

PROGETTO NUMERO

P.808 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

TITOLO PROGETTO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DIGA DI VADO LIGURE
SECONDA FASE**

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	DISEGNATO
0	AGO. 2023	PRIMA EMISSIONE	MAS	

N.	TITOLO ELABORATO	SCALA
Rel.Spe.008	Piano preliminare di monitoraggio ambientale	

NOME FILE

P808_Rel.Spe.008_PianMonitAmb.pdf

PROGETTISTI INTERNI

COLLABORATORI ESTERNI

Progettista responsabile: **Ing. Filippo Serafini**
Ordine ingegneri SV nr. 1622A

Progettisti interni: **Ing. Massimiliano Sanna**
Ordine ingegneri GE nr. 9366A
Ing. Matteo Vinci
Ordine ingegneri RC nr. 2562A
Geom. Mattia Del Cielo

PROGETTISTA RESPONSABILE	VALIDATO R.U.P.	VISTO DIRETTORE
ing. Filippo Serafini <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>	ing. Susanna Pelizza <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>	Geol. Giuseppe Canepa <small>[firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs n. 82/2005 e s.m.i.]</small>

Indice

1	Premessa	1
2	Monitoraggi per garantire l'assenza dell'impatto imputabile a ipersedimentazione e torbidità	1
2.1	<i>Modalità e frequenza delle misurazioni</i>	4
3	Monitoraggio del coralligeno e della Posidonia oceanica	5
3.1	<i>Monitoraggio del coralligeno</i>	5
3.2	<i>Monitoraggio delle praterie di Posidonia oceanica</i>	6
4	Monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa	7
4.1	<i>Lo stato attuale</i>	8
4.2	<i>Previsioni di monitoraggio</i>	13
4.2.1	<i>Monitoraggio parti a terra</i>	13
4.2.2	<i>Monitoraggio parti a mare</i>	13
5	Modalità di condivisione dei dati	19

1 Premessa

Il presente documento è posto a corredo del Progetto di fattibilità tecnico-economica relativo alla realizzazione della nuova diga di Vado Ligure – seconda fase (P.808) ed è stato elaborato in conformità ai contenuti dello Studio di Impatto Ambientale redatto ai sensi e per gli effetti dell'art. 6, comma 7, lett. d) di cui all'Allegato I.7 al D. Lgs n. 36 del 31/03/2023.

Ai sensi del comma 1 dell'art. 24 dell'Allegato I.7 di cui al D. Lgs n. 36 del 31/03/2023, nell'ambito della successiva fase di Progettazione esecutiva dovranno essere sviluppate le tematiche indicate dal presente Elaborato. In data 06/12/2016 è stata approvata la D.G.R. n. 1131 del 02/12/2016 della Regione Liguria con cui si concludeva positivamente la valutazione di impatto ambientale per la variante del progetto della piattaforma multifunzionale e che includeva il riposizionamento di un tratto esteso della diga foranea del Porto di Vado Ligure (SV) dal suo assetto pregresso a quello configurato dagli interventi di cui alle progettazioni P.742 (fase n. 1) e P.808 (fase n. 2). Da tale Provvedimento regionale sono derivati alcuni obblighi relativi ai monitoraggi da attuare per la tutela delle matrici ambientali e dell'ecosistema marino durante i lavori di realizzazione delle opere. In particolare, i monitoraggi da attuare si riferiscono a:

- torbidità delle acque marine;
- evoluzione della linea di costa e delle batimetriche sotto costa;
- presenza di coralligeno e di praterie di Posidonia oceanica.

Alla luce di quanto sopra, nel presente Documento sono descritte le seguenti modalità di monitoraggio che, come successivamente descritto, saranno modulate secondo lo stato di completamento delle opere trattate ed estese anche a seguito della realizzazione del tratto di diga di cui alla fase n. 2:

- monitoraggi per garantire l'assenza dell'impatto imputabile a ipersedimentazione e torbidità (da effettuarsi durante l'esecuzione dei lavori in progetto);
- monitoraggio del coralligeno e delle praterie di Posidonia oceanica (da eseguirsi durante ed a seguito della realizzazione delle opere in progetto);
- monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa e delle batimetriche sotto costa (da attuare successivamente al completamento dei lavori in progetto).

Le attività di monitoraggio afferenti alle componenti ambientali rumore, movimenti materici, dispersioni materiali/polveri e traffico veicolare saranno svolte nell'ambito dell'esecuzione dei lavori di cui trattasi e comprendono il controllo dell'osservanza sia delle prescrizioni operative riportate nello Studio Preliminare Ambientale al quale si rimanda per maggiori informazioni in merito e sia delle eventuali ulteriori disposizioni da parte delle Autorità istituzionali competenti in materia.

2 Monitoraggi per garantire l'assenza dell'impatto imputabile a ipersedimentazione e torbidità

La procedura di monitoraggio illustrata nel presente Capitolo si intende applicabile durante tutte le fasi lavorative in cui siano previste attività che possano incidere sulla torbidità, quali versamenti relativi alla formazione dello scanno di imbasamento e delle scogliere di protezione di quest'ultimo.

Per quanto concerne l'ambito realizzativo del tratto in fase n. 2, sia in fase di qualifica delle diverse cave di apporto che durante le operazioni di versamento in mare del materiale lapideo costituente gli scanni di imbasamento, dovrà essere verificata la distribuzione della massa del

materiale di pezzatura 0-500 Kg, identificato nel Capitolato Speciale d'Appalto con la seguente espressione relativa alla classe dell'inerte "P1 – Tout-Venant 0-500 Kg", prestando particolare attenzione alla percentuale in peso passante al vaglio di apertura 0.100 mm, che dovrà essere inferiore allo 0.6%. La distribuzione della massa del 0-500 Kg sarà determinata su di un campione minimo di 30 t.

Il controllo durante la realizzazione dello scanno sarà eseguito realizzando una prova ogni 30'000 m³ di materiale messo in opera. A discrezione della Direzione Lavori potrà essere aumentata la frequenza delle prove. Successivamente in funzione dell'omogeneità dei risultati ottenuti, la frequenza di prova potrà essere ridotta a seguito di approvazione della Direzione Lavori.

La verifica della torbidità avverrà sulla base di una procedura di controllo in corso d'opera in grado di verificare e documentare preventivamente il rispetto di tale standard.

In riferimento a quanto illustrato in Fig. 2.1 che rappresenta un'ipotesi di posizionamento dei punti oggetto di monitoraggio della torbidità, per tale attività saranno usati n. 1 torbidimetro in installazione fissa denominato F1, ed un'analogha strumentazione mobile, da impiegarsi nei punti M1 e M2. Le posizioni indicate in Fig. 2.1 sono state scelte in coerenza con quanto approvato ai fini della realizzazione delle opere della nuova diga in fase n. 1 (rif. Progetto P.742), ubicando la stazione fissa in una posizione ove siano presenti strutture esistenti su cui montarla.

Si osservi che:

- la postazione fissa F1 risulta idonea a intercettare eventuali torbide in direzione della spiaggia di Vado Ligure;
- la postazione M1 risulta idonea a intercettare eventuali torbide in direzione degli arenili di Savona;
- la postazione M2 risulta idonea a intercettare eventuali torbide in direzione del SIC IT 1323271 "Fondali Noli-Bergeggi".

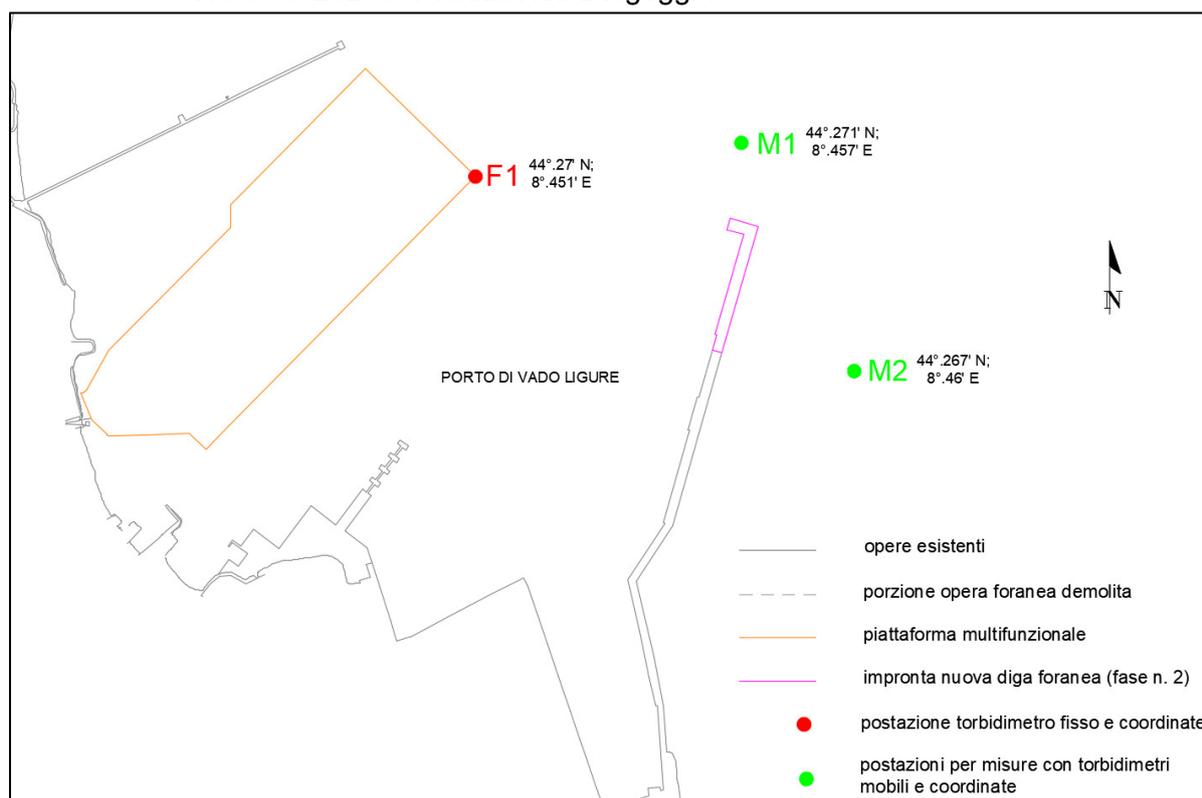


Fig. 2.1 – Schema ipotesi sulle posizioni delle stazioni fissa (F1) e mobili (M1 e M2) di monitoraggio della torbidità in merito alla realizzazione delle opere di cui alla fase n. 2 (dispositivi di monitoraggio della torbidità delle acque marine, durante l'esecuzione delle opere)

I dati raccolti saranno trasmessi alla Regione con cadenza settimanale. L'impiego di postazioni mobili è vincolato dal fatto che nelle posizioni ottimali per intercettare le eventuali torbide dirette verso Savona ed il Sito d'Interesse Comunitario marino non esistono strutture fisse su cui installare gli strumenti, né possono essere poste in opera, in tali posizioni, boe di ancoraggio, in quanto, al di là del rischio di perdita della strumentazione, in caso di forti mareggiate, le boe costituirebbero un intralcio alla navigazione. La stazione fissa F1 è ubicata in una posizione che è operativa per l'intera durata di realizzazione dell'imbasamento inerte dei cassoni della nuova diga. Tale dispositivo F1 era, infatti, già in esercizio nell'ambito della formazione della porzione di scanno propedeutica alla realizzazione delle opere in fase n. 1 (rif. Progetto P.742). Lo strumento fisso F1 è programmato per fornire una misura di concentrazione ogni 15 minuti, operando in continuo nell'arco dell'intera giornata. Tali misure saranno mediate su scala oraria, in modo da ottenere un valore di riferimento per ogni ora. Al fine di prevenire possibili deviazioni strumentali, tutti i torbidimetri saranno sottoposti a taratura delle curve LED-FTU almeno una volta ogni sei mesi (e, comunque, ogni qual volta si abbia evidenza della necessità di operare in tal senso).

Inoltre, preliminarmente all'avvio dei monitoraggi, sarà trasmesso il certificato di taratura di ciascuno strumento utilizzato. Nell'appalto di fornitura dei torbidimetri sia fisso che mobili sarà incluso un servizio programmato di pulizia, manutenzione ordinaria/straordinaria, taratura e calibrazione della strumentazione al fine di mantenere sempre gli standard prestazionali dichiarati. Il piano dei controlli alla strumentazione verrà redatto recependo le indicazioni del Fornitore/Produttore dei dispositivi stessi. Poiché l'obiettivo del monitoraggio riguarda la misura dell'incremento della concentrazione dei solidi sospesi dovuta ai lavori rispetto allo stato di fatto, la concentrazione di solidi sospesi relativa a tale condizione attuale (concentrazione di riferimento) è determinata, per ciascuna postazione e per ogni giorno di lavorazione, utilizzando per ciascun punto la concentrazione misurata dalla strumentazione nella fascia oraria compresa tra le ore 06:00 e le ore 07:00 (media oraria per la postazione fissa e misura diretta per le postazioni mobili), cioè prima dell'inizio delle lavorazioni.

Nel seguito, con la dicitura "differenza di concentrazione" si intende sempre la differenza tra la concentrazione correntemente misurata nel punto e quella di riferimento per la giornata nel medesimo punto.

Al fine di valutare gli impatti delle lavorazioni sono stati individuati i due seguenti valori di soglia per la differenza fra le concentrazioni di solidi sospesi misurate e quelle giornaliere di riferimento:

- valore differenziale di concentrazione critico $\delta_c = 48$ mg/l;
- valore differenziale di concentrazione per sospensione lavori $\delta_s = 56$ mg/l.

Tali valori corrispondono ad una riduzione del 20% delle soglie approvate ai fini dell'esecuzione delle opere di cui alla fase n. 1 (rif. Progetto P.742) ed impiegate nel corso dei monitoraggi per la costruzione della nuova piastra multifunzione.

Le posizioni indicate per le stazioni fissa (F1) e mobili (M1 e M2) dedicate al rilevamento della torbidità delle acque in fase d'esecuzione delle opere in progetto trattate, possono essere soggette a modifiche per effetto di eventuali disposizioni da parte degli Organi istituzionali competenti in materia.

2.1 **MODALITÀ E FREQUENZA DELLE MISURAZIONI**

Nel corso delle attività di versamento dello scanno, sarà effettuata una misura della torbidità, in ciascuna delle tre postazioni mobili (M1 e M2), due volte al giorno: una volta durante la mattina (indicativamente nell'intervallo tra le ore 10 e le ore 11) ed una volta nel pomeriggio (approssimativamente nella fascia oraria tra le ore 15 e le ore 16). Le misurazioni, durante una prima fase dei versamenti dello scanno d'imbasamento, saranno effettuate con frequenza giornaliera.

In funzione della bontà dei risultati potrà essere valutata, previo coordinamento con gli Uffici preposti della Regione, di poter ridurre la frequenza delle misurazioni a 2/3 volte a settimana.

Nelle postazioni M1 e M2 al superamento della suddetta soglia δc , è prevista la ripetizione della misura ad intervalli di un'ora e, in ogni caso, qualora tale parametro si mantenesse superiore al valore critico per tre ore o più, è prevista la sospensione dei lavori ordinata dalla Direzione dei Lavori.

Se la differenza fra la concentrazione misurata e quella di riferimento superasse il valore di δs , è prevista l'immediata sospensione delle lavorazioni ordinata dalla Direzione dei Lavori. I lavori resteranno sospesi finché la differenza tra la concentrazione misurata e quella di riferimento giornaliera risulta superiore alla soglia δc .

Nella postazione fissa (identificata con F1) le misure saranno effettuate in continuo e automaticamente determinate come medie orarie per ciascuna ora della giornata lavorativa.

Nella stazione di monitoraggio fissa F1, al superamento della soglia δc da parte della concentrazione mediata sull'ora precedente, è prevista, nella successiva ora e nelle immediate vicinanze della postazione fissa, la verifica da natante con strumentazione mobile per verificare il valore misurato ed escludere eventuali problemi strumentali o di altro tipo che generino falsi allarmi (nel caso in cui la misura da natante non riconfermi il superamento della soglia δc non sarà intrapresa alcuna azione e saranno eseguiti i necessari controlli e l'eventuale taratura dello strumento fisso che ha generato il falso allarme).

Qualora la misura da natante riconfermi il superamento della soglia δc avvenuto nell'ora precedente e nel caso in cui tale parametro misurato presso la postazione fissa F1 si mantenga superiore al valore critico per tre ore o più, è prevista la sospensione dei lavori ordinata dalla Direzione dei Lavori. Se la postazione fissa F1 dovesse registrare, come primo allarme, il superamento della soglia δs e la misura di controllo da natante nell'ora successiva riconfermasse tale valore, le lavorazioni saranno immediatamente sospese su ordine della Direzione dei Lavori e non saranno riprese finché la differenza tra la concentrazione misurata e quella di riferimento giornaliera si mantiene superiore a δc .

Infine, in caso di mancato funzionamento dello strumento nella postazione fissa F1, si opererà, fino al ripristino delle condizioni ordinarie, avvalendosi delle misure da natante nella medesima posizione del dispositivo di monitoraggio F1.

Per ogni giorno di misurazione, sarà compilata un'apposita scheda riepilogativa con tutte le misurazioni della stazione fissa (medie orarie) e dei dispositivi mobili, nonché delle azioni conseguentemente intraprese.

I dati raccolti saranno trasmessi alla Regione con cadenza settimanale.

Si evidenzia che le operazioni di versamento del materiale lapideo costituente lo scanno di imbasamento potranno eventualmente essere avviate con una fase sperimentale nella quale sarà realizzata una porzione dello scanno, secondo le indicazioni in merito eventualmente previste nell'ambito della Progettazione esecutiva e da parte della Direzione dei Lavori.

Le modalità appena descritte ed afferenti alle misurazioni della torbidità definite per le postazioni fissa F1 e mobili M1 e M2, possono essere oggetto di eventuali variazioni per effetto di prescrizioni da parte degli Organi istituzionali competenti in materia.

3 Monitoraggio del coralligeno e della Posidonia oceanica

La presente Sezione descrive le modalità di monitoraggio del coralligeno (Paragrafo 3.1) e delle praterie di Posidonia oceanica (Paragrafo 3.2) da eseguirsi durante e dopo la realizzazione delle opere in progetto. A tale proposito, infatti, si ricorda il distacco pari a circa 1 Km del sito d'intervento a mare dal Sito d'Interesse Comunitario marino n. IT1323271 (nome del S.I.C. marino: Fondali Noli – Bergeggi) che sorge a Sud dell'area di cantiere appena citata.

3.1 MONITORAGGIO DEL CORALLIGENO

Il coralligeno sarà monitorato nei siti già studiati nel 2013 e 2016 e denominati "Magazzino" e "Paramuricea", situati a profondità dell'ordine di circa -30 m s.l.m.m., che risultano ottimali per il monitoraggio in quanto rappresentativi delle condizioni dell'area.

Il monitoraggio sarà eseguito mediante tecniche fotogrammetriche "Structure from Motion" (SfM) da protrarsi anche oltre il completamento delle opere di cui alla presente progettazione e finalizzate alla ricostruzione tridimensionale del fondale (corallo incluso), a partire da immagini bidimensionali opportunamente elaborate a formare ortomosaici e superfici tridimensionali ad alta risoluzione.

Il metodo SfM si compone dei seguenti passaggi:

- 1) acquisizione delle immagini e dei video del fondale lungo una striscia di approssimativamente 20x2 m (40 m²) per il sito del "Magazzino" e approssimativamente in un'area di 5x5 m (25 m²) per il sito di "Paramuricea"; entrambi i siti verranno documentati anche in modo da creare rilievi particolari locali ove necessario;
- 2) estrazione delle foto e dei fotogrammi significativi;
- 3) allineamento delle foto;
- 4) costruzione della "sparse cloud";
- 5) costruzione della "dense cloud";
- 6) costruzione della "mesh";
- 7) costruzione del modello 3D finale;
- 8) creazione di ortofoto dal modello 3D.

L'ortofoto così generata permetterà l'analisi quantitativa delle grandezze e dei parametri idonei a definire lo stato di salute delle colonie (percentuale di copertura degli organismi, rugosità del substrato, complessità del substrato, ecc.), che saranno restituite sotto forma di idonee rappresentazioni grafiche (ad esempio, grafici "radar") ed analisi statistiche.

Il metodo SfM descritto sopra presenta alcuni indubbi vantaggi rispetto alle ispezioni subacquee tradizionali, poiché:

- permette monitoraggi più estesi rispetto all'usuale quadrato (maglia) di campionamento;
- è basato su dati oggettivi (quantitativi e incontrovertibili) non dipendenti dalla sensibilità dell'operatore subacqueo;

- supera le imprecisioni ed incertezze delle analisi speditive;
- è un metodo non distruttivo; verranno solo installati dei markers ausiliari per consentire l'allineamento e la sovrapposizione delle ortofoto tra analisi successive che saranno poi rimossi alla fine dell'intero ciclo di monitoraggio.
- permette di rappresentare l'evoluzione nel tempo dello stato di salute/conservazione della popolazione di coralligeno.

Al fine di valutare lo stato di salute e l'evoluzione dello stesso nel tempo, il monitoraggio con tecniche SfM e ricostruzione tridimensionale sarà effettuato:

- prima dell'inizio delle attività (situazione "di bianco");
- tra tre e sei mesi dall'inizio dei lavori di costruzione dello scanno;
- ogni anno dopo il precedente monitoraggio, fino alla fine lavori;
- tra tre e sei mesi dopo la fine dei lavori di costruzione dello scanno;
- tra sei mesi ed un anno dalla fine dei lavori.

3.2 **MONITORAGGIO DELLE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA**

Il monitoraggio dello stato di salute delle praterie di Posidonia oceanica sarà effettuato anche dopo il completamento delle opere in fase n. 2 ed interesserà le medesime praterie già oggetto di monitoraggio durante la realizzazione della piattaforma multifunzione, nonché antistanti alle spiagge del Comune di Bergeggi. Tale monitoraggio, effettuato oltre che durante anche a seguito del completamento delle opere in progetto, sarà eseguito mediante rilievi aerofotogrammetrici da drone e rilevamenti lungo rispettivi transetti eseguiti da operatori tecnici subacqueo OTS che interverranno in conformità alla norme in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e anche secondo la norma tecnica UNI 11366:2010 (in analogia a quanto già effettuato nell'ambito dei monitoraggi per la costruzione della piattaforma multifunzionale). Il transetto dell'operatore verrà georiferito sul mosaico del drone e costituirà lo stato di bianco del monitoraggio specifico. I successivi monitoraggi saranno effettuati con un minimo margine di flessibilità, nelle condizioni più favorevoli alla sua esecuzione (sorvolo successivo a periodo prolungato di mare calmo, assenza di foschia, ottima visibilità, condizioni ideali di illuminazione). Considerato che la profondità delle praterie non supera i -15 m s.l.m.m., in tali monitoraggi via drone sarà mappato sia il limite superiore delle praterie di interesse che il limite inferiore (purché le condizioni meteomarine lo consentano). Il limite inferiore e l'eventuale presenza di specie invasive saranno valutati tramite rilievo fatto da un operatore subacqueo lungo il transetto monitorato durante lo stato di bianco.

Al fine di valutare lo stato di salute e l'evoluzione dello stesso nel tempo, il monitoraggio delle praterie di Posidonia oceanica sarà effettuato:

- prima dell'inizio delle attività (situazione "di bianco");
- tra tre e sei mesi dall'inizio dei lavori di costruzione dello scanno;
- ogni anno dopo il precedente monitoraggio, fino alla fine lavori;
- tra tre e sei mesi dopo la fine dei lavori di costruzione dello scanno;
- tra sei mesi ed un anno dalla fine dei lavori.

4 Monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa

Ad integrazione dei contenuti di cui al presente Capitolo, si richiama lo Studio posto a corredo della presente Progettazione di fattibilità tecnico-economica e volto ad analizzare l'evoluzione delle spiagge comprese tra i Porti di Vado Ligure e Savona, in relazione alla realizzazione delle opere di cui alla fase n. 2 della nuova diga di Vado Ligure.

Inoltre, le attività di monitoraggio considerate terranno in conto dei rispettivi controlli eseguiti tra il 2021 e il 2022 con tecnica RTK ed effettuati a supporto della realizzazione del tratto della nuova diga in fase n. 1 (rif. Progetto P.742).

Tali pregresse osservazioni sono state eseguite nell'ambito del Piano di monitoraggio predisposto in relazione alla realizzazione del tratto in fase n. 1 (rif. Progetto P.742) della nuova diga, nonché approvato dalla Regione Liguria e con il quale si recepiscono le prescrizioni di cui alla D.G.R. n. 1131 del 02/12/2016.

Il monitoraggio del 2021-2022 è stato effettuato con l'impiego di dispositivi APR (aeromobile a pilotaggio remoto o drone aereo) abilitati all'utilizzo della tecnica RTK (ossia: Real Time Kinematic), con correzioni delle posizioni di presa mediante Rete GNSS Liguria (ossia: Global Navigation Satellite System Liguria).

I dati acquisiti dalle osservazioni condotte in precedenza presso il tratto costiero d'interesse sono stati organizzati, per agevolare la gestione, suddividendo il litorale in un reticolo chilometrico a maglia quadrata, come illustrato in Fig. 4.1 (quest'ultima estrapolata dalla Relazione sui rilievi già effettuati):



Fig. 4.1 – Quadro d'unione del reticolo chilometrico a maglia quadrata definito per l'esportazione dei risultati ottenuti dalle osservazioni condotte nel 2021+2022 anche in merito all'evoluzione della costa indagata.

Ai fini della presente Sezione, i successivi Paragrafi riportano sia la condizione attuale del tratto di costa compreso tra gli Scali marittimi citati nonché risultante dal contributo dei processi erosivi e di alimentazione che vi intervengono, così come rilevato in occasione delle

osservazioni di cui sopra effettuate nel 2021 e nel 2022, sia le modalità di monitoraggio previste durante ed a seguito del completamento delle opere in progetto, allo scopo di verificare l'evoluzione nel tempo del litorale d'interesse, sia nell'ambito delle fasi realizzative delle opere e sia a seguito dell'avvenuta formazione del tratto di diga in fase n. 2.

4.1 **LO STATO ATTUALE**

Considerando l'intero sviluppo del litorale oggetto d'analisi è possibile associare quest'ultimo ad una delle principali caratteristiche fisiografiche che consentono di descriverne la forma, ossia la profondità della baia (rif. Klein et al. 2002). Tale parametro, per il tratto costiero compreso tra i Porti di Vado Ligure e Savona, è risultato pari a circa 1,4, identificando così la sua ridotta curvatura e contribuendo così ad agevolare la comprensione dei processi fisici che concorrono nell'ambito dell'evoluzione morfologica del litorale d'interesse.

Precisando come l'attività di monitoraggio svolta nel 2021 e 2022 presso il tratto costiero considerato abbia contemplato l'esecuzione in corso all'atto del rilievo citato delle opere di cui al Progetto cod. P.755 riguardante la realizzazione dell'intervento strutturale a difesa della costa di Vado Ligure per mezzo dell'esecuzione di un ripascimento e contestuale formazione di due secche di stabilizzazione e di un pennello in corrispondenza della Foce del Rio Valletta, successivamente si riportano le raffigurazioni rappresentanti la schematizzazione dei settori di litorale contraddistinti da evoluzione morfologica:

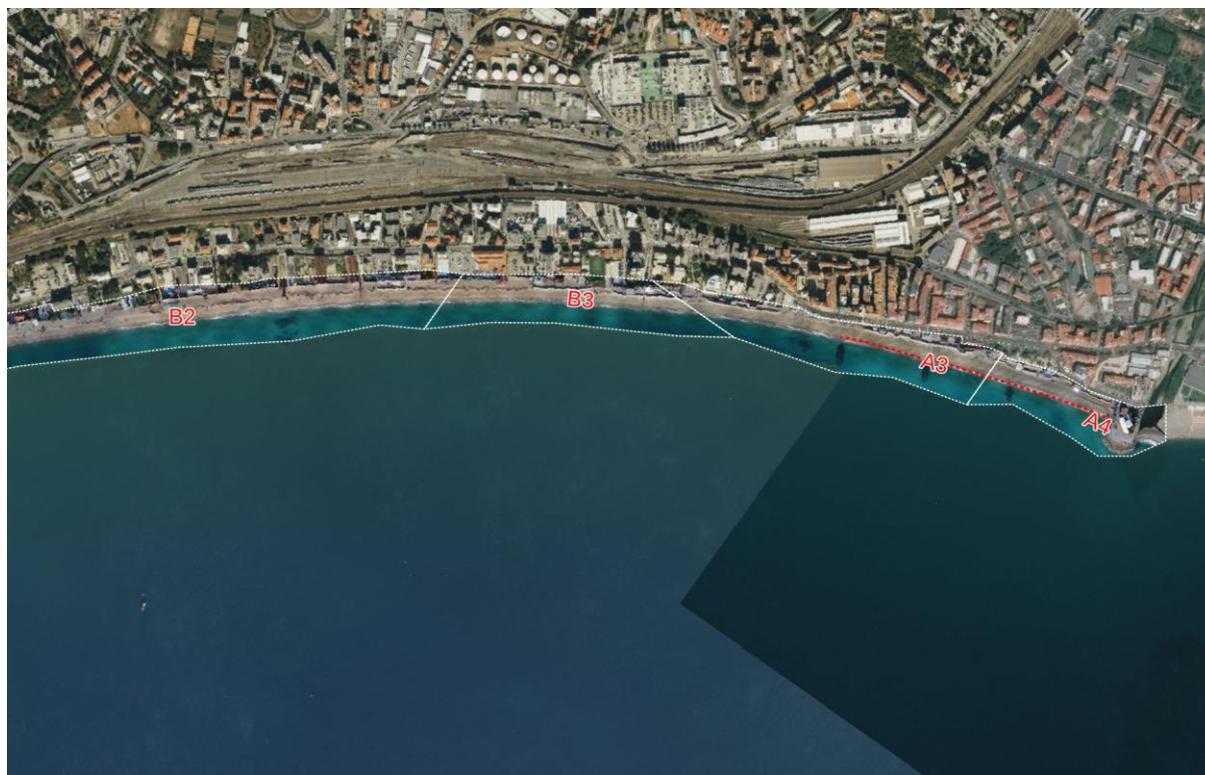


Fig. 4.2 – Evoluzione morfologica del tratto di costa più a Nord tra quelli indagati in precedenza nel 2021-2022 (la linea tratteggiata di colore rosso denota la porzione di litorale in prevalente erosione).



Fig. 4.3 – Evoluzione morfologica del tratto di costa più a Sud tra quelli indagati in precedenza nel 2021-2022 (la linea tratteggiata di colore verde indica la costa in prevalente deposito, mentre il tratteggio di colore rosso denota la porzione di litorale in prevalente erosione).

In riferimento ai settori litoranei appena identificati, di seguito s'illustrano i dettagli grafici estrapolati dalla Relazione sulle osservazioni eseguite nel 2021 e 2022, relative all'evoluzione morfologica del tratto costiero considerato (nelle Figure seguenti la linea continua di colore giallo identifica la morfologia litoranea rilevata nel 2021, mentre la linea tratteggiata di colore rosso indica la morfologia di costa osservata nel 2022):

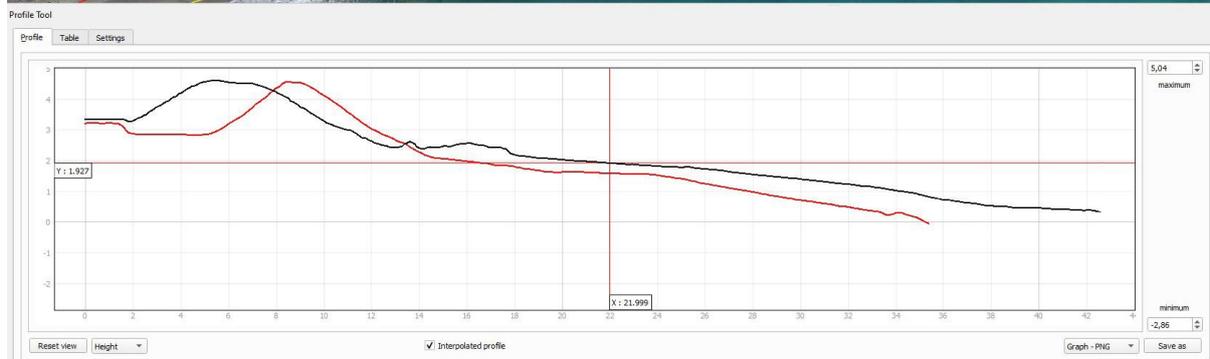
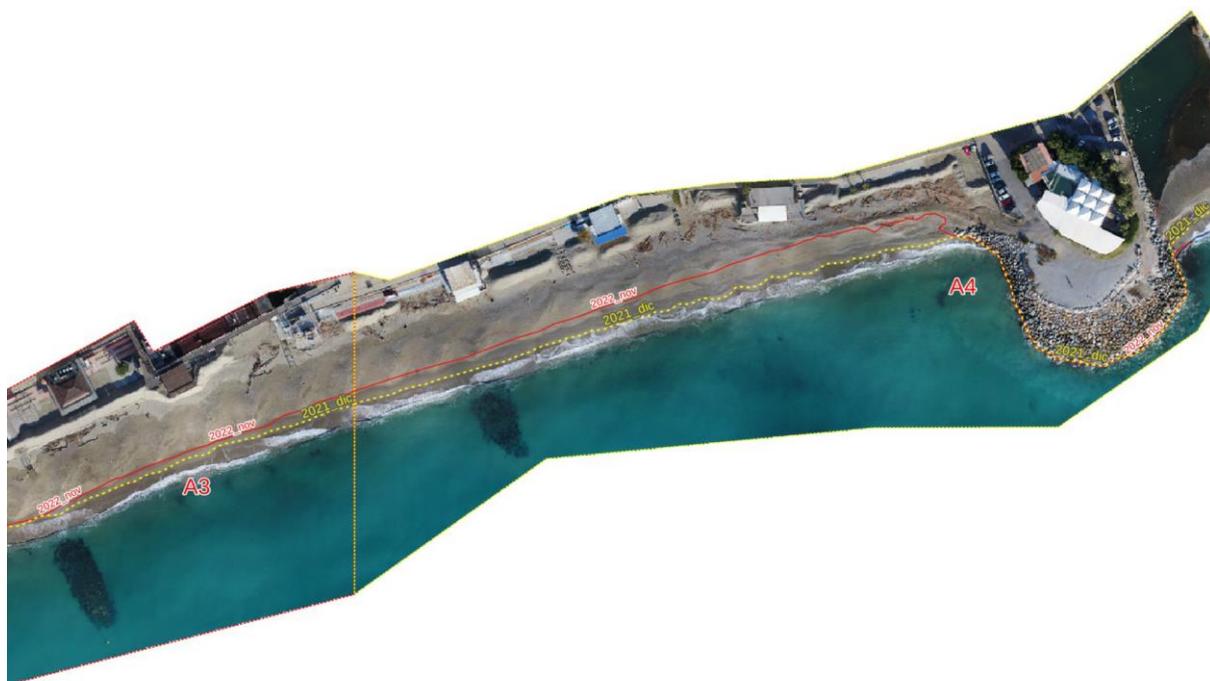


Fig. 4.4 - Tratto A (quadrante A4 e parte di A3). Evoluzione di un tratto in erosione (quadrante A4). In rosso il profilo 2022, in nero il profilo 2021. Ortomosaico riferito al 2021.

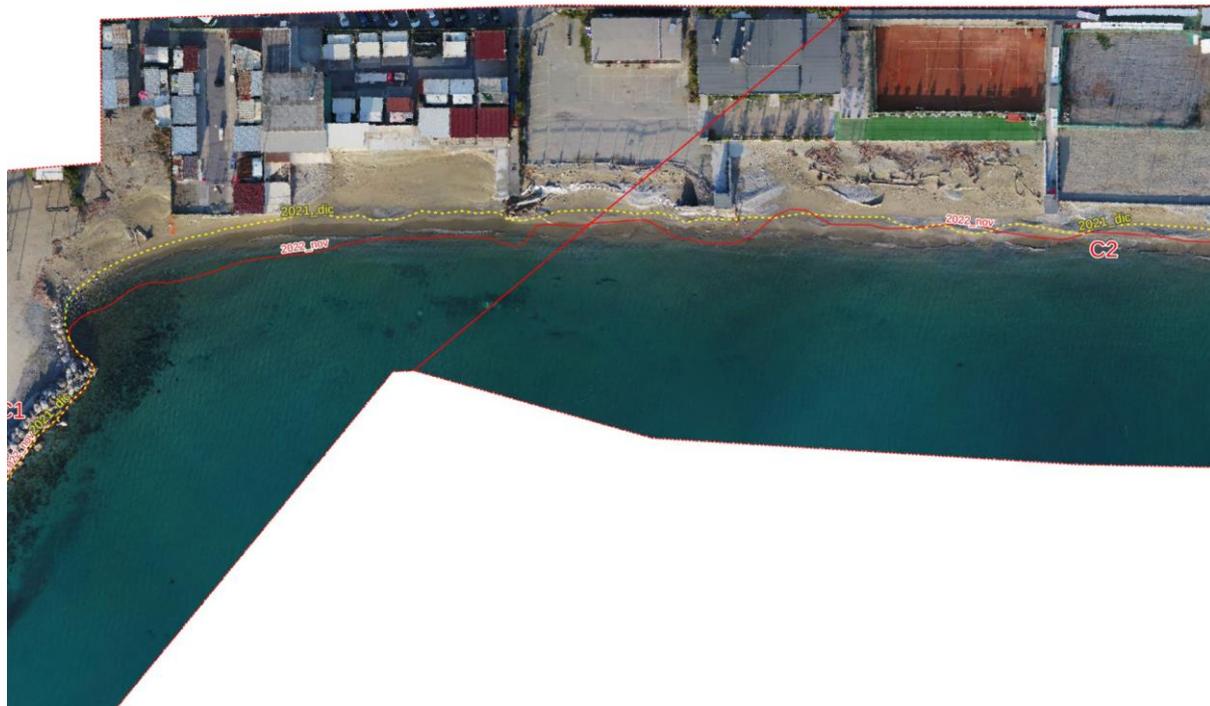


Fig. 4.5 - TRATTO C (quadrante C2). Evoluzione di un tratto in accrescimento per deposito.



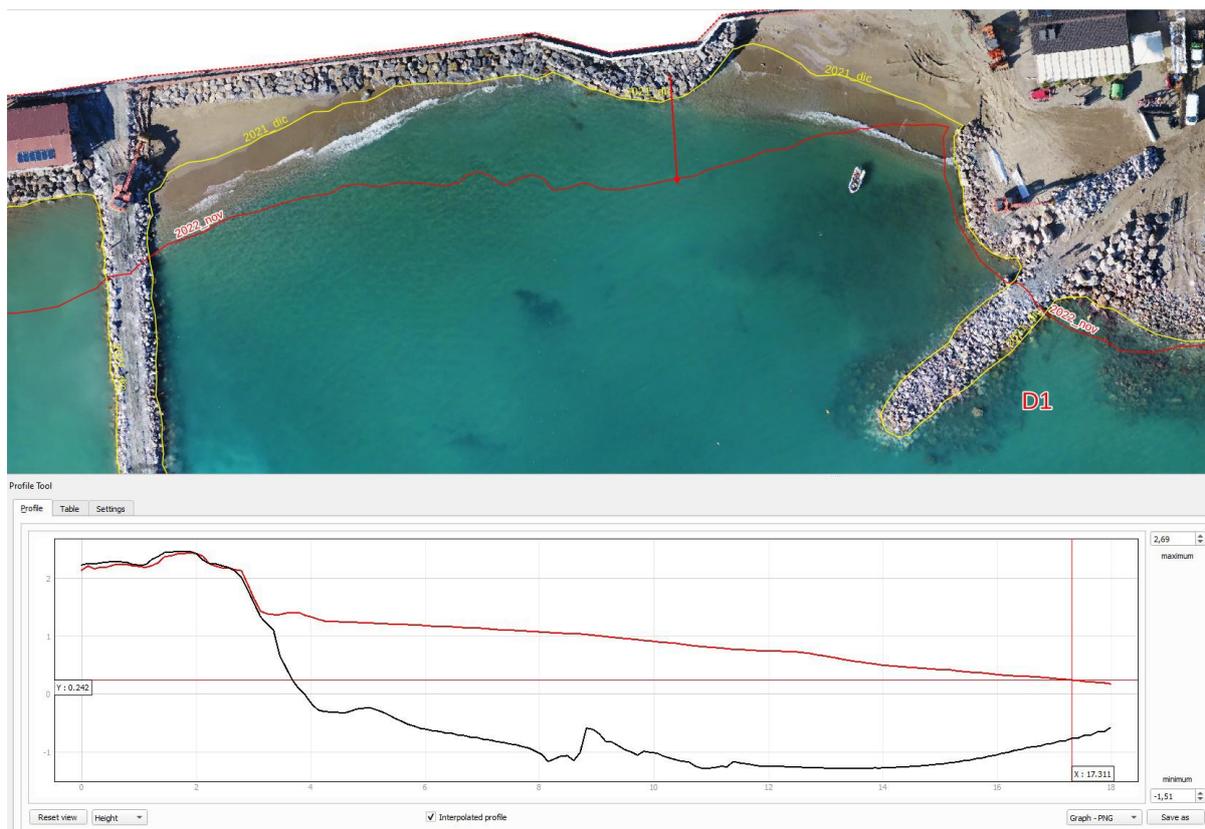


Fig. 4.6 - Tratto E (quadrante D1). Evoluzione di un tratto in deposito (quadrante D1). In rosso il profilo 2022, in nero il profilo 2021. Ortomosaico riferito al 2021.



Fig. 4.7 – Tratto F (quadranti D1 e E1). Evoluzione morfologica in parte di deposito (agli estremi della porzione costiera osservata) ed in parte in erosione (tratto centrale del litorale considerato).

4.2 **PREVISIONI DI MONITORAGGIO**

Il monitoraggio proposto sarà finalizzato a valutare l'evoluzione delle parti a terra (Sottoparagrafo 4.2.1) e delle parti a mare (Sottoparagrafo 4.2.2) della morfologia costiera con particolare riferimento alla linea di costa. Si prevede di effettuare i monitoraggi con cadenza annuale per l'intera durata dei lavori in Progetto, con estensione temporale del monitoraggio anche in un periodo successivo alla realizzazione delle opere di cui alla fase n. 2 della nuova diga, con cadenza e modalità da valutare in funzione dell'analisi dei dati raccolti nelle prime campagne e dell'eventuale esecuzione di future strutture.

I primi rilievi saranno eseguiti in una fase antecedente ai lavori di realizzazione dello scanno d'imbasamento, così da rappresentare una situazione "di bianco".

L'estensione temporale a seguito dei lavori relativa al monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa e delle rispettive batimetriche sarà concordata con le Istituzioni di riferimento, tenendo in conto anche delle risultanze riscontrate a riguardo ed acquisite durante la realizzazione delle opere in Progetto.

Il monitoraggio della linea di costa potrà essere effettuato nella porzione di litorale delimitata a Sud dalla piattaforma multifunzionale e a Nord dalla Foce del Torrente Letimbro, fatto salvo eventuali differenti prescrizioni da parte delle Organi istituzionali di riferimento per la Valutazione d'Impatto Ambientale.

4.2.1 Monitoraggio parti a terra

Analogamente alla metodologia applicata in relazione alla formazione delle opere della diga di cui alla fase n. 1 (rif. Progetto P.742), il monitoraggio della costa emersa sarà effettuato mediante l'impiego di tecniche fotogrammetriche da drone con immagini ad alta risoluzione. Le caratteristiche plano altimetriche saranno acquisite utilizzando velivoli abilitati all'impiego di tecnica Real Time Kinematic (RTK) con flusso di correzioni fornite dalla rete SPIN 3 o da stazione base locale installata su un punto noto predeterminato.

Al fine di migliorare la precisione saranno materializzati alcuni target fotogrammetrici (10-20 punti) la cui posizione sarà determinata con strumentazione GNSS in modalità RTK base-rover. Essi saranno impiegati per la valutazione dell'accuratezza di posizionamento dei prodotti fotogrammetrici.

Per ogni rilievo saranno prodotti un ortomosaico a colori ad altissima risoluzione (pixel inferiore a 5 centimetri) e un modello digitale della superficie (depurato di eventuali ostacoli presenti al momento del rilievo) con risoluzione inferiore a 10 centimetri per pixel. I dati (nuvole di punti e raster) saranno georeferenziati nel sistema di riferimento ETRF2000-UTM, da cui sarà possibile estrarre informazioni plano-altimetriche su sezioni di interesse o sottoaree.

4.2.2 Monitoraggio parti a mare

Anche in tal caso, del tutto similmente a quanto effettuato per le opere realizzate nell'ambito della fase esecutiva n. 1 della nuova diga (rif. Progetto P.742), il monitoraggio della batimetria sarà effettuato con l'impiego di ecoscandaglio multibeam da natante e sarà eseguito fino alla batimetrica di -8 m s.l.m.m.. In prossimità della linea di battaglia il monitoraggio comprenderà i fondali fino alle minime profondità tecnicamente ottenibili e sarà comunque garantita la copertura almeno fino alla batimetrica dei -2 m s.l.m.m..

Per quanto concerne la metodologia del rilievo batimetrico si rimanda al “Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici” di marzo 2021 e s.m.i. dell’Istituto Idrografico della Marina, compresi gli Annessi 1÷5. L’Istituto Idrografico della Marina, organo cartografico di Stato, ha infatti il compito di redigere le normative tecniche per l’esecuzione dei rilievi idrografici e ne disciplina gli standard per i soggetti esterni.

I rilievi dovranno essere effettuati a mezzo di natante equipaggiato con laser scanner ed ecoscandaglio multibeam, con ampiezza di spazzata non inferiore a 120° con un beam pari a 512 e dovrà essere interfacciato con piattaforma inerziale completa per monitorare e compensare tutti i movimenti lineari e rotazionali dell’imbarcazione. La copertura del multibeam deve consentire una sovrapposizione compresa tra il 20% ed il 30% dell’area indagata dai passaggi precedenti. Dovrà essere utilizzato un GPS topografico a doppia frequenza in modalità Real Time Kinematic (RTK) registrando la quota ellissoidica alla fine di eseguire un doppio controllo sulle variazioni della superficie marina. La strumentazione da utilizzare, la qualità delle misure e le procedure dovranno avere l’accuratezza e l’affidabilità riportati nelle tabelle seguenti, riprese in conformità al suddetto “Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici” di marzo 2021:

TABELLA 1
 Minimi Standard batimetrici per i rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione
 (da leggere congiuntamente all’intero testo del presente documento)

Ordine	Speciale Nazionale	Speciale	1a	1b	2
Descrizione area	Aree in cui il battente d’acqua sotto chiglia è critico e caratterizzate da specifici criteri di manovrabilità. <i>Port management.</i>	Aree in cui il battente d’acqua sotto chiglia è critico.	Aree con battente d’acqua sotto chiglia meno critico ma in cui è possibile la presenza di ostacoli significativi per la navigazione in superficie.	Aree in cui il battente d’acqua sotto chiglia non è considerato problematico per il tipo di navigazione in superficie previsto in quella zona.	Aree (con profondità generalmente > 200 m) in cui è ritenuta sufficiente una rappresentazione generica del fondale.
IOT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	0.5 m	2 m	5 m + 5% della profondità	5 m + 5% della profondità	20 m + 10% della profondità
IVT massima consentita (Livello di confidenza 95%) (1)	a = 0.10 m b = 0.0075	a = 0.25 m b = 0.0075	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.5 m b = 0.013	a = 1.0 m b = 0.023
Rilevamento di ostacoli (2)	Ostacoli cubici > 0.5 m	Ostacoli cubici > 1 m	Ostacoli cubici > 2 m in profondità fino a 40 m; 10% della profondità oltre i 40 m	Non specificato	Non specificato
Ricerca sul fondo (3)	200 %	100 %	100 %	Raccomandata ma non richiesta	Raccomandata ma non richiesta
Copertura batimetrica (4)	200 %	100 %	≤ 100%	5 %	5 %

Tabella 1: minimi standard batimetrici per i rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione (fonte: “Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici” in versione aggiornata al 2021).

TABELLA 2
Altri minimi Standard per rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione
 (da leggere congiuntamente all'intero testo del presente documento)

Gli Standard contenuti nella presente tabella si applicano solo quando tali misurazioni sono richieste per il rilievo.

Tutte le incertezze sono espresse a livello di confidenza 95%

Ordine		Ordine Speciale Nazionale	Ordine Speciale	1a	1b	2
Topografia, oggetti e ausili alla navigazione fissi sopra il livello di riferimento verticale, significativi per la navigazione	IOT [m]	0.5 m	2 m	2 m	2 m	5 m
	IVT [m]	0.25 m	0.5 m	1 m	2 m	2 m
Oggetti e ausili alla navigazione galleggianti	IOT [m]	2 m	10 m	10 m	10 m	20 m
Linea di costa	IOT [m]	1 m	10 m	10 m	10 m	10 m
Oggetti e topografia, sopra il livello di riferimento verticale, meno significativi per la navigazione	IOT [m]	1 m	10 m	20 m	20 m	20 m
	IVT [m]	0.3 m	0.5 m	1 m	2 m	3 m
Altezza di sicurezza sul datum verticale, larghezza utile, linea di equidistanza, altezze dei settori luminosi (1)	IOT [m]	1 m	2 m	5 m	10 m	10 m
	IVT [m]	0.3 m	0.5 m	1 m	2 m	3 m
Misurazioni angolari (2)	gradi	0.5 gradi				
Direzione correnti	gradi	10 gradi				
Velocità correnti	nodi	0.1 nodo				

Note:

- (1) Si riferisce a misurazioni relative a ostruzioni sopra il datum verticale come ponti e cavi che possono rappresentare un pericolo per la navigazione. Linea di equidistanza, altezze dei settori luminosi possono essere utilizzati per determinare la distanza dalla costa.
- (2) Include le misurazione dei settori luminosi, luci direzionali, luci di guida e di allineamento, rotte di sicurezza e allineamenti.

Tabella 2: altri minimi standard batimetrici per i rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione (fonte: "Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici" in versione aggiornata al 2021).

Per poter essere pienamente utilizzati, tutti i dati devono rispondere a determinati requisiti di incertezza e quindi vanno raccolti e gestiti secondo procedure standardizzate in ogni fase e devono essere corredati di tutti i metadati necessari per futuri controlli e confronti.

Fondamentale è la fase di calibrazione delle apparecchiature e la loro manutenzione.

Nell'Annesso 1 del Disciplinare Tecnico dell'Istituto Idrografico della Marina sono riportate tutte le operazioni necessarie per un corretto svolgimento delle operazioni di rilievo batimetrico.

In osservanza ai contenuti di cui al Paragrafo 6.1 del "Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici" di marzo 2021, le attività di rilevazione idrografica devono sempre essere certificate a cura del personale di qualificato (vedere i modelli riportati successivamente in Fig. 4.8), precisando il pieno rispetto del citato Disciplinare tecnico.

CERTIFICAZIONE DEL RILIEVO IDROGRAFICO

Per i professionisti in possesso del Brevetto di Cat. A (Cap. 5 a I)

CERTIFICAZIONE del RILIEVO		
Responsabile	DATA	Firma
<p>Io sottoscritto _____ in possesso del "Certificate of Field Proficiency of Hydrographic Surveyor specialized in Nautical Charting Hydrography" N. _____ rilasciato in data _____, certifico che i rilievi effettuati dalla _____ nel periodo dal _____ al _____ presso l'area _____ sono stati effettuati seguendo i minimi standard previsti dalla pubblicazione Disciplinare Tecnico II 3176 edita dall'Istituto Idrografico della Marina.</p> <p>Ordine _____</p> <p>L'invio dei dati all'IIM sarà effettuato a cura:</p> <p><input type="checkbox"/> Certificatore</p> <p><input type="checkbox"/> Autorità Committente</p>	<p>__/__/__</p>	

Oppure per le figure professionali previste dalla normative (Cap 5. b I):

CERTIFICAZIONE del RILIEVO		
Responsabile	DATA	Timbro e Firma
<p>Io sottoscritto _____ in possesso del titolo di _____¹¹, iscritto all'albo di _____ in data _____ con esperienza pluriennale in ambito idrografico certifico che i rilievi effettuati dalla _____ nel periodo dal _____ al _____ presso l'area _____ sono stati effettuati seguendo i minimi standard previsti dalla pubblicazione Disciplinare Tecnico II 3176 edita dall'Istituto Idrografico della Marina.</p> <p>Ordine _____</p> <p>L'invio dei dati all'IIM sarà effettuato a cura:</p> <p><input type="checkbox"/> Certificatore</p> <p><input type="checkbox"/> Autorità Committente</p>	<p>__/__/__</p>	

¹¹ Inserire il titolo del professionista e la relativa iscrizione all'albo professionale di chi effettua la verifica/collauda del rilievo come previsto nel Cap. 5 b) (Competenze e Responsabilità).

Fig. 4.8 - Modulistica di riferimento da compilare da parte dei Soggetti di cui al Capitolo 5 a) e 5 b) del Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici per la certificazione del rilievo idrografico (fonte: Annesso 2 al "Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici" in versione aggiornata al 2021).

Inoltre, in conformità alle prescrizioni di cui al Paragrafo 6.7 del Disciplinare tecnico richiamato, le profondità misurate devono essere ridotte a un determinato datum verticale

attraverso correzione per riportare i dati alla superficie del mare (immersione, heave, velocità del suono) ed eliminare l'effetto della marea e del moto ondoso.

I dati idrografici devono essere riferiti ad un unico datum temporale, per cui si raccomanda di utilizzare i sistemi Global Navigation Satellite System che forniscono la stima dell'orario del datum temporale UTC. Il rilievo deve essere inquadrato sui punti fiduciali e capisaldi della rete che è agganciata a quella IGM, forniti prima dell'avvio del servizio.

Al fine di evitare errori sistematici nei dati acquisiti saranno accuratamente misurate o certificate la posizione orizzontale e la quota di tutti i sensori installati a bordo dell'imbarcazione mediante stazione totale o facendo riferimento agli schemi costruttivi di fabbrica. Tutte le posizioni e gli offset misurati saranno poi inserite nel sistema di navigazione.

Il posizionamento dell'imbarcazione sarà ottenuto mediante una coppia di ricevitori GPS con metodologia RTK con approssimazione centimetrica, di cui uno (base) sarà posizionato a terra in corrispondenza di caposaldo IGM o altro collegato sempre alla rete IGM e verificato, mentre l'altro (rover) sarà a bordo dell'imbarcazione.

Il sistema di posizionamento dell'imbarcazione provvederà a calcolare in continuo la posizione dell'antenna GPS posta sull'imbarcazione. La posizione aggiornata sarà poi inviata a mezzo di porta seriale al sistema di navigazione, che in base alle coordinate GPS, alla posizione dei trasduttori a bordo dell'imbarcazione ed all'orientamento dell'imbarcazione stessa provvederà a calcolare in tempo reale le posizioni di tutti i trasduttori installati sull'imbarcazione. Le posizioni calcolate saranno poi inviate ai vari sistemi di acquisizione per la corretta georeferenziazione dei dati acquisiti.

Il sistema di navigazione dovrà inoltre permettere in tempo reale la visualizzazione della posizione dell'imbarcazione, consentendo al pilota la conduzione del mezzo su linee di navigazione prefissate.

I dati dei rilievi batimetrici saranno consegnati secondo le indicazioni del Disciplinare dell'Istituto Idrografico della Marina, e nello specifico dovranno essere adeguatamente prodotti e condivisi con la Scrivente Autorità di Sistema Portuale i seguenti elaborati, unitamente alla Certificazione del rilievo idrografico secondo i modelli illustrati dalla Fig. 4.8:

- relazione descrittiva del rilievo;
- descrizione delle procedure adottate;
- specifiche tecniche della strumentazione utilizzata;
- aggiornamento delle tavole dei rilievi batimetrici al 1000 ed al 500 riportate negli elaborati grafici e restituite secondo gli standard della Scrivente Autorità di Sistema Portuale.

Di seguito, a completamento di quanto appena riportato, si raffigura uno schema riepilogativo che sintetizza gli elementi da inviare all'Istituto Idrografico della Marina, ai fini delle rispettive verifiche previste in relazione ai rilievi batimetrici effettuati:

DISCIPLINARE TECNICO I.I. 3176 Edizione 2021		
DATI IN FORMATO DIGITALE		
VOCE ¹²	O (OBBLIGATORIO)/ P (PREFERIBILE)	Allegato SI/NO
RELAZIONE TECNICA in accordo all'Annesso 1 e 2	O	
Calibrazioni in Situ effettuate (<i>time delay, pitch, roll, heading, bar check, eccetera</i>) (<i>VS, raw data, riepilogo, eccetera</i>)	O	
File delle misure batimetriche originali (<i>raw data</i> es. *.all, *.pds, *.xtf, .etc)	O	
Progetto di elaborazione dati batimetrici completo	P	
File delle misure geodetiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> RINEX o altri) (Rientrano in questo invio anche i file per il PPK o similari)	O	
File delle misure topografiche (se effettuate o disponibili) originali ed elaborati (<i>raw data</i> e in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
Ortofoto (se disponibili)	P	
File delle misure mareometriche e barometriche (<i>raw data</i> e in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
File delle correzioni di marea (ASCII/foglio elettronico)	P	
File delle misure di velocità del suono (<i>raw data</i> e/o in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
File di <i>backscatter</i> acustico MB e geofisici (<i>raw data</i> e immagini SSS)	P	
File di LOG (a complemento dei brogliacci di scandagliamento)	P	
File di prodotti di elaborazione dei dati delle mappe batimetriche, geotopografiche, planimetrie etc.	P (O¹³)	

¹² I dati minimi da ricevere per poter essere in grado di VERIFICARE un rilievo idrografico sono tutti quelli obbligatori.

¹³ Obbligatori soltanto i grigliati dei punti batimetrici (x,y,z) ottenuti dall'elaborazione dai dati *raw*, con applicati i dati di *offset*/sensori di movimento/velocità del suono e marea: passo non superiore alla metà della *feature detection* prevista per il rilievo.

Fig. 4.9 – Documentazione da trasmettere all'Istituto Idrografico della Marina ai fini delle corrispondenti verifiche riguardanti le rilevazioni batimetriche eseguite (fonte: Annesso 2 al "Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici" in versione aggiornata al 2021).

Gli elaborati in formato "DWG" dovranno essere georeferenziati nello spazio modello su sistema di riferimento ETRF2000-UTM, che è il sistema di riferimento ufficiale nazionale, inoltre richiesto da Regione Liguria e dall'Istituto Idrografico della Marina. Si richiede di predisporre nello specifico: i layout di stampa in scala 1:1000 con isobate a 0,5 m, ed i layout di stampa in scala 1:5000 con isobate a 2 m, comprensivi di griglia di georeferenziazione, delle varie aree indagate.

Dovranno essere restituiti, inoltre, le geogriglie tridimensionali, le 3D GRID, dei rilievi in file con estensione ".xyz" e risoluzione minima 0.25 m georeferenziati nei seguenti sistemi di riferimento: UTM-WGS84 e UTM-ETRF2000 oltre ad un supporto fisico hardware contenente i file RAW (nuvole di punti grezze) dei rilievi effettuati ed i vari parametri utilizzati in fase di

acquisizione e post-processione dei dati. Questi ultimi dovranno essere riassunti in una breve relazione descrittiva da allegare ad ogni campagna di rilievo.

A partire dall'anno 2010, prima della realizzazione della Piattaforma Multifunzionale di Vado Ligure sono state effettuate diverse campagne di rilievi batimetrici, nelle aree della Piattaforma, sulla costa di Savona e di Vado Ligure ed all'interno di entrambi i bacini portuali di Savona e Vado, finalizzate alla definizione dello stato di fatto delle batimetrie, propedeutico alla redazione di diversi progetti esecutivi, ed al monitoraggio e controllo dell'evoluzione dei fondali e della porte immersa delle strutture di banchina e foranee.

Di seguito un breve elenco con la collocazione spazio-temporale delle varie campagne di rilievi effettuate in precedenza rispetto a quella già richiamata nel presente Documento (rif. Paragrafo 4.1):

- P.600 dal 2012 al 2020 – Impronta della Piattaforma Multifunzionale di Vado Ligure e testata della diga foranea di Vado Ligure nell'attuale configurazione durante i lavori di costruzione dell'opera;
- P.591 dal 2010 al 2014 - Costa savonese tra la foce del Torrente Letimbro e Zinola;
- P.768 S.aD. nel 2019 – Rilievi dei bacini Portuali di Savona e Vado Ligure comprese le opere foranee, Spiaggia delle Fornaci di Savona e Darsena Tecnica di Porto Vado;
- Anno 2020 – Training Progetto GRAMAS – Bacini Portuali di Savona e Vado Ligure comprese le opere foranee, in particolar modo lo specchio acqueo antistante la Banchina Costa nelle zone 8-9-10 del Porto di Savona, tratto di costa tra la foce del torrente Segno (Vado Ligure) e la spiaggia del Prolungamento (Savona)

Si precisa che gli elaborati grafici ed i dossier tecnici delle restituzioni dei vari rilievi appena elencati sono archiviati presso gli uffici della Direzione Lavori ed all'uopo potranno essere condivisi digitalmente con le modalità descritte nel Capitolo successivo.

5 Modalità di condivisione dei dati

Nella fase iniziale delle operazioni di versamento del materiale lapideo destinato alla realizzazione dello scanno d'imbasamento, i dati saranno condivisi attraverso Server FTP. L'FTP è un protocollo (File Transfer Protocol) utilizzato per il trasferimento di dati basato su un sistema client-server. L'FTP usa il Transmission Control Protocol (TCP) per il trasferimento dati e per lavorare richiede autenticazione del client attraverso nome utente e password. I dati verranno caricati settimanalmente sul server utilizzando un'apposita scheda giornaliera, ogni lunedì verrà effettuato l'upload delle schede della settimana precedente.

Successivamente, non appena le lavorazioni andranno a regime e dopo realizzazione di un web gis dedicato, la trasmissione dei dati avverrà attraverso questo strumento digitale, mantenendo sempre la medesima frequenza settimanale e modalità per il caricamento dei dati sul portale stesso.

I dati condivisi saranno disponibili e consultabili da tutte le parti interessate: Autorità di Sistema del Mar Ligure Occidentale, Regione Liguria / Fondazione CIMA, Impresa Esecutrice.

Relativamente ai monitoraggi per garantire l'assenza dell'impatto imputabile a ipersedimentazione e torbidità, con cadenza trimestrale (o da concordare con la Regione in funzione delle risultanze dei monitoraggi), si provvederà a trasmettere sintetiche relazioni

consuntive, atte a fornire una visione critica d'insieme sui fenomeni osservati attraverso i sensori di monitoraggio.

Per quanto riguarda il Monitoraggio dell'Evoluzione della Linea di Costa, si propone la condivisione dei dati in formato grid esportabile e interoperabile (tipo .xyz) oltre alle planimetrie altimetriche georeferenziate complete di curve di livello isobate/isoipse con dislivelli a 0,5 m (scala nominale 1:1'000) e a 2 m (scala 1:5'000), a seguito di ciascuna campagna.

Relativamente al Monitoraggio del coralligeno e della Posidonia oceanica sarà trasmessa una relazione descrittiva con allegate le risultanze a seguito di ciascuna campagna di indagine.