dragaggio del volume di 182.100,48 mc, così suddiviso:

- bacino esistente (Area 3B3) - circa 104.327,00 mc;
- area di colmata a mare (Area 3B2) - circa 77.773,48 mc.

I restanti volumi pari a 5.756,17 mc ca, classificati in classe D ed E, saranno conferiti a discarica.

Per completare il quadro dei descrittori MSFD, si evidenzia che il bacino portuale di Sestri Ponente non è interessato da attività di pesca a fini commerciali, né da specie non indigene introdotte da attività umane, pertanto, si ritiene che i Descrittori 2, 3 e 9 non siano attinenti con il progetto in studio.

Allo stesso modo, si ritiene che il progetto non sia attinente con il Descrittore 7, in ragione del fatto che il progetto in studio non comporta modifiche alle condizioni idrografiche del bacino.

Con riferimento al richiesto *aggiornamento della cartografia relativa alla presenza di fanerogame e macrofite nell'area dei lavori e nelle aree prospicienti per escludere la presenza di Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa o altre specie rilevanti*, come argomentato precedentemente, si evidenzia che i fondali antistanti l'area di intervento sono costituiti da sabbie litorali e fanghi costieri.

Si riporta di seguito la mappatura degli habitat consultabile dal portale della Regione Liguria, dal quale è possibile osservare come nel tratto prospiciente ed esterno al bacino portuale di Sestri Ponente, non sono presenti praterie di fanerogame a *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. La distribuzione degli habitat marino costieri mostra la presenza di ambiti di pregio naturalistico in settori posti ad una distanza di circa 10 Km dall'area di intervento, rispetto ai quali si può affermare che non vi sia influenza da parte del progetto.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Figura 6-6 Stralcio distribuzione degli habitat marini (è rappresentata con simbolo rosso l'area di intervento (Fonte Geoportale Regione Liguria)

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



✚ P = bacino portuale    ■ S = sabbia    ■ F = fango

Figura 6-7 Stralcio distribuzione degli habitat marini - dettaglio dell'area di intervento (Fonte Geoportale Regione Liguria)

Dalle integrazioni fin qui prodotte, è stata esclusa la presenza di habitat 1170 ed altre biocenosi di pregio nell'area immediatamente prospiciente l'area dei lavori all'esterno del porto; in tal senso considerate le condizioni dei fondali sopra descritte e l'assenza di praterie di fanerogame, in questa fase non si ravvisa la necessità di ispezioni con ROV.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 7 TERRE E ROCCE DA SCAVO, RIFIUTI E AMIANTO AERODISPERSO

Si richiede di:

- *più precisamente specificare il criterio adottato per suddividere le destinazioni dei rifiuti prodotti (cemento armato/detriti da demolizione e terra e roccia da scavo) tra il conferimento in discarica e il riutilizzo in area portuale, considerando anche che la documentazione fornita contiene anche alcune contraddizioni al riguardo;*
- *privilegiare il conferimento dei rifiuti costituiti da conglomerato bituminoso in impianti di recupero autorizzati, ai sensi dell'art. 206/216 del D. Lgs. n. 152/2006, alla produzione di EOW costituito da granulato di conglomerato bituminoso di cui al D.M. 69/2018;*
- *specificare se il recupero dei detriti da demolizioni sarà effettuato direttamente all'interno del cantiere Fase 2 mediante l'installazione di impianti mobili autorizzati ai sensi dell'art. 208 comma 15 del D. Lgs. n. 152/2006 o utilizzando impianti esterni, nonché l'elenco degli impianti previsti;*
- *valutare l'opportunità di gestire come sottoprodotto, previa verifica delle condizioni e della sussistenza dei requisiti per detto riutilizzo, le terre e rocce da scavo, presentando un piano di utilizzo così come previsto al Titolo II, Capo II del DPR n. 120/2017 che contempli pure la caratterizzazione dei materiali di riporto e i test di cessione;*
- *circostanziare maggiormente la presenza di amianto nelle terre e rocce da scavo analizzate e ponderarne gli aspetti tecnici e gestionali conseguenti, presentando un piano di indagine ai sensi del DPR n. 120/2017, al fine di verificare l'eventuale origine naturale dei superamenti di alcuni metalli, fra cui cromo, nichel, cobalto e amianto e, in caso positivo, di definirne i valori di fondo naturale;*
- *relativamente alle diverse volumetrie indicate per i materiali prodotti dalle attività di scavi/demolizioni che saranno conferiti in discarica, fornire chiarimenti definendo e distinguendo i volumi derivanti dalle diverse attività;*
- *inserire nei quadri riassuntivi relativi alla gestione dei materiali anche i quantitativi relativi agli scavi connessi alle opere di messa in sicurezza idraulica del reticolo torrentizio;*
- *esplicitare la natura giuridica dei materiali, ossia indicare, per le varie voci individuate nel testo e nelle tabelle di sintesi, almeno a livello previsionale, ma preferibilmente sulla base delle risultanze del piano di utilizzo, la natura di "rifiuti" o "sottoprodotti", ovvero di eventuali materiali esclusi della disciplina dei rifiuti dei quantitativi indicati;*
- *presentare un aggiornamento di maggior dettaglio, preferibilmente anche alla luce delle indicazioni del piano di utilizzo, delle possibili destinazioni dei materiali da gestire come rifiuto, da minimizzare, e, anche alla luce della revisione complessiva del quadro degli smaltimenti, riportare nel SIA una valutazione circa i potenziali impatti dei rifiuti prodotti e le possibili mitigazioni e compensazioni da porre in essere.*

### 7.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 7

Viene riportata di seguito la tabella relativa alla gestione delle materie con le suddivisioni specifiche. Pertanto, si invita a fare riferimento a quest'ultima a seguito delle revisioni effettuate.

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx

ID	Opera	Origine	Materiale	Quantità (mc)	Qualità	Tipologia	Rifiuto/Sottoprodotto	Destinazione	Localione
1	<b>A</b>	<b>Bacino Multedo</b>	<b>Sedimenti marini</b>	<b>182.100,48</b>	<b>Categoria C</b>	<b>Recuperabile</b>		<b>Opera B</b>	<b>Genova</b>
2	A	Bacino Multedo	Sedimenti marini	5.104,19	Categoria D	Non recuperabile		Discarica	
3	A	Bacino Multedo	Sedimenti marini	651,98	Categoria E	Non recuperabile		Discarica	
4	B	Piazzale	Conglomerato bituminoso	25.500,00		Non recuperabile	Rifiuto	Discarica	
5	B	Piazzale	Sottofondazione	25.000,00		Non recuperabile	Rifiuto	Discarica	
6	B	Piazzale (trovanti)	Conglomerato cementizio	1.040,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
7	<b>B</b>	<b>Ribaltamento a mare</b>	<b>Massi naturali</b>	<b>22.000,00</b>		<b>Recuperabile</b>		<b>Ambito portuale</b>	<b>Genova</b>
8	B	Scavo	Terreno	6.150,00		Non recuperabile	Sottoprodotto	Discarica	
9	C	Piazzale	Conglomerato bituminoso	4.000,00		Non recuperabile	Rifiuto	Discarica	
10	C	Scavo	Terreno	102.695,00		Non recuperabile	Sottoprodotto	Discarica	
11	C	Scavo	Terreno	126.995,00		Non recuperabile	Sottoprodotto	Discarica	
12	C	Strutture metalliche	Acciaio	5.000,00 * ton		Recuperabile	Rifiuto		
13	C	Scavo	Terreno	1.500,00 * ton		Non recuperabile	Sottoprodotto	Discarica	
14	<b>C</b>	<b>Strutture c.a. Bacini esistenti</b>	<b>Conglomerato cementizio</b>	<b>52.300,00</b>		<b>Recuperabile</b>	<b>Rifiuto</b>	<b>Opera B</b>	<b>Genova</b>
15	<b>C</b>	<b>Risagomatura Bacino di levante</b>	<b>Conglomerato cementizio</b>	<b>17.040,00</b>		<b>Recuperabile</b>	<b>Rifiuto</b>	<b>Opera B</b>	<b>Genova</b>
16	<b>D</b>	<b>Demolizione pali e impalcato</b>	<b>Conglomerato cementizio</b>	<b>12.660,00</b>		<b>Recuperabile</b>	<b>Rifiuto</b>	<b>Opera B</b>	<b>Genova</b>
17	D	Demolizione pali e impalcato	Conglomerato cementizio	67.340,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
17	E	Molo Tankoa	Conglomerato cementizio	1.425,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
18	F	Molo Levante Marina aereoporto	Conglomerato cementizio	1.920,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
19	G	Molo centrale Marina aereoporto	Conglomerato cementizio	3.500,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
20	H	Scogliera	Conglomerato cementizio	3.300,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	
21	I	Molo Multedo	Conglomerato cementizio	11.700,00		Recuperabile	Rifiuto	Discarica	

Come si evince dalla rappresentazione sopra riportata, la maggior parte del materiale viene destinato a smaltimento in discarica. Si comunica che le incongruenze, evidenziate nell'osservazione di cui sopra, risultano essere dei refusi. Pertanto, si invita a fare riferimento alla tabella sopra riportata.

Si evidenzia che la natura giuridica dei materiali (rifiuti o sottoprodotti), le potenziali destinazioni dei materiali, viene indicata nella medesima tabella sopra menzionata.

Gli elementi evidenziati in verde ed in grassetto sono gli unici elementi che vengono recuperati in sito, mentre gli elementi evidenziati solamente in verde potrebbero essere recuperabili ma comunque destinati a smaltimento. Infine, gli elementi non evidenziati risultano non essere recuperabili e pertanto indirizzati a smaltimento. Si rammenta invece che le strutture metalliche potranno essere invece vendibili.

Per i rifiuti, tra cui anche quelli costituiti da conglomerato bituminoso, si può fare riferimento ai seguenti impianti di smaltimento e di recupero, oltre alle discariche individuate ed evidenziate in fase di progetto.

#### Impianti di recupero

Cod	Nome Società	Località Comune Provincia	Scadenza autorizz.	Volume (t/a)	Cod.CER autorizzati <sup>(1)</sup>	Distanze dai cantieri (Km)
R1	Colle Ecologico s.r.l.	Loc. Colle Caprile Uscio (GE)	26/05/2025	139.000	<b>17.05.04,</b> <b>17.01.01,</b> <b>17.03.02</b> <b>17.09.04,</b> <b>17.05.08</b>	40
R2	Econevea Srl	Salita Rio Maggiore 18/A	26/06/2023	-	<b>17.05.04,</b> <b>17.01.01,</b> <b>17.03.02</b> <b>17.09.04,</b> <b>17.05.08</b>	19

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

### Impianti di smaltimento

Cod	Nome Società	Tipologia	Località Comune Provincia	Scadenza autorizzazione	Volume autorizzato <sup>(1)</sup> (mc)	CER	DIST. (Km)
<b>IMPIANTI DI SMALTIMENTO PER RIFIUTI NON PERICOLOSI</b>							
D1	Bossarino S.r.l.	Non pericolosi	Bossarino Vado Ligure (SV)	07/06/2029	40.000 (17.05.04) 3.000 (17.05.08) 20.000 (17.09.04)	<b>17.05.04,</b> <b>17.01.01,</b> <b>17.03.02</b> <b>17.09.04,</b> <b>17.05.08</b>	49

Nel confermare che ai fini del recupero e produzione di EOW da rifiuti verranno svolte analisi atte a valutare il parametro amianto, al fine della caratterizzazione (e delle modalità per il campionamento) dei materiali "cementizi" da demolirsi e successivamente recuperare, di seguito si riporta la procedura ad oggi preventivata. Si noti che detta procedura è stata redatta in riferimento alla seguente documentazione:

- Regolamento della Commissione UE n. 1357/2014/UE del 18 dicembre 2014
- Parte IV del D.Lgs 152/2006 – Art. 184-ter
- Norma UNI 10802:2013 relativa alle modalità di campionamento
- Norma UNI/TR 11682:2017 relativa all'applicazione della UNI 10802
- Norma UNI EN 12390 relativa alle prove su calcestruzzo indurito

La procedura prevede:

1. Caratterizzazione del materiale "tal quale" (ai sensi DM 05/02/98 e s.m.i.)
2. Esecuzione test di cessione con eluato (DM 05/02/98 e s.m.i.)
3. Eventuale, ove applicabile, caratterizzazione del materiale secondo quanto previsto dalla Circolare 5205/2005 relativa ai riciclati.

Per quanto concerne il recupero dei detriti da demolizioni, all'interno del cantiere Fase 1, si prevede l'ausilio di un impianto mobile ai sensi dell'art. 208, comma 15, del D. Lgs. 152/06. La disposizione prevista di tale impianto è ipotizzata all'interno dell'area 3A1, la quale viene evidenziata nella rappresentazione sotto riportata.

Le tipologie di impianti mobili alla quale fare affidamento saranno individuate a stretto giro.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

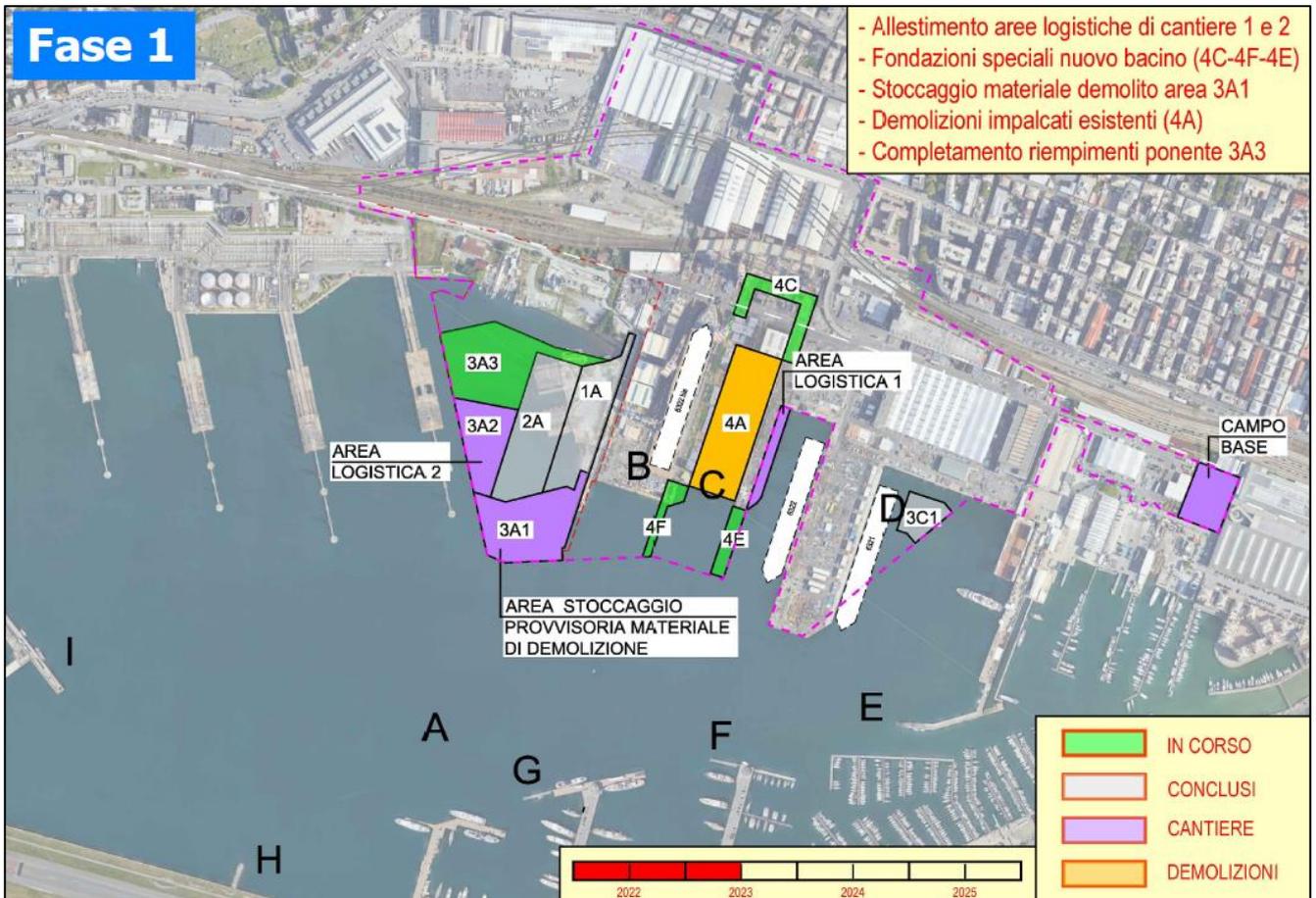
Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Nell'ambito del presente progetto, non si prevede il riutilizzo in sito di terre e rocce da scavo ma la destinazione delle stesse a smaltimento presso idonea discarica. Pertanto, alla luce di quanto sopra, non risulta essere necessaria la predisposizione del piano di utilizzo. Tuttavia, con riferimento alla comunicazione effettuata dall'AdSP in data 21/10/2021 ai sensi dell'art. 244 del D.Lgs. 152/06, sarà predisposto idoneo piano di indagini ambientali, utile quest'ultimo a perimetrizzare la presenza di amianto e quindi verificare il rispetto o meno dei rispettivi superamenti nei confronti dei valori di fondo naturali.

Per quanto concerne la richiesta di inserire dei quadri sinottici relativi alla gestione delle materie derivanti dalla sistemazione idraulica del reticolo torrentizio, si recepisce la richiesta e si precisa che la tematica della messa in sicurezza idraulica del reticolo torrentizio non è oggetto del presente progetto. Tuttavia, con riferimento all'elaborato "Piano di gestione delle materie" allegato al progetto definitivo, redatto da ITEC e Stantec per il Comune di Genova, delle opere di adeguamento idraulico del tratto urbanizzato del Rio Cantarena, viene riportato di seguito un quadro sinottico relativo alle volumetrie di scavi/demolizioni derivanti dall'attività di messa in sicurezza idraulica del reticolo torrentizio.

Tratto progettuale di intervento	Volumetria terreni di scavo [mc]	Volumetria terreni di riempimento [mc]
Tratto A	19.320	2.203
Tratto B	1270	555
Tratto C	6750	1450
Tratto D	5.060	590
Tratto E	1.670	0

Per maggiori approfondimenti si rimanda al suddetto progetto.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 8 DIFESA DEL SUOLO

Si richiede di:

- eseguire un'analisi idraulica per verificare l'eventuale aggravamento, per effetto dell'Opera D (Pontile di allestimento), delle condizioni già critiche di deflusso di piena del T. Cantarena, anche con riferimento alle aree a monte del tratto terminale tombato del corso d'acqua, già affette da condizioni di rischio idraulico R4 molto elevato, sia considerate le condizioni attuali e le verifiche idrauliche effettuate in sede di piano di bacino, ambiti 12 e 13, sia considerato il progetto preliminare di sistemazione idraulica predisposto dal Comune di Genova e il progetto "Lavori di messa in sicurezza e adeguamento idraulico del Rio Molinassi e del Rio Cantarena, di adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché di razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova" previsto dal Decreto n. 1 del 28/02/2020 del Commissario Straordinario.

### 8.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 8

In risposta a quanto richiesto, si riporta in **Appendice B** il documento di integrazione P191-21-I-RE-IDR-001-A Studio idraulico degli effetti indotti dagli interventi relativi all'opera D (nuova banchina) sul regime idraulico del rio Cantarena.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE  2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

## 9 RUMORE

Con riferimento particolare al Piano di Monitoraggio Ambientale, si ritiene necessario di:

- fornire spiegazione circa la posizione scelta per il punto RUM01, che sembrerebbe essere esclusivamente sensibile al traffico stradale sull'Aurelia;
- dedicare il punto di monitoraggio RUM02 per la valutazione dell'impatto sulle abitazioni dello spostamento dell'accesso principale di Fincantieri, prevedendo due monitoraggi una tantum come ante operam e post operam;
- aggiungere un punto di monitoraggio RUM03 nella piazzetta dell'area residenziale della marina di Sestri, al fine di seguire tutte le fasi di cantiere, prevedendo una campagna ante operam, una per ogni fase di cantiere e una post operam;
- al fine di seguire l'opera nel suo complesso e valutarne gli effetti sulle residenze più vicine, inserire un punto di monitoraggio RUM04 su un balcone prospiciente Fincantieri (per esempio un appartamento di via dei Costa o situato nell'area residenziale della "Manifattura Tabacchi");

### 9.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 9

I punti di misura per il monitoraggio della componente Rumore sono stati scelti per rilevare il potenziale impatto sul clima acustico dovuto alla fase di realizzazione delle opere e di operatività del cantiere navale.

In particolare, il punto di misura RUM01, situato nei pressi di un ricettore residenziale sulla SS1 (cfr., 2879-F2\_GEN-Bp127\_A), è stato scelto al fine di monitorare la variazione del clima acustico dovuta al traffico indotto dalle lavorazioni per la movimentazione dei materiali; in tale punto, verrà infatti valutata ed analizzata la variazione del traffico a seguito del nuovo assetto del cantiere che prevede nuovi accessi all'area.

Ad integrazione delle rilevazioni sul punto RUM02, individuato per la valutazione dell'impatto sulle abitazioni dello spostamento dell'accesso principale di Fincantieri, si prevedono due monitoraggi una tantum di tipo settimanale nelle fasi ante operam e post operam: i risultati ottenuti nella fase ante operam saranno confrontati con i risultati ottenuti nel post operam al fine di valutare la eventuale variazione dei livelli acustici. Nel caso in cui si verificasse una variazione dei livelli acustici nella fase post operam, saranno valutate con misure ad hoc per verificare la conformità con i limiti stabiliti dalla normativa.

Ad integrazione di quanto previsto nel PMA, come richiesto si aggiungono due punti di monitoraggio RUM03, nella piazzetta dell'area residenziale della marina di Sestri, al fine di seguire tutte le fasi di cantiere, e RUM04, su un balcone di un edificio residenziale in Via dei Costo, la cui posizione è riportata nello stralcio seguente.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

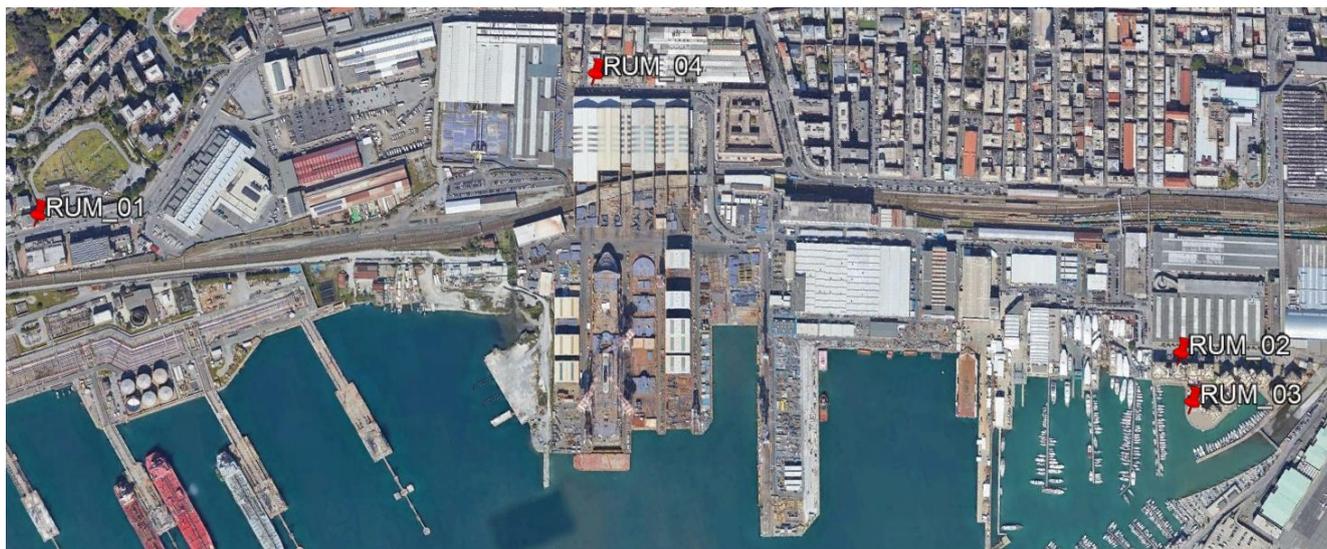
Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura previsti nel PMA per la componente Rumore, così come integrati a seguito delle richieste sopra esposte:

Postazione	Fase	Tipologia di misura	Frequenza
RUM_01	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale
	Post Operam	Settimanale	Una tantum
RUM_02	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale
	Post Operam	Settimanale	Una tantum
RUM_03	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale
	Post Operam	Settimanale	Una tantum
RUM_04	Ante Operam	Settimanale	Una tantum
	Corso d'Opera	24 ore	Trimestrale
	Post Operam	Settimanale	Una tantum

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

## 10 RISCHIO DI INCIDENTI RILEVANTI

Si chiede di integrare il SIA con valutazioni in merito alle possibili interferenze con impianti assoggettati al D. Lgs. n. 105/2015.

### 10.1 INTEGRAZIONE ALLE RICHIESTE DI CUI AL PUNTO 10

L'area di intervento per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio ad uso cantieristica navale si inserisce all'interno dell'area industriale Fincantieri (ex cantiere navale di Sestri Ponente Ansaldo), nell'area delimitata a Nord dalla ferrovia Genova-Ventimiglia, a Ovest dal pontile Delta del Porto Petroli e a Est dal cantiere navale Tankoa Yachts.



Figura 10-1 Inquadramento dell'area di progetto

Come noto, il progetto in esame fa seguito alla Fase 1, comprendente la creazione di una nuova piattaforma industriale, ubicata tra il pontile Delta del Porto Petroli di Multedo e l'area Fincantieri a Sestri Ponente di progetto.

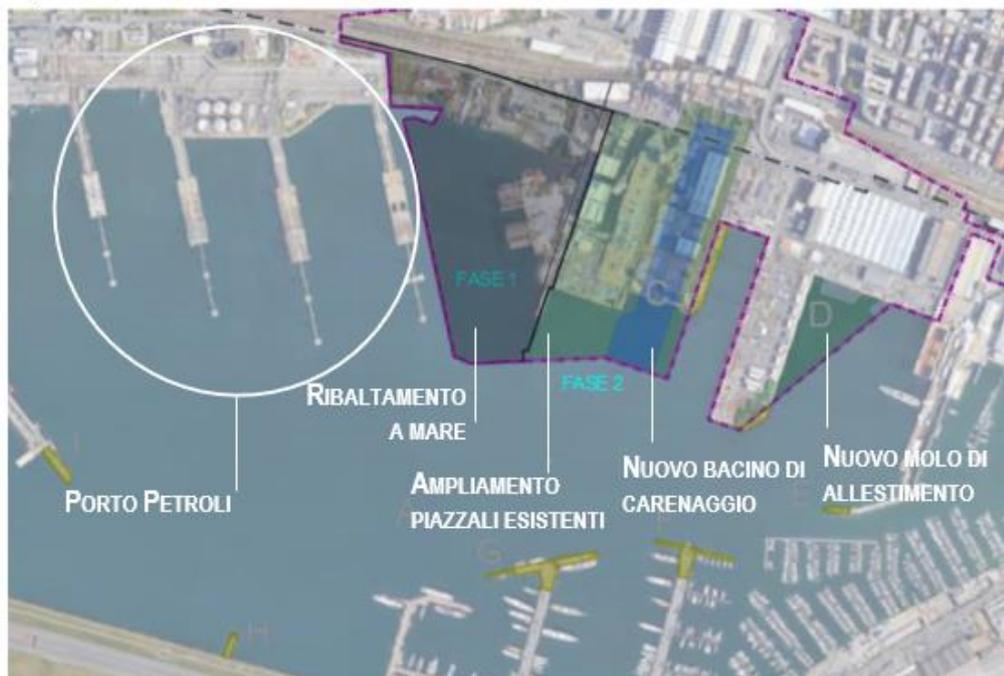


Figura 10-2 Inquadramento del porto petroli rispetto all'area di progetto

Il progetto di Fase 1, noto come “Ribaltamento a mare” consiste nel riempimento a mare del bacino portuale di Multedo, da destinarsi all'ampliamento del cantiere navale Fincantieri.

Tale area, in quanto adiacente al porto petroli, nell'ambito della procedura di verifica di assoggettabilità a VIA, è stata oggetto di verifica di compatibilità territoriale con l'esistente terminal petrolifero che rientra tra le categorie di stabilimento a rischio di incidente rilevante di soglia superiore ai sensi del D.Lgs. 105/2015.

L'area del Ribaltamento a mare, infatti, interesserà lo specchio acqueo localizzato tra l'accosto di levante del pontile Delta del terminal petrolifero e il banchinamento lato ponente dell'area attualmente in concessione alla Fincantieri S.p.A. per il riassetto generale del cantiere che comprenderà la demolizione e modifica dell'attuale linea di costa per la realizzazione di un nuovo piazzale, da adibire ad ampliamento del cantiere navale, nonché gli interventi di messa in sicurezza alla foce del torrente Molinassi.

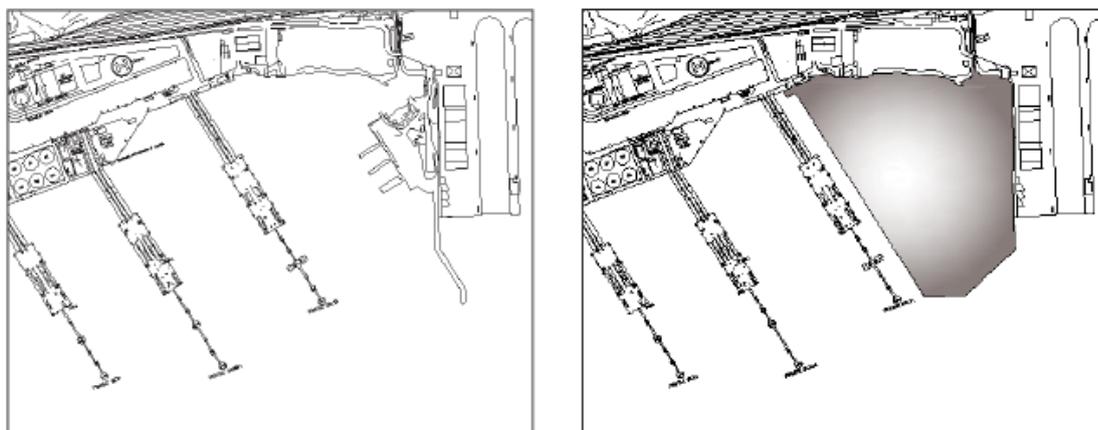


Figura 10-3 Stato attuale (sx) e stato futuro (dx) dell'area porto petroli rispetto all'area del progetto di Ribaltamento a mare

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Nell'ambito dello studio del Ribaltamento a mare è stata, pertanto, effettuata una valutazione della vulnerabilità del territorio attorno all'area del porto petroli mediante categorizzazione delle aree circostanti in base al valore dell'indice di edificazione e all'individuazione degli specifici elementi vulnerabili di natura puntuale in esse presenti.

La compatibilità territoriale è stata verificata in relazione alla sovrapposizione della tipologia di territorio, categorizzato in termini di vulnerabilità, con l'involuppo delle potenziali aree di danno che la colpiscono e in funzione delle prevedibili classi di probabilità degli eventi.

In linea generale, gli effetti fisici derivati dagli scenari incidentali ipotizzabili in uno stabilimento a rischio di incidente rilevante possono determinare danni a persone o strutture in funzione della specifica tipologia, della loro intensità e della durata.

In particolare, la possibilità di danni a persone o a strutture è definita sulla base del superamento di valori di soglia, al di sotto dei quali si ritiene convenzionalmente che il danno non accada, al di sopra dei quali viceversa si ritiene che il danno possa accadere.

Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture/ Effetti domino
Incendio (rad. termica staz.)	12,5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>	12,5 kW/m <sup>2</sup>
BLEVE/Fireball (rad. term. variabile)	Raggio fireball	350 kJ/m <sup>2</sup>	200 kJ/m <sup>2</sup>	125 kJ/m <sup>2</sup>	200 - 800 m (*)
Flash-fire (rad. term. istantanea)	LFL	1/2 LFL			
VCE (sovrappessione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)	LC50 (30min,hmn)		IDLH		

Tabella 1

La valutazione della compatibilità degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante esistenti con gli insediamenti circostanti in progetto viene formulata sulla base delle seguenti informazioni acquisite dal Gestore dell'attività pericolosa, nel caso in esame dalla Porto Petroli di Genova S.p.A.:

- involuppo delle aree di danno per ciascuna delle quattro categorie di effetti e secondo i valori di soglia di cui alla tabella 1;
- classe di probabilità di ogni singolo evento (in ordine crescente di pericolosità: Classi <1E-06, 1E-06÷1E-04, 1E-04÷1E-03, > 1E-03).

Tali informazioni sono incrociate con la categoria del territorio circostante nella matrice pertinente, da cui risulta o meno la compatibilità territoriale dell'intervento in progetto.

Ai fini della valutazione della compatibilità nel caso di specie è stata applicata la tabella "Categorie territoriali compatibili con gli stabilimenti" del D.M. LL.PP. 09.05.2001.

Progetto: Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2	Livello progettazione: Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	Elaborato: GENERALE 2879-F2_GEN-Dp010_A.docx
--	---	--

Classe di probabilità degli eventi	Categoria di effetti			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
< 1E-06	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
1E-06 ÷ 1E-04	EF	DEF	CDEF	BCDEF
1E-04 ÷ 1E-03	F	EF	DEF	CDEF
> 1E-03	F	F	EF	DEF

Tabella 2

Con riferimento alla categorizzazione del territorio proposta dal D.M.LL.PP, l'attività di cantieristica navale che si intende insediare sul nuovo piazzale del Ribaltamento a mare si può assimilare a Categoria Territoriale E in quanto congruente con la definizione "Insediamenti industriali, artigianali, agricoli, e zootecnici".

L'analisi di rischio di incidente rilevate del terminal petrolifero è stata, pertanto, tesa ad individuare le aree di danno - associate agli scenari incidentali che potrebbero verificarsi in prossimità del pontile Delta - all'interno delle quali si svolgerà l'attività di cantieristica navale del Ribaltamento a mare.

Nello specifico, l'attività svolta al pontile Delta è lo sbarco di prodotti petroliferi e di petrolio greggio; la connessione della nave cisterna ormeggiata al pontile Delta, agli oleodotti di collegamento con stabilimenti o depositi costieri, è realizzata attraverso:

- i bracci di carico installati sul pontile, che mettono in collegamento la nave con le tubazioni che corrono sul pontile stesso (linea di pontile);
- le linee di pontile che si innestano in un complesso sistema di tubazioni che consentono diversi interscambi in base al prodotto movimentato e alla destinazione del prodotto;
- le linee in fossa collettori che collegano di fatto le linee di pontile con le stazioni booster delle Società utenti Iplom e Sigemi e con l'area manifold della Società utente ENI R&M.

Dall'esame della documentazione di riferimento e dall'esperienza storica del terminal petrolifero, gli eventi incidentali la cui evoluzione potrebbe coinvolgere le aree del futuro ampliamento del cantiere navale sono:

- a) Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio in fossa collettori
- b) Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio lungo i pontili
- c) Esplosione di una cisterna della nave
- d) Incendio della nave conseguente all'esplosione

Nel'ambito del progetto del Ribaltamento a mare sono state, quindi, condotte simulazioni con il software Effects di TNO, al fine di valutare gli effetti degli scenari individuati.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

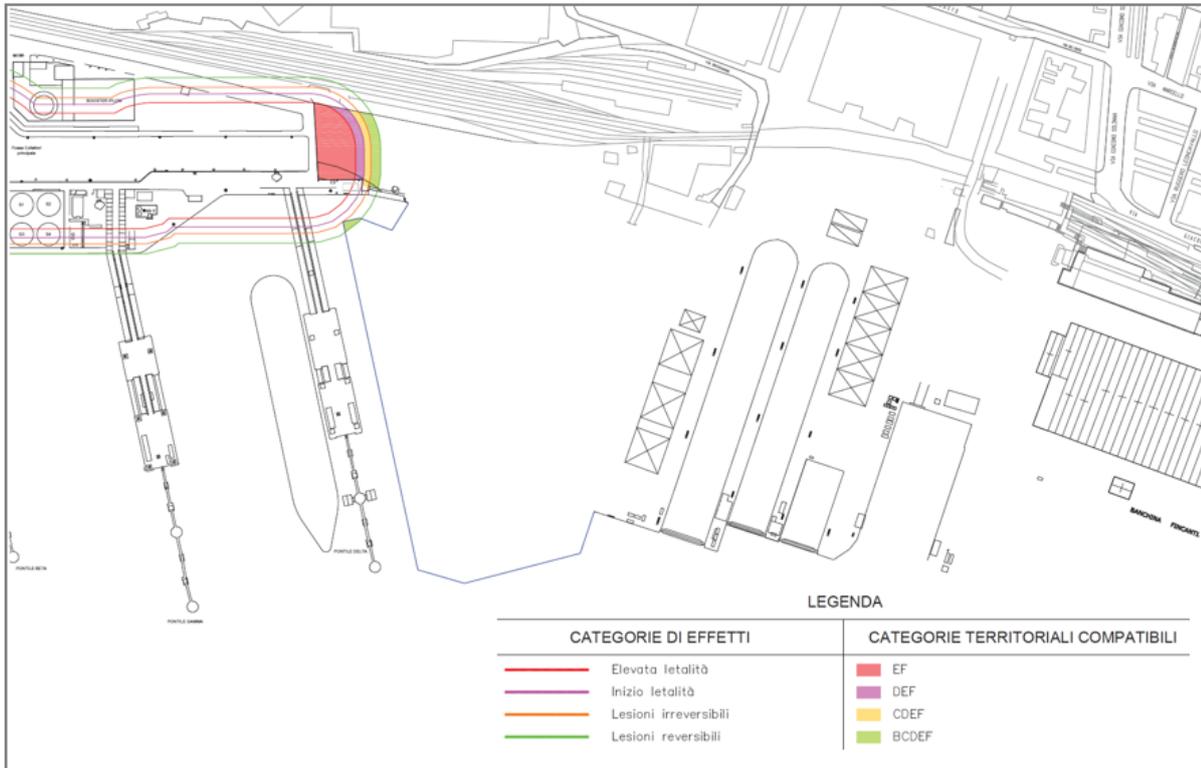


Figura 10-4 Conseguenze incendio in fossa collettori

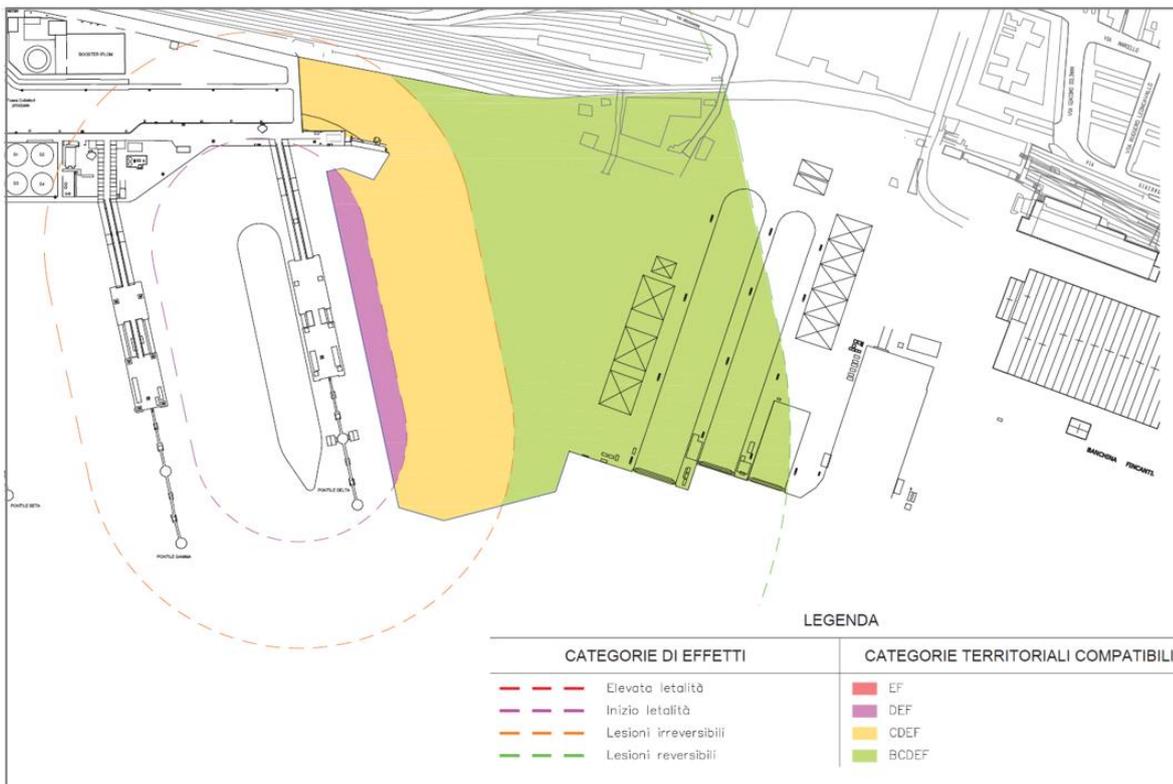


Figura 10-5 Conseguenze di esplosione di una cisterna della nave

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

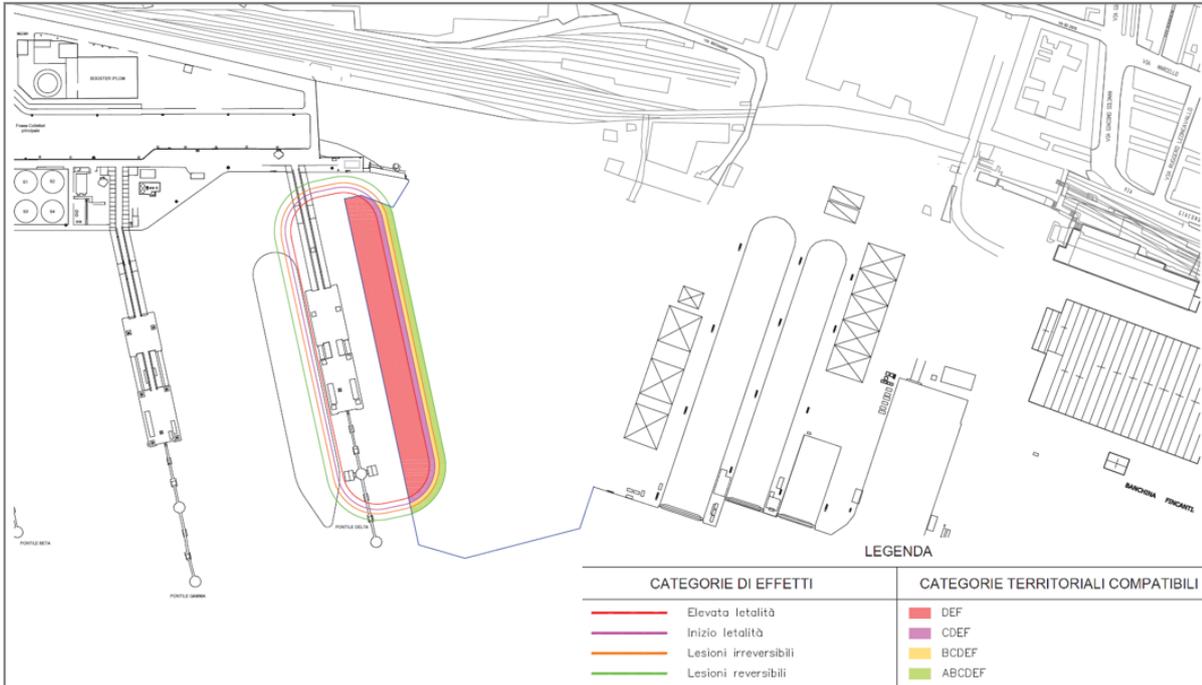


Figura 10-6 Conseguenze incendio lungo il pontile



Figura 10-7 Conseguenze incendio nave

Sulla base di probabilità, gravità ed estensione degli effetti delle ipotesi incidentali – unite alla categorizzazione del territorio ammissibile per l'area dell'intervento, lo studio condotto ha rilevato che la destinazione d'uso del futuro riempimento destinato all'ampliamento del cantiere navale della Fincantieri S.p.A. sia territorialmente compatibile con la presenza dell'adiacente terminal petrolifero della Porto Petroli di Genova S.p.A., ai sensi del D.M.LL.PP. 09.05.2001.

<p>Progetto:</p> <p>Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2</p>	<p>Livello progettazione:</p> <p>Progetto di Fattibilità Tecnico Economica</p>	<p>Elaborato:</p> <p>GENERALE</p> <p>2879-F2_GEN-Dp010_A.docx</p>
---	--	---

Configurandosi le aree oggetto del PFTE di Fase 2, in una zona posta ad est dell'area di intervento del Ribaltamento a mare, e quindi ad una distanza maggiore dal Porto Petroli, si ritiene sufficientemente verificata anche per il progetto in esame la compatibilità territoriale con la presenza del terminal petrolifero.

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

## APPENDICE A

### ALLA INTEGRAZIONE DI CUI AL PUNTO 4.1

*Notifica ai sensi dell'Art. 244 comma 1 del D.Lgs 152/2006*

Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



## Staff Programma Straordinario

Spett.le  
Comune di Genova Settore Ambiente  
comunegenova@postemaikertificata.it

Spett.le  
Città Metropolitana di Genova Direzione Ambiente  
pec@cert.cittametropolitana.genova.it

Spett.le  
Regione Liguria  
Dipartimento Territorio, Ambiente, Infrastrutture e Trasporti  
protocolla@pec.regione.liguria.it

Spett.le ARPAL  
Dipartimento Attività produttive e rischio tecnologico  
U.O. Controlli e pareri ambientali  
Settore Controlli e pareri ambientali metropolitani  
arpal@pec.arpal.gov.it

Spett.le  
Prefettura di Genova  
protocolla.prefge@pec.interna.it

e p.c. Spett.le  
Regione Liguria  
Settore Difesa del Suolo Genova  
protocolla@pec.regione.liguria.it

e p.c. Spett.le  
Commissario Straordinario per la Ricostruzione del Viadotto  
Polcevera dell'Autostrada A10  
[commissario\\_ricostruzione.genova@postecert.it](mailto:commissario_ricostruzione.genova@postecert.it)

Spett.le  
FINCANTIERI S.p.A.  
[fincantieri@pec.fincantieri.it](mailto:fincantieri@pec.fincantieri.it)

**Oggetto: Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica dell'“Adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale Industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2” – Caratterizzazioni ambientali per la redazione del PFTE delle componenti suolo e acque sotterranee - Notifica ai sensi dell'Art. 244 comma 1 del D.Lgs 152/2006**

Premesso che:



segnalo AOO Postecertificata - Prot. 21/10/2021.0032187.T Copia conforme dell'esigibilità sottoscritta digitalizzata da: MARCO VACCANI



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Occidentale

Palazzo San Gioglio - Via della Micaela 2 - 16124 Genova - C.F./P.IVA 02443890338 - Tel. +39.010.2411  
www.portsdogenova.com - E-mail: segreteria@portsdogenova.com - PEC: segreteria.genova@pec.portsdogenova.com



Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



- nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio presso l'area del porto petroli di Sestri Ponente (GE) di cui all'oggetto, sono state condotte indagini geognostiche ambientali preliminari che hanno riguardato il comparto Suolo e Acque nell'area interessata dagli interventi di Fase 2 oggetto del PFTE;
- per il comparto Suolo le indagini ambientali, di cui sopra, hanno previsto n.7 sondaggi ad andamento verticale da 0 a 50 m dal piano campagna, in corrispondenza dei quali sono stati prelevati campioni di suolo che hanno permesso di effettuare analisi di laboratorio finalizzate alla definizione dei parametri richiesti dalla normativa vigente;
- per il comparto Acque sotterranee, le indagini ambientali della falda idrica sotterranea sono state eseguite negli stessi punti in cui sono stati eseguiti i sondaggi per la caratterizzazione geotecnica. Sono stati realizzati n. 7 sondaggi equipaggiati con piezometro, in cui sono state svolte misure del livello piezometrico e parametri in sito mediante sonda multiparametrica (pH, Temperatura, Conduttività elettrica, Potenziale Red-Ox, Ossigeno Disciolto).
- i prelievi di campioni di suolo e acqua di cui sopra hanno consentito di effettuare analisi di laboratorio finalizzate alla definizione dei parametri richiesti dalla normativa vigente;
- le aree oggetto di indagini ambientali sono ad oggi date da Autorità di Sistema Portuale in concessione a Fincantieri S.p.A.

Considerato che:

- sotto il profilo qualitativo le analisi dei campioni di Suolo hanno che praticamente tutti i campioni hanno alcuni valori che superano i limiti di colonna A della Tabella 1, allegato 5, al Titolo V, della Parte Quarta, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e sono presenti inoltre n. 3 campioni in cui alcuni elementi superano le concentrazioni massime ammissibili di Colonna B per contenuti di Amianto (ST 1 Prof. 1 - 2 m, ST 1 Prof. 2,5 - 3,5 m e ST 5 Prof. 1 - 2 m) e Cromo totale e Nichel (ST 1 Prof. 2,5 - 3,5 m).
- sotto il profilo qualitativo le analisi dei campioni di Acque sotterranee hanno rilevato valori superiori alle concentrazioni massime ammissibili (D.Lgs. 152/06) relativamente all'Alluminio solo in un caso (St 3), Manganese in n. 5 piezometri (St1, St3, St4, St6, St7), Cromo VI in n. 1 (St 2), Boro in n. 1 (St 6), Benzo(a)pirene in n. 3 (St3, St6, St7), Benzo(g,h,i)perilene in n. 1 (St3), Triclorometano (cloroformio) in n. 3 (St3, St4, St5), Tetracloroetilene in n. 2 (St1, St2).

Con la presente si comunica, ai sensi dell'articolo 244 comma 1 del D. Lgs. 152/06 s.m.i., che la Scrivente Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale, in qualità di Pubblica amministrazione e soggetto non responsabile, ha rilevato l'esistenza di una situazione di potenziale contaminazione nelle matrici suolo ed acqua di falda, rispettivamente per il superamento delle CSC di colonna B per amianto, cromo totale e nichel, e per le concentrazioni massime ammissibili (Tabella 2, allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/06) relativamente ai parametri alluminio, manganese, cromo esavalente, boro, benzo(a)pirene; benzo(g,h,i)perilene, triclorometano, tetracloroetilene.

La situazione è sensatamente connessa ad eventi evidentemente occorsi in tempi pregressi e infatti già segnalata a seguito di diverse attività di caratterizzazione ambientale condotte per progetti pregressi siti in aree limitrofe. Ragionevolmente, la situazione in esame è caratterizzata da lenta evoluzione, cosicché non appare necessaria l'adozione immediata di misure di prevenzione, come definite dall'art. 240 comma 1 lettera i) del D. Lgs. 152/06 s.m.i., per contrastare l'evento.

In riferimento al progetto per la realizzazione del nuovo bacino di carenaggio, e in particolare alle azioni necessarie per la realizzazione di opere di sostegno a terra e che prevedono lo scavo e l'esecuzione di palificazioni che intercettano la falda idrica sotterranea e di cui possono essere individuate possibili interazioni con il deflusso delle acque sotterranee e possibili interazioni nei confronti della qualità

argomento: AOO Portuali Genova - Prot. 21/10/2011.0022187.0 Copia cartacea del 11/01/2012 sottoscritta digitalmente da: MARCO VACCARI



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Occidentale

Palazzo SanGiorgio - Via de lls Hecce n.2 - 10124 Genova - C.F./P.IVA 02443880998 - Tel. +39.010.2411  
www.porsdgenoa.com - E-mail: segreteria@porsdgenoa.com - PEC: segreteria.genoa@pec.porsdgenoa.com



Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova sestri ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx



acque sotterranee, si è già previsto di prestare la massima attenzione ad evitare la possibile diffusione di inquinanti durante la fase di perforazione e scavo. Inoltre, la Scrivente, in previsione dello sviluppo delle successive fasi progettuali, ha già previsto l'allontanamento, come rifiuto, di tutti terreni contaminati

Il concessionario dell'area è già stato allertato e si comunica che si darà avvio, quanto prima, alle successive indagini ambientali integrative.

Si resta a disposizione per ogni eventuale richiesta di chiarimenti o informazioni.

Per ogni comunicazione si può fare riferimento ai seguenti contatti:

Ing. Marco Vaccari      [marco.vaccari@portsofgenoa.com](mailto:marco.vaccari@portsofgenoa.com)  
   [segreteria.generale@pec.portsofgenoa.com](mailto:segreteria.generale@pec.portsofgenoa.com)

Distinti saluti

Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale

Il Responsabile Unico del Procedimento  
( Ing. Marco Vaccari )

Allegati:

- Quadro sinottico delle indagini svolte in sito, a supporto della comunicazione, comprensivo di planimetrie e individuazione dei punti di campionamento;
- Rapporti di prova delle analisi eseguite.

Stampato in AOD PortofGenova - Poca: 21/10/2021, 00:21:57. D: Copia esportata da 11' originale sottoscritto digitalmente da: MARCO VACCARI



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Occidentale

Palazzo SanGiovio - Via di Ila Marconi 2 - 10124 Genova - C.F./P.IVA 02443880938 - Tel. +39.010.2471  
[www.portsofgenoa.com](http://www.portsofgenoa.com) - E-mail: [segreteria@portsofgenoa.com](mailto:segreteria@portsofgenoa.com) - PEC: [segreteria.gene@pec.portsofgenoa.com](mailto:segreteria.gene@pec.portsofgenoa.com)



Progetto:

Redazione del progetto di fattibilità tecnico economica per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - P.2879 FASE 2

Livello progettazione:

Progetto di Fattibilità  
Tecnico Economica

Elaborato:

GENERALE

2879-F2\_GEN-Dp010\_A.docx

## APPENDICE B

### ALLA INTEGRAZIONE DI CUI AL PUNTO 8.1

*P191-21-I-RE-IDR-001-A Studio idraulico degli effetti indotti dagli interventi relativi all'opera D (nuova banchina) sul regime idraulico del rio Cantarena.*

**Committente:**



**Livello di Progetto:**  
Studio idraulico

**Titolo:**

**PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE AI SENSI DELL'ART. 23 DEL D.LGS 152/2006 E S.M.I. RELATIVA AL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA PER L'ADEGUAMENTO ALLE NORME IN MATERIA DI SICUREZZA DEI LUOGHI DI LAVORO, NONCHÉ LA RAZIONALIZZAZIONE DELL'ACCESSIBILITÀ DELL'AREA PORTUALE INDUSTRIALE DI GENOVA SESTRI PONENTE - P.2879 FASE 2**

**Risposta a nota del prot. n. 00 31862.E del 19 Ottobre 2021 del MITE**

**Oggetto:**

Studio idraulico degli effetti indotti dagli interventi relativi all'opera D (nuova banchina) sul regime idraulico del rio Cantarena

**Codice Progetto:**  
P191-21

**Firme:**

**Nome File:**  
P191-21-I-RE-IDR-001-A



Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	Prima emissione	MI	02/11/21	DR/PM	02/11/21

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE.....</b>	<b>3</b>
2.1	STATO ATTUALE.....	3
2.2	DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE .....	3
2.3	INTERVENTI PREVISTI .....	4
2.3.1	Sistemazione rio Cantarena .....	4
2.3.2	Nuovo banchinamento .....	5
<b>3</b>	<b>IDROGRAMMI DI PIENA DEL RIO CANTARENA.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE.....</b>	<b>8</b>
4.1	BASE TOPOGRAFICA .....	8
4.2	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	8
4.3	SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI STUDIO .....	8
4.4	PARAMETRI DI CALCOLO E CONDIZIONI AL CONTORNO.....	9
4.5	CONFIGURAZIONI DI VERIFICA.....	12
4.6	RISULTATI.....	12
4.6.1	Stato attuale rio Cantarena.....	12
4.6.2	Stato di progetto rio Cantarena.....	20
4.6.3	Confronto con la modellazione monodimensionale .....	29

### **Appendici:**

**APPENDICE 1:** Software di calcolo InfoWorks ICM

**APPENDICE 2:** Calcolo dell'idrogramma di piena secondo i criteri della DGR 357/2008

## 1 PREMESSA

Nell'ambito della procedura di VIA nazionale, relativa all'opera D (nuova banchina) del progetto P2879 - Fase 2 Banchinamenti, è emersa la richiesta di eseguire un'analisi idraulica più dettagliata per verificare l'eventuale aggravamento sul deflusso delle portate di piena del rio Cantarena, indotto dalla realizzazione della nuova banchina

In ottemperanza a quanto richiesto è stato effettuato uno specifico studio idraulico con modello bidimensionale del tratto terminale del rio Cantarena e della porzione di bacino portuale interessata dalle nuove opere di banchinamento.

Lo studio è stato sviluppato secondo le seguenti attività:

- acquisizione dei rilievi e dei progetti relativi al tratto terminale del rio Cantarena (attuale e progetto) e degli interventi relativi al nuovo banchinamento;
- individuazione degli idrogrammi di piena del rio Cantarena per assegnati tempi di ritorno;
- costruzione del modello geometrico 2D comprendente il tratto terminale del rio Cantarena e della porzione di bacino portuale antistante lo sbocco per le due configurazioni di stato attuale e stato di progetto;
- implementazione del modello numerico bi-dimensionale per la determinazione delle caratteristiche del moto all'interno del dominio individuato.

Ai fini della verifica sono stati analizzati i seguenti scenari:

- stato attuale rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato attuale rio Cantarena e nuova banchina realizzata;
- stato di progetto rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato di progetto rio Cantarena e nuova banchina realizzata.

Le simulazioni effettuate hanno dimostrato che il nuovo banchinamento non provoca rigurgiti che possano influenzare il regime idraulico di piena del tratto terminale del rio Cantarena sia nella condizione di alveo attuale che nella condizione di alveo di progetto.

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

### 2.1 STATO ATTUALE

L'analisi riguarda il tratto terminale del rio Cantarena (in area Fincantieri) e lo specchio acqueo in ambito portuale antistante lo sbocco.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione dell'area di studio su ortofoto.



Figura 2.1

### 2.2 DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE

Ai fini dello studio è stata raccolta la documentazione disponibile relativa ai tratti di corsi d'acqua interferenti con l'area in esame, con particolare riferimento a:

- Regione Liguria, Autorità di Bacino Distrettuale Dell'Appennino Settentrionale  
*Piano di Bacino Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico - Ambiti 12 e 13*  
Approvato con DCP n. 65 del 12/12/2002, ultima modifica DDG n. 4146 del 15/07/2019

- Comune di Genova  
*Progetto delle opere di adeguamento idraulico del tratto urbanizzato del rio Cantarena a Genova - Sestri Ponente*  
Itec engineering S.r.l. – Stantec, 2021
- Autorità di Sistema Portuale del mar Ligure occidentale  
*Adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - progetto P2879 fase 2 Banchinamenti*  
F&M Ingegneria, 2021

Ai fini della modellazione sono stati estrapolati i rilievi e la geometria del tratto terminale del rio Cantarena sia nella configurazione attuale che in quella relativa al progetto di sistemazione, e dello specchio acqueo portuale antistante lo sbocco nelle configurazioni di stato attuale (sbocco libero) e a seguito della realizzazione dei nuovi banchinamenti.

## 2.3 INTERVENTI PREVISTI

### 2.3.1 Sistemazione rio Cantarena

Il progetto di sistemazione del rio Cantarena prevede per il tratto a monte di Via Cerruti, l'approfondimento del fondo alveo mantenendo le attuali larghezze (imposte dalla presenza di edifici argine su entrambe le sponde), mentre per il tratto a valle è previsto il rifacimento dell'attuale tombinatura con un nuovo manufatto di dimensioni 9.0x3.5 m con pendenza 0.6% sino allo sbocco a mare in area Fincantieri, per una lunghezza complessiva di 360 m circa.

La quota di sbocco a mare sotto la banchina portuale è di -2.0 m s.l.m., con un abbassamento di circa 1.5 m rispetto al fondo attuale.

L'ultimo tratto in area Fincantieri (L=170 m circa) verrà realizzato a fianco dell'attuale canalizzazione, per due motivi principali: non interferire con le strutture (in particolare i pilastri) del capannone esistente, e consentire la realizzazione del tratto "in bianco" e cioè in modo indipendente dalla portata di piena in arrivo da monte, che, durante la realizzazione, potrà continuare ad essere smaltita dall'attuale canalizzazione.



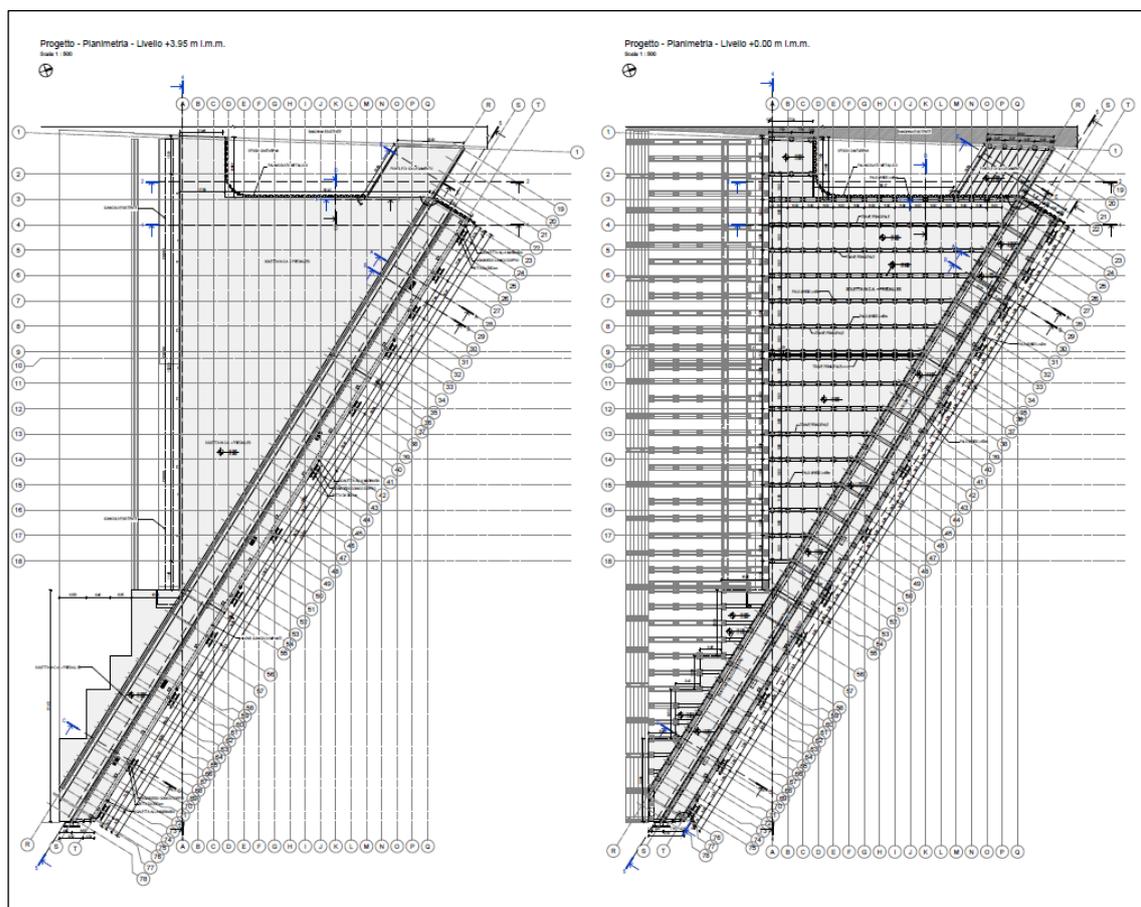
**Figura 2.2**

### 2.3.2 Nuovo banchinamento

Il progetto del nuovo banchinamento prevede la realizzazione di un canale di calma e raccordo con lo specchio acqueo portuale, di lunghezza 80 m circa, con larghezza di 18 m e quota del fondo coincidente con quella attuale, pari a circa -8.5 m s.l.m.

Il canale verrà mantenuto per la maggior parte a cielo aperto per consentire l'ispezione (anche visiva) e la manutenzione.

In corrispondenza dello sbocco di levante è prevista la realizzazione di un pontile di collegamento con la quota di intradosso a +2.2 m s.l.m. che consente l'accesso al canale anche via mare.



**Figura 2.3**

### 3 IDROGRAMMI DI PIENA DEL RIO CANTARENA

La determinazione degli idrogrammi di piena del rio Cantarena è stata effettuata secondo le procedure previste dalla linee guida DGR 357/2008 *Criteri di verifica e valutazione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena nei bacini idrografici liguri*.

In particolare si è utilizzato il *metodo indiretto dell'evento idrometeorologico critico* finalizzato alla valutazione degli idrogrammi di riferimento condizionati dal valore della portata al colmo di progetto, assunta in questo caso pari a quella del Piano di Bacino.

La metodologia di calcolo è riportata in Appendice 2.

Nel caso in esame si è adottata la curva di probabilità pluviometrica della stazione di Madonna della Guardia, i cui parametri sono riportati nell'Appendice II della DGR sopra menzionata.

La curva risultante è esprimibile come:

- $h=117.99 \cdot t^{0.399}$  per T=50 anni
- $h=162.13 \cdot t^{0.399}$  per T=200 anni
- $h=197.34 \cdot t^{0.399}$  per T=500 anni

Gli idrogrammi di piena sono stati ricostruiti attraverso l'uso di un modello seriale (vedi Appendice 2) di trasformazione afflussi-deflussi costituito da una prima parte di trasformazione della pioggia di progetto in volume specifico di ruscellamento, basato sull'interpretazione Hortoniana (non lineare) del processo di assorbimento e da una seconda parte caratterizzata da un modello lineare di formazione della piena attraverso la rete idrografica basato sul modello di Nash.

Il calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale è stato effettuato depurando gli idrogrammi precedentemente individuati dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Si è adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come *Curve Number* proposto dal Soil Conservation Service basato sul modello Hortoniano di descrizione del fenomeno dell'assorbimento.

La determinazione dei parametri caratteristici del bacino quali superficie, valore di CN e tempo di corrvazione è stata effettuata sulla base dei contenuti del Piano di Bacino.

In particolare per il rio Cantarena allo sbocco a mare si sono assunti  $S=1.58 \text{ km}^2$ ,  $t_c=0.75$  ore (45 minuti),  $CN = 92$ .

Ai fini della successiva modellazione bidimensionale, i calcoli sono stati effettuati per i seguenti scenari:

- Evento con portata di picco 200-ennale;
- Evento con portata di picco 50-ennale;

- Evento con portata di picco pari a quella massima smaltibile dalla tominatura terminale nella configurazione attuale (pari a 20 m<sup>3</sup>/s, corrispondente ad un tempo di ritorno di circa 5 anni).

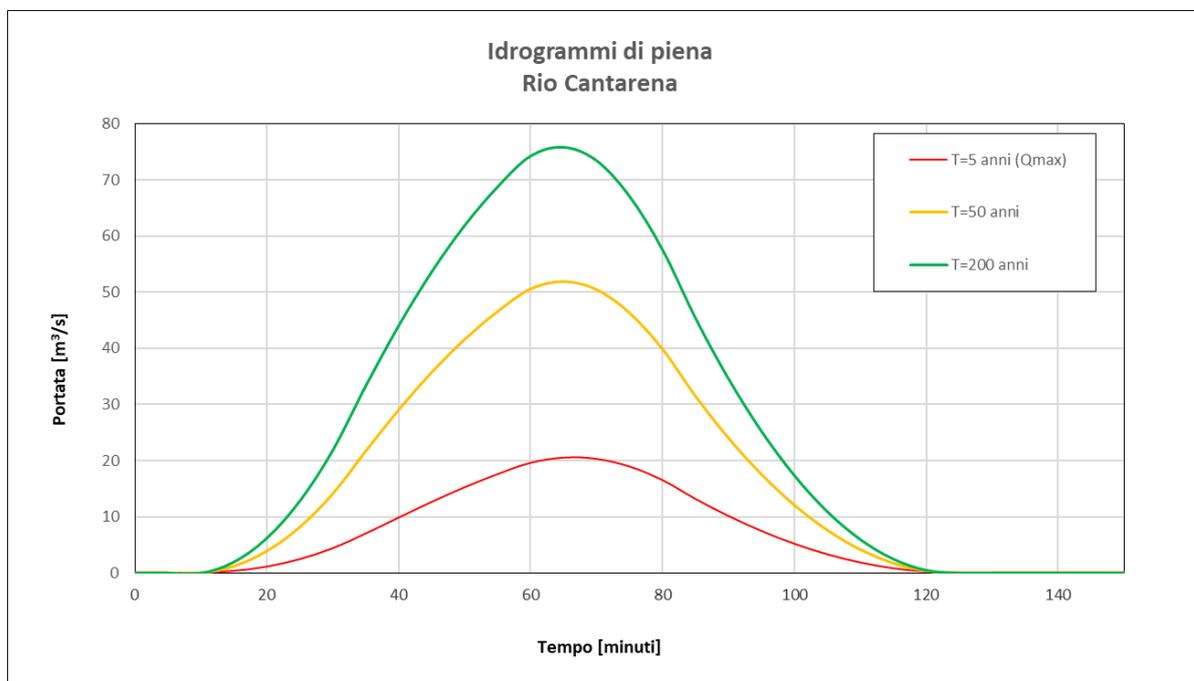
I risultati dei calcoli sono riassunti nella tabella seguente.

	A [km <sup>2</sup> ]	a(*) [mm/h]	n	t <sub>p</sub> [min]	Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	V <sub>tot</sub> [MLm <sup>3</sup> ]
<b>50-ennale</b>	1.58	176.5	0.399	55	52	0.16
<b>200-ennale</b>	1.58	251.0	0.399	55	76	0.24
<b>Max smaltibile</b>	1.58	79.0	0.399	55	20	0.06

**Tabella I**

Data la complessità del fenomeno risulta evidente che se da una parte tali idrogrammi possono non rappresentare l'effettivo andamento delle portate durante l'evento, dall'altra ne costituiscono tuttavia una sintesi sufficientemente attendibile per gli scopi del presente studio.

Nella figura seguente sono riportati i relativi idrogrammi di piena per i tre scenari individuati.



**Figura 3.1**

## 4 MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE

### 4.1 BASE TOPOGRAFICA

La modellazione idraulica del tratto terminale del rio Cantarena e dello specchio acqueo portuale antistante lo sbocco è stata effettuata a partire da una base topografica adeguata alla tipologia di studio e alla scala di dettaglio del modello.

In particolare per la definizione del dominio di calcolo sono state utilizzate le seguenti basi topografiche opportunamente integrate ed omogeneizzate tra loro:

- LIDAR maglia 1x1 m del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.), scala 1:5000, vettoriale tridimensionale (formato DWG);
- i rilievi di dettaglio disponibili della zona di interesse compreso rilievo batimetrico dello specchio acque portuale antistante lo sbocco.

### 4.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Lo studio è stato effettuato implementando un modello idraulico bidimensionale con il software *Infoworks ICM*<sup>1</sup>.

Il software consente il calcolo in moto vario monodimensionale e bidimensionale di alvei fluviali, reticoli di bonifica e fognature urbane utilizzando la metodologia dei volumi finiti.

Tra i principali risultati fornisce per ciascun dominio di calcolo (maglia di discretizzazione) i massimi tiranti idrici e la massima velocità di scorrimento.

Per maggiori approfondimenti teorici a riguardo si rimanda all'Appendice 1 allegata alla presente relazione.

### 4.3 SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI STUDIO

Il dominio di studio è stato schematizzato utilizzando i dati presenti nelle diverse basi topografiche disponibili.

La base topografica di partenza importata nel software è costituita dal LIDAR del Ministero. Poiché il LIDAR tiene conto solamente della superficie geodetica del territorio, sono stati importati dalla Carta Tecnica Regionale tutti gli edifici presenti nell'area indagata a cui è stata assegnata la condizione di "poligoni vuoti" non attraversabili dal flusso della corrente.

Con riferimento al LIDAR è stata fatta un'analisi della precisione e della completezza dei dati topografici al fine di verificarne l'adeguatezza per l'utilizzo nella modellazione.

---

<sup>1</sup> *Infoworks ICM 10.7 HR Wallingford Innovyze.*

A completamento del lavoro di integrazione sono state aggiunte una serie di condizioni interne, quali arginature, banchina portuale, muri perimetrali di edifici per rappresentare in modo più dettagliato e preciso la realtà indagata.

Infine è stato individuato e creato il dominio 2D comprendente il tratto terminale del rio Cantarena per una lunghezza di circa 150 m, e lo specchio acqueo portuale antistante lo sbocco, per un'estensione complessiva di circa 20 ha.

#### 4.4 PARAMETRI DI CALCOLO E CONDIZIONI AL CONTORNO

Il dominio di calcolo è stato discretizzato generando una *mesh* triangolare a differente superficie, allo scopo di seguire più fedelmente possibile la geometria dei luoghi.

Sono state implementate quattro configurazioni per il dominio di calcolo:

- stato attuale rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato attuale rio Cantarena e nuova banchina realizzata;
- stato di progetto rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato di progetto rio Cantarena e nuova banchina realizzata.

Nelle figure seguenti sono riportate tali configurazioni sullo sfondo di una ortofoto dell'area di interesse.



**Figura 4.1: Configurazione attuale-attuale**



**Figura 4.2: Configurazione attuale-progetto**



**Figura 4.3: Configurazione progetto-attuale**



**Figura 4.4: Configurazione progetto-progetto**

I parametri principali relativi alla magliatura assunti nella modellazione sono i seguenti:

- dimensione massima dell'area dei triangoli omogenei pari a  $30 \text{ m}^2$  per le aree esterne,  $0.1 \text{ m}^2$  per il corso d'acqua e lo specchio d'acqua portuale antistante lo sbocco;
- coefficiente di scabrezza (coefficiente di Manning) di tutto il dominio pari a 0.0235, in accordo con quello assunto nelle verifiche idrauliche in moto monodimensionale del rio Cantarena (corso d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati ed assenza di manufatti o discontinuità interferenti con le acque) per lo stato di progetto; per lo stato attuale è stato assunto un coefficiente pari a 0.033, data la maggiore irregolarità delle sezioni di deflusso.

Il numero totale di triangoli generati dal software è pari a 85056, ognuno dei quali presenta un valore di quota univoco determinato sulla base della triangolazione dei punti del modello.

Al dominio di calcolo sono state assegnate le seguenti condizioni al contorno:

- *Condizioni di input:* sono costituite dagli idrogrammi di piena in ingresso nella sezione di monte del rio Cantarena.
- *Condizioni di output:* livello dello specchio acqueo pari a 0.68 m s.l.m., in analogia con le verifiche idrauliche riportate nella relazione idraulica del progetto definitivo della sistemazione del rio Cantarena.
- *Condizioni generali della maglia:* nei restanti tratti del dominio di calcolo non interessati dalle condizioni di Input e di Output si è assunta, a favore di sicurezza, la condizione al contorno di “*Vertical Wall*” che corrisponde all’inserimento di una

barriera verticale impermeabile infinitamente alta che non lascia uscire l'acqua dal dominio di calcolo qualora in simulazione si verificasse presenza d'acqua al suo perimetro.

Ai fini della simulazione idraulica , sono stati adottati i seguenti parametri:

- Passo temporale di integrazione utilizzato durante il calcolo (*Timestep*) pari a 1 s.
- *Durata della simulazione* pari a 160 min corrispondente a poco più della durata degli idrogrammi in input.

#### **4.5 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA**

Scopo della modellazione bidimensionale è quello di verificare gli effetti della realizzazione delle nuove opere a mare (nuovo banchinamento) sulle caratteristiche di deflusso delle portate di piena del rio Cantarena, che ha lo sbocco in corrispondenza del banchinamento previsto.

A tal fine sono state analizzate le seguenti configurazioni

- stato attuale rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato attuale rio Cantarena e nuova banchina realizzata;
- stato di progetto rio Cantarena e stato attuale bacino portuale;
- stato di progetto rio Cantarena e nuova banchina realizzata.

Lo stato attuale del rio Cantarena è stato simulato con l'idrogramma in input relativo alla portata di picco pari alla massima smaltibile dalla tombinatura attuale, pari a 20 m<sup>3</sup>/s.

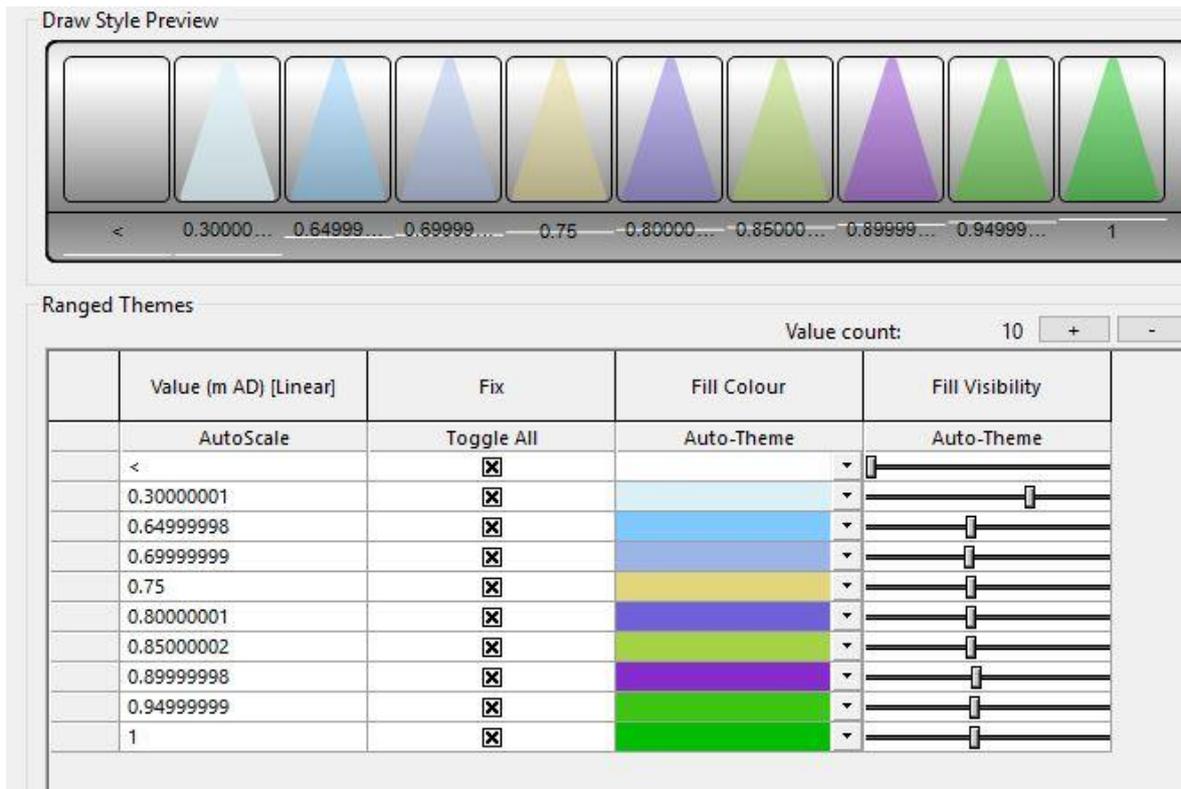
Lo stato di progetto del rio Cantarena è stato invece simulato con l'idrogramma in input relativo alla portata di picco pari alla portata di piena 200-ennale.

#### **4.6 RISULTATI**

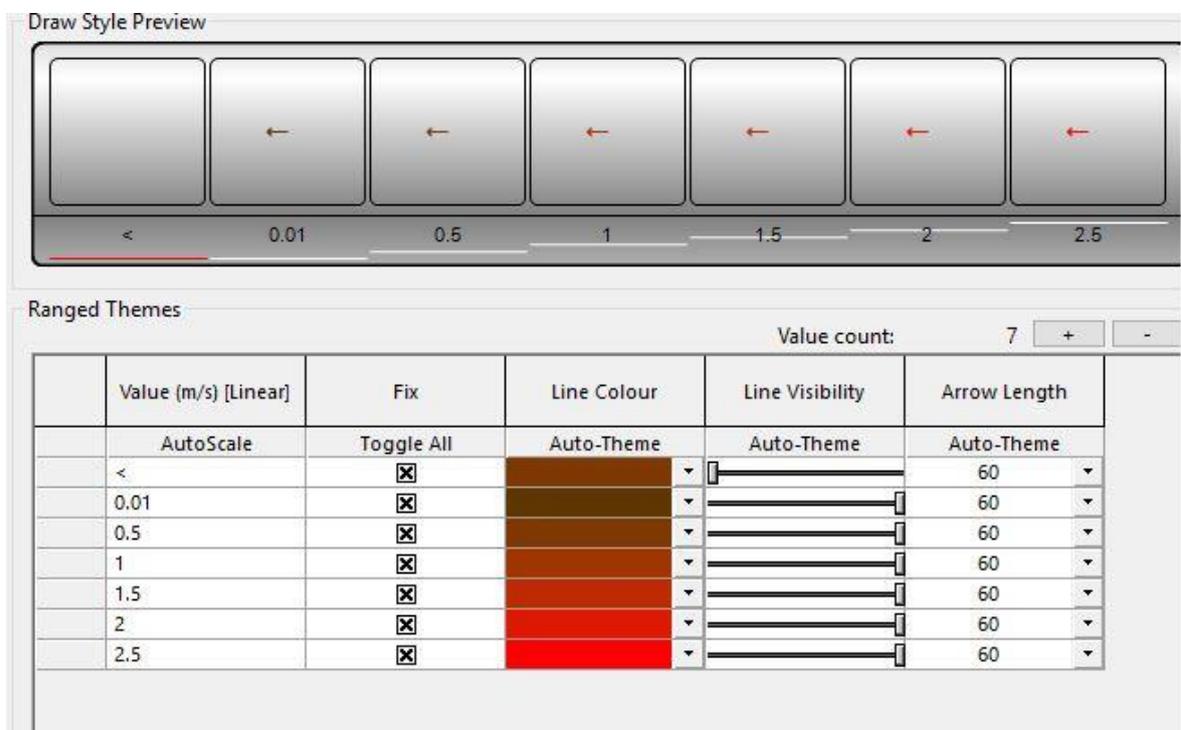
##### **4.6.1 Stato attuale rio Cantarena**

Di seguito sono descritti i risultati del profilo del tratto terminale del rio Cantarena in assenza (stato attuale) e in presenza (progetto) delle nuove opere a mare e i relativi confronti.

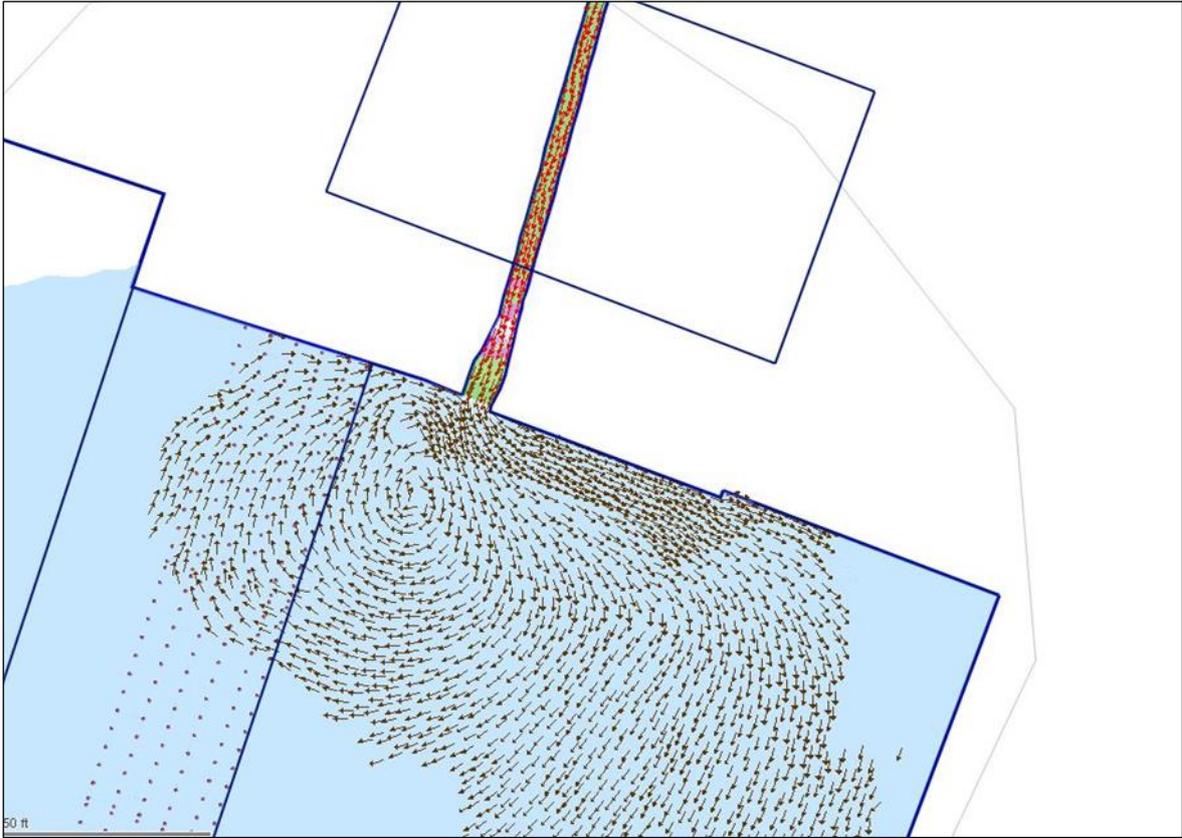
Nelle figure seguenti sono riportate le mappature della modellazione bidimensionale con due differenti valori della portata dell'idrogramma: la portata massima (Q=20 m<sup>3</sup>/s, per t=65 minuti) e una portata inferiore (Q=13 m<sup>3</sup>/s, per t=85 minuti).



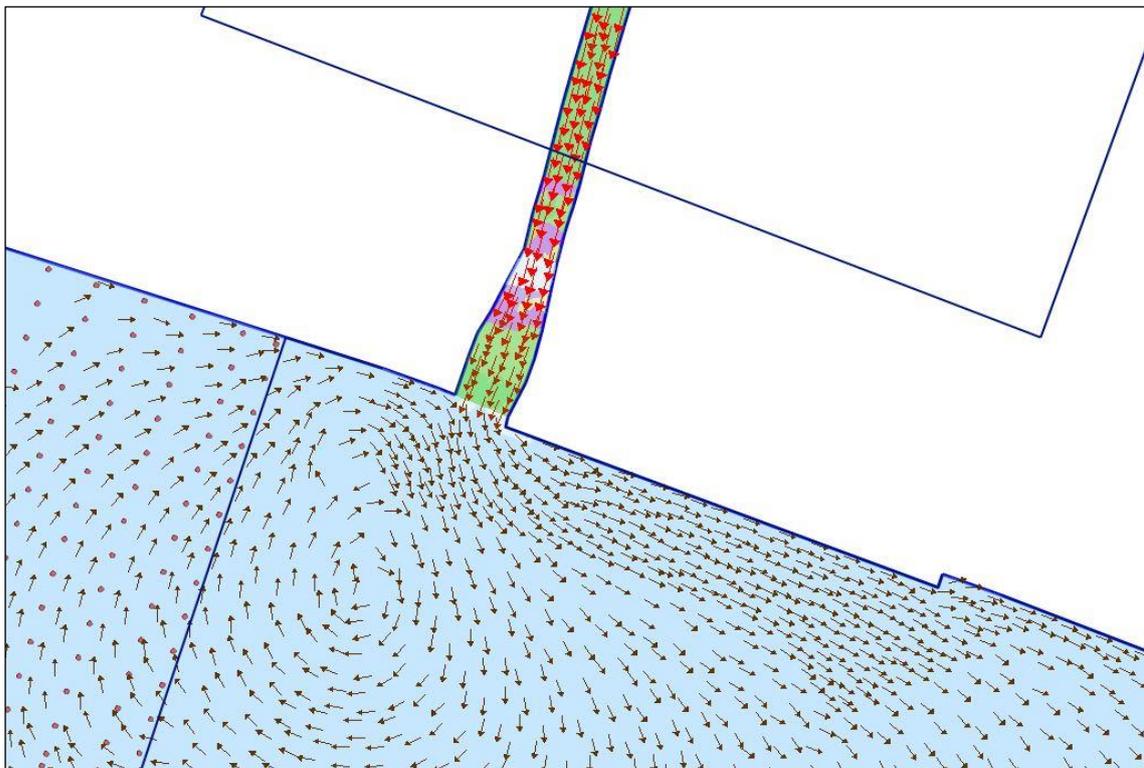
**Figura 4.5: Legenda quote mappature modellazione bidimensionale**



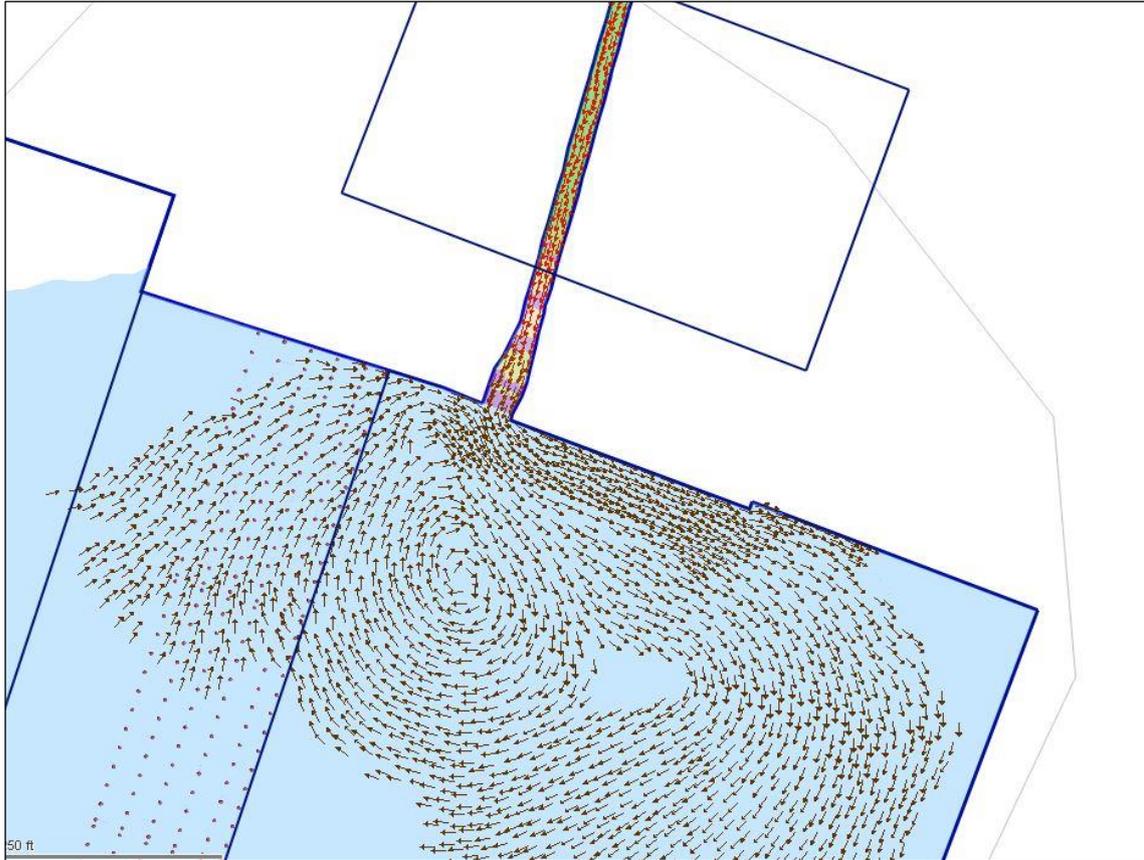
**Figura 4.6: Legenda velocità mappature modellazione bidimensionale**



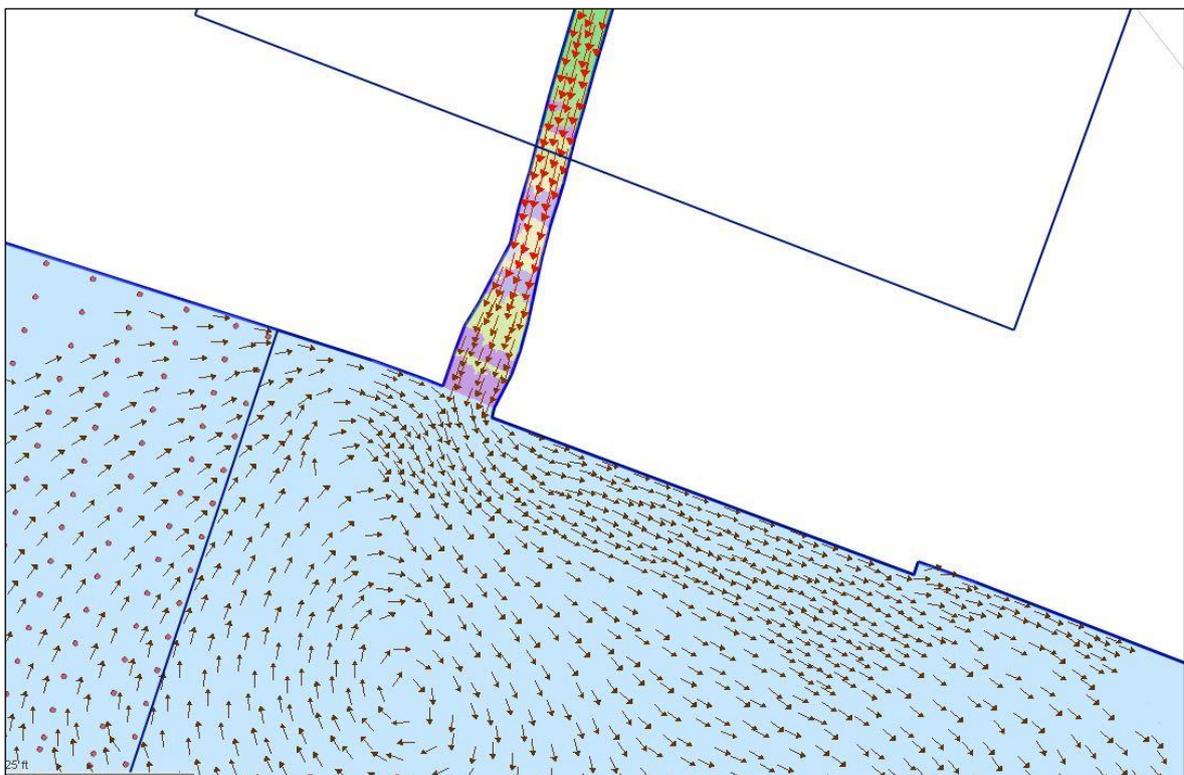
**Figura 4.7: mappatura configurazione attuale-attuale t=65 min (picco Qmax)**



**Figura 4.8: ingrandimento area di sbocco attuale-attuale t=65 min (picco Qmax)**



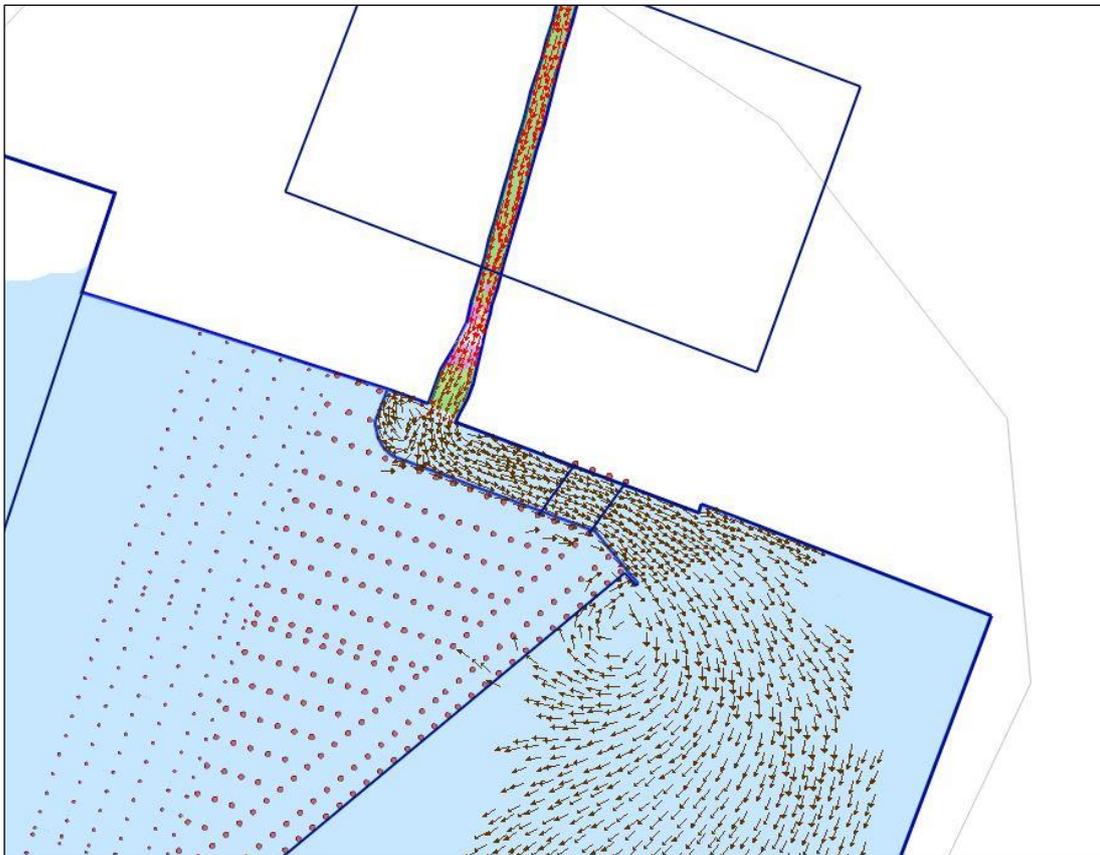
**Figura 4.9: mappatura configurazione attuale-attuale t=85 min ( $Q=13 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



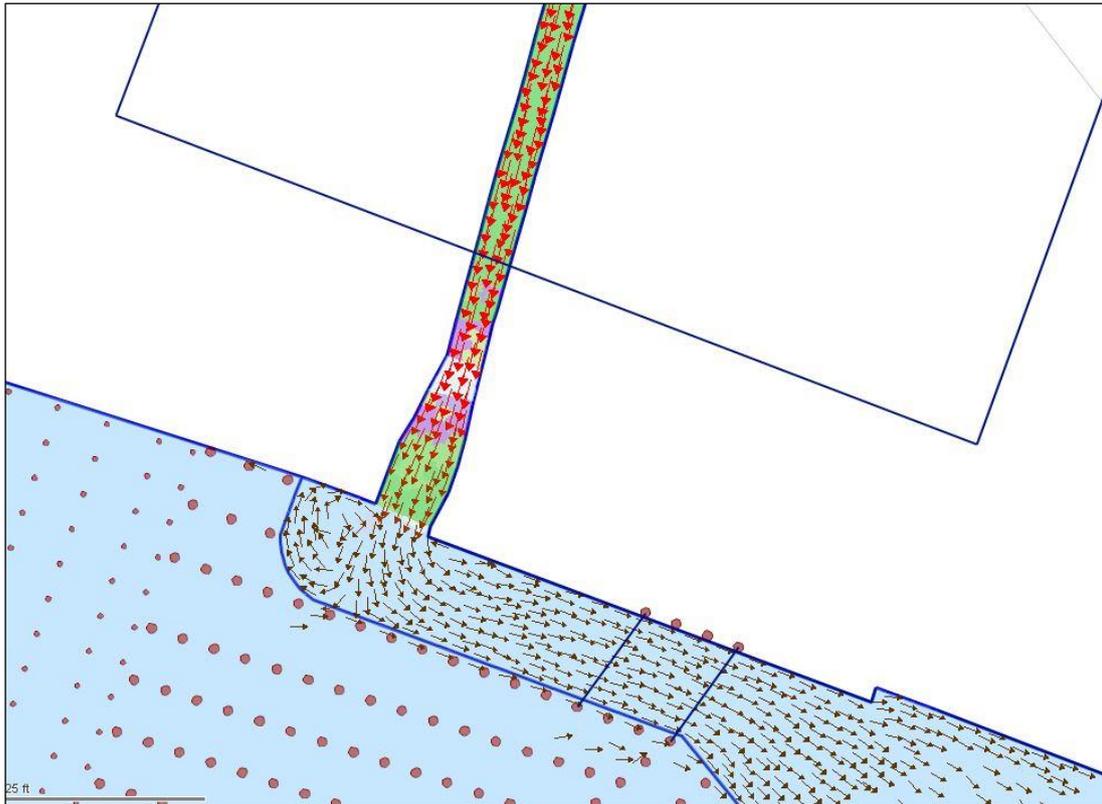
**Figura 4.10: ingrandimento area di sbocco attuale-attuale t=85 min ( $Q=13 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

I risultati mostrano come la portata di  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  in uscita dalla tombinatura del rio Cantarena si riversi nello specchio acqueo antistante con velocità che rapidamente decrescono dai  $2.5/3.0 \text{ m/s}$  all'interno della tombinatura (frecche di colore rosso) a meno di  $0.01 \text{ m/s}$  nelle immediate vicinanze dello sbocco.

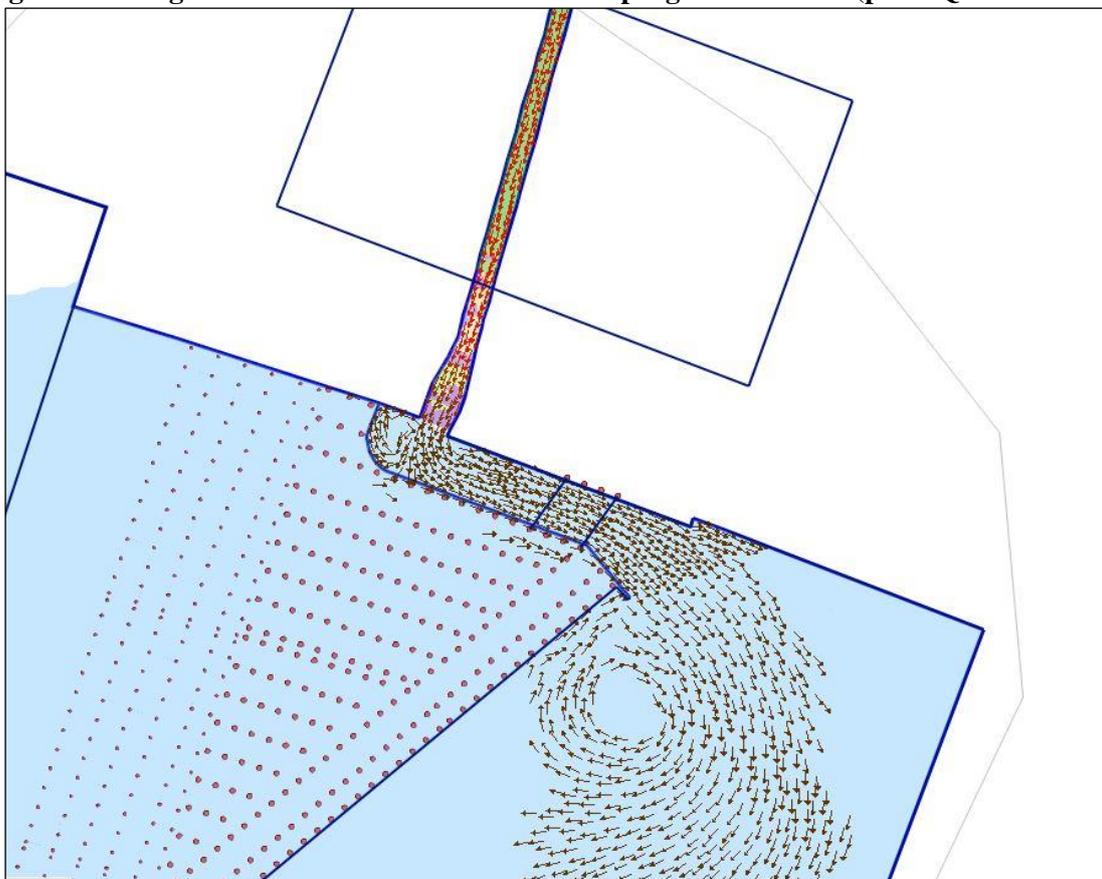
Le quote decrescono da circa  $+1.0 \text{ m s.l.m.}$  a  $0.68 \text{ m s.l.m.}$  imposta quale condizione al contorno per il livello del mare, senza apprezzabili variazioni o generazione di ondazioni significative.



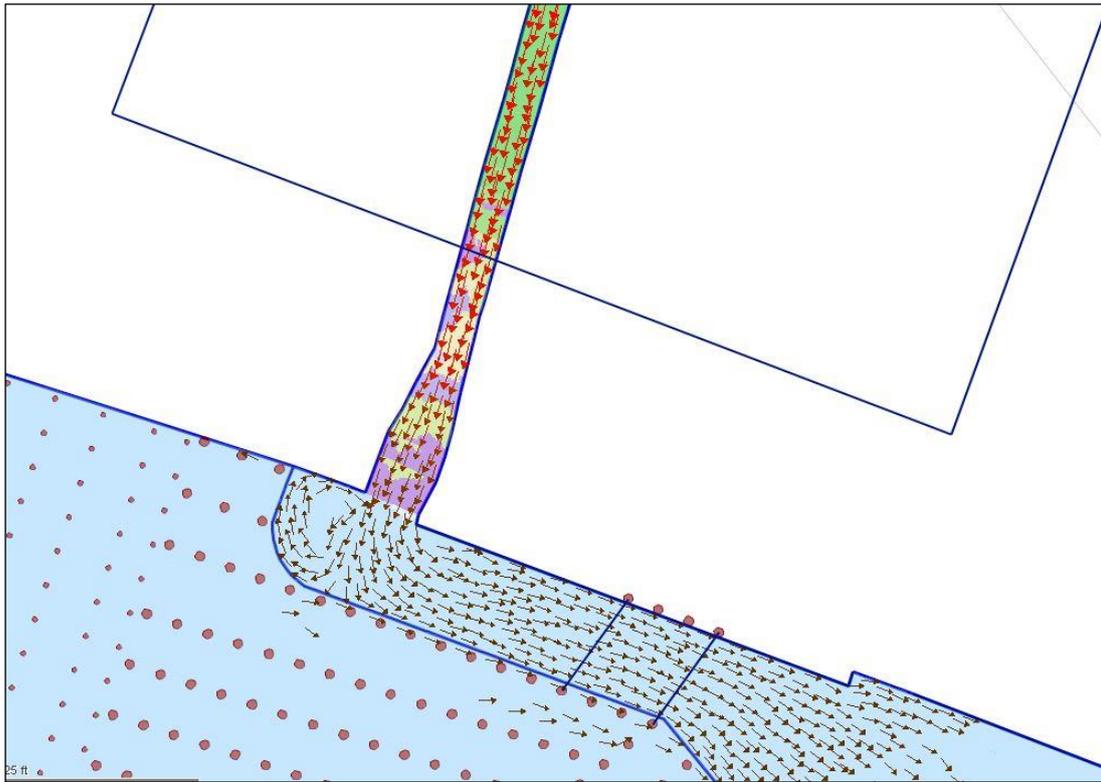
**Figura 4.11: mappatura configurazione attuale-progetto  $t=65 \text{ min}$  (picco  $Q_{\text{max}}$ )**



**Figura 4.12: ingrandimento area di sbocco attuale-progetto t=65 min (picco  $Q_{max}=20 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



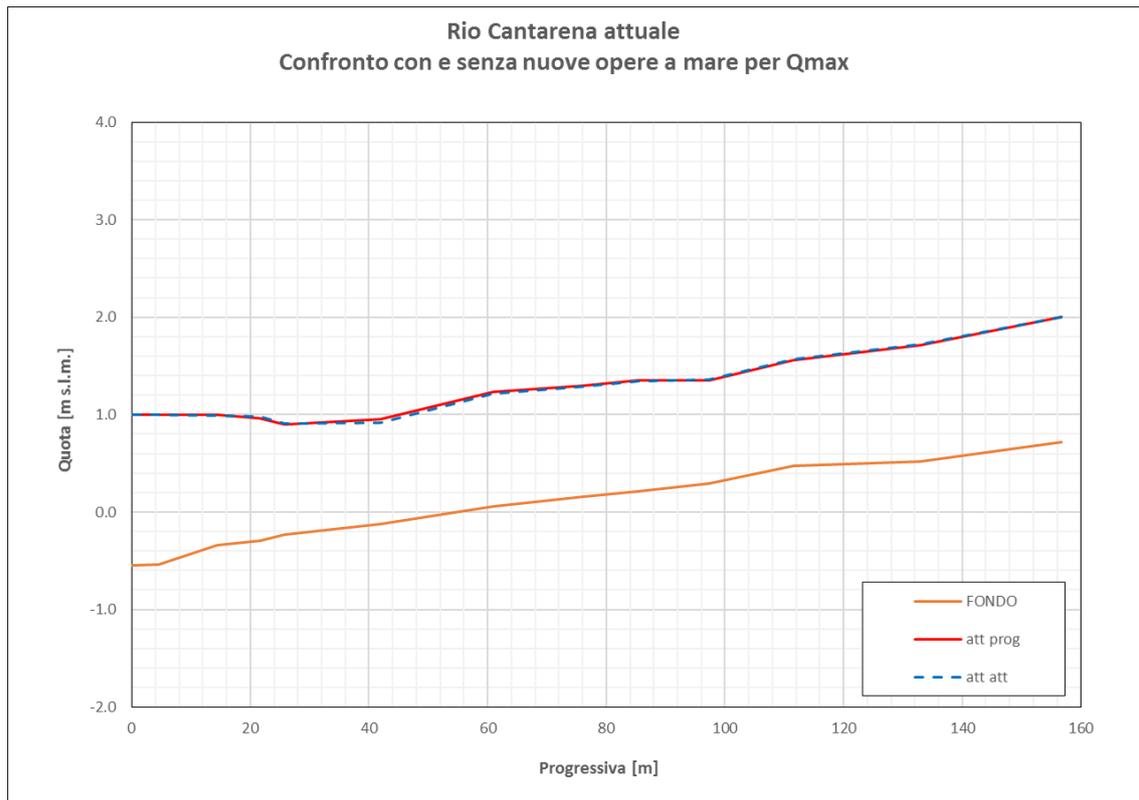
**Figura 4.13: mappatura configurazione attuale-progetto t=85 min (Q=13 m<sup>3</sup>/s)**



**Figura 4.14 ingrandimento area di sbocco attuale-progetto t=85 min (Q=13 m<sup>3</sup>/s)**

I risultati mostrano come la realizzazione delle opere a mare non comporta apprezzabili differenze nel comportamento idrodinamico della corrente all'interno della tombinatura.

Tale comportamento è meglio descritto nella figura seguente, che riporta i profili di corrente nelle due configurazioni in assenza e in presenza delle previste opere a mare.



**Figura 4.15: confronto profili in assenza e in presenza delle opere a mare Qmax (20 m<sup>3</sup>/s)**

La figura mostra come il profilo all'interno della tombinatura rimanga sostanzialmente lo stesso nei due casi esaminati.

#### 4.6.2 Stato di progetto rio Cantarena

Di seguito sono descritti i risultati del profilo del tratto terminale del rio Cantarena nella sua configurazione di progetto in assenza (stato attuale) e in presenza (progetto) delle nuove opere a mare e i relativi confronti.

Nelle figure seguenti sono riportate le mappature della modellazione bidimensionale con tre differenti valori della portata dell'idrogramma:  $Q=54 \text{ m}^3/\text{s}$ , per  $t=45$  minuti ( $T\sim 50$  anni),  $Q=76 \text{ m}^3/\text{s}$  per  $t=65$  minuti ( $T=200$  anni) e  $Q=34 \text{ m}^3/\text{s}$ , per  $t=90$  minuti ( $T\sim 20$  anni).

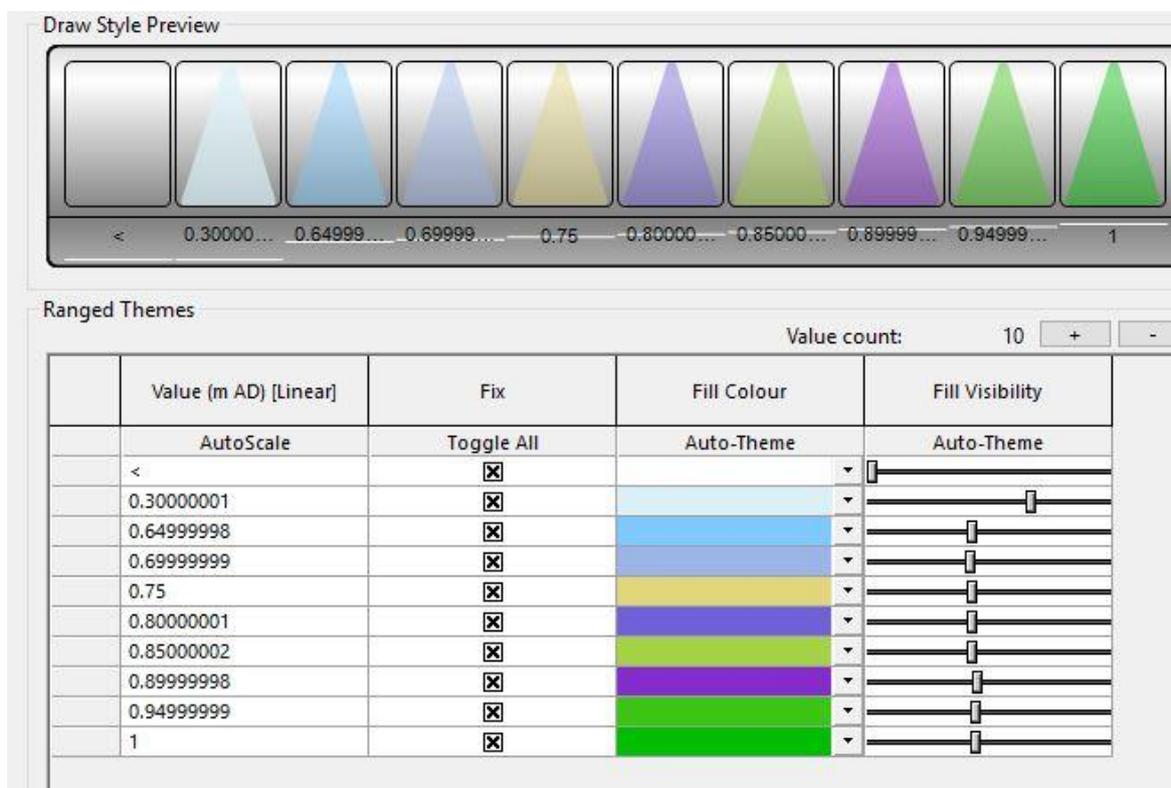
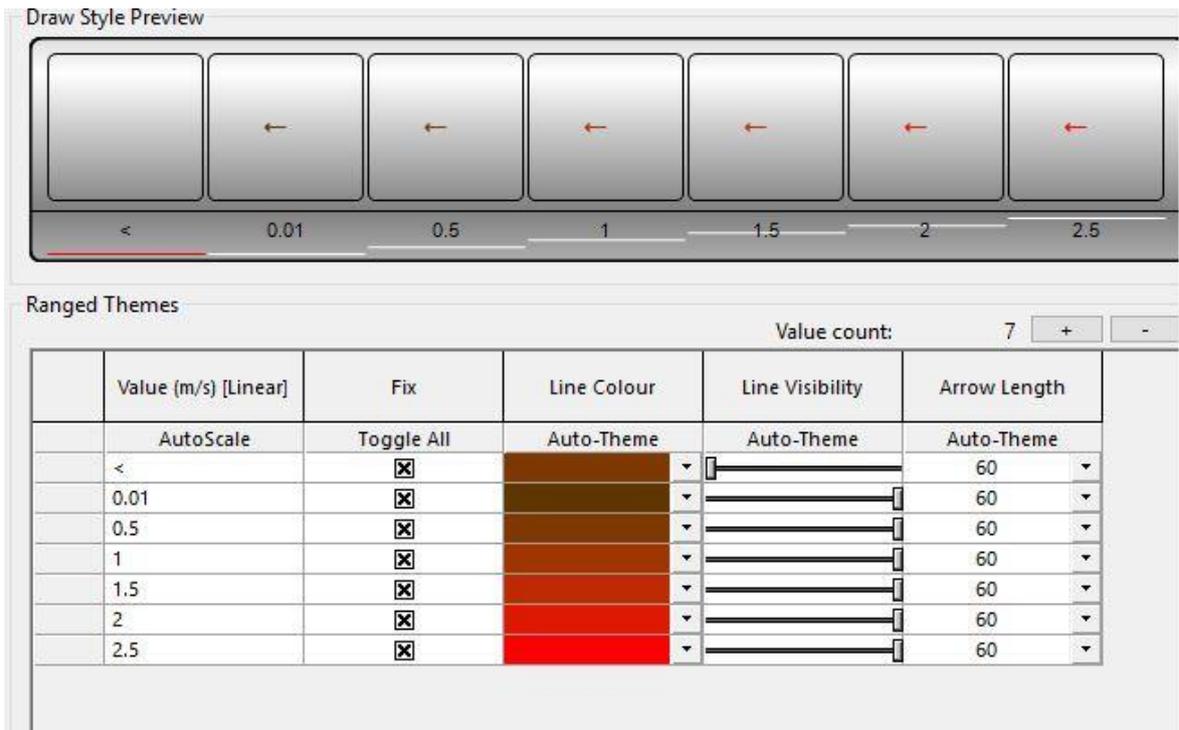
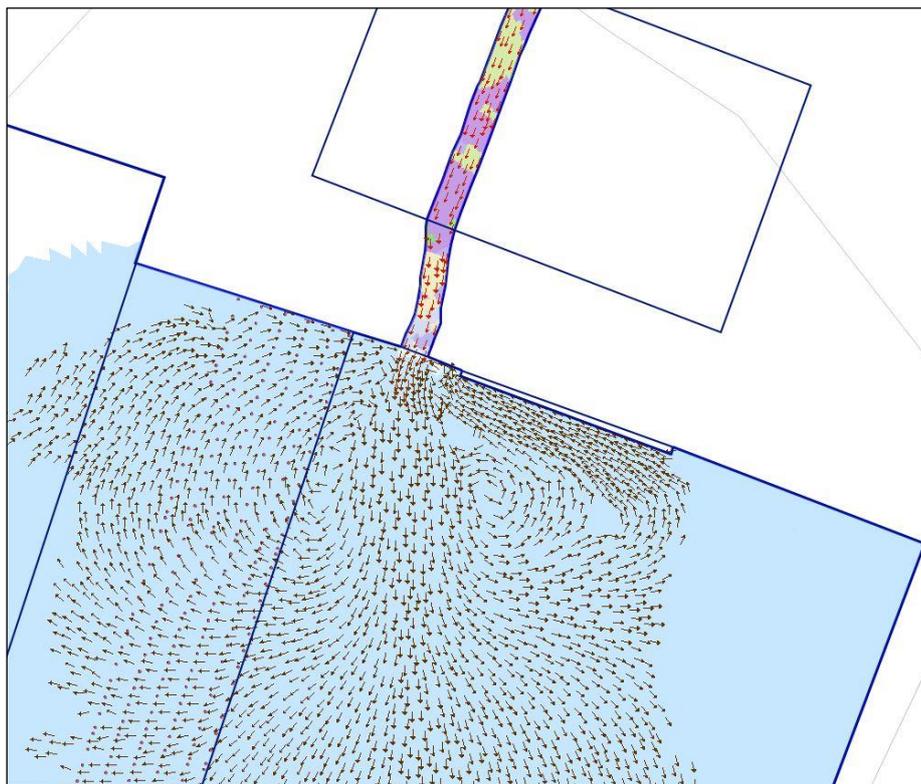


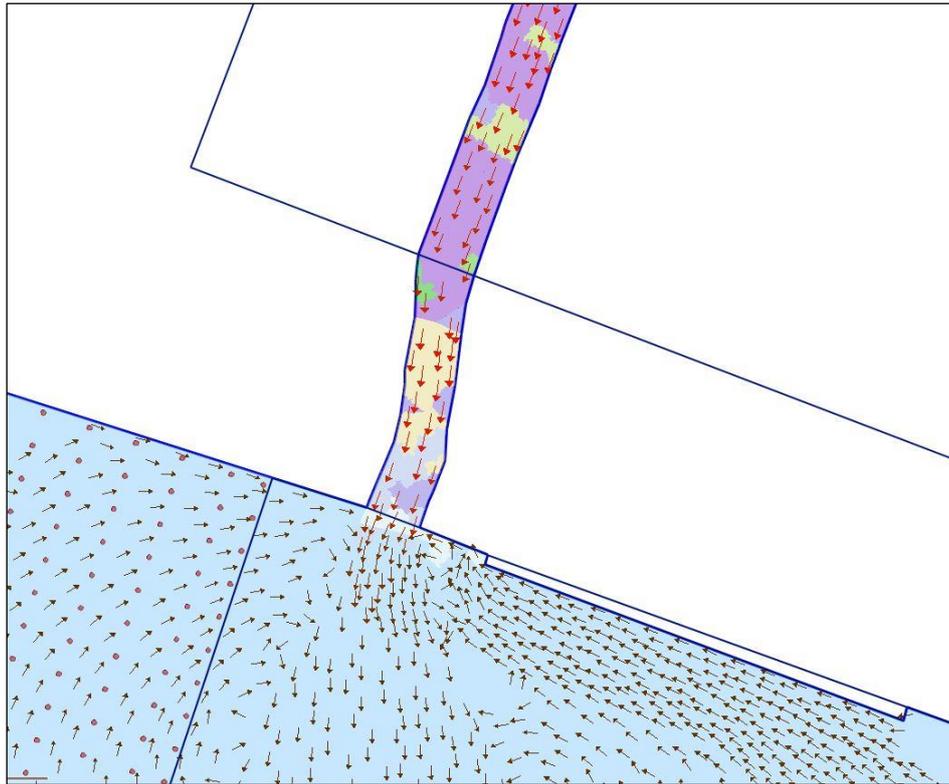
Figura 4.16: Legenda quote mappature modellazione bidimensionale



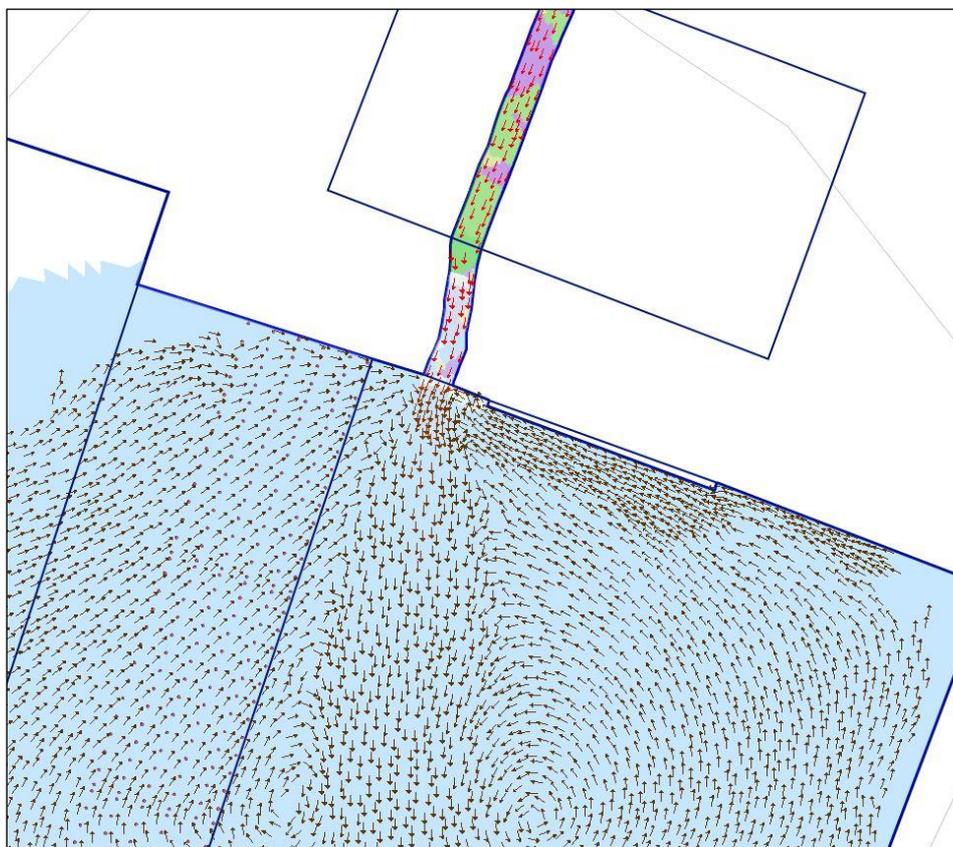
**Figura 4.17: Legenda velocità mappature modellazione bidimensionale**



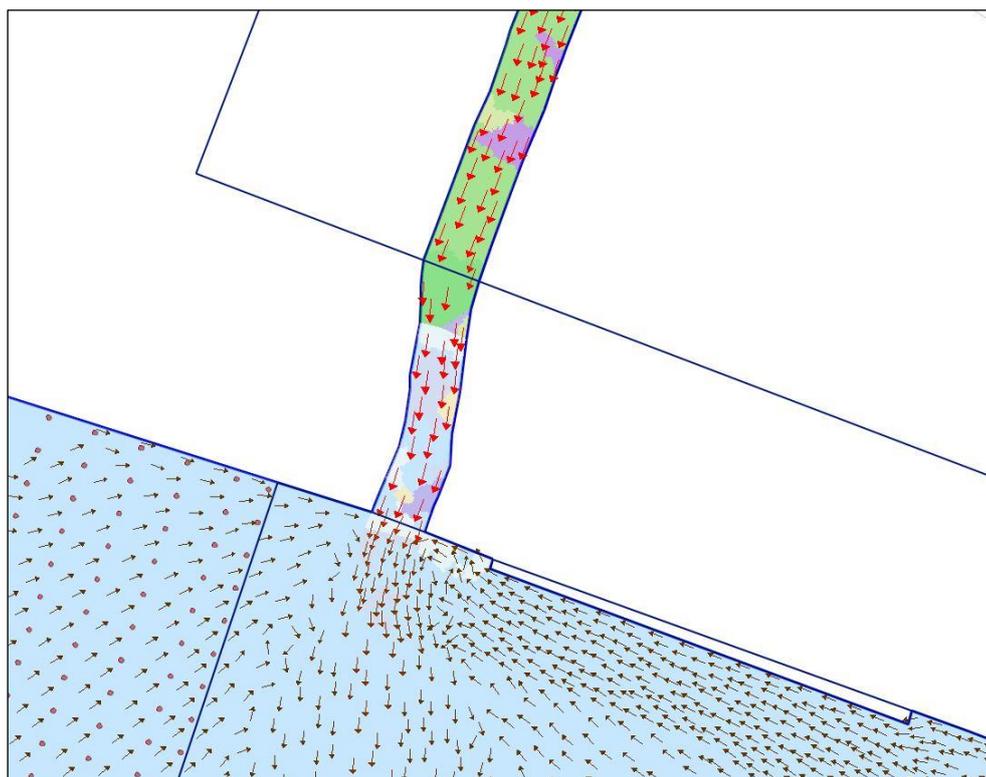
**Figura 4.18: mappatura configurazione progetto-attuale  $t=45$  min ( $Q=54$  m<sup>3</sup>/s,  $T\sim 50$  anni)**



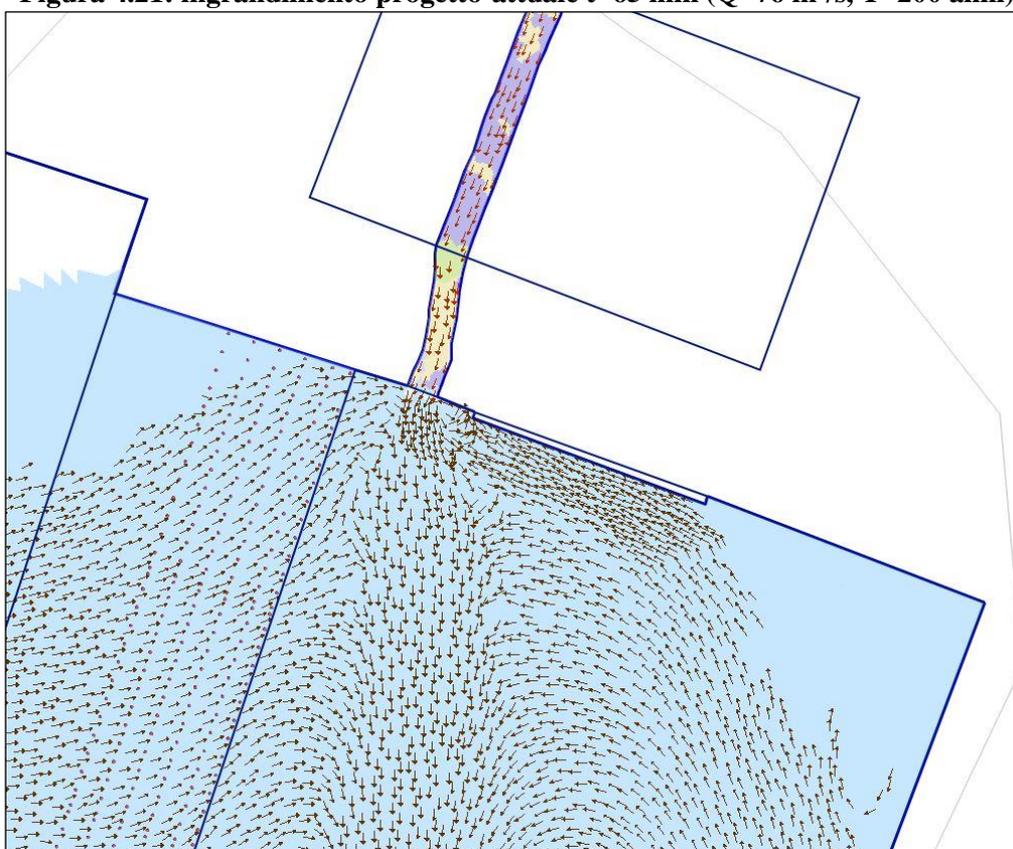
**Figura 4.19: ingrandimento area di sbocco progetto-attuale  $t=45$  min ( $Q=54$  m<sup>3</sup>/s,  $T\sim 50$  anni)**



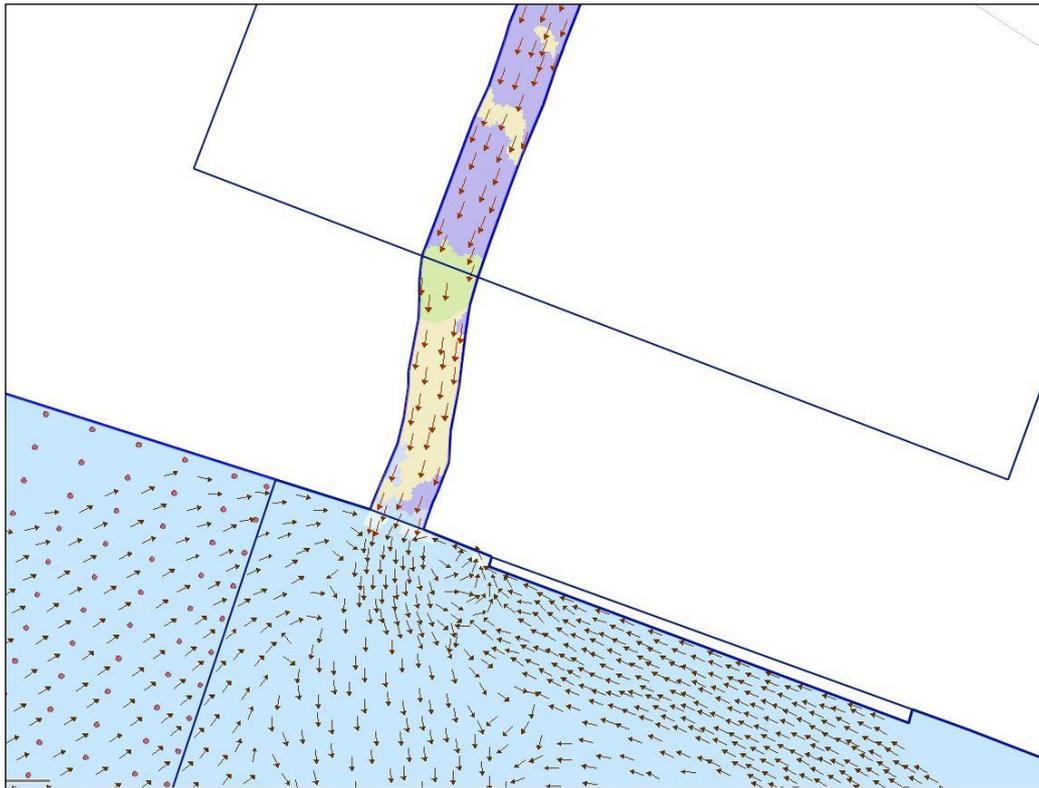
**Figura 4.20: mappatura configurazione progetto-attuale  $t=65$  min ( $Q=76$  m<sup>3</sup>/s,  $T=200$  anni)**



**Figura 4.21: ingrandimento progetto-attuale t=65 min ( $Q=76 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T=200$  anni)**



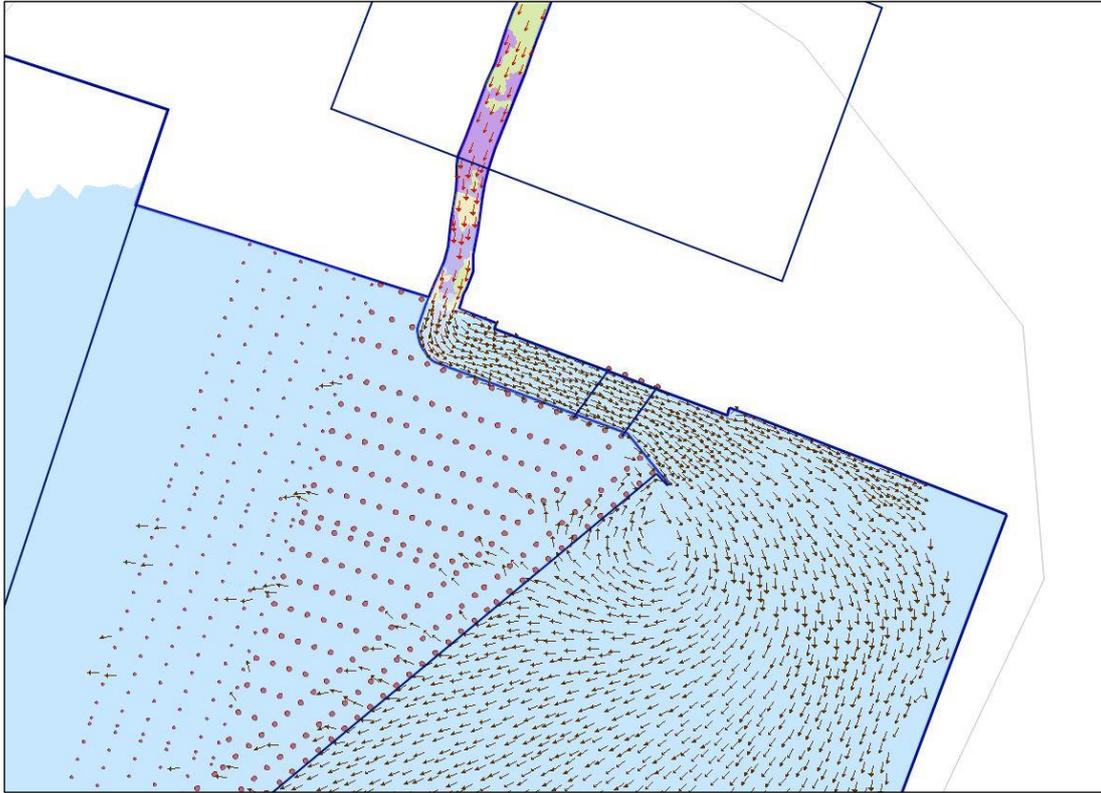
**Figura 4.22: mappatura configurazione progetto-attuale t=90 min ( $Q=34 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T\sim 20$  anni)**



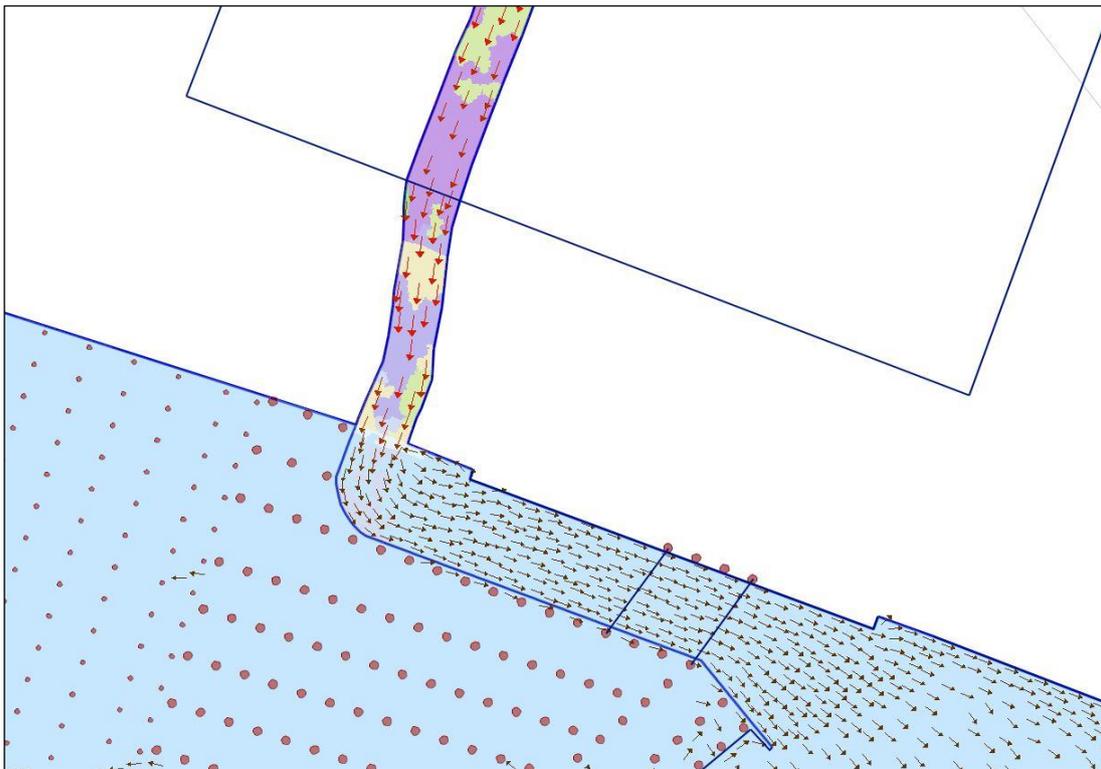
**Figura 4.23: ingrandimento area di sbocco progetto-attuale  $t=90$  min ( $Q=34$  m<sup>3</sup>/s,  $T\sim 20$  anni)**

I risultati mostrano come la portata di 76 m<sup>3</sup>/s (picco per  $T=200$  anni) in uscita dalla tombinatura del rio Cantarena si riversa nello specchio acqueo antistante con velocità che rapidamente decrescono dai 3.0 m/s circa all'interno della tombinatura (freccie di colore rosso) a meno di 0.01 m/s nelle immediate vicinanze dello sbocco.

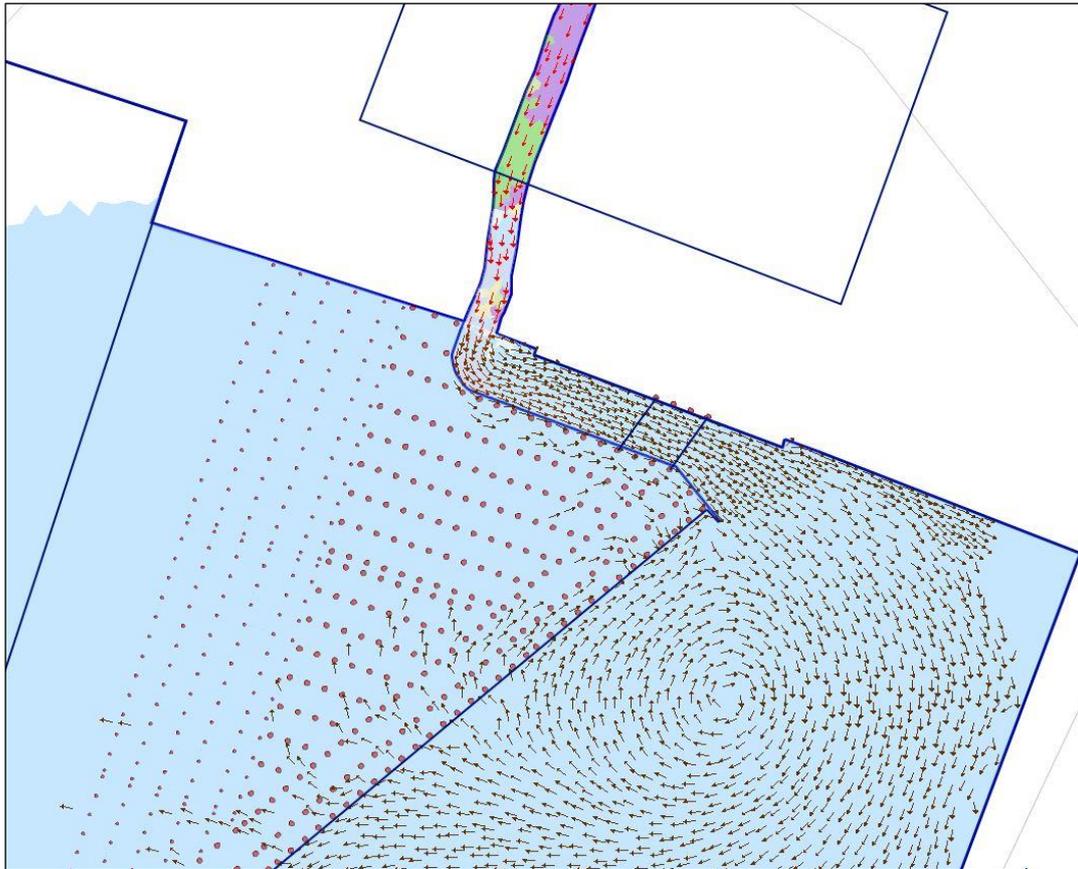
Le quote decrescono da circa +1.0 m s.l.m. a 0.68 m s.l.m. imposto quale condizione al contorno per il livello del mare, senza apprezzabili variazioni o generazione di ondazioni significative.



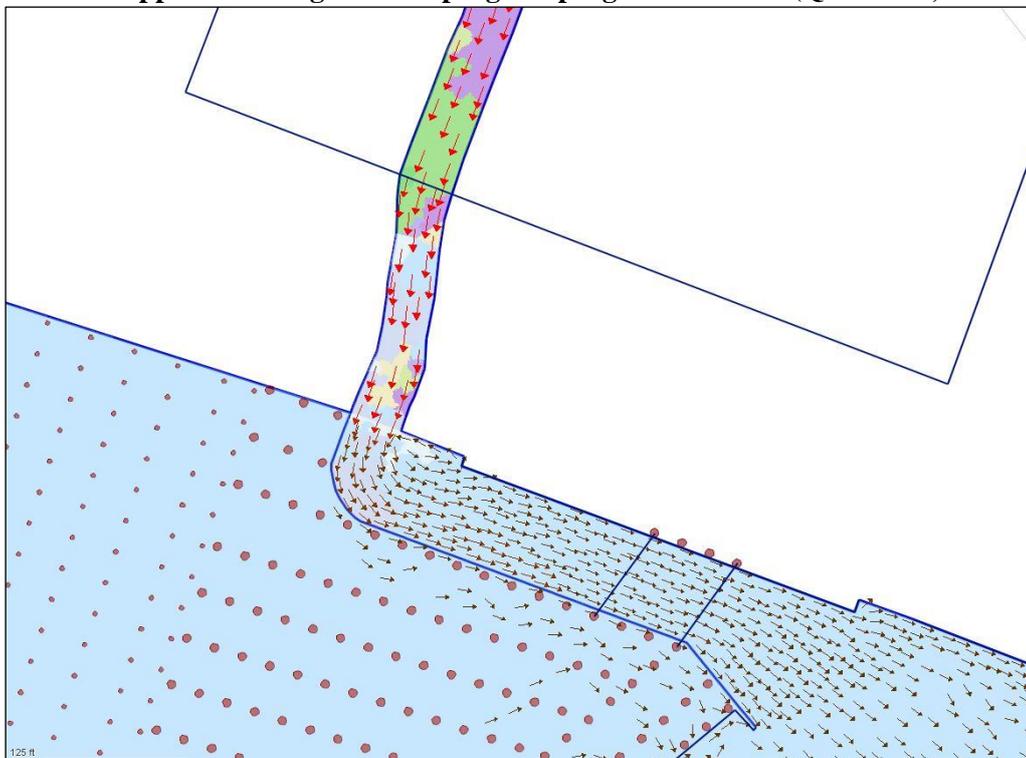
**Figura 4.24: mappatura configurazione progetto-progetto t=45 min ( $Q=54 \text{ m}^3/\text{s}$ , T~50 anni)**



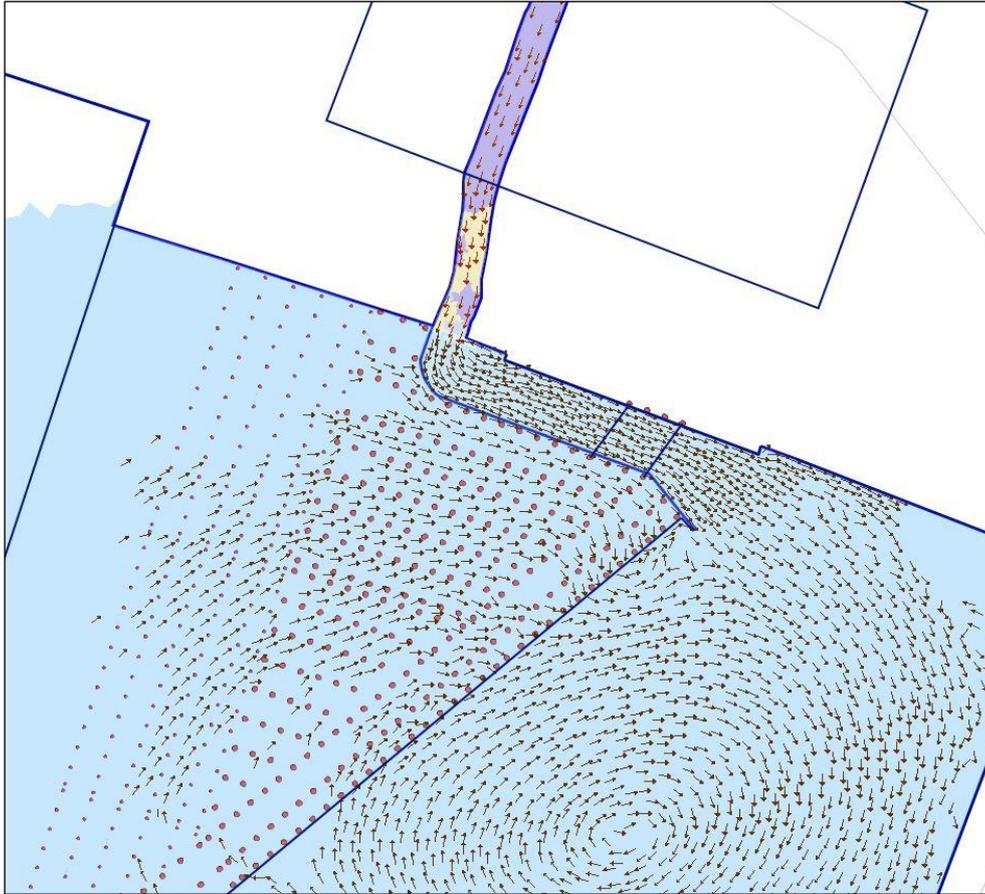
**Figura 4.25: ingrandimento area sbocco progetto-progetto t=45 min ( $Q=54 \text{ m}^3/\text{s}$ , T~50 anni)**



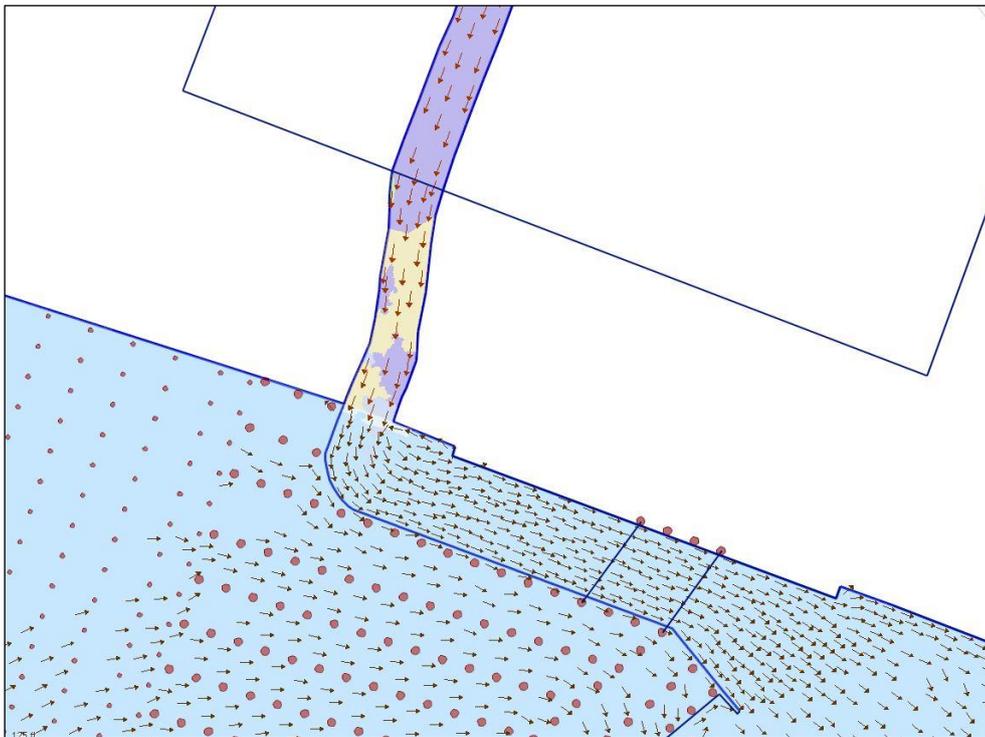
**Figura 4.26: mappatura configurazione progetto-progetto  $t=65$  min ( $Q=76$  m<sup>3</sup>/s,  $T=200$  anni)**



**Figura 4.27: ingrandimento area sbocco progetto-progetto  $t=65$  min ( $Q=76$  m<sup>3</sup>/s,  $T=200$  anni)**



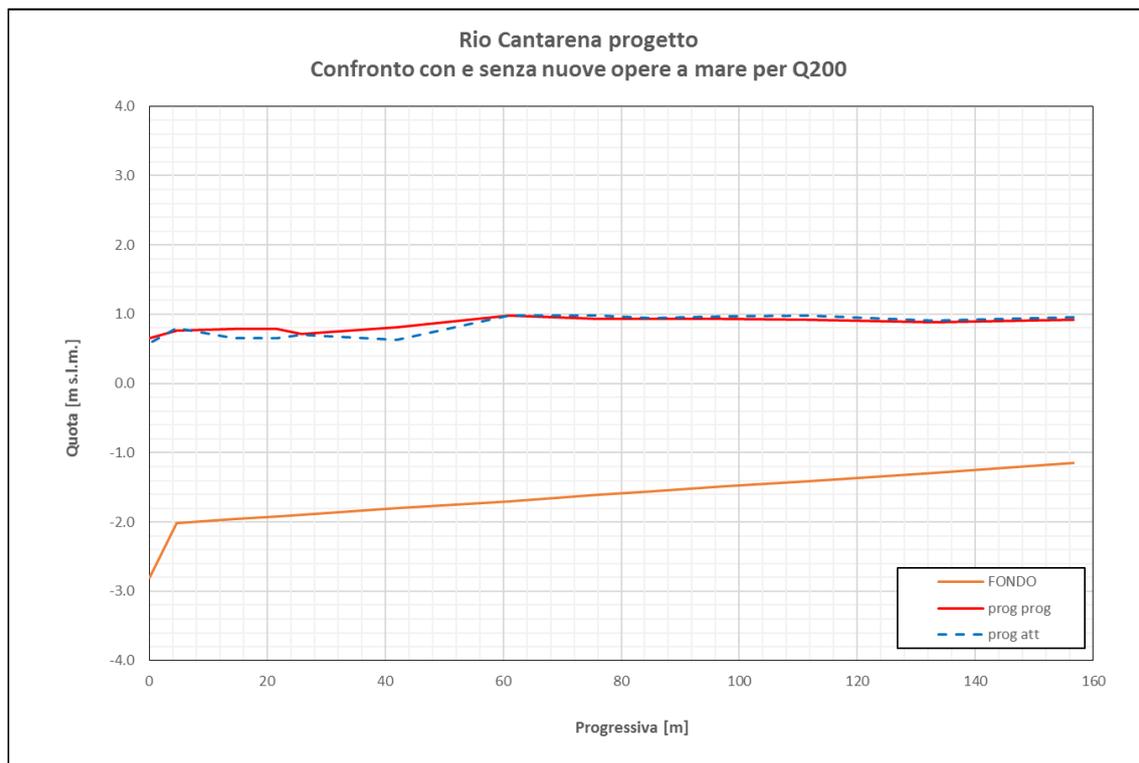
**Figura 4.28: mappatura configurazione progetto-progetto  $t=90$  min ( $Q=34$  m<sup>3</sup>/s)**



**Figura 4.29: ingrandimento area di sbocco progetto-progetto  $t=90$  min ( $Q=34$  m<sup>3</sup>/s)**

I risultati mostrano come la realizzazione delle opere a mare non comporta apprezzabili differenze nel comportamento idrodinamico della corrente all'interno della tombinatura.

Tale comportamento è meglio descritto nella figura seguente, che riporta i profili di corrente nelle due configurazioni in assenza e in presenza delle previste opere a mare per la portata 200-ennale.



**Figura 4.30: Confronto profili in assenza e in presenza opere a mare, Q200-ennale ( $76 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

La figura mostra come il profilo all'interno della tombinatura presenti una lieve variazione tra le due configurazioni (inferiore a 0.2 m) nei primi 50 m circa, mentre in tutto il tratto a monte rimane sostanzialmente invariato.

### 4.6.3 Confronto con la modellazione monodimensionale

E' stato effettuato un confronto tra i profili del rio Cantarena risultanti dall'applicazione dei due modelli mono e bidimensionale.

Il confronto è stato effettuato per le due configurazioni di stato attuale e di progetto del rio Cantarena in assenza delle opere a mare, con il valore della portata massima smaltibile di 20 m<sup>3</sup>/s per lo stato attuale e della portata di piena 200-ennale pari a 76 m<sup>3</sup>/s per lo stato di progetto.

Nella figure seguenti sono riportati i confronti tra i profili risultanti dall'applicazione delle due metodologie di calcolo.

I risultati mostrano una sostanziale concordanza dei livelli di piena in entrambi i casi esaminati; le differenze maggiori (0.3 m al massimo) si verificano nella configurazione di progetto in corrispondenza del cambio di direzione circa 60 m a monte della sezione di sbocco a mare, per il quale il modello bidimensionale risulta naturalmente più sensibile, mentre verso monte i profili risultano sostanzialmente coincidenti, con differenze minime.

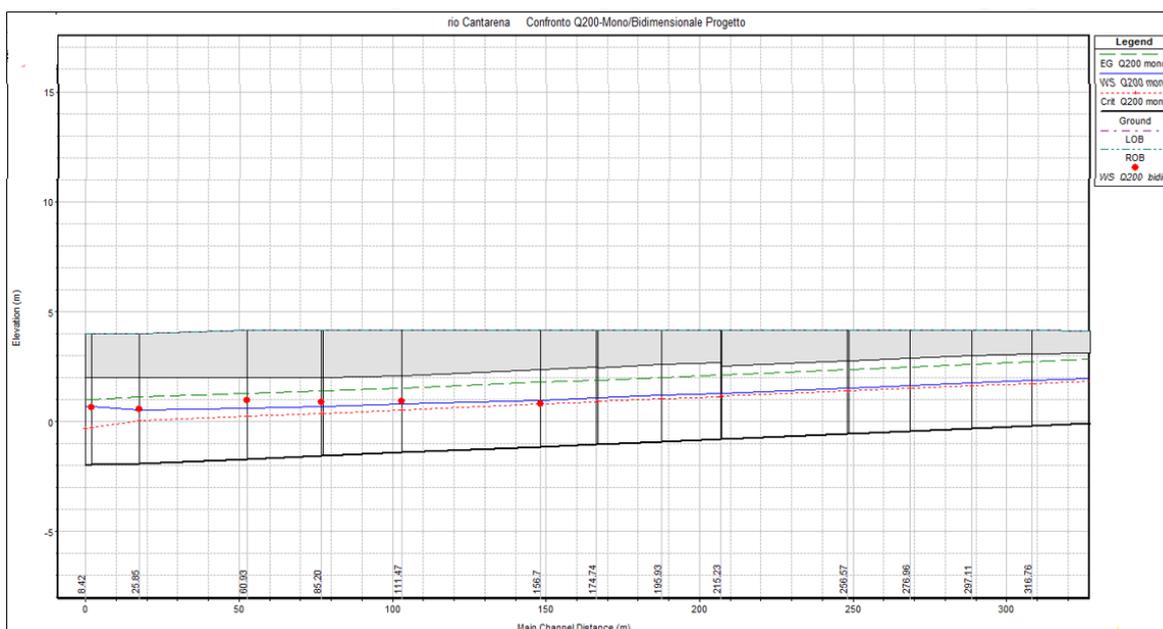
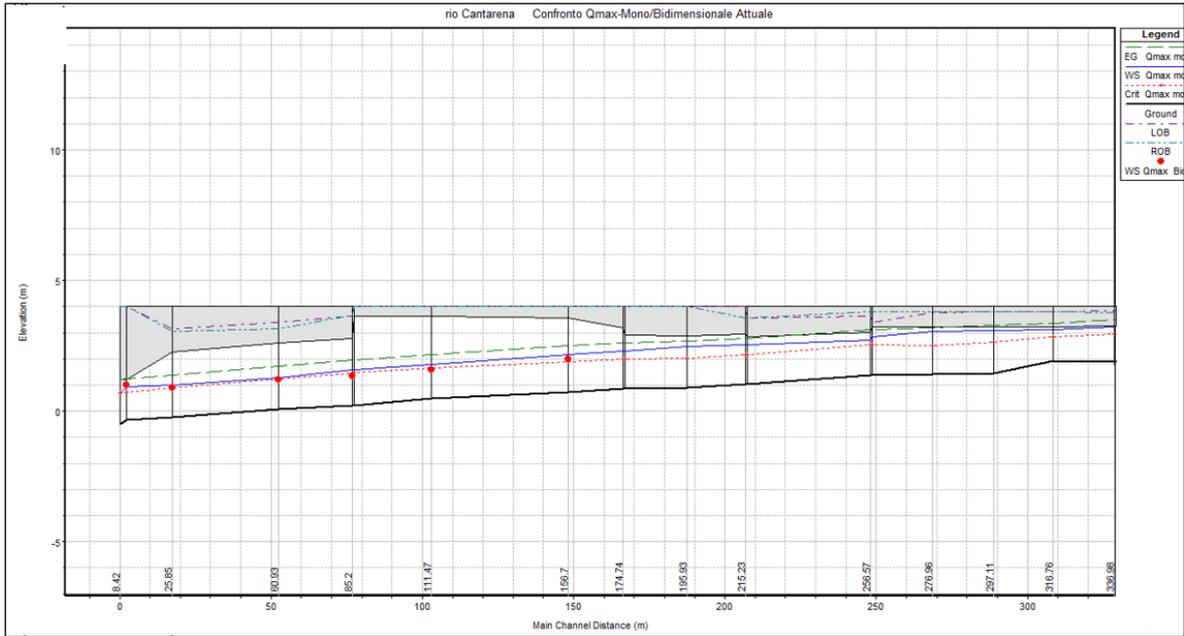


Figura 4.31



**Figura 4.32**

# **APPENDICE 1**

## **SOFTWARE DI CALCOLO INFOWORKS ICM**

## A1. GENERALITA'

Il codice di calcolo InfoWorks ICM di HR Wallingford - Innovyze nasce per consentire la modellazione numerica integrata di alvei fluviali, reticoli di bonifica e fognature urbane.

Il modulo InfoWorks ICM costituisce un sistema di calcolo a moto vario monodimensionale e bidimensionale che utilizza la metodologia dei volumi finiti.

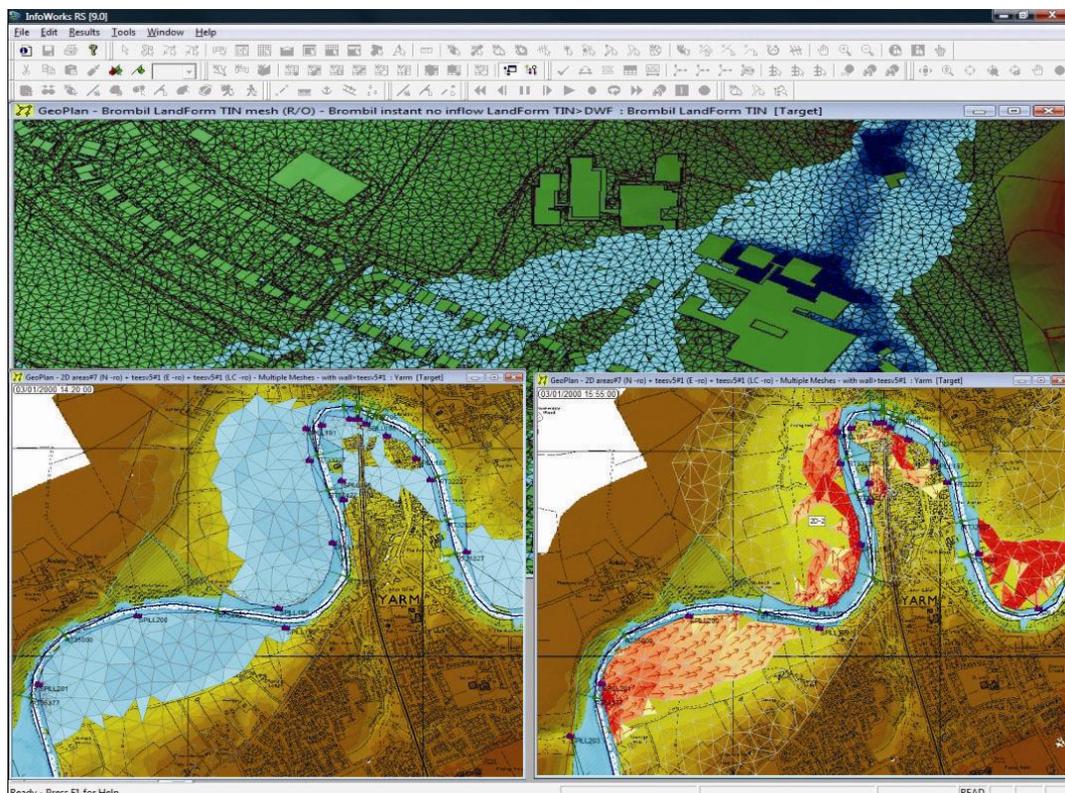
Il software consente di rappresentare in modo completo e accurato tutte le situazioni reali dei corsi d'acqua anche quando sono presenti complesse interferenze con reticoli fognari e/o di bonifica.

All'interno di un'unica interfaccia utente si possono rappresentare sezioni fluviali aperte con approccio monodimensionale, domini bidimensionali, reti di drenaggio chiuse e tutti i manufatti speciali presenti in ambito fluviale o fognario (ponti, soglie, sollevamenti, scaricatori di piena ecc).

Le aste fluviali possono essere rappresentate, secondo le preferenze dell'utente, o con un dominio interamente 2D (comprendente sia l'alveo inciso che le golene) che con modellazione mista (generalmente 1D per l'alveo inciso e 2D per le zone di espansione golenali).

E' ovviamente anche possibile modellare le aste fluviali con tradizionali rappresentazioni 1D.

Per quanto riguarda invece la rappresentazione di reti di drenaggio urbano la tecnica oramai consolidata è quella di rappresentare il reticolo interrato con elementi 1D e l'eventuale esondazione con domini 2D.



## A2. APPROCCIO NUMERICO PER LA COMPONENTE 1D

### A2.1. Equazioni di governo

Il moto idraulico all'interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) vengono risolte con l'integrazione delle equazioni di De Saint Venant (conservazione della massa e della quantità di moto).

Le equazioni sono le seguenti:

Continuità (conservazione della massa):

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

Moto (conservazione della quantità di moto):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

dove:

$q$  eventuale portata in ingresso (lateral inflow)

$A[m^2]$  area della sezione liquida

$Q[m^3/s]$  portata

$x[m]$  ascissa lungo l'asse del singolo tratto

$t[s]$  tempo

$g[m/s^2]$  costante gravitazionale

$H[m]$  carico piezometrico dato da  $z+h$

$z[m]$  quota di scorrimento

$h[m]$  livello idrico

$S_f [m/m]$  pendenza motrice definita come:  $S_f = \frac{Q \cdot |Q|}{K^2}$

dove  $K$  è un termine denominato "conveyance" definito, in accordo con l'equazione di Manning:

$$K^2 = \frac{A^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}}{n^2} \quad \text{e} \quad R = \frac{A}{P}$$

dove:

$R[m]$  raggio idraulico

$P[m]$  perimetro bagnato

$n$  coefficiente di scabrezza di Manning

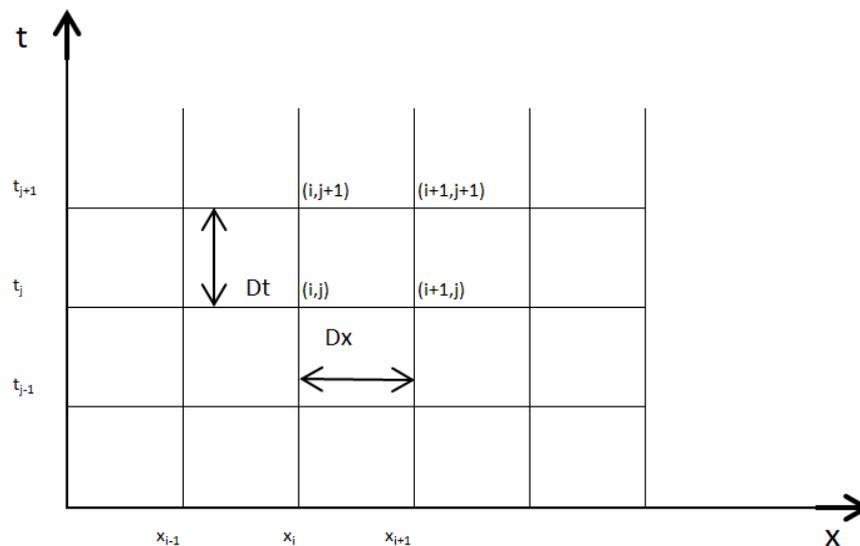
Per la definizione della conveyance il programma consente l'utilizzo di diverse formulazioni oltre a quella di Manning, quali ad esempio Colebrook-White e Strickler. Ai fini della loro integrazione queste equazioni vengono opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema di equazioni possa essere risolto con la teoria delle matrici. Lo schema di linearizzazione usato da InfoWorks è quello dei 4 punti di Priessmann e il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

InfoWorks simula anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro) mediante la tecnica dello *slot* per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna. In tal modo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto a gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, come le condotte di mandata, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l'artificio dello *slot*).

La metodologia di calcolo in moto vario tiene conto anche dei volumi in gioco e quindi delle attenuazioni dell'onda di piena quando questa riempie dei volumi disponibili in alveo o in vere e proprie vasche di espansione opportunamente rappresentate nel modello (effetto di laminazione).

### A2.3 Discretizzazione delle equazioni di governo

Ai fini della discretizzazione delle equazioni di de Saint Venant, InfoWorks utilizza lo schema implicito di Preissmann riportato nella figura seguente:



Il valore della funzione  $f$  o delle sue derivate continue nel tempo e nello spazio può essere discretizzato come segue:

$$f(x,t) = \frac{1}{2} \cdot \left[ \vartheta \cdot \left( f_{i+1}^{j+1} + f_i^{j+1} \right) + (1-\vartheta) \cdot \left( f_{i+1}^j + f_i^j \right) \right]$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{Dx} \cdot \left[ \vartheta \cdot \left( f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1} \right) + (1-\vartheta) \cdot \left( f_{i+1}^j - f_i^j \right) \right]$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2 \cdot Dt} \cdot \left[ \left( f_{i+1}^{j+1} - f_{i+1}^j \right) + \left( f_i^{j+1} - f_i^j \right) \right]$$

Dove:

$\vartheta$  è un coefficiente che varia da 0.5 a 1

$f_i^j$  è il valore della funzione  $f$  valutata al punto  $(x_i, t_j)$

In base a tali assunti entrambe le equazioni di De Saint Venant possono essere trasformate nella forma lineare:

$$a \cdot Q_i^{j+1} + b \cdot H_i^{j+1} + c \cdot Q_{i+1}^{j+1} + d \cdot H_{i+1}^{j+1} = e$$

I valori  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  ed  $e$  sono calcolati per ciascuna iterazione e ciascun nodo del canale aperto e dipendono dalle variabili calcolate all'iterazione precedente. La matrice dei coefficienti che comprende gran parte dei valori di  $a, b, c, d$ , ed  $e$  viene invertita per risolvere il set di differenti equazioni simultanee per  $Q$  ed  $H$  alle iterazioni successive.

## A2.2 Condizioni al contorno

### Condizioni esterne

Le condizioni al contorno sono costituite da una relazione portata-tempo, livello-tempo o livello-portata (scala di deflusso). Al fine di una corretta risoluzione delle equazioni (stabilità di calcolo) risultano più significative le seguenti condizioni:

- idrogramma delle portate a monte e curva dei livelli a valle
- idrogramma delle portate a monte e scala di deflusso a valle

### Condizioni interne

Nello schema monodimensionale di un corso d'acqua i singoli tratti sono separati da condizioni interne che possono essere sezioni di controllo, serbatoi, perdite concentrate o nodi (biforcazioni o confluenze).

Tali condizioni impongono la determinazione di una relazione tra livelli e portate.

### Sezioni di controllo

Una gran varietà di strutture può essere usata come sezione di controllo in canali aperti, ciascuna delle quali impone una differente relazione tra portata e livello. Per il moto a pelo libero la forma generale dell'equazione risulta:

$$Q = a \cdot h^b$$

dove:

$h$  è la profondità dell'acqua

$a$  è un coefficiente dipendente dal tipo di sezione di controllo (structure)

$b$  è un coefficiente generalmente maggiore o uguale a 1.5 per gli stramazzi e maggiore o uguale a 0.5 per efflusso sotto luci a battente

InfoWorks è in grado di modellare una serie di tipologie di stramazzo usando equazioni empiriche o semiempiriche ricavate dalla letteratura. Tali strutture possono essere simulate nelle condizioni di assenza di portata (es. paratoia chiusa), oppure con flusso libero o rigurgitato.

La paratoia mobile può essere simulata per diverse condizioni di flusso come quelle di stramazzo, quando è totalmente chiusa e sormontabile dall'acqua, o di luce di fondo con efflusso libero o rigurgitato quando è parzialmente aperta, o per la combinazione di entrambe le condizioni. Il programma consente di regolare automaticamente l'apertura di una paratoia durante la simulazione nei modi seguenti:

- secondo una funzione del tempo prestabilita;
- in funzione dei livelli del pelo libero a monte o a valle.

I tipi di paratoia mobile disponibili in InfoWorks sono quelle verticali o radiali.

Il modello consente inoltre di impostare per le sezioni di controllo una generica scala di deflusso al di fuori delle equazioni standard associate ad una determinata struttura.

### Serbatoi

I serbatoi sono definiti come aree più o meno vaste di immagazzinamento ove la superficie dell'acqua risulta orizzontale, senza alcun effetto dinamico.

Il calcolo delle portate entranti e uscenti è legato alla variazione del carico piezometrico come segue (in forma semplificata):

$$\frac{h_{new} - h_{old}}{Dt} = \frac{Q_{net}}{A}$$

Con  $h_{new}$  e  $h_{old}$  livelli negli istanti successivo e precedente,  $Dt$  passo temporale,  $Q_{net}$  differenza tra portata entrante e portata uscente e  $A$  area del serbatoio.

Il modulo serbatoio unito alla modalità di deflusso laterale consentono la schematizzazione e la risoluzione di sistemi naturali complessi con funzionamento a pelo libero.

### Perdite localizzate

Le perdite di carico concentrate causate da una repentina variazione delle condizioni geometriche quali ad esempio un brusco restringimento o allargamento delle sezioni di deflusso sono schematizzate mediante l'applicazione dell'equazione di Bernoulli che lega le perdite al carico cinetico di monte:

$$DH = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

dove  $k$  è un coefficiente empirico funzione del tipo di variazione.

I ponti sono simulati usando il metodo dell'US Bureau of Public Road (US BPR Bridge) oppure l'Arch Bridge Method sviluppato da HR Wallingford.

### Nodi (biforcazioni e confluenze)

In InfoWorks i nodi (junctions) vengono risolti imponendo l'uguaglianza dei carichi e la conservazione della massa (equilibrio tra portate entranti e uscenti) applicando la legge di Kirchoff alle portate.

### A3. APPROCCIO NUMERICO DELLA COMPONENTE 2D

Le principali caratteristiche della componente 2D sono:

- formulazione del volume limitato (finite volume)
- risoluzione numerica basata sullo schema di Godunov e sulla soluzione di Riemann (Shockcapturing scheme)
- uso di una maglia non strutturata (unstructured mesh)

#### A3.1 Equazioni di governo

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sull'equazione delle acque basse (Shallow Water Equation), relativa cioè all'altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( hu^2 + \frac{1}{2} gh^2 \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D} \cdot u_{1D}$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left( hv^2 + \frac{1}{2} gh^2 \right) = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D} \cdot v_{1D}$$

Dove:

$h$                     *altezza dell'acqua*

$u$  e  $v$                 *velocità nelle direzioni x e y*

$S_{0,x}$  e  $S_{0,y}$         *pendenze dell'alveo nelle direzioni x e y*

$S_{f,x}$  e  $S_{f,y}$         *gli attriti nelle direzioni x e y*

$q_{1D}$                  *portata per unità di area*

$u_{1D}$  e  $v_{1D}$         *componenti di velocità della portata  $q_{1D}$  nelle direzioni x e y*

Tale formulazione dell'equazione è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito.

La gestione della cella bagnata ed asciutta è eseguita utilizzando come criterio una profondità di soglia ed impostando la velocità a zero se la profondità ricade sotto tale valore di soglia.

Tale criterio evita la generazione di elevate velocità artificiali in aree bagnate e/o asciutte.

Il valore di default per la profondità di soglia è 1mm.

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e lente.

In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibili e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio.

La descrizione di un flusso localizzato in ambito urbano è ottenuta senza modificare il modello matematico che è sempre basato sulla risoluzione dell'equazioni in acqua bassa (SWE).

### ***A3.2 Produzione della maglia 2D***

All'interno del software sono presenti tutti gli strumenti necessari per costruire le magliature dei domini 2D da simulare.

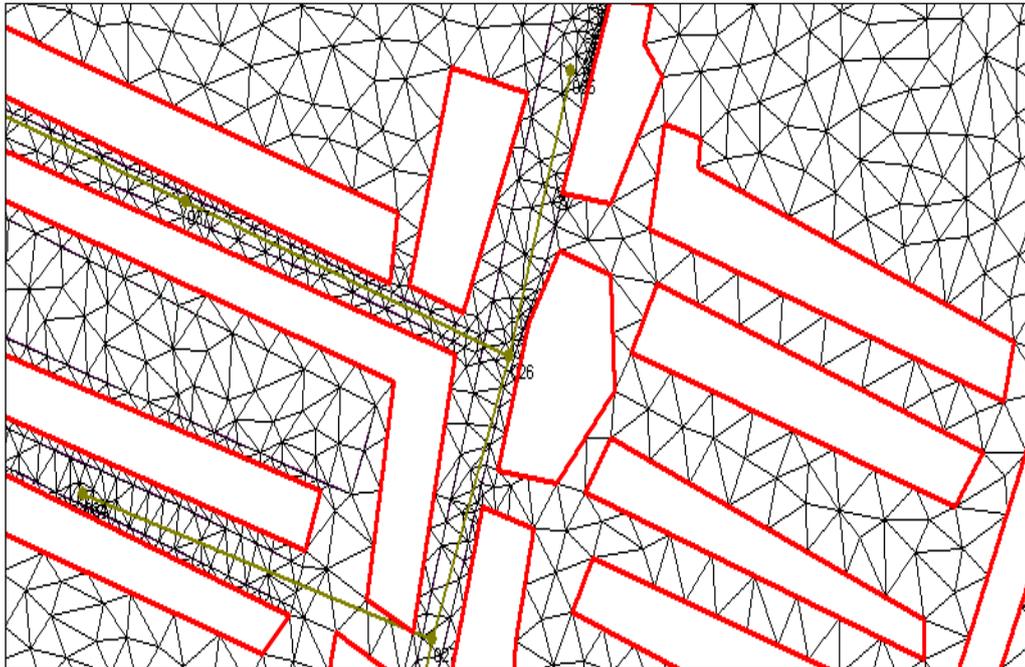
Ogni maglia, di forma triangolare, costituisce l'unità del calcolo bidimensionale.

Una volta creato il dominio 2D di calcolo, è possibile assegnare i seguenti parametri relativi alla maglia:

- *Area ( $m^2$ )*: l'area del poligono viene calcolata automaticamente sulla base della geometria definita in planimetria.
- *Massima Area Triangolo (Maximum Triangle Area)*: questo valore molto importante definisce la superficie massima che può assumere ogni singola maglia triangolare durante il processo automatico di magliatura (diminuendo questo valore si infittisce la magliatura).
- *Area minima elementi (Minimum Element Area)*: durante la simulazione, per evitare un inutile appesantimento del calcolo, vengono aggregati in un'unica cella di calcolo gli elementi triangolari contigui di area molto piccola (fino a che la somma delle aree dei triangoli aggregati non raggiunge quella indicata in questo campo).
- *Magliatura dipendente dal terreno*: consente di creare una magliatura nella quale, all'interno di ogni triangolo, la variazione di quota tra i tre vertici non superi un valore definito dall'utente. Utilizzando questa opzione è possibile infittire la magliatura in zone nelle quali si hanno notevoli pendenze del terreno ed allargarla in zone pianeggianti.
- *Massima variazione altezza (m)*: Consente all'utente di specificare la massima variazione di quota consentita tra i vertici dei triangoli che verranno generati nel processo di magliatura.
- *Angolo Minimo (Minimum Angle)*: durante il processo di magliatura evita la creazione di triangoli di forma molto irregolare e cunei troppo stretti.
- *Scabrezza Manning (Roughness)*: la scabrezza è attribuita a tutti triangoli che vengono creati durante il processo di magliatura. Il programma consente di modificare localmente tale valore generando delle zone di magliatura a differente scabrezza.

Si possono prevedere diversi gradi di dettaglio per varie zone con opportuni raffinamenti del dominio, impostare diverse zone di scabrezza, fissare delle breakline, definire ostacoli poligonali e lineari (edifici, muri ecc).

L'effetto della presenza di edifici o ostacoli è simulata mediante l'introduzione di pareti impermeabili o porose che richiede una precisa calibrazione della rete in ambiente urbano.



**Fig. A2.1** Esempio di maglia non strutturata con edifici in ambito urbano

All'interno del dominio di magliatura, il software permette di considerare eventuali aree a maggiore o minore capacità di invaso dei blocchi introducendo il concetto di porosità degli edifici ossia il fatto che le aree occupate dagli edifici assorbano o meno parte dei volumi esondati durante il processo di allagamento.

### **A3.3 Condizioni al contorno e parametri di simulazione**

#### Condizioni al contorno della maglia

Le condizioni al contorno sono costituite da input idraulico-idrologico (idrogramma, ietogramma) in ingresso al sistema e da condizioni sul perimetro del dominio di calcolo.

In particolare le condizioni al contorno sul perimetro del dominio di calcolo sono le seguenti:

- *Vertical wall*: indica una barriera verticale impermeabile infinitamente alta dove non è presente flusso d'acqua né in ingresso né in uscita dal dominio 2D. Questa è l'unica opzione che trattiene l'acqua all'interno del poligono 2D qualora in simulazione si determini presenza d'acqua al suo perimetro.
- *Critical condition*: presenta due possibilità: se il livello dell'acqua nell'elemento di confine del poligono 2D è superiore al livello del segmento che si affaccia sul confine, la portata in uscita dal poligono viene calcolata utilizzando l'equazione di una soglia a parete spessa senza perdite di energia; se il livello dell'acqua nell'elemento di confine è inferiore al livello di facciata del segmento di confine, questo è considerato un muro verticale impermeabile;
- *Supercritical condition*: presenta due possibilità: se la portata nell'elemento di confine è supercritica ( $Froude > 1$ ) e diretta verso l'esterno del poligono, la portata uscente dal poligono viene considerata supercritica (veloce) e calcolata utilizzando altezza idrica e velocità dell'elemento di confine, indipendentemente dalla quota segmento di confine; se le condizioni del flusso non sono supercritiche o il flusso è diretto verso l'interno del poligono, il confine viene considerato un muro verticale impermeabile. Questa opzione è utile nelle

aree in cui è noto che il flusso è uscente dal poligono 2D senza alcun effetto di rigurgito all'interno del poligono stesso;

- *Dry*: prevede che il confine del poligono sia considerato come circondato da una fossa senza fondo, l'acqua che raggiunge la sponda del poligono esce dal poligono e viene persa dalla simulazione senza alcuna considerazione idraulica;
- *Normal condition*: si assume che la pendenza del terreno bilanci le forze d'attrito (flusso normale o uniforme). L'altezza e la velocità vengono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il confine, in modo che l'acqua possa fluire al di fuori del poligono senza perdite di carico.

### Parametri di simulazione della maglia

Il software consente la modifica dei seguenti parametri della simulazione 2D:

- *Timestep*: definisce il passo temporale di integrazione utilizzato durante il calcolo.
- *Moltiplicatore del timestep ordinario*: è un moltiplicatore del timestep che consente di definire il timestep di salvataggio dei risultati. E' consigliato non utilizzare timestep di salvataggio molto ridotti al fine di ridurre le dimensioni del file dei risultati.
- *Durata simulazione*: consente all'utente di decidere quanto far durare la simulazione.
- *Depth*: rappresenta la soglia che discrimina una maglia triangolare asciutta da una bagnata. Gli elementi della magliatura con un'altezza d'acqua inferiore a questo valore vengono considerati asciutti e un'altezza pari a zero viene restituita come risultato. Negli elementi con altezza d'acqua inferiore a questa soglia viene considerata solamente la conservazione della massa. Il valore tipico per questo campo è di 0.001 m.
- *Momentum*: rappresenta la soglia utilizzata per determinare se considerare o meno il momento in una maglia triangolare. Il moto dell'acqua non viene calcolato per gli elementi della magliatura in cui l'altezza dell'acqua è al di sotto di questo valore; solo la conservazione della massa viene considerata in questo caso. Valori tipici per questo campo sono 0.001 - 0.01 m, il valore di default è 0.001 m.
- *Velocity*: per le maglie triangolari in cui la velocità calcolata dell'acqua risulta inferiore a questo valore, viene impostata una velocità pari a zero per il calcolo del momento. Il valore tipico per questo campo è 0 m/s.
- *Timestep Stability Control*: garantisce che il timestep interno utilizzato dal motore di calcolo 2D ricada entro il range di stabilità fornito dalla condizione di Courant Friedrichs Lewy (CFL). Sono validi valori compresi tra 0 e 1; valore tipico 0.95.
- *Maximum Velocity*: soglia di velocità che limita le velocità che possono essere raggiunte in una maglia durante una simulazione 2D. Per gli elementi della magliatura in cui la velocità calcolata risulta superiore a questo valore, verrà impostata una velocità pari alla massima qui specificata. Questo aiuta a ridurre eventuali instabilità dovute alle alte velocità corrispondenti ad altezze d'acqua ridotte, il che rappresenta una situazione non realistica. Un valore tipico per questo campo è 10 m/s.
- *Theta*: rappresenta un fattore di peso per il parametro semi-implicito. Attribuisce un peso alle parti esplicite e semi-implicite dello schema numerico. Al crescere di questo valore, aumenta il peso dato alla parte semi-implicita. Sono validi valori compresi tra 0 e 1; valore tipico 0.9
- *Ignore rain falling on dry elements*: ignora la pioggia che cade sugli elementi asciutti della magliatura; si utilizza per rendere più rapida la simulazione quando vengono utilizzati poligoni di pioggia (2D rainfall polygons).
- *Adjust element ground levels adjacent to spills*: modifica automaticamente la quota delle maglie triangolari adiacenti agli spill, dove necessario; si utilizza per evitare le instabilità

che si verificano quando la quota degli spill risulta inferiore alla quota delle maglie su cui gli spill insistono.

#### **A4. INTERAZIONE DELLA COMPONENTE 1D-2D**

Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare per esempio:

- *linee spondali*: rappresentano un confine ideale tra l'alveo inciso modellato con elementi 1D e la golena rappresentata da un dominio 2D, le linee spondali vengono rappresentate con delle polilinee per le quali viene definita una quota Z variabile sul suo percorso. Le linee spondali sono utilizzate essenzialmente come sfiori laterali tra alveo inciso e zona di golena 2D.
- *sfiori frontali*: si utilizzano quando si desidera interrompere un modello 1D di un fiume e trasferire tutto l'idrogramma di portata sul dominio 2D (o viceversa).
- *nodi*: sono degli elementi puntiformi dove può avvenire lo scambio di portata tra 1D e 2D, per esempio questa tecnica è appropriata quando di rappresentano le esondazioni provenienti dai pozzetti di fognatura su un dominio bidimensionale.

#### **A5. INTERFACCIA DEL SOFTWARE**

InfoWorks ICM ha un'interfaccia di ultima generazione in grado di interagire con diversi programmi e fonti disponibili sul mercato.

In tal modo si riescono a importare ed integrare dati provenienti da vari formati per costituire un modello geometrico del sistema da studiare.

In particolare, il software supporta:

- Dati in formato AutoCAD (2D e 3D)
- Dati in formato TIN di ArcView
- Dati in formato shape (SHP) o Geodatabase
- Rilievi topografici con coordinate x,y e z
- Dati in formato tabulare (XLS, ASC, TXT e altri)
- Dati in formato Database (Access, Oracle e altri)
- Dati in formato HEC-RAS

InfoWorks ICM sfrutta un'architettura basata su un Database centralizzato dove vengono salvati tutti i progetti. Il sistema gestisce accessi multipli, anche contestuali.

## **APPENDICE 2**

**CALCOLO DELL'IDROGRAMMA DI PIENA  
SECONDO I CRITERI DELLA DGR 357/2008**

Di seguito si riporta una descrizione delle procedure per la determinazione dell'idrogramma corrispondente all'evento tipico secondo le procedure previste dalla linee guida DGR 357/2008 *Criteri di verifica e valutazione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena nei bacini idrografici liguri*.

La metodologia di calcolo fa riferimento al *metodo indiretto dell'evento idrometeorologico critico* finalizzata alla valutazione dell'idrogramma di riferimento condizionato dal valore della portata al colmo di progetto, assunta, come da normativa, pari al valore della portata indice.

Il metodo di valutazione dell'idrogramma di riferimento consiste in sintesi nel ricercare l'idrogramma di piena equivalente che fornisca la portata massima al colmo pari alla portata indice.

Tale problema è risolvibile a partire dalle curve di probabilità pluviometrica dell'area in esame nella forma  $h(T)=a(T)\cdot t^n$  nell'ipotesi di invarianza di scala, per cui si assume che l'esponente caratteristico  $n$  rappresenti l'impronta climatica degli eventi pluviali estremi dell'area in esame.

L'ipotesi implica che la portata  $T$ -ennale di progetto  $Q(T)$  sia prodotta da una precipitazione  $h=a(*)\cdot t^n$  dove  $n$  è l'esponente caratteristico del bacino in esame,  $a(*)$  rappresenta il valore di  $a$  che con il metodo dell'evento critico produce una portata pari a  $Q(T)$  e che, in genere, è differente dal valore di  $a(T)$  proprio della linea segnalatrice  $T$ -ennale.

Nella formulazione del metodo  $a$  è esprimibile come  $a(T)= w_T a_i$ , dove  $w_T$  è il fattore di crescita funzione del tempo di ritorno ( $T$ ) e  $a_i$  è un valore costante caratteristico della stazione pluviometrica considerata corrispondente al valore indice di precipitazione (*pioggia indice*).

Nell'Appendice II della DGR sopra menzionata sono riportati il valore della pioggia indice  $a_i$  ed i parametri caratteristici di una serie di stazioni della Regione Liguria per il versante Padano e quello tirrenico, necessari per la determinazione del fattore di crescita  $w_T$ .

Assunto un modello afflussi-deflussi di riferimento, il problema si riduce alla ricerca di tutte le possibili coppie di valori  $a$  e  $t$  che producono una portata al colmo  $Q(T)$  e, tra queste, la coppia  $\{a(*), t_{CR}\}$  che ha il minimo valore di  $a$ .

Il modello di trasformazione afflussi-deflussi adottato è costituito da una prima parte di trasformazione della pioggia di progetto in volume specifico di ruscellamento, basato sull'interpretazione Hortoniana (non lineare) del processo di assorbimento e da una seconda parte caratterizzata da un modello lineare di formazione della piena attraverso la rete idrografica basato sul modello di Nash.

Il calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale è stato effettuato depurando gli idrogrammi precedentemente individuati dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Si è adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come *Curve Number* proposto dal Soil Conservation Service basato sul modello Hortoniano di descrizione del fenomeno dell'assorbimento.

Come noto tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove  $h_n [mm]$  è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento,  $h_r [mm]$  è il volume specifico affluito,  $S [mm]$  è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso, mentre  $I_a [mm]$  rappresenta la quota parte del volume affluito che si infila prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di  $S$  viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Dove CN è un parametro adimensionale variabile da 1 a 100 che esprime la capacità di ritenzione del bacino in funzione del tipo di terreno e dell'uso del suolo.

La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e all'uso del suolo.

Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato specialmente nella letteratura scientifica americana come frutto dell'analisi di molti esempi applicativi.

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi del grado di umidità del terreno in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato: molto asciutto (I), standard (II) e molto umido (III).

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi caratterizzate rispettivamente da potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente alta (C) e molto alta (D).

La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende invece terreni coltivati con e senza trattamento di conservazione, terreni da pascolo in buone o cattive condizioni, praterie, terreni boscosi o forestati con diverse tipologie di sottobosco, spazi aperti con prati rasati o parchi con diverse percentuali di copertura erbosa, aree commerciali, distretti industriali, aree residenziali, strade, parcheggi ecc.

Quale valore di  $I_a$ , si è adottata la relazione suggerita dal Soil Conservation Service  $I_a = 0.2 \cdot S$ .

L'idrogramma unitario è stato calcolato con il modello di Nash che simula il comportamento del bacino con una cascata di  $n$  serbatoi posti in serie; l'IUH del modello assume la forma:

$$I(t) = \frac{1}{K \cdot (n-1)!} \cdot \left( \frac{t}{K} \right)^{n-1} \cdot e^{-\frac{t}{K}}$$

dove  $k$  è la costante caratteristica dei serbatoi e  $n$  il numero degli stessi. Nel caso in esame si è assunto:  $n = 3$  e  $K = 0.5 \cdot t_c / (n-1)$ , con  $t_c$  tempo di corivazione del bacino.

Una volta disponibili gli ietogrammi di progetto e l'idrogramma unitario, sono stati calcolati gli idrogrammi di piena per ciascuna sezione considerata attraverso l'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = S \cdot \int_0^t I(t-u) \cdot p(u) \cdot du$$

il quale, noti lo ietogramma di riferimento e l'idrogramma unitario istantaneo del bacino in esame, permette di legare la portata uscente  $Q(t)$  all'intensità della pioggia netta  $p(t)$ .