

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI



GENOVA 2025

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

**DISCIPLINARE TECNICO
PER L'ESECUZIONE E LA
STANDARDIZZAZIONE DEI
RILIEVI IDROGRAFICI**



GENOVA 2025

Istituto Idrografico della Marina

ISBN 979-12-5646-559-0

Passo dell'Osservatorio, 4 – 16135 Genova

Tel.: +39 010 24431 Telefax: +39 010 261400

PEC: maridrografico.genova@postacert.difesa.it

PEI: maridrografico.genova@marina.difesa.it

Sito: www.marina.difesa.it

Stampato dall'Istituto Idrografico della Marina – Ufficio Editoriale – Novembre 2025



Marina Militare

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

APPROVAZIONE

Il Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina,

VISTO l'articolo 117, comma 2 lettera r) della Costituzione;

VISTA la Legge 2 febbraio 1960, n. 68, Norme sulla cartografia ufficiale dello Stato, e in particolare l'articolo 1, dove si sancisce che l'Istituto Idrografico della Marina è organo cartografico dello Stato e che le carte nautiche sono "cartografia ufficiale" dello Stato;

VISTO l'articolo 27 comma 2 del Regolamento per l'esecuzione del Codice della navigazione;

VISTA la Legge 15 novembre 1973, n. 925, Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla Organizzazione Idrografica Internazionale (*International Hydrographic Organization* - IHO);

VISTA Legge 2 dicembre 1994, n. 689, Ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, con allegati e atto finale, fatta a Montego Bay il 10 dicembre 1982, nonché dell'accordo di applicazione della parte XI della convenzione stessa, con allegati, fatto a New York il 29 luglio 1994 e in particolare gli articoli 245, 246 della stessa, che prescrivono la possibilità per lo Stato costiero (inteso come Stato-amministrazione) di autorizzare e regolamentare la ricerca scientifica nelle acque sottoposte alla giurisdizione nazionale e quindi anche l'esecuzione dei rilievi idrografici;

VISTA la Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare (Ratificata con Legge 23 maggio 1980, n. 313 – G.U. n. 190 del 12 luglio 1980 - Suppl. Ordinario) e in particolare le regole 2 e 9 del Capitolo V così come emendate;

VISTA la Legge 28 gennaio 1994, n. 84, Riordino della legislazione in materia portuale e in particolare gli articoli 4, 5, 5 bis e 8;

VISTO il Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni e agli Enti Locali, in attuazione del capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59, e in particolare gli articoli 94 e 105;

VISTO il Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, e successive modificazioni, recante Codice dell'amministrazione digitale;

VISTA la Legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni, recante nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi;

VISTO il Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE e in particolare gli articoli 68 - Specifiche tecniche, 127 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e 141 - Collaudo dei lavori pubblici;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207, Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture» e in particolare i Titoli II – Progettazione e verifica del progetto e X - Collaudo dei lavori;

PRESO ATTO che a livello internazionale sono state emesse dall'International Hydrographic Organization le nuove norme per la standardizzazione e la realizzazione dei rilievi idrografici al fine di migliorare la sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino e comunque di ogni altro uso legittimo del mare tramite la pubblicazione *Standards for Hydrographic Surveys* (IHO S-44) Edizione 6.1.0, ottobre 2022;

VISTE le Pubblicazioni S-5A - *Standards of competence for category "A" Hydrographic Surveyors First Edition (Version 1.0.2 – June 2018), Published by the International Hydrographic Bureau MONACO* e S-5B *Standards of competence for category "B" Hydrographic Surveyors First Edition (Version 1.0.1 – June 2017), Published by the International Hydrographic Bureau MONACO*;

VISTA la pubblicazione IHO C-13 – “Manual on Hydrography”, First Edition (May 2005 correction to February 2011) *Published by the International Hydrographic Bureau MONACO*;

VISTO l'articolo 117 del Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66, Servizio idrografico della Marina militare;

VISTA la pubblicazione IHO S-68 – “Guidelines and recommendations for hydrographic offices for the allocation of CatZOC/QoBD values from survey data”, Edition 1.1.0 (March 2025) *Published by the International Hydrographic Organization MONACO*;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90, Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare, in particolare gli articoli 221 e 222 comma 1 lettere b), c), d), e), g) e l), nei quali sono conferite all'Istituto Idrografico della Marina le funzioni di concorrere alla sicurezza della navigazione, di redigere normative tecniche per la standardizzazione dei rilievi idrografici, creare un sistema informativo geografico che raccolga, tutti i dati idro-oceanografici provenienti dai rilievi effettuati nelle acque di giurisdizione dallo stesso Istituto e da enti pubblici e privati; gestire e mantenere aggiornata, con il concorso delle altre amministrazioni dello Stato e delle associazioni private operanti nel settore, la banca dati di tutti i relitti, di interesse storico e non, giacenti sui fondali delle acque marine sottoposte alla giurisdizione nazionale e di conferire la qualifica di idrografo;

VISTO il Decreto Legislativo 13 ottobre 2010, n. 190 (G.U. n.270 del 18 novembre 2010) - Attuazione della direttiva 2008/56 CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino e in particolare la Tab. 1 - voce variazione spaziale e temporale della batimetria.

VISTO il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 (G.U. n. 48 del 27 febbraio 2012 - Suppl. Ordinario n. 37) - Adozione del sistema di riferimento geodetico nazionale;

VISTO il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 (G.U. n. 48 del 27 febbraio 2012 - Suppl. Ordinario n. 37), Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici;

VISTO il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 (G.U. n. 48 del 27 febbraio 2012 - Suppl. Ordinario n. 37), Regole tecniche per la formazione, la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10000;

VISTO il Decreto Legislativo 24 gennaio 2006, n. 36, Attuazione della direttiva 2003/98/CE relativa al riutilizzo di documenti nel settore pubblico;

VISTO il Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 32, Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE);

VISTO il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 01 dicembre 2017, inerente alle linee guida contenenti gli indirizzi e i criteri per la predisposizione dei piani di gestione dello spazio marittimo e le pianificazioni discendenti;

VISTO il foglio prot. n. 745 del 29 gennaio 2016 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con il quale si richiamano le Autorità Portuali e i Provveditorati interregionali OO.PP. al rispetto

del contenuto del *Disciplinare tecnico* edito dall'Istituto Idrografico della Marina;

VISTA la pubblicazione ASPRS (*American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*) *Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data (2024) Edition 2, Version 2*;

VISTA la pubblicazione ASPRS (*American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*) *Guidelines on Quantifying Horizontal Sampling Density of Aerial Lidar Point Cloud Data - Edition 1, Version 1.0 – January 2025*

CONSIDERATO che le pubblicazioni editate dall'ASPRS sono comunemente impiegate nella standardizzazione dei rilievi aerofotogrammetrici o dei *Airborne Lidar Topography* (ALT) dettando gli standard e i controlli da eseguire durante le misurazioni;

CONSIDERATO che la pubblicazione "*Standards for Hydrographic Surveys* (IHO S-44)" determina solo le accuratezze minime standard per garantire la sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino chiarendo:

- che spetta a ogni singolo Stato determinare eventuali e più appropriate procedure specifiche e accuratezze più stringenti;
- che è compito dei singoli Uffici Idrografici nazionali emanare le norme tecniche nazionali anche al fine di adeguarle al singolo uso e alle specifiche esigenze;
- che è compito degli Uffici Idrografici nazionali creare prodotti e servizi nautici atti a permettere la navigazione in sicurezza;
- che è compito degli Uffici Idrografici nazionali acquisire rilievi con l'ordine più appropriato per garantire la navigazione in sicurezza nell'area di interesse;

VISTA la definizione di idrografia data dall'IHO (*L'idrografia è quella branca delle scienze applicate che si occupa della misura e della descrizione delle caratteristiche fisiche di oceani, mari, aree costiere, laghi e fiumi, nonché della previsione dei relativi cambiamenti nel tempo, con lo scopo primario di garantire la sicurezza della navigazione e di supportare tutte le altre attività in mare, compresi lo sviluppo economico, la sicurezza e la difesa, la ricerca scientifica e la tutela dell'ambiente*) e quindi di rilievo idrografico come attività di misura delle caratteristiche fisiche del mare e della zona costiera;

CONSIDERATO QUINDI che tra i rilievi idrografici rientrano anche i rilievi geo-topografici;

RITENUTO pertanto di dover concorrere a garantire la sicurezza della navigazione nei porti, nei canali di accesso agli stessi e nei litorali, anche attraverso l'emanazione di regole attuative di norme riconosciute a livello nazionale e internazionale;

CONSIDERATO che l'accuratezza, la precisione e la verificabilità della misura del fondo marino hanno immediati e diretti riflessi sulla sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino e non dipendono solo dalla precisione dello strumento utilizzato, ma soprattutto dai processi e dalle lavorazioni impiegate;

CONSIDERATO che le misure di profondità possono essere ripetibili, comparabili e soprattutto verificabili solo attraverso l'adozione di un sistema e di una modalità unici di esecuzione del rilievo idrografico;

RITENUTO opportuno, anche alla luce all'evoluzione tecnologica, determinare più stringenti limiti di accuratezza delle misure per particolari aree sensibili dove insistono maggiori quantità di traffici di merci pericolose o inquinanti, quali i porti maggiori e i canali di accesso agli stessi;

CONSIDERATO che il navigante viene a conoscenza dello stato giuridico e fisico dei luoghi principalmente tramite la documentazione nautica ufficiale dello Stato e in particolare tramite la carta nautica e che quindi su tali documenti le informazioni devono essere riportate;

CONSIDERATO che tutti i rilievi idrografici da chiunque effettuati devono essere inviati all'Istituto Idrografico della Marina ai sensi dell'articolo 222 del DPR 90/2010, e che lo stesso li utilizza per la realizzazione della Cartografia Ufficiale dello Stato, cartografia che, ai sensi del DPR 1 dicembre 2017, costituisce la base unica per la pianificazione degli spazi marittimi e che pertanto i dati da

chiunque raccolti devono essere comparabili tramite l'adozione di comuni modalità e procedure;
CONSIDERATO che la normativa INSPIRE (direttiva 2007/2/CE) a livello specifico e quella generale relativa all'apertura dei dati e al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico (direttiva (UE) 2019/1024) e relativa l'apertura dei dati e al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico (direttiva (UE) 2019/1024) prevedono che le autorità pubbliche rendano disponibili i set di dati territoriali al fine di renderli fruibili fra le stesse autorità e per l'utenza e che ciò può avvenire solo se la misurazione e la raccolta sono effettuate in maniera armonizzata e standardizzata, poiché un dato non armonizzato non è comparabile né raffrontabile;

CONSIDERATA la positiva sperimentazione e i risultati ottenuti con la precedente edizione;

ARTICOLO 1

Approvazione

È approvato il seguente *Disciplinare*:

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI (I.I. 3176 – ed. 2025) di seguito allegato.

La presente edizione abroga l'edizione 2023.

ARTICOLO 2

Ambito di applicazione

Il presente *Disciplinare* deve essere applicato, dalla data di pubblicazione, a tutti i rilievi idrografici **eseguiti** nelle acque marittime sottoposte alla giurisdizione nazionale italiana.

GENOVA, li 7/11/2025

IL DIRETTORE

Contrammiraglio Fabrizio ORENZO

REGISTRAZIONE DELLE VARIANTI

[illegible]

INDICE

APPROVAZIONE 1/2025	3
REGISTRAZIONE DELLE VARIANTI.....	7
INDICE.....	9
1. PREMESSA	11
2. INTRODUZIONE	11
3. CAMPO DI APPLICAZIONE	13
4. COMPETENZE E RESPONSABILITÀ.....	13
5. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI	14
5.1. Generalità	14
5.2. Classificazione dei rilievi idrografici dei fondali	15
5.2.1. Ordine Speciale Nazionale	15
5.3. Datum Temporale Nazionale.....	16
5.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo e accuratezza orizzontale.....	16
5.5. Misure di posizione planimetrica dei fondali	17
5.6. Incertezza della posizione planimetrica dei fondali.....	17
5.7. Misure delle profondità	17
5.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità.....	18
5.9. Rilievo geo-topografico della linea di costa. Determinazione degli ausili alla navigazione	18
5.10. Ricerca anomalie di fondo.....	19
5.11. Misura del livello del mare	20
5.11.1. Variazioni del livello del mare	20
5.11.2. Monitoraggio del livello del mare	21
5.11.3. Misura del livello idrometrico durante le operazioni di rilievo	22
5.12. Misura della corrente	22
5.13. <i>Backscatter</i> (riflettività) e natura dei fondali.....	23
5.14. Misurazioni delle velocità del suono lungo la colonna d'acqua	24
5.15. Attributi dei dati (metadati)	25
5.16. Apparecchiature/strumenti.....	26
5.17. Stima dell'incertezza della misura	27
5.18. Presentazione dei risultati	28
6. STANDARD PER RILIEVI IDROGRAFICI	28
6.1. Introduzione.....	28
6.2. Standard minimi per i rilievi idrografici.....	29
6.2.1. Standard batimetrici.....	29
6.2.2. Altri standard relative al posizionamento e alle correnti	29
6.2.3. Unità di misura	29

ELENCO DELLE OPERAZIONI DA EFFETTUARE IN OCCASIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI	1
CHECKLIST 1 – OPERAZIONI PER L’ESECUZIONE DEL RILIEVO IDROGRAFICO.....	3
CHECKLIST 2 – DETTAGLIO DELLE SINGOLE OPERAZIONI IDROGRAFICHE	4
DOCUMENTAZIONE MINIMA NECESSARIA PER L’ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI	1
GLOSSARIO.....	1
STAZIONE DI MONITORAGGIO MAREOMETRICA.....	1

1. PREMESSA

Il presente *Disciplinare tecnico per l'esecuzione e la standardizzazione dei rilievi idrografici* prescrive e regola le modalità di esecuzione dei rilievi idrografici nelle acque marittime sottoposte alla giurisdizione nazionale italiana e si rivolge a chiunque svolga rilievi idrografici, privati e pubbliche amministrazioni. È formulato sulla base degli standard fissati nell'edizione 6.2.0 (ottobre 2024) della S-44 dall'*International Hydrographic Organization* (IHO).

Seguire regole standard significa garantire l'affidabilità e l'accuratezza dei dati e di conseguenza la loro sicurezza, consentendo la comparabilità tra misure eseguite nella stessa zona di mare in tempi diversi e la verificabilità dei dati anche da parte dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM). Si pensi, per esempio, all'attività di collaudo delle opere marittime o allo studio scientifico e al monitoraggio di un'area marina e costiera nel tempo.

Lo scopo del *Disciplinare* è regolamentare l'attività dei rilievi idrografici al fine di garantire primariamente la sicurezza della navigazione, e tutti gli altri legittimi usi del mare lungo le coste e, in generale, nelle acque sottoposte alla giurisdizione nazionale italiana, prescrivendo modalità e tecniche omogenee per tutti i rilevatori, sia che essi vengano condotti da Enti di Stato che da ditte private. Per tutto quello non espressamente riportato nel presente *Disciplinare* si faccia riferimento a quanto prescritto nella pubblicazione S44 Edizione 6.2.0 (ottobre 2024).

Il *Disciplinare* si propone altresì di conseguire sinergie progettuali e operative tra Enti Pubblici, i quali, operando in attività di interesse comune attraverso protocolli standardizzati, riusciranno a realizzare la cruciale riduzione della spesa pubblica ottimizzando le risorse.

L'Istituto Idrografico della Marina, Organo cartografico dello Stato, redige il presente *Disciplinare* ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90, che prevede tra i compiti dell'Istituto quello di “*redigere le normative tecniche e fornire consulenza per standardizzare l'esecuzione dei rilievi idrografici...omissis...comunque inerenti alla sicurezza della navigazione*” (articolo 222 comma 1 lettera c), quello di “*curare la formazione del personale da adibire a funzioni idrografiche e oceanografiche mediante l'organizzazione di corsi*” (articolo 222 comma 1 lettera f) e, non ultimo, “*disciplina gli standard per quanto attiene i rilievi idrografici effettuati da soggetti esterni dall'amministrazione difesa.*” (articolo 222 comma 1 lettera l).

La podestà regolamentare sopracitata, in ossequio al principio di tassatività e nominatività che vige nel nostro ordinamento, trova riscontro anche agli articoli 245 e 246 della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare recepita con Legge 2 dicembre 1994, n. 689 e nella pubblicazione S44 “*Standards for Hydrographic Surveys* (IHO S-44)” Edizione 6.2.0 (ottobre 2024).

2. INTRODUZIONE

Il presente *Disciplinare* è stato redatto sulla base dell'edizione 6.2.0 della IHO S-44 “*Standards for Hydrographic Surveys*” (ottobre 2024), tiene conto delle peculiarità delle acque italiane e introduce alcuni elementi propri, quali il monitoraggio del livello medio mare locale e l'Ordine di Rilievo Speciale Nazionale.

Le disposizioni contenute nella S-44 rappresentano lo standard di riferimento per i rilievi idrografici a livello internazionale. Ne consegue che, secondo l'*International Convention for the Safety of Life at Sea* (SOLAS), tutte le informazioni nautiche raccolte e pubblicate, ai fini della navigazione marittima, devono rispettare i più stringenti standard qualitativi e di accuratezza.

In considerazione di alcune peculiarità delle coste e dei porti italiani, tuttavia, il presente *Disciplinare* stabilisce parametri più restrittivi quando le circostanze lo richiedono, per esempio nelle aree portuali e negli ingressi ai porti.

I parametri definiti dal presente *Disciplinare* sono i requisiti minimi necessari per condurre i

rilievi idrografici (i quali descrivono primariamente il fondo del mare, ma comprendono anche i rilievi geo-topografici dell'area costiera e le misurazioni oceanografiche funzionali al rilievo idrografico). Quando le accuratezze e le esigenze lo richiedono, il soggetto che commissiona i rilievi potrà imporre parametri più restrittivi, rispetto a quelli richiesti dal presente *Disciplinare*, notificandolo espressamente nel capitolato di appalto e specificando nel dettaglio i requisiti superiori richiesti anche in accordo alla matrice inserita nel Capitolo 7.6 della IHO S-44.

Il grado di rispondenza dei dati di un rilievo ai requisiti richiesti dipende da una molteplicità di fattori. Le incertezze¹ trattate nei capitoli successivi si riferiscono all'incertezza totale propagata in tutte le parti del sistema. Per soddisfare i requisiti di cui al presente *Disciplinare*, per esempio, non basta semplicemente usare uno strumento che in teoria consente di ottenere l'accuratezza e precisione desiderata: occorre considerare anche le calibrazioni delle apparecchiature impiegate nei rilievi e il modo in cui interagiscono con gli altri componenti del sistema di misurazione. Tenuto conto della grande varietà di strumentazione e di metodologie a disposizione dell'idrografo, e delle particolari caratteristiche del fondo marino, è impossibile prescrivere un'unica procedura da seguire per ogni possibile evenienza. È responsabilità del committente valutare le necessità caso per caso e specificarle con chiarezza nel capitolato d'appalto ed è responsabilità della ditta esecutrice o Ente Statale svolgere i lavori con accortezza e diligenza. Da questo punto di vista, occorre sottolineare che a condurre i rilievi deve essere incaricato personale con adeguate qualifiche e di provata esperienza, da documentare nella relazione finale. Le qualifiche di riferimento a livello internazionale sono descritte nelle pubblicazioni dell'IHO S-5A *Standards of Competence for Category "A" Hydrographic Surveyors* e S-5B *Standards of Competence for Category "B" Hydrographic Surveyors*.

Con il presente *Disciplinare* si vuole fornire un utile supporto alla pianificazione e all'esecuzione dei rilievi idrografici i cui dati possano garantire rappresentatività, tracciabilità e verificabilità superiori. L'idrografia non ha più solo l'obiettivo della sicurezza della navigazione, ma anche quello più generale di supportare tutte le attività in mare siano esse economiche, scientifiche, ambientali o inerenti alla sicurezza e alla difesa². Per poter essere pienamente utilizzati i dati devono rispondere a determinati requisiti di incertezza e quindi vanno raccolti e gestiti secondo procedure standardizzate in ogni fase – progettazione dei rilievi, acquisizione, elaborazione, verifica/collauda e restituzione – e devono essere corredati di tutti i metadati necessari per gli opportuni controlli e confronti, anche per serie storiche.

Lo scopo del *Disciplinare* è assicurare inoltre, che i rilievi vengano svolti con gli stessi parametri fondamentali e rispondano ai medesimi standard su tutto il territorio nazionale con i seguenti vantaggi:

- garantisce uniformità quanto a risultati di misura, *reference frame* e qualità in termini di incertezza, tipo di ricerca e oggetti discriminati;
- fornisce alle amministrazioni/stazioni appaltanti un documento unico cui fare riferimento nella stesura dei capitolati d'appalto;
- permette l'aggiornamento delle banche dati delle informazioni territoriali e ambientali ufficiali dello Stato;
- favorisce lo scambio dei prodotti cartografici tra i vari soggetti, tramite la banca dati ufficiale dello Stato.

Inoltre, la standardizzazione di procedure e requisiti a livello nazionale garantisce maggiore trasparenza sia per i soggetti che commissionano rilievi sia per quelli che li eseguono.

¹ La definizione di incertezza è indicata nell'*Annesso 3 - Glossario*.

² La pubblicazione dell'IHO S-32 *Hydrographic Dictionary* definisce l'idrografia come segue: *Hydrography is the branch of applied sciences which deals with the measurement and description of the physical features of oceans, seas, coastal areas, lakes and rivers, as well as with the prediction of their change over time, for the primary purpose of safety of navigation and in support of all other marine activities, including economic development, security and defence, scientific research, and environmental protection.*

3. CAMPO DI APPLICAZIONE

L'applicazione del presente *Disciplinare* è obbligatoria per qualsiasi soggetto, pubblico o privato, che esegua, dalla data di pubblicazione, un qualsiasi tipo di rilievo idrografico nelle acque di giurisdizione italiane.

Secondo la pubblicazione S-32³ l'idrografia è definita come “*la disciplina delle scienze applicate che si occupa della misurazione e della descrizione delle caratteristiche fisiche di oceani, mari, aree costiere, laghi e corsi d'acqua nonché di prevedere la loro evoluzione nel tempo, con lo scopo primario di supportare la sicurezza della navigazione e delle altre attività marittime inclusi sviluppo economico, difesa, ricerca scientifica e protezione dell'ambiente*”⁴. Per tale ragione un rilievo idrografico abbraccia non solo le misurazioni che descrivono il fondo marino ma anche i rilievi geodetici, topografici, oceanografici condotti al fine di descrivere l'ambiente marino.

La standardizzazione è cruciale per incrementare le accuratezze delle misure raccolte, per migliorare la risoluzione (*detection*) e definire con precisione l'assetto morfo-batimetrico nei porti, nelle aree costiere e negli alti fondali. Le Autorità di Sistema Portuale, e in generale gli Enti/Soggetti gestori competenti (Regioni, Comuni, Provveditorati I.O.PP, privati, eccetera), devono assicurare la navigabilità attraverso la verifica funzionale e la manutenzione ordinaria e straordinaria delle zone comuni, compresa la manutenzione del fondo marino nei porti e nei litorali di loro competenza, che avviene anche attraverso l'esecuzione di rilievi idrografici, atta a verificare il mantenimento delle condizioni di utilizzo del bene pubblico per le finalità cui è preposto e per la verifica dei limiti di impiego (come, per esempio, la misura dell'altezza di un sottopasso).

4. COMPETENZE E RESPONSABILITÀ

Le competenze del personale atto alla raccolta di dati geofisici e topografici sono essenziali per la buona riuscita di un rilievo idrografico, specie se interessa aree critiche per la sicurezza della navigazione come quelle portuali e prossime alla costa. È fondamentale pertanto che la progettazione, l'esecuzione, l'elaborazione e restituzione dei dati, siano affidate a personale competente di comprovata capacità specifica nel settore idrografico, acquisita attraverso un adeguato percorso di formazione professionale e supportata da comprovata esperienza pratica.

Chi commissiona un rilievo idrografico deve quindi porre come condizione che, a pianificare, dirigere, effettuare verificare, controllare e certificare le operazioni sia personale in possesso di adeguate competenze e professionalità e deve inoltre affidare a personale altrettanto competente l'incarico di seguire ed asseverare in sito tutte le attività, in maniera tale da avere un contraddittorio reale.

Il rilievo idrografico può essere eseguito, pianificato, progettato, diretto, condotto e asseverato solo dai soggetti in possesso delle seguenti abilitazioni:

- a) certificato di qualifica professionale nell'ambito delle regole imposte dall'IHO e riconosciuta FIG/IHO/ICA, integrato, preferibilmente, dal possesso di attestazione professionale nell'ambito dello schema idrografico internazionale *hydrographic Professional Accreditation Scheme-hPAS*, valido per la singola categoria di appartenenza:

³ La pubblicazione IHO S-32 *Hydrographic Dictionary*, disponibile al link <https://portal.iho.int/iho-ohi/S32>, è il dizionario idrografico disponibile in modalità wiki.

⁴ Traduzione della definizione riportata sul sito <https://portal.iho.int/iho-ohi/S32> relativa alla pubblicazione IHO S32: “*Hydrography is the branch of applied sciences which deals with the measurement and description of the physical features of oceans, seas, coastal areas, lakes and rivers, as well as with the prediction of their change over time, for the primary purpose of safety of navigation and in support of all other marine activities, including economic development, security and defence, scientific research, and environmental protection*”.

- I. categoria “A”: ai sensi della pubblicazione IHO S-5A, il personale idrografo in possesso di questa certificazione è abilitato a condurre attività di pianificazione, progettazione, direzione, esecuzione, verifica/collaudo, certificazione e asseverazione, nonché di verifica a fini cartografici per la successiva rappresentazione sulla documentazione ufficiale dello Stato di un rilievo idrografico;
 - II. categoria “B”: ai sensi della pubblicazione IHO S-5B, tale livello tecnico presuppone competenze più tecniche e orientate alla figura professionale di *surveyor* e consente la sola esecuzione del rilievo idrografico;
- b) fermo restando che per la trasposizione su Documentazione Ufficiale dello Stato il rilievo deve essere verificato da un soggetto in possesso di cat. A, in assenza delle qualifiche di cui al precedente punto a) il personale operante dovrà possedere le seguenti caratteristiche:
- I. per pianificazione, progettazione, direzione esecuzione, verifica/collaud o e certificazione e asseverazione: una laurea o titolo⁵ o attestato post-laurea in *surveying* o discipline affini aventi i necessari contenuti tecnico-scientifici (descritti nella pubblicazione IHO S-5A), iscritti ai previsti albi⁶, e una comprovata esperienza, competenza e professionalità maturata nel campo idrografico (almeno 2 anni di attività di *surveying* certificati); le attività sopra elencate: pianificazione, progettazione, direzione, asseverazione potranno essere eseguite dal professionista con le limitazioni che la normativa sulle professioni gli impongono.
 - II. per la sola esecuzione materiale dei rilievi idrografici: un certificato che attesti la frequenza di una laurea o titolo⁷ o un corso di *surveying* oppure almeno un anno di attività pratica sul campo attestata con un *curriculum vitae* referenziato.

I rilievi eseguiti dai soggetti in possesso dei requisiti del precedente paragrafo, condivisi con l'Istituto Idrografico, dopo le opportune verifiche di completezza e rispetto delle prescrizioni del presente disciplinare, concorreranno immediatamente all'aggiornamento della documentazione nautica e dei database ufficiali dello Stato.

5. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

5.1. Generalità

Per garantire risultati che siano rappresentativi della realtà, l'esecuzione dei rilievi idrografici deve rispettare le prescrizioni del presente *Disciplinare* (operazioni da svolgere a cura dell'asseveratore che deve partecipare e dirigere ogni singola fase) e, in particolare:

- valutare la fattibilità del lavoro, definire le strumentazioni da impiegare, le modalità di progettazione e conduzione, le tempistiche di acquisizione e il processing;
- calibrare, tarare e controllare correttamente la strumentazione e le loro interdistanze (*offset e dimensional survey*);
- eseguire il lavoro con professionalità e diligenza acquisendo i dati in conformità a quanto descritto nelle Tabelle 1 e 2;
- valorizzare i dati raccolti con l'indicazione dei metadati e della stima dell'incertezza delle misure. In particolare, i dati idrografici devono essere riferiti al datum geodetico planimetrico e altimetrico indicato dal capitolato e corredati della necessaria stima dell'incertezza delle

⁵ R.D. 23 ottobre 1925, n. 2537 e D.P.R. 5 giugno 2001, n. 328, R.D. 11 febbraio 1929, n. 274, L. 7 marzo 1985, n. 75; R.D. n. 2537/1925; Legge 112/1963, ecc.

⁶ Per i dipendenti pubblici è previsto l'iscrizione negli Elenchi Speciali per le attività inerenti le funzioni del proprio incarico istituzionale (a titolo esemplificativo vds Circolare n° 248 del 10 luglio 2006 del Consiglio Nazionale dei Geologi).

⁷ Iscrizione alla categoria B degli albi come da normativa riportata nella nota precedente.

misure, essenziale per valutare l'Ordine del Rilievo, l'Incertezza dei dati e la *Zone of Confidence* (ZOC)⁸;

- **certificare e asseverare che l'attività eseguita rispetti il presente *Disciplinare*.**

5.2. Classificazione dei rilievi idrografici dei fondali

Già dalle precedenti edizioni della pubblicazione S-44, ai quattro Ordini di Rilievo Idrografico precedentemente definiti dall'IHO è stato aggiunto un Ordine più restrittivo, denominato “*Exclusive Order*”, al quale corrisponde, con parametri ancora più rigorosi, l'Ordine Speciale Nazionale, descritto al paragrafo seguente. I requisiti, tutti necessari, per l'effettuazione dei rilievi idrografici sono suddivisi per tipologie di Ordine e riassunti nelle Tabelle 1 e 2.

In genere le aree portuali, quelle avamportuali e comunque tutte le aree caratterizzate da specifiche criticità ricadono nell'ambito di applicazione dell'Ordine Speciale Nazionale (OSN) e dall'Ordine Speciale (OS) mentre le restanti aree litoranee, costiere e d'altura ricadono nell'applicazione di rilievi di Ordine 1a, 1b e 2. La presente edizione del *Disciplinare*, in aderenza alla S-44, suddivide gli standard dei rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione in due tabelle.

La Tabella 1 definisce i minimi standard dei rilievi relativi alla caratterizzazione del fondo marino, la Tabella 2 definisce, invece, i minimi standard relativi al posizionamento di oggetti, ausili alla navigazione e topografia sopra il *vertical datum* e alla misurazione delle correnti.

Questi ultimi standard (Tabella 2) si applicano solo nel caso in cui tali misure siano richieste per il rilievo. Per eventuali particolari necessità del committente, è possibile prendere in considerazione l'apposita sezione/matrice della pubblicazione S-44, al fine dell'impiego di tabelle standardizzate a livello internazionale e adattate alle particolari esigenze del committente.

5.2.1. Ordine Speciale Nazionale

Ha lo scopo di stabilire lo standard più rigoroso, in linea con l'Ordine Esclusivo raccomandato dall'IHO, e riguarda i rilievi idrografici condotti in aree di basso fondale considerate critiche per la sicurezza della navigazione e/o destinate a operazioni/attività particolari.

È obbligatorio quando il rilievo idrografico è eseguito in aree in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico e le aree di interesse sono caratterizzate da specifici criteri di manovrabilità o quando le stesse misure di fondale servono a:

- sicurezza della navigazione;
- protezione e ricerca ambientale;
- operazioni di dragaggio;
- ricerche geomorfologiche di dettaglio;
- costruzioni di opere e infrastrutture o esame di costruzioni (in particolare per il loro controllo/monitoraggio e mantenimento);
- verifiche funzionali dei limiti di utilizzo dell'area.

Si diversifica rispetto all'Ordine Speciale sia per una maggiore accuratezza orizzontale e verticale, sia per una profonda analisi delle strumentazioni e delle relative incertezze strumentali⁹, dalla copertura batimetrica del fondale con una densità di numero di punti (*sounding*) per maglia di almeno n. 5, alla risoluzione massima di 15 cm (dimensione massima

⁸ Come definito nella I.I. 3146 - Premessa agli Avvisi ai Naviganti – Avvisi ai Naviganti di carattere generale Ed. in vigore, Cap. 6 e dalla pubblicazione IHO S68 Ed. 1.1.0 Marzo 2025.

⁹ Il calcolo del TPU ed in particolare della componente verticale deve essere effettuato prima a priori considerando tutte le componenti/misure al fine di determinare la migliore combinazione strumentale/sensoristica per l'effettuazione del rilievo.

del *grid* per essere definibile rilievo di Ordine Speciale Nazionale) e completa assenza di *holiday* (mancanza di dati) in tutta l'area del rilievo.

Quanto sopra non esclude la responsabilità del progettista alla valutazione caso per caso circa l'applicazione dello stesso in tutte le volte che le circostanze lo rendono necessario considerando le caratteristiche del sistema quali ad esempio la dimensione del singolo lobo (*beam size*) sul fondo (*footprint* - sia il nadirale che quello più esterno), la cadenza di impulso, la lunghezza di impulso e la sovrapposizione, sia nel fascio che tra i successivi fasci, tra i singoli lobi al fine di minimizzare l'errore e massimizzare la risoluzione plano-altimetrica del rilievo.

5.3. Datum Temporale Nazionale

Per essere rappresentativi, i dati idrografici hanno bisogno di essere riferiti a un unico datum temporale. A tal fine si raccomanda di utilizzare le potenzialità dei sistemi GNSS (*Global Navigation Satellite System*) che forniscono la stima dell'orario riferito al Datum temporale UTC (*Universal Time Coordinated*). Nello specifico tutti i computer interconnessi, le strumentazioni impiegate nei rilievi idrografici (ad es. *tide gauge*) devono essere configurati in UTC time, non in ora locale. Per maggiore correttezza e verifica strumentale dovrà essere sempre effettuato il controllo del *Time Delay* in fase di calibrazione dei sistemi/sensori (*patch test*), anche su sistemi sincronizzati (1PPS).

5.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo e accuratezza orizzontale

I punti di inquadramento geodetico del rilievo devono avere accuratezza centimetrica rispetto al datum di restituzione, ETRF2000 (2008). È consigliabile inquadrare il rilievo sui punti geodetici della rete geodetica dell'Istituto Geografico Militare, o su quelli di raffittimento delle Regioni, Province, ecc., agganciati alla rete di inquadramento principale, oppure su quelli della rete costiera dell'Istituto Idrografico della Marina. Qualora siano impiegati le stazioni permanenti CORS GNSS (RDN/regionali/altro), i relativi file RINEX (formato 3.xx o superiore) e le schede tecniche/monografie dei punti devono essere inseriti nella relazione tecnica.

Per i rilievi di ordine Speciale Nazionale e Speciale, vista l'elevata accuratezza richiesta, è necessario l'impiego di sistemi GNSS multi costellazione e multifrequenza (qualora non disponibili tutte e 4 le principali da prediligere le costellazioni GPS e Galileo) con parametri di settaggio opportunamente valutati di volta in volta (soluzioni in *Fixed* e NON in *Float* e a titolo puramente esemplificativo: *elevation mask* minimo di 15°, nr minimo di satelliti pari a 20, PDOP inferiore a 0.9, eccetera).

Nel caso di impiego servizi di correzione RTK e/o con tecnica PPK (siano essi via satellite o web, gratuiti o a pagamento, in tempo reale o in *post processing*) bisognerà specificare le accuratezze raggiunte durante il rilievo avendo cura di ridurre il più possibile la distanza esistente tra la *base* e il *rover*. È consigliabile utilizzare distanze non superiori ai 20 km, preferibilmente limitarsi a baseline più corte di 10 km e con *mount point*, preferibilmente, settato su "*Nearest*" (base singola più vicina) o più restrittivo.

In relazione alle reti permanenti, qualora si impieghino reti nazionali, regionali o secondarie, è importante conoscere *a priori* il sistema di riferimento impiegato e che sia conforme a quello nazionale ovvero l'ETRF2000 all'epoca RDN2008.0.

Pertanto, nell'impiego di correzioni RTK o PPK da reti permanenti GNSS è obbligatorio indicare ed utilizzare il riferimento nazionale.

5.5. Misure di posizione planimetrica dei fondali

Il posizionamento planimetrico dei fondali, dei pericoli e di tutti gli altri oggetti sommersi significativi deve essere restituito rispetto al sistema di riferimento geodetico stabilito dall'ordinamento¹⁰ in modo tale che l'incertezza orizzontale risulti conforme a quanto prescritto nella Tabella 1 in funzione dell'Ordine del Rilievo.

5.6. Incertezza della posizione planimetrica dei fondali

L'incertezza delle posizioni geografiche deve essere specificata nelle misure rispetto al sistema di riferimento geodetico. Se l'incertezza di una posizione è influenzata da più parametri, occorre considerare il contributo di tutti i parametri per il computo dell'incertezza totale della posizione. Occorre altresì adottare un metodo statistico che combini le differenti fonti di incertezza per determinare l'incertezza totale propagata del posizionamento, poiché tale incertezza si riferisce alla posizione dei *sounding* elaborati e non solo al sistema di posizionamento utilizzato.

Per la determinazione della posizione con sistemi terrestri (sistemi ottici, a radiofrequenza, radar) devono essere utilizzati luoghi di posizione ridondanti. Gli apparati di posizionamento terrestre (sistemi ottici, a radiofrequenza, radar, inerziale) devono essere sottoposti a calibrazione e verifica della misura prima e dopo l'acquisizione dei dati. I sistemi satellitari GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS, ecc.) devono essere in grado di tracciare un numero di satelliti tale da garantire un'incertezza nel posizionamento compatibile con l'Ordine del Rilievo e dovrà essere identificata la migliore modalità di funzionamento (PPK, RTK, DGNSS, eccetera) in funzione dell'area geografica e degli *skyplot* o similari.

Deve essere sempre riportata all'interno della relazione una valutazione dell'accuratezza planimetrica e tutte le indicazioni (settaggi, configurazioni, servizi impiegati, correzioni applicate, eccetera) relativamente ai sistemi per la determinazione della posizione. È auspicabile anche una verifica a bordo mediante *scatter plot* delle posizioni per un tempo sufficientemente adeguato a verificare l'effettiva accuratezza della correzione utilizzata.

In fase di installazione delle antenne GNSS e comunque prima di ogni rilievo devono essere considerate ed evitate le mutue interferenze tra la strumentazione di bordo attive (ad esempio antenne GNSS posizionate nel cono di trasmissione di antenne radar o posizionate in prossimità di fonti di campo e.m. quali antenne VHF, pannelli solari, eccetera) al fine di evitare un degrado dell'accuratezza randomico e non compensabile *a posteriori* (PPK). Inoltre, le antenne non devono essere montate su superfici piane o in prossimità di pareti verticali per evitare effetti *multipath* e oscuramento dei satelliti che inficerebbero sulla qualità del dato e corretto posizionamento.

5.7. Misure delle profondità

I particolari anomali dell'area interessata dal rilievo devono essere esaminati dettagliatamente e il loro minimo fondale deve essere determinato. Le dimensioni minime degli ostacoli da rilevare a seconda dell'Ordine di Rilievo sono indicate nella Tabella 1.

Le profondità misurate devono essere ridotte al datum verticale attraverso le opportune correzioni (immersione, *heave*, velocità del suono) ed eliminare l'effetto della marea (astronomica e barometrica) e del moto ondoso ed eventuali altri fenomeni distorsivi correlati ad essi.

¹⁰ In aderenza al DPCM 10 novembre 2011, tutte le amministrazioni sono tenute all'utilizzo del sistema di riferimento geodetico ETRF 2000 (2008).

La strumentazione necessaria per ciascuna classe di rilievo idrografico deve essere scelta in funzione dell'Ordine del Rilievo. Per gli Ordini Speciale Nazionale (OSN), Speciale (OS) e 1a è prevista la copertura batimetrica totale del fondo marino. Per la scelta dello strumento, frequenza e il suo utilizzo occorre tenere conto sia dell'incertezza delle misure da raggiungere sia delle dimensioni minime degli oggetti da rilevare (*object detection*) richieste dall'Ordine selezionato, tenendo conto delle caratteristiche dei sistemi (numero dei *beam* per *swath*, *footprint/beam size*, apertura dello *swath*, massimo *range*, fondale massimo, caratteristiche ambientali, eccetera).

5.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità

La determinazione della forma e natura del fondo marino, le correzioni di livello e il rilevamento, la classificazione e la misurazione dei pericoli sul fondo sono obiettivi fondamentali del rilievo idrografico. Numerose fonti di errori come *offset* statici, dinamici, velocità del suono, calibrazioni degli strumenti, influenzano drasticamente i valori di profondità misurati e vanno tenuti in attenta considerazione nella stima finale dell'incertezza. Il valore di incertezza massima tollerata, al livello di confidenza del 95%, può essere desunto dalla Tabella 1, applicando la formula indicata in funzione dell'Ordine del Rilievo e della profondità media. Nella valutazione dell'incertezza deve essere tenuto conto anche delle dimensioni (*footprint*) del singolo lobo trasmesso con variabilità crescente dal nadir al lobo più esterno.

Al fine di ridurre le anomalie nelle misure (ridurre le variazioni di VS o caratteristiche termolinee dell'acqua, eccetera) sarebbe opportuno condurre delle linee di scandagliamento il più possibile parallele alla costa/batimetrie.

Al fine di ottenere un prodotto conforme ai requisiti esposti nel presente disciplinare è fondamentale che per la generazione del modello tridimensionale i dati non devono, in nessun caso anche solo parzialmente, essere interpolati al fine di eliminare zone d'ombra o mancanza di dati. Inoltre è opportuno verificare che il modello batimetrico non si sovrapponga con la linea di costa ufficiale a causa di *spikes* nell'acquisizione dei dati.

Nei rilievi che prevedono, con tecniche diverse, la sovrapposizione della parte marina con quella terrestre deve essere posta particolare attenzione al Datum altimetrico, con indicazione tempo (data e ora) di acquisizione.

5.9. Rilievo geo-topografico della linea di costa. Determinazione degli ausili alla navigazione

Chiunque, pubblico o privato, effettui per qualunque motivo un rilievo geo-topografico della linea di costa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni (vds anche Annesso 2).

Nell'esecuzione dei rilievi idrografici litoranei e/o portuali sarebbe opportuno integrare i dati di forma e natura del fondo con quelli a terra attraverso la determinazione della linea di costa e degli ausili alla navigazione (per esempio fari, fanali e punti cospicui) riferiti al Datum verticale del LMM (Livello Medio Mare o *Mean Sea Level*) depurato dei suddetti effetti di maree/moto ondoso e, per continuità di dati altimetrici, congruente con il LMM dei rilievi batimetrici.

La linea di costa può essere determinata con tecniche di rilevamento dirette (GNSS, *Total Station*, *Laser Scanner*, ecc.) o indirette (ortofoto, telerilevamento, ecc.), **indicando sempre una stima dell'incertezza del risultato delle misure**. Tale incertezza dovrà essere conforme a quanto stabilito nella Tabella 2 e nelle pubblicazioni ASPRS. In caso di impiego di Laser scanner dovranno essere fornite sia le nuvole di punti grezze (nel formato acquisito e di

interscambio LAS) sia quelle valorizzate con tutti i dati necessari all'eventuale successiva fase di *post-processing*.

Nella consegna dei dati (sia LIDAR che RGB-NIR) deve essere posta particolare attenzione alla realizzazione di un *geofile* contenente i dati dei GCP (*Ground Control Point*) e dei CP (*Control Point*) in accordo alle prescrizioni ASPRS.

Gli ausili alla navigazione e i punti cospicui dovranno essere determinati con le stesse tecniche ed essere accompagnati dalla relativa incertezza, sempre entro i limiti stabiliti dalla Tabella 2. Si specifica che alla voce Topografia, oggetti e ausili alla navigazione fissi sopra il livello di riferimento verticale, significativi per la navigazione (indicata in Tabella 2), rientrano anche i moli, banchine e qualsiasi struttura artificiale della linea di costa.

La classificazione della nuvola di punti deve essere effettuata in aderenza a quanto previsto dalla normativa ASPRS e ss.mm.ii e della pubblicazione II 3178 "Linee Guida per lo studio e la descrizione ai fini cartografici della zona costiera, Ed. in vigore".

5.10. Ricerca anomalie di fondo

L'adeguata e completa individuazione delle anomalie di fondo è uno dei requisiti fondamentali del processo di attribuzione dell'ordine del rilievo¹¹.

Dovranno essere segnalati tutti i relitti, ostruzioni, cavi e condotte sottomarine individuati durante l'attività¹², attraverso il confronto con la carta nautica in vigore e la corretta compilazione di un file vettoriale (es. *shapefile*) contenente almeno le informazioni di seguito riportate:

- nome o identificativo e tipologia;
- posizione geografica del minimo battente d'acqua sopra il punto più elevato del relitto o ostruzione nel datum planimetrico del rilievo;
- **minimo battente d'acqua sopra il punto più elevato del relitto o ostruzione**¹³ - con indicazione del datum verticale di restituzione (es. *mean sea level*, *mean low water springs*, *lowest astronomical tide*);
- dimensioni (larghezza, lunghezza, massima altezza) e orientamento;
- fondale minimo e massimo dell'area su cui poggia il relitto/ostruzione;
- eventuale area circostante al relitto rinvenuto ove si rilevano parti dello stesso che giacciono sul fondale.

È considerato, altresì, di primaria importanza effettuare una corretta disambiguazione delle anomalie a seguito della loro scoperta o investigazione reiterata. La distinzione tra relitto, ostruzione artificiale o naturale è un passo fondamentale per la sicurezza della navigazione, la tutela del patrimonio culturale e ambientale, la gestione responsabile delle ostruzioni e la comprensione del fondale marino.

I cavi, le condotte e le relative trincee, quando interrati, devono essere opportunamente segnalati ed evidenziati, in particolar modo, quando divergono rispetto alla documentazione per posizione e direzione. Se l'infrastruttura si dovesse trovare fuori dall'area regolamentata desunta dalla documentazione nautica in vigore ne deve essere data immediata notizia anche all'Autorità Marittima competente per territorio. Tutte le strutture di protezione devono essere riportate nel file vettoriale e categorizzate adeguatamente.

Nella generazione del modello digitale del terreno, quindi, occorrerà prestare particolare

¹¹ Cfr IHO S-44 Chapter 3 para 2

¹² Cfr IHO C-13 Chapter 4 para 2.1.2

¹³ Cfr IHO S-44 para 3.4, 3.5.2 e 3.6

attenzione affinché i valori riportati nel file vettoriale fornito siano riscontrabili anche nel modello 3D.

In caso di ritrovamento di relitti, non riportati nella DD.NN. in vigore, deve essere tenuto a mente quanto disposto dall'art. 510 del RD 30 Marzo 1942, n 37 (Codice della Navigazione) in merito alla tempestiva segnalazione del rinvenimento all'Autorità Marittima dandone notizia all'Istituto Idrografico tramite la corretta compilazione della scheda di segnalazione, che come disposto dall'art 222 del DPR 15 marzo 2010, n. 90 è custode della banca dati di tutti i relitti nelle acque di giurisdizione nazionale.

Le schede di segnalazione, da cui estrarre le informazioni minime con cui compilare il file vettoriale, sono reperibili consultando la [pubblicazione I.I. 3173](#).

5.11. Misura del livello del mare

5.11.1. Variazioni del livello del mare

La variazione del livello del mare è funzione di diversi fenomeni che interagiscono tra loro, quali la marea astronomica, l'interazione del moto ondoso con la costa e le rispettive opere (portuali, ecc.), le condizioni meteorologiche e gli aspetti morfologici del bacino di interesse (superficie della massa d'acqua, forma della costa, differenza di profondità, ecc.).

Per il calcolo preciso dell'ampiezza, della frequenza e dell'orario delle variazioni di livello del mare in un determinato periodo dell'anno e in un determinato punto della superficie terrestre, occorre quindi tenere conto di:

- aspetti astronomici;
- aspetti geografici (superficie delle acque, differenziale di profondità dei fondali, forma a cuneo delle baie ecc.);
- aspetti meteorologici quali intensità e direzione dei venti e gradiente di pressione atmosferica;
- aspetti idraulici del moto ondoso.

Inoltre, la pressione atmosferica contribuisce alla variazione del livello del mare in ragione di circa 0.01 m per ogni ettopascal (hPa) di differenza tra il valore della pressione misurata e il valore della pressione standard di 1013.25 hPa. Il livello del mare si abbassa se il valore della pressione è maggiore di 1013.25 hPa e si innalza se inferiore, sempre in ragione di 0.01 m per ogni hPa. Questo fenomeno è conosciuto come “effetto barometrico inverso”.

Siccome i dati idrografici devono essere normalizzati e riferiti a un datum verticale univoco, l'osservazione del livello del mare dovrà essere fatta per tutto il corso del rilievo o per almeno 2 o 3 lunazioni (ordini Speciale e 1a) allo scopo di ottenere:

- le correzioni di livello per lo scandagliamento effettuato;
- i dati per le analisi di marea e per le successive previsioni.

Per i rilievi che prevedono la rilevazione di fondali solo oltre i 50 metri e per gli standard previsti per gli ordini 1b e 2, può essere trascurata la correzione della marea in quanto si considera assorbita dalla incertezza verticale¹⁴.

Per affinare ancor di più le misure di livello e aumentarne il grado di attendibilità in funzione dell'Ordine del Rilievo richiesto e da conseguire, è necessario analizzare

¹⁴ Tale considerazione non può/deve essere effettuata dove l'escursione di marea ecceda 40 cm ($Z0 \geq 20$ cm). Per tutti gli altri casi nel calcolo della TVU dovrà essere considerato l'intero valore dello Z0 o superiore quale incertezza della marea.

anche le fluttuazioni periodiche, specie ove queste presentino una certa regolarità come in presenza di sesse o di fluttuazioni del livello idrometrico legate al ritmo delle stagioni.

Pertanto, è indispensabile misurare il livello e la pressione atmosferica per un lungo periodo (un anno solare o oltre nei casi di massima precisione/accuratezza).

Al fine di avere dati di marea rappresentativi della variazione del livello del mare dell'area interessata al rilievo, il mareometro deve essere posizionato nelle immediate vicinanze dell'area oggetto del rilievo e battuto con misure geodetiche GNSS in statico.

Se il rilievo idrografico riguarda fondali compresi nella fascia dei frangenti occorrerà tenere in conto anche dei fenomeni di set-up dell'onda che interviene sottocosta ed altri effetti correlati.

5.11.2. Monitoraggio del livello del mare

Il rilievo idrografico ha come obiettivo restituire misure (profondità) rappresentative dei fondali. Per raggiungere il massimo grado di accuratezza e, in particolare per l'Ordine Speciale Nazionale, le misure di profondità devono essere confrontabili, rappresentative e utili per gli scopi per cui vengono raccolte. Essendo il livello idrometrico variabile nel tempo e nello spazio, va rapportato ad un riferimento verticale oggettivo, materializzato e costantemente monitorato e localizzato nelle immediate vicinanze dell'area del rilievo.

Conoscere il livello dell'acqua localmente è fondamentale non soltanto per la sicurezza della navigazione (*Under Keel Clearance*), ma anche per la costruzione di opere in mare e per il *port management*. La posizione fisica del livello medio del mare rispetto alla morfologia del bacino e delle opere portuali/costiere è di importanza cruciale. Tale livello ha le seguenti caratteristiche:

- non è direttamente e fisicamente collegato al riferimento zero delle quote normalmente utilizzate a terra, il cosiddetto zero IGM (Istituto Geografico Militare – LMM Genova 1937-1946), in quanto localmente, il livello idrometrico varia in funzione di complesse variabili che non dipendono solo dal campo di gravità;
- nel tempo varia la sua posizione fisica rispetto alla terraferma e al fondo del mare, per diversi fenomeni legati ai movimenti relativi dell'una e dell'altro (movimenti tettonici);
- può essere modellizzato, ma le incertezze raggiungibili superano le incertezze degli strumenti di misura potenzialmente installabili (strumenti digitali di misura della variazione di livello del mare);
- rappresenta un riferimento che, una volta determinato, permette di monitorare nel tempo la situazione dell'area da un punto di vista idrografico.

Occorre pertanto predisporre, nell'area di interesse del rilievo, una rete di misurazione atta a determinare e monitorare nel tempo la posizione del livello medio dell'acqua locale e la differenza altimetrica tra tale livello e:

- il riferimento delle quote a terra (zero IGM), attraverso i metodi di misura che garantiscono le minime incertezze;
- il sistema di riferimento geodetico, cioè la componente verticale del datum ellissoidico e relative rappresentazioni¹⁵.

In Annesso 4 è riportato un vademecum su come realizzare la rete di monitoraggio.

¹⁵ Anche per ciò che riguarda la coordinata Z il già citato DPCM 10 novembre 2011 stabilisce che il sistema di riferimento geodetico da utilizzare è l'ETRF 2000 (2008).

5.11.3. Misura del livello idrometrico durante le operazioni di rilievo

L'osservazione del livello idrometrico deve essere fatta per tutta la durata del rilievo allo scopo di ottenere le correzioni da applicare ai dati di profondità per riferirli correttamente al datum verticale del rilievo e per correggere i dati batimetrici acquisiti in tempi differenti. Se l'osservazione del livello serve anche a determinare il livello medio mare locale, contestualmente deve essere anche misurata la pressione atmosferica nello stesso periodo.

Al fine di riportare i dati osservati a un unico riferimento, è essenziale prevedere livellazioni dello strumento e sessioni geodetiche statiche GNSS per determinare la quota ellissoidica del livello di riferimento da cui vengono misurati i dati del mareometro.

Per l'Ordine Speciale le osservazioni devono avere una durata minima di 2 o 3 lunazioni (effetto mareale).

Per l'Ordine Speciale Nazionale bisogna analizzare anche le fluttuazioni di origine atmosferica, specie ove queste presentino una certa regolarità come in presenza di sesse o di fluttuazioni di livello legate al ritmo delle stagioni, e pertanto è indispensabile misurare la marea e la pressione per un periodo più lungo, un anno o più.

Affinché i dati batimetrici possano essere sfruttati appieno, nella relazione finale va indicata la quota ellissoidica h (ottenuta con misure GNSS in modalità statico) del datum prescelto, con relativa stima dell'incertezza. Qualora per l'esecuzione del rilievo idrografico si effettui la generazione del modello tridimensionali considerando le altezze ellissoidiche, il calcolo tra il LMM locale e le quote ellissoidiche può essere effettuate anche in tempistiche svincolate dal rilievo (pre o post *survey*).

Si rammenta che, allo scopo di consentire una corretta valorizzazione e verifica dei dati idrografici raccolti e per garantire la sicurezza della navigazione, un rilievo idrografico non può prescindere dalla misura delle variazioni di livello idrometrico nel rispetto del TVU (*Total Vertical Uncertainty*) richiesto dall'Ordine del Rilievo.

5.11.4. Misura del livello idrometrico a mezzo sistemi di posizionamento satellitare

L'osservazione del livello idrometrico può essere effettuata anche attraverso le modalità di posizionamento GNSS ad alta precisione (modalità RTK e PPK con basi corte¹⁶). Tale possibilità prevede che, nell'area oggetto del rilievo o nelle immediate vicinanze, sia conosciuta la differenza tra altezza ellissoidica e ortometrica e sia nota la differenza tra lo 0 IGM e il LMMI. In sede di processamento dei dati dovranno esseri riferiti e trattati alla quota ellissoidica ma la restituzione dovrà comunque prevedere la riduzione al LRS o LMMI¹⁷.

5.12. Misura della corrente

La misura della corrente, qualora le condizioni lo rendano possibile e necessario, è uno dei fattori da tenere in considerazione e da mettere, eventualmente, a corredo delle informazioni batimetriche soprattutto in canali, ingressi di porti, zone focive, bocche di porto lagunari o comunque in tutte le zone dove la corrente potrebbe influenzare la navigazione.

¹⁶ La lunghezza delle basi per un posizionamento RTK ottimale non deve superare i 5 km con l'impiego di modem radio o attraverso collegamento GSM/internet, mentre per posizionamento PPK si suggerisce di impiegare basi di lunghezza inferiore ai 10 km, mentre per posizionamento tipo NRTK si dovrà optare per un *mount point*, preferibilmente, settato su "*Nearest*" (base singola più vicina) o più restrittivo e mai in modalità virtuale. In entrambi i casi devono essere rispettate le indicazioni fornite al precedente para 5.4 (soluzioni in *Fixed* e NON in *Float* e a titolo puramente esemplificativo: *elevation mask* minimo di 15°, nr minimo di satelliti pari a 20, PDOP inferiore a 0.9, eccetera).

¹⁷ Il Datum altimetrico dovrà essere indicato all'interno della relazione unitamente alle operazioni effettuate di conversione.

5.13. *Backscatter* (riflettività) e natura dei fondali

Per definire la natura dei fondali dove è previsto l'OSN, delle possibili zone di ancoraggio, delle aree considerate critiche per il fondale e in quelle dove la *feature detection* potrebbe essere influenzata è fortemente raccomandato effettuare dei campionamenti o diretti (a mezzo benna, carotiere, *box corer*, ecc.), da correlare alle informazioni indirette estrapolate dalla riflettività (es. *backscatter* e/o *SSS*, eccetera) o, qualora possibile, mediante l'ausilio di osservazioni indirette ROV o AUV (es. video, foto, ecc.). Nelle restanti aree il campionamento del fondale è funzione delle necessità e richieste del committente.

Lo scopo di queste acquisizioni (sia dirette che indirette) è la restituzione di prodotti digitali contenenti i dati sulla natura dei fondali. È da notare come l'intensità di *backscatter* (dB) registrata sul fondale dipenda anche dalle frequenze del sensore impiegato, è necessario, pertanto una taratura al fine di meglio caratterizzare la natura dei fondali.

I dati estrapolabili della natura dei fondali sono di due tipi:

- dati puntuali con campionamenti diretti dai quali, per mezzo di analisi granulometriche è possibile risalire alla tessitura;
- dati areali con zone del fondo di uguale natura e qualità, definite con le informazioni indirette, da caratterizzare poi mediante un campionamento diretto.

Occorre fornire un'indicazione della natura del fondo nell'area oggetto del rilievo e riportare gli esiti nella relazione tecnica.

I *MultiBeam EchoSounder* (MBES) permettono l'acquisizione dei dati di riflettività, noto come intensità di *backscatter* acustico (alcuni modelli lo acquisiscono in automatico, altri necessitano di impostazioni di registrazione dal software di acquisizione). Questi dati successivamente elaborati, possono essere utilizzati per mappare l'area scandagliata in sottozone rappresentanti differenti classi di natura di fondo (ad es. sedimento medio, fine, grossolano, affioramenti rocciosi, praterie di *Posidonia oceanica*, ecc.).

L'affidabilità della suddivisione di queste aree dipende dalla "qualità" del dato di *backscatter* acquisito. Rispetto ai dati batimetrici, l'acquisizione di dati di *backscatter* è molto più soggetta a effetti di distorsione causati dalla velocità di scandagliamento, dalle condizioni meteomarine, dall'assetto, e in generale a tutti i fattori che spesso sono deputati all'esecuzione di un rilievo batimetrico MBES, nonché dalla frequenza del segnale utilizzato dal MBES (30-700 kHz). Per questa ragione è necessario condurre il rilievo con la massima accortezza.

La risposta acustica ottenuta dai sistemi MBES viene caratterizzata con i campionamenti diretti, che si applicano principalmente con profondità inferiori ai 200 m; in ciascuna delle sottozone aventi *backscatter* classificato nella stessa classe è necessario effettuare un campionamento diretto del fondo per definire il tipo di materiale. Campionamenti diretti e identificazione della natura del fondo sono obbligatori per tutti i rilievi.

La scheda dei campionamenti deve essere approntata su un *geofile* contenente tutte le informazioni relative alla presa di fondo.

Alcuni modelli di MBES permettono ulteriormente l'acquisizione di dati della colonna d'acqua (*Water Column*), ovvero le informazioni di risposta acustica (*backscatter*) all'interno della colonna d'acqua investigata. Questi dati forniscono ulteriori informazioni aggiuntive utili alla caratterizzazione dell'area sommersa, sia sui parametri chimico fisici dell'acqua (stratificazioni di masse d'acqua), sulla presenza di biomasse, emissioni di fluidi da fondo mare che sulle morfologie. Se il modello di scandaglio prevede l'acquisizione dei dati colonna d'acqua, è necessario farlo almeno nei seguenti casi:

- su tutti i relitti e anomalie morfologiche di interesse;
- nelle aree di natura vulcanica;
- nei pressi dei delta dei fiumi;
- nelle zone di mare ove in precedenza siano state riscontrate emissioni di fluidi di qualsiasi origine;
- nelle zone di mare ove in precedenza siano state riscontrate risorgive di acqua dolce;
- in qualsiasi altra casistica che sia ritenuta rilevante dall'operatore per la caratterizzazione di anomalie sui fondali.

Qualora i sistemi di acquisizione del rilievo non permettano l'acquisizione e l'analisi del dato di *backscatter* è necessario effettuare dei campionamenti di fondo selezionando le posizioni di acquisizione in base alla morfologia, alla batimetria e all'eventuale necessità di aggiornare i punti o di infittire gli stessi nella carta in vigore. La quantità di campioni dovrà essere sufficiente per descrivere l'area scandagliata minimizzando l'incertezza.

La restituzione dei mosaici di riflettività dei fondali (mappe di *backscatter*) ad alta risoluzione è obbligatoria nei rilievi in Ordine Speciale Nazionale (OSN) e in Ordine Speciale (OS).

5.14. Misurazioni delle velocità del suono lungo la colonna d'acqua

Poiché le sorgenti acustiche MBES convertono i tempi di andata e ritorno delle onde acustiche all'interno della colonna d'acqua, la misurazione della velocità del suono (VS) lungo l'intera colonna d'acqua investigata è essenziale. Per molti ecoscandagli (*Multibeam Wide Swath*), oltre alla misura del profilo di velocità verticale del suono lungo la colonna d'acqua, è necessaria anche una misura secondaria in continuo alla testa del trasduttore. Conoscere i parametri reali di velocità del suono in una determinata area ed istante serve al corretto tracciamento dei fasci acustici (*ray-tracing*) per determinare le corrette geometrie dei fondali, sia verticalmente che trasversalmente alla traccia di navigazione. Valori di velocità errati rispetto alle condizioni ambientali locali (temperatura, densità e profondità) possono compromettere l'intero rilievo idrografico rendendolo anche inutilizzabile qualora le incertezze causate da un'errata determinazione della VS compromettano il raggiungimento dell'ordine richiesto.

Le misurazioni delle VS vanno effettuate tutte le volte che variano i parametri chimico/fisici della colonna d'acqua: questo significa che sia l'area del sito d'indagine, la stagionalità, o un semplice cambiamento di luogo o rimescolamento delle acque superficiali o intermedie e profonde, necessita di nuove misure aggiornate. Le variazioni di velocità dipendono dalle condizioni oceanografiche locali e varieranno sia nel tempo che nello spazio. Una misura di velocità eseguita all'interno di un porto o di una diga foranea avrà caratteristiche chimico-fisiche molto differenti rispetto a quelle rilevate al di fuori. Pertanto, variazioni di velocità di propagazione del suono errate produrranno errori plano-altimetrici incompatibili con la massima ammissibile prevista per l'Ordine di Rilievo. Una buona prassi da utilizzare in condizioni "ottimali" sarebbe eseguire delle SV ogni 4 ore, tuttavia, dipende dal contesto ambientale locale. Si raccomanda pertanto di valutare attentamente la variabilità della VS nell'area del rilievo, suddividendo l'acquisizione in sottoaree con caratteristiche di VS omogenee.

Gli ecoscandagli di nuova generazione sono quasi tutti dotati di software di acquisizione integrati con *tool* che consentono l'inserimento dei valori di VS misurati o ottenuti a mezzo calate di profilatori di velocità del suono (SVP, CTD) o sonde a perdere (XCTD, XBT). **Il metodo di misurazione della VS e la calibrazione dello strumento (accuratezza e distanza temporale) condiziona l'incertezza dei valori di profondità.**

5.15. Attributi dei dati (metadati)

Per permettere una stima completa della qualità dei dati del rilievo è necessario registrare e/o documentare le informazioni a contorno dei dati. Tali informazioni (metadati) sono essenziali per lo sfruttamento dei dati del rilievo in tempi e contesti diversi, anche da parte di utenti differenti. I metadati, da riportare obbligatoriamente all'interno del report finale, devono comprendere informazioni su:

- il rilievo in generale;
- data e ora (UTC), area, strumenti usati con relativi certificati di calibrazione, nome dell'Unità che ha effettuato il rilievo, personale coinvolto con relative qualifiche);
- il sistema di riferimento geodetico utilizzato, planimetrico e verticale;
- gli *offset* impostati;
- le procedure di calibrazione utilizzate (*multibeam patch test*, taratura alla sbarra) e relativi risultati, eventuale calibrazione del sistema integrato IMU con doppia antenna GNSS;
- l'elenco delle velocità del suono utilizzate, corredate di orario (UTC) di misura e posizione;
- le correzioni di livello idrometrico e relativa procedura utilizzata per il calcolo delle correzioni a partire dai dati misurati;
- le incertezze raggiunte e i rispettivi livelli di confidenza per posizioni, profondità e relativi modelli batimetrici utilizzati (modello CUBE o altri *gridding method*);
- Ordine del Rilievo.

I metadati, da riportare obbligatoriamente all'interno del report finale, devono comprendere, in accordo con quanto riportato nella pubblicazione S-44 Capitolo 6 e normativa UNI/EN - ISO¹⁸ in vigore sulle informazioni territoriali relative:

- il rilievo in generale:
 - nominativo Ente esecutore/committente/certificatore e informazioni di contatto;
 - scopo del rilievo (e.g. sicurezza della navigazione, indagine, pre-posa, dragaggio, etc);
 - date e orario di inizio e fine rilievo;
 - area geografica;
 - ordine del rilievo raggiunto (in accordo con S-44 e II 3176) e relativi QA/QC;
 - strumenti usati con relativi certificati di calibrazione;
 - nome dell'Unità e proprietario del dato;
 - personale che ha effettuato il rilievo e relative qualifiche;
 - indicazione di eventuali e specifiche condizione di limitazione dell'accesso da parte di terzi di cui all'art. 9, comma 4, del DL.gs 32/2010 e art. 3 del DL.gs 36/2006;
- il sistema di riferimento utilizzato:
 - planimetrico;
 - altimetrico (e le differenze tra il datum prescelto e ellissoidico/ortometrico/medio mare locale), i calcoli devono essere verificati possibilmente anche con il modello ufficiale ITALGEO più recente;
- gli *offset* statici e dinamici impostati e come sono stati calcolati;
- le procedure di calibrazione utilizzate (*patch test*, taratura alla sbarra) e relativi risultati;
- i profili delle velocità del suono utilizzate, corredate di orario di misura e posizione;
- le correzioni di livello, e relativa procedura utilizzata per il calcolo delle correzioni a partire dai dati misurati;
- le incertezze/accuratezze:
 - THU (*Total Horizontal Uncertainty*);

¹⁸ A titolo non esaustivo siano considerati tutti gli standard tecnici derivati dalla ISO/TC211 relativamente ai dati geografici e ai relativi metadati.

- TVU (*Total Vertical Uncertainty*);
- accuratezze del sistema di posizionamento indicando le distanze *base-rover* minima e massima;
- attributi dei modelli tridimensionali consegnati al grigliato in accordo con il paragrafo 5.18 o dimensioni minori:
 - *gridding model* utilizzato (CUBE, *shoalest*, etc.);
 - risoluzione del *grid* raggiunta qualora la dimensione sia inferiore a quella indicata dal presente disciplinare;
 - mosaico di *backscatter* dei fondali con relativa risoluzione;
 - *layer* aggiuntivi (per esempio *uncertainty*, *density*, *standard deviation*, eccetera).
- *feature/object detection*:
 - minima capacità di discriminazione;
 - area di rilievo in cui è stata effettuata la ricerca;
 - percentuale di copertura del *target*.
- Copertura dei dati (possibilmente in percentuale rispetto al perimetro dell'area scandagliata) ed eventuali aree non scandagliate (che devono essere restituite anche in file vettoriale nei formati principali di interscambio).

I metadati devono essere preferibilmente in forma digitale e costituiscono parte integrante del rilievo.

Per l'archiviazione completa dei modelli tridimensionali da parte dell'IIM, al fine di realizzare anche la documentazione nautica o il relativo aggiornamento, occorre fornire tutti i dati grezzi di acquisizione e non solo i prodotti delle elaborazioni fornite dai *software* di valorizzazione, come dettagliato in Annesso 2.

5.16. Apparecchiature/strumenti

Per essere conforme a un dato Ordine del presente Disciplinare, il rilievo deve essere effettuato con apparecchiature hardware e software idonei al raggiungimento dei requisiti dettagliati nella Tabella 1 e 2. In particolare le apparecchiature impiegate devono consentire il raggiungimento delle incertezze richieste motivo per cui è fondamentale che nella scelta delle stesse sia valutata una *a priori uncertainty* (*pre-survey*) e l'incertezza finale (orizzontale e verticale) a conclusione del rilievo. A tal fine è necessario stabilire programmi di taratura e calibrazione periodica che soddisfino le specifiche prima di procedere al rilievo idrografico. I software devono essere aggiornati alla più recente versione in modo da risolvere eventuali problematiche sulla memorizzazione e/o lettura dei dati registrati. Deve essere indicata la modalità di funzionamento della strumentazione utilizzata per assicurare l'accuratezza richiesta dal rilievo (*ordine*, *footprint*, *densità*, etc).

Le apparecchiature devono inoltre essere utilizzate da personale qualificato, competente e addestrato all'impiego che dovrà avere sempre a disposizione i manuali sul loro uso e manutenzione (compresi i relativi manuali forniti dal costruttore come ad esempio modalità d'installazione delle antenne GNSS, interferenze antenne attive, interferenze acustiche, ecc.).

Nella relazione finale devono essere indicati tutti gli elementi dei sistemi e delle apparecchiature utilizzati e i relativi software (con relativa versione) e devono essere allegati tutti i tracciati e le registrazioni effettuate durante l'esecuzione del rilievo.

Le registrazioni devono comprendere come minimo:

- l'identificazione dell'elemento del sistema o dell'apparecchiatura utilizzati e relativo *software*;

- il nome del costruttore, l'identificazione del tipo, il numero di serie o altra identificazione univoca;
- le verifiche di conformità delle apparecchiature alle specifiche;
- le procedure di *setting* e utilizzo operativo del sistema;
- le date, i risultati e le copie dei rapporti e dei certificati di tarature, regolazioni, criteri di accettazione e data di scadenza;
- il piano di manutenzione, ove appropriato, e lo stato di aggiornamento delle manutenzioni;
- ogni danno, malfunzionamento, modifica o riparazione subiti dai sistemi o dalle apparecchiature utilizzate;
- eventuali malfunzionamenti riscontrati sui sensori in fase di raccolta dati.

Chi esegue il rilievo deve disporre di procedure pianificate per l'impiego e la manutenzione dei sistemi e delle apparecchiature, al fine di assicurarne il corretto funzionamento e prevenirne il deterioramento.

Nell'Annesso 1 sono riportate le *checklist* da seguire per un corretto svolgimento delle operazioni di rilievo.

5.17. Stima dell'incertezza della misura

Chi esegue i lavori deve applicare idonee procedure per stimare l'incertezza delle misure per le varie tipologie di dati raccolti, tenendo conto di tutte le componenti che possono influenzarla. Tali procedure possono basarsi su considerazioni metrologiche (calibrazione su banco di misura e stima dell'accuratezza del sistema con minimizzazione dei *bias*) e statistiche (stima della precisione del sistema con indicatori statistici, quale per esempio lo scarto quadratico medio delle misure, RMS (*Root Mean Square*)). Il livello di rigore necessario nella stima dell'incertezza dei rilievi (dati) dipende da:

- i requisiti del rilievo, sintetizzati nell'Ordine;
- le prestazioni degli strumenti impiegati¹⁹;
- fattori esterni quali il moto ondoso, la calibrazione degli strumenti e i risultati del *patch test*, la validazione dei dati;

In particolare, come delineato nella S-44, l'incertezza totale delle misure²⁰ dovrà essere calcolata nelle sue componenti orizzontali e verticali a un livello di confidenza del 95%²¹. Per tale considerazione il software di validazione dei dati, nella creazione del *grid* finale del rilievo, deve impiegare un modello matematico che consideri l'incertezza della misura (tipo *CUBE - Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator* - o *grid modelling* simile) nella definizione dei *sounding*.

Altro parametro richiesto per valutare l'accuratezza del dato, quando vengono realizzati i prodotti finali, è la *Zone of Confidence* (ZOC)²² che serve a valutare la qualità dei dati che saranno impiegati per la produzione della documentazione nautica. La tabella per la sua definizione, oltre alle pubblicazioni che la prevedono, è riportata nella Premessa agli Avvisi ai Naviganti (I.I. 3146) edita annualmente dall'IIM²³ e pubblicata sul sito istituzionale.

¹⁹ A tal fine è utile valutare l'impronta sul fondo dei *beam* centrali e laterali dello scandaglio.

²⁰ Definita nella S-44 TPU, *Total Propagated Uncertainty* (Incertezza Propagata Totale).

²¹ La componente verticale è denominata *TVU, Total Vertical Uncertainty* (Incertezza Verticale Totale), mentre la componente orizzontale è denominata *Total Horizontal Uncertainty – THU* (Incertezza Orizzontale Totale). In particolare, per calcolare la THU ad un livello di confidenza del 95 % è possibile ipotizzare una distribuzione isotropa degli errori nel caso la configurazione geometrica dei luoghi di posizione sia sufficiente a garantirlo.

²² La ZOC è riportata/prevista dalle pubblicazioni IHO S-4 e IHO S-57 ed è normata con la pubblicazione IHO S68 Ed. 1.1.0 Marzo 2025.

²³ Supplemento al fascicolo Avvisi ai Naviganti N.1 dell'anno disponibile al link: <https://www.marina.difesa.it/noi-siamo-la-marina/pilastro-logistico/scientifici/idrografico/Pagine/Avvisi.aspx>.

5.18. Presentazione dei risultati

I risultati devono essere registrati in modo chiaro, accurato, oggettivo e senza ambiguità.

La relazione tecnica da presentare e allegare alla documentazione, di cui al successivo comma, deve contenere almeno tutte le informazioni richieste e riportate nell'Annesso 2 al presente *Disciplinare* e deve essere firmata, secondo lo schema riportato sempre nell'Annesso 2, da persone in possesso dei titoli previsti dal precedente paragrafo 4 a).

Nell'Annesso 2 è riportato l'elenco della documentazione minima necessaria per l'esecuzione di qualsiasi rilievo idrografico e quindi anche per la relativa verifica da parte dell'IIM al fine di redigere e aggiornare la documentazione nautica.

L'osservanza di quanto indicato nel presente *Disciplinare* permette la tracciabilità dei dati dalla loro acquisizione alla loro restituzione e la loro comparabilità con altri.

Come prodotto da allegare alla relazione finale devono essere previsti obbligatoriamente:

- un DTM/DEM di adeguato *grid* (almeno in formato numerico di scambio libero), a meno di diversa e più restrittiva indicazione del committente, che tenga conto della *feature* e *object detection* prevista per ogni singolo ordine:

Ordine	Dimensione griglia (m) per la realizzazione del DEM	N° minimo di <i>sounding</i> per maglia
Speciale Nazionale	0.15 x 0.15	5
Speciale	0.25 x 0.25	5
1a	0.50 x 0.50 (fino ai 40 m) 1 x 1 (oltre i 40 m)	3
1b e 2	la risoluzione del <i>grid</i> deve rispettare l'andamento batimetrico in linea con l'incertezza massima prevista per singolo nodo in termini di THU e TVU	1

Tali dimensioni di grigliato non esimono il certificatore dal verificare la completa assenza di *holiday* (mancanza di dati) per gli ordini che prevedono la copertura totale del fondale e la dimensione dell'impronta sul fondo di ogni singolo *beam* (sia nadirale che laterale).

Al fine di permettere un controllo dei dati il DEM (*Digital Elevation Model*) deve essere corredato anche da superfici/*layer* indicanti:

- la densità per ogni nodo;
 - la deviazione standard per ogni nodo dei *sounding* rispetto al valore modellato.
- il *Quality Control Report* in cui sia evidente la rispondenza tra i *sounding* e l'ordine del rilievo; questa è condizione necessaria per la successiva certificazione da parte del professionista di cui al Cap. 4.

6. STANDARD PER RILIEVI IDROGRAFICI

6.1. Introduzione

Questa edizione 2025 del *Disciplinare* riporta i requisiti minimi per i rilievi idrografici per la sicurezza della navigazione all'interno di due tabelle (1 e 2).

La 6ª edizione della S-44 contiene un'ulteriore tabella (6), riconfermata nelle versioni successive, creata per garantire una maggiore flessibilità nella definizione dei requisiti a

favore di rilievi idrografici eseguiti per scopi non legati direttamente alla sicurezza della navigazione, con la possibilità di personalizzare i requisiti minimi e adattarsi alle esigenze locali. Per gli scopi dei rilievi eseguiti nelle acque di giurisdizione l'applicazione della Matrice è possibile solo qualora si applichino criteri più stringenti rispetto a quelli previsti/riportati nella successiva Tabella 1.

6.2. Standard minimi per i rilievi idrografici

Oltre ai requisiti per il rilievo morfo-batimetrico, le nuove edizioni della S-44 prevedono anche minimi standard per il posizionamento degli ausili alla navigazione e per la misurazione delle correnti.

Le Tabelle 1 e 2 devono essere lette in congiunzione con l'intero testo del presente documento.

6.2.1. Standard batimetrici

La Tabella 1 definisce i minimi standard dei rilievi batimetrici eseguiti nelle acque italiane con un occhio di riguardo per quelli attinenti alla sicurezza della navigazione e viene posta particolare attenzione al concetto di *Underkeel Clearance*. I requisiti, seppur specifici per lo scopo del rilievo, sono indicati in modo da risultare il più possibile indipendenti dal tipo di tecnologia utilizzata. Le Tabelle 1 e 2 devono essere lette e applicate congiuntamente ma sono indipendenti in fase di validazione dei dati, in modo che l'accuratezza raggiunta per i dati batimetrici (Tabella 1) possa essere stimata indipendentemente dall'Ordine raggiunto nell'acquisizione e validazione dei dati di posizionamento previsti dalla Tabella 2, così che questi ultimi non degradino la rappresentazione di qualità della batimetria sulla carta nautica e sui prodotti.

6.2.2. Altri standard relative al posizionamento e alle correnti

La Tabella 2 definisce i minimi standard per il posizionamento degli ausili alla navigazione, della topografia e degli oggetti sopra il datum verticale. Include, inoltre, minimi standard per le misurazioni angolari relative ai settori dei segnalamenti luminosi e ausili alla navigazione, tra cui sistemi di allineamento. Infine vengono anche definiti i requisiti per la misurazione della direzione e velocità delle correnti. **Questi standard si applicano solo quando le misurazioni sono richieste per il rilievo.**

6.2.3. Unità di misura

Occorre sempre precisare le unità di misura dei dati acquisiti rispettando il sistema metrico decimale.

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 profondità generalmente fino ai 100 m) con battente d'acqua sotto chiglia meno critico ma in cui è possibile la presenza di ostacoli significativi per la navigazione in superficie.	Aree (con profondità generalmente tra i 100 e 200 m) in cui il battente d'acqua sotto chiglia non è considerato problematico per il tipo di navigazione in quella superficie previsto in quella zona.	Aree (con profondità generalmente > 200 m) in cui è ritenuta sufficiente una rappresentazione generica del fondale.
THU 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
TVU 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; 5% della profondità oltre i 40 m	Non specificato	Non specificato
Ricerca sul fondo (3)	Totale	Totale	Totale	Fortemente raccomandata ma non richiesta	Raccomandata ma non richiesta
Copertura batimetrica (4)	Totale al grid massimo indicato nella precedente tabella	Totale al grid massimo indicato nella precedente tabella	Totale al grid massimo indicato nella precedente tabella	≥ 50 % (raccomandato 100%)	≥ 5 %

Note:

- (1) Poiché l'incertezza dei fondali è determinata da incertezze sia costanti sia dipendenti dalla profondità, va usata la seguente formula per calcolare la TVU massima permessa a un livello di confidenza del 95%. I parametri "a" e "b" per ciascun Ordine, come da Tabella 1, insieme con la profondità "d" vanno introdotti nella formula per calcolare la TVU massima permessa per una determinata profondità:

Dove:
$$\pm\sqrt{a^2 + (bxd)^2}$$

- a è la parte di incertezza che non varia al variare della profondità
b è il coefficiente che rappresenta la parte di incertezza che varia al variare della profondità
d è la profondità
b x d è la quota di incertezza che varia al variare della profondità.

- (2) Un ostacolo cubico è un cubo regolare aventi lati di eguale lunghezza. Va notato che il requisito di rilevamento di cubi di 0,5 m, 1 m e 2 m rispettivamente per l'Ordine speciale nazionale (OSN), l'Ordine speciale (OS) e l'Ordine 1a IHO è un requisito minimo. Per l'OSN e l'OS il requisito rimane tale nell'area del rilievo e non cambia con la profondità. Per l'Ordine 1a, l'estensione del rilevamento ostacoli ai 40 m riflette il pescaggio massimo previsto delle navi che si avvicinano ai porti italiani; oltre tale valore il requisito aumenta proporzionalmente con profondità.
- (3) Il concetto di copertura batimetrica è stato introdotto nella sesta edizione della S-44 con lo scopo di definire degli standard indipendenti dal tipo di tecnologia della strumentazione utilizzata. A questa si associa il concetto di ricerca sul fondo che serve a identificare tutti gli oggetti di prefissate dimensioni cubiche; in particolare, la ricerca di fondo al 100%: va intesa come copertura batimetrica "totale" e ricerca e identificazione di tutti gli ostacoli presenti sul fondale le cui dimensioni minime sono definite dal singolo ordine.
- (4) Devono essere verificate, indipendentemente dallo scopo del rilievo, tutte le anomalie di fondo (relitti, ostruzioni, cavi, condotte, eccetera) ricadenti nell'area del rilievo e presenti sulla documentazione nautica in vigore. Anche il semplice non rinvenimento o l'identificazione di fondo sporco o in posizione diversa da quella riportata su carta, deve essere oggetto di segnalazione nel report.
Per l'OSN, OS e 1a deve essere garantita l'assenza di zone d'ombra o di *holiday* già in fase di acquisizione.

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 le misurazioni sono richieste per il rilievo.
Tutte le incertezze sono espresse a livello di confidenza 95%.

Ordine Elementi		Ordine Speciale Nazionale	Ordine Speciale	1a	1b	2
Topografia, Linea di costa (artificiale o rocciosa), oggetti e ausili alla navigazione fissi sopra il livello di riferimento verticale significativi per la navigazione	THU [m]	0.25 m	0.25 m	0.5 m	2 m	2 m
	TVU [m]	0.15 m	0.15 m	0.5 m	2 m	2 m
Oggetti e ausili alla navigazione galleggianti ²⁴	THU [m]	2 m	10 m	10 m	10 m	20 m
Linea di costa (sabbiosa/fangosa)	THU [m]	1 m	5 m	10 m	10 m	10 m
Oggetti e topografia sopra il livello di riferimento verticale meno significativi per la navigazione	THU [m]	0.5 m	0.5 m	10 m	20 m	20 m
	TVU [m]	0.3 m	0.3 m	1 m	2 m	2 m
Altezza di sicurezza sul datum verticale, larghezza utile, linea di equidistanza, altezze dei settori luminosi ²⁵	THU [m]	1 m	2 m	5 m	10 m	10 m
	TVU [m]	0.3 m	0.5 m	1 m	2 m	3 m
Misurazioni angolari ²⁶	gradi	0.5 gradi				
Direzione correnti	gradi	10 gradi				
Velocità correnti	nodi	0.1 nodo				

²⁴ Posizione riferita preferenzialmente all'ancoraggio a cui deve essere associato il massimo calumo disponibile.

²⁵ Si riferisce a ostruzioni sopra il datum verticale come ponti e cavi che possono rappresentare un pericolo per la navigazione. Per determinare la distanza dalla costa possono essere utilizzate la linea di equidistanza e le altezze dei settori luminosi.

²⁶ Include le misurazioni dei settori luminosi, luci direzionali, luci di guida e di allineamento, rotte di sicurezza e allineamenti.

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 1

ELENCO DELLE OPERAZIONI DA EFFETTUARE IN OCCASIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI



Il presente Annesso si compone di due *checklist*, la prima che elenca le operazioni da effettuare prima, durante e dopo il rilievo; ed una seconda che indica nel dettaglio le azioni previste.

Entrambe le *checklist* forniscono gli elementi per la compilazione dei campi minimi della relazione tecnica da allegare al rilievo idrografico.

CHECKLIST 1 – OPERAZIONI PER L'ESECUZIONE DEL RILIEVO IDROGRAFICO

Elenco delle operazioni da effettuare prima del rilievo idrografico:

- Studiare i manuali di installazione e gestione delle strumentazioni e dei software
- calibrazione periodica della strumentazione;
- *training* periodico del personale e relative abilitazioni;
- determinazione degli *offset* tra gli strumenti da utilizzare (lineari e angolari) e determinazione della linea di galleggiamento;
- stima iniziale dell'incertezza di misura relativa alle correzioni e alla strumentazione al fine di valutare le metodologie da usare e adeguatezza della strumentazione per il conseguimento dell'Ordine richiesto;
- allineamento dei sensori e *patch test*;
- misura dell'immersione del trasduttore da effettuarsi sia come calcolo della *WaterLine* che come bar check. Qualora la variazione di immersione nell'arco del rilievo/giorno sia consistente l'operazione deve essere cadenzata e riportata in apposita tabella;
- calcolo delle differenze tra datum verticali (ellissoidico/ortometrico/livello medio mare locale).

Elenco delle operazioni da effettuare durante il rilievo idrografico:

- registrazione dei *raw data*;
- registrazione dei dati ausiliari (velocità del suono, marea);
- *log book* delle attività di rilievo.

Elenco delle informazioni/dati da riportare dopo il rilievo idrografico:

- *raw data file* in formato nativo, così come registrati durante le fasi di acquisizione (per esempio .kml, .all, .sdf, .pds, .s7k, ecc.) ed, eventuali, dati esportati in formato di libero scambio (tipo .gsf/xtf);
- dati di livello con monitoraggio del datum verticale e velocità del suono (in formato testo o in un foglio elettronico);
- datum planimetrico di restituzione;
- datum verticale di restituzione (per esempio *mean sea level*, *mean low water springs*, *lowest astronomical tide*);
- risultati finali del rilievo sotto forma di file vettoriali o *raster* DEM riferiti ai datum di restituzione;
- indicazione dell'incertezza dei dati restituiti e relativo Ordine del Rilievo;
- relazione tecnica del rilievo con la sintesi di operazioni condotte, procedure seguite e risultati conseguiti.

CHECKLIST 2 – DETTAGLIO DELLE SINGOLE OPERAZIONI IDROGRAFICHE

Calibrazione periodica della strumentazione:

- calibrazione periodica dei profilatori di velocità del suono, aggiornamenti *hardware*, *firmware* e *software*;
- calibrazione periodica dei sistemi per la determinazione dell'assetto (*heave*, *roll* e *pitch*) e prora (*heading*), aggiornamenti *hardware*, *firmware* e *software*;
- calibrazione periodica del sistema di determinazione del livello dell'acqua, aggiornamenti *hardware*, *firmware* e *software*;
- controllo prestazioni del sistema batimetrico (*service* certificato presso la casa produttrice, prove di funzionamento su aree di geometria nota, prove su poligono idrografico), aggiornamenti *hardware*, *firmware* e *software*;
- controllo prestazioni del sistema di posizionamento (caratteristiche delle antenne, prove su punti noti in modalità statica), aggiornamenti *hardware*, *firmware* e *software*.

Training periodico del personale e relative abilitazioni:

- competenze idrografiche del personale tecnico coinvolto sulla base di quanto indicato al Capitolo 4 del *Disciplinare*;
- frequenza di corsi di aggiornamento tecnici sulla strumentazione utilizzata;
- frequenza corsi interni all'impresa sulle procedure di utilizzo della strumentazione e *processing* dati;
- abilitazioni all'utilizzo della strumentazione.

Offset degli strumenti:

- posizione XYZ del/i trasduttore/i nel *vessel reference frame*;
- posizione XYZ del sistema di assetto nel *vessel reference frame*;
- posizione XYZ del sistema di posizionamento nel *vessel reference frame*;
- offset angolari di assetto (*roll-pitch-yaw*) del/i trasduttore/i nel *vessel reference frame*;
- offset angolari di assetto (*roll-pitch-yaw*) del sistema di assetto nel *vessel reference frame*;
- *water line*;
- *lever arm* tra i seguenti sensori:
 - sensore primario GNSS e trasduttore MBES;
 - sensore di assetto e trasduttore MBES;
 - sensore primario GNSS e sensore di assetto.

Stima iniziale (*a priori*) dell'incertezza di misura:

- stima dell'incertezza del sistema batimetrico;
- stima dell'incertezza del sistema di assetto e *heading*/prora;
- stima dell'incertezza delle misure di velocità di propagazione;
- stima dell'incertezza sulla misura del livello dell'acqua di riferimento (datum altimetrico);
- stima dell'incertezza sulla misura delle correzioni di livello;
- stima dell'incertezza del sistema di posizionamento;
- confronto della stima dell'incertezza totale con i parametri di cui alle Tabelle 1 e 2 ai fini della scelta dell'Ordine del Rilievo e delle diverse metodologie/strumentazione.

Allineamento dei sensori e *patch test*:

- studio dell'area da utilizzare per il *patch test*;
- studio delle metodologie da utilizzare (caso *single head*, caso *dual head*, ecc.);
- calibrazione del *positioning time delay*;
- calibrazione del *pitch offset*;
- calibrazione dell'*heading (gyro) offset*;

- calibrazione del *roll offset*;
- calibrazione *bar check* (sistematico durante il rilievo).

Registrazione dei raw data:

- controllo della corretta registrazione dei *raw data* di tutte le apparecchiature utilizzate nel rilievo idrografico, compreso le parti di geodesia e geomatica;
- registrazione di tutti i dati del rilievo da parte del sistema di acquisizione (batimetria, *positioning*, prora, assetto);
- *storage* e relativa procedura di *backup* dei *raw data*;
- catalogazione e organizzazione dei file secondo procedure consolidate;
- raccolta di eventuali registrazioni di dati GNSS utilizzati per il posizionamento in modalità RTK/PPK ed eventuali reti utilizzate (NRTK) sia delle basi che dei *rover*.

Registrazione dei dati ausiliari:

- misurazione della velocità del suono e valutazione della relativa periodicità;
- registrazione del dato grezzo dallo strumento e del dato processato per utilizzo nei *software* di acquisizione/*processing*;
- misurazione del livello dell'acqua rispetto al riferimento verticale e valutazione della relativa periodicità, il tutto connesso al monitoraggio di lungo periodo;
- registrazione dei dati di livello grezzi e dei dati processati riferiti al datum.

Log book delle attività di rilievo:

- orari e località;
- operatori coinvolti;
- impostazioni dello scandaglio (frequenza utilizzata, ampiezza *swath* etc.);
- stato del mare e condizioni dell'imbarcazione (*draft*, *loading*);
- annotazione di tutte le anomalie strumentali e/o batimetriche che possono aver influenzato le misure;
- i dati al contorno utilizzati (VS, *setting* strumentazione).

Raw data file in formato nativo così come registrati durante le fasi di acquisizione²⁷ (per esempio: all, .xtf, .sdf, ...):

- verifica della corretta registrazione dei dati idrografici;
- corretta tempo referenziazione dei dati;
- indicazione delle modalità di registrazione dei dati (*pointing angle-travel time*, *along-across-depth*, posizione dell'antenna GPS o riporto al *reference point*, assetto riferito alla piattaforma inerziale o riporto al *reference point*).

Dati di livello con monitoraggio del datum verticale e velocità del suono (in formato testo o in un foglio elettronico):

- indicazione delle modalità di correzione delle misure dovuta alla variazione di velocità nel mezzo di propagazione;
- riporto dei dati di velocità del suono dal dato in uscita dai profilatori fino ai file elaborati;
- indicazione della procedura di acquisizione dei dati di livello;
- Indicazioni sulla metodologia utilizzata per il calcolo del livello medio mare **locale**;
- riporto dei dati di livello da quelli acquisiti dal sensore fino a quelli elaborati.

Datum planimetrico di restituzione:

²⁷ Per i formati nativi generati da software proprietari che non prevedono la lettura in altri software di validazione/processazione deve essere generata in fase o di acquisizione o di consegna anche un formato di scambio internazionale aperto o altro formato leggibile.

- procedura di riporto delle misure di posizione al datum planimetrico di restituzione;
- indicazione dei *software* e matrici utilizzate per passaggi di datum/*frame*;
- stima delle incertezze generate.

Datum verticale di restituzione:

- procedura di riporto delle misure di fondale al datum verticale di restituzione;
- indicazione della procedura di passaggio tra i vari riferimenti verticali fino a quello finale di restituzione;
- stima delle incertezze generate;
- motivazione della restituzione in un particolare datum e sue connessioni con i riferimenti verticali nazionali (zero IGM per le quote a terra, componente verticale del datum geodetico ETRF2000 (2008), livello medio mare *locale*).

Risultati finali del rilievo sotto forma di file vettoriali o *raster* DEM riferiti ai datum di restituzione:

- indicazione dei formati e metadati dei file, comunque compatibili con i comuni formati di interscambio tra enti coinvolti nell'ambito della geomatica (*shapefile*, S-57 file, DTED, BAG, ecc.);
- valutazione delle risoluzioni e caratteristiche dei modelli (DEM, TIN, ecc.) e prodotti vettoriali (batimetriche, *sounding*, ecc.) in relazione alle specifiche richieste per il rilievo (Ordine del Rilievo come da Tabelle 1 e 2).

Indicazione dell'incertezza dei dati restituiti e relativo Ordine di Rilievo:

- stima *a posteriori* delle incertezze di misura e risultati del rilievo attraverso una procedura matematica di propagazione dell'errore;
- bilancio finale dell'incertezza totale propagata, ottenibile anche attraverso procedure automatizzate nel *software* di processing dei dati;
- confronto tra le incertezze di misura e risultati raggiunti con i minimum standard connessi all'Ordine del rilievo.

Relazione tecnica del rilievo con la sintesi delle operazioni condotte, delle procedure seguite e dei risultati conseguiti:

- **indicazione delle operazioni condotte e dei risultati ottenuti, sintetizzabili nel contenuto dei singoli item del presente annesso;**
- descrizione dei file acquisiti e prodotti finali ottenuti e relativa posizione nelle cartelle trasmesse;
- formalizzazione della relazione nel formato più confacente agli standard interni della ditta. Per le informazioni da riportare può essere seguita la *checklist* oppure può essere preso a riferimento il formato di relazione riportato nella pubblicazione IHO C-13 *Appendix 5*;
- indicazione dell'Ordine di Rilievo, anche a seguito del *Quality Control Report*, e firma della Certificazione del rilievo.

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 2

DOCUMENTAZIONE MINIMA NECESSARIA PER L'ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

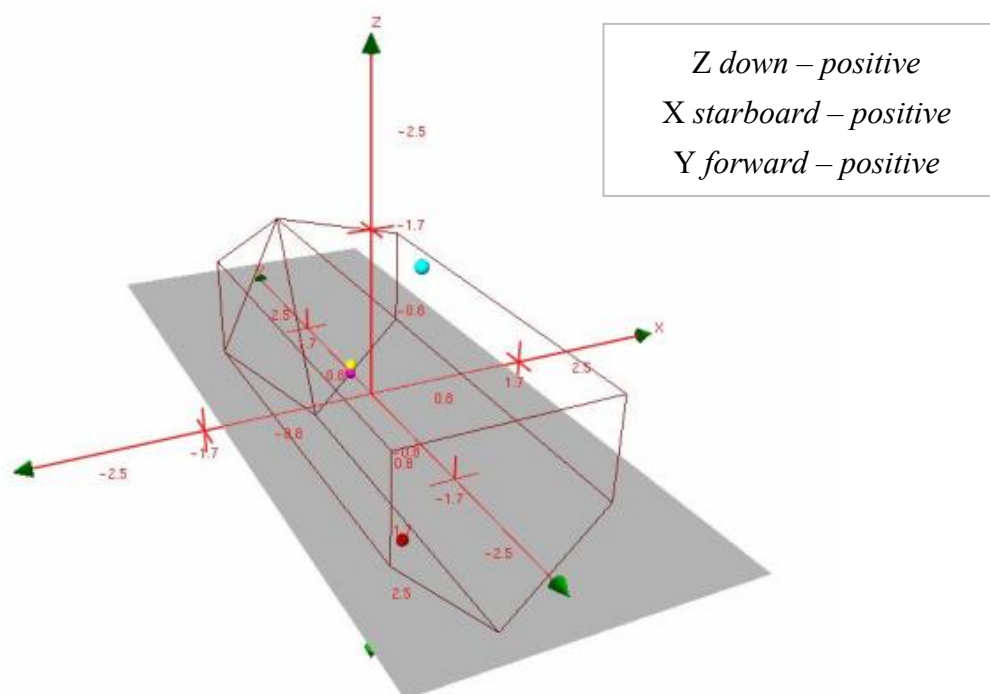


Si delinea, di seguito, la documentazione minima da produrre affinché i dati acquisiti durante un rilievo siano a norma del presente *Disciplinare*.

1. Relazione tecnica

La relazione tecnica, come previsto dall'ultimo articolo dell'Annesso 1, deve contenere almeno le seguenti informazioni considerate obbligatorie/necessarie:

- descrizione/caratteristiche tecniche degli strumenti hardware e software utilizzati per l'esecuzione del rilievo (sistema di posizionamento - ecoscandaglio - sistema mareometrico sistema di determinazione velocità del suono - sistema di acquisizione dati - sistema di elaborazione);
- indicazione per ogni singolo strumento dell'ultima certificazione e/o calibrazione effettuata e del relativo risultato. Ogni indicazione deve essere correlata dal periodo di validità;
- piano degli *offset* (lineari e angolari) tra i vari sensori di bordo²⁸ e risultati delle procedure di misura a secco e di allineamento dei sensori (*patch test*), con orientamento degli assi come meglio rappresentato nella figura seguente:



- datum orizzontale, datum verticale (e differenze con gli altri datum verticali impiegati in ambito nazionale ellissoidico/ortometrico/livello medio mare) e datum temporale del rilievo;
- descrizione accurata delle operazioni idrografiche, geofisiche, geodetiche e topografiche pianificate e condotte;
- monografie dei punti geodetici e capisaldi di livellazione utilizzati come riferimento del rilievo;
- descrizione del software, con indicazione della relativa versione e delle procedure applicate nella processazione dei dati navigazionali e di attitude (GNSS e INS/IMU).
- descrizione del software, con indicazione della relativa versione e delle procedure applicate

²⁸ I sensori minimi che devono essere considerati sono il/i trasduttore/i, la IMU/MRU e l'antenna del Sistema di Navigazione e i valori devono essere indicati rispetto al *Reference Frame* del vettore (nave/imbarcazione/aereo/drone). In caso di presenza di ulteriori sensori impiegati durante le fasi di *survey* devono essere indicati anche i dati di quest'ultimi.

nella verifica dei dati. Per il software di valorizzazione sia indicato anche l'algoritmo matematico e le ipotesi impiegate per la realizzazione del modello tridimensionale;

- descrizione e metodologie applicate per verificare e definire il datum verticale, e ricavare la correzione dei fondali (VS e livello) e i relativi legami all'ETRF2000 (2008), in particolare la procedura seguita per il monitoraggio del datum;
- descrizione e risultati di eventuali indagini eseguite su fondali anomali o ostacoli sommersi e rispettive zone adiacenti;
- descrizione e risultati delle indagini per la caratterizzazione geofisica e sedimentologica del fondo e del sottofondo (per esempio da analisi del *backscatter* acustico, sismostratigrafia da *sub bottom profiler*, *boomer*, *sparker* e/o da campionamento diretto con benne, carotieri, *box corer*, etc.);
- descrizione e risultati di eventuali indagini per la mappatura di beni archeologici;
- elenco degli allegati tecnici (registrazioni di marea – velocità del suono – registrazioni barometriche, ecc.);
- elenco delle incertezze strumentali e stima *uncertainty* finale sul piano orizzontale e verticale;
- *Quality Control Report*;
- alla stessa deve essere allegata la certificazione, a firma dei soggetti di cui capitolo 4 a), di seguito riportata;
- elenco *feature* di interesse individuate rilievo durante con riportate tutte le informazioni indicate nel paragrafo “5.10. Ricerca anomalie di fondo” e relative schede correttamente compilate. Per ogni relitto o anomalia dovrà essere compilata una scheda di segnalazione e dovrà essere identificata in maniera univoca

CERTIFICAZIONE DI ASSEVERAZIONE DEL RILIEVO IDROGRAFICO

(da compilare in ogni parte prima della firma)

Per i professionisti in possesso del Brevetto di Cat. A (Cap. 4 a I))

CERTIFICAZIONE di ASSEVERAZIONE del RILIEVO		
Responsabile	DATA	Firma
Io sottoscritto _____ in possesso del <i>“Certificate of Field Proficiency of Hydrographic Surveyor specialized in Nautical Charting Hydrography”</i> N. ____ rilasciato in data _____ (HPAS nr. ____ data _____), ASSEVERO che i rilievi effettuati dalla _____ nel periodo dal _____ al _____ presso l'area _____ sono conformi ai minimi standard previsti dalla pubblicazione <i>Disciplinare Tecnico I.I. 3176</i> edita dall'Istituto Idrografico della Marina e che il materiale costituente detto rilievo è conforme alla tabella di completezza del rilievo che si allega di seguito. Ordine _____ CATZOC _____ L'invio dei dati all'IIM sarà effettuato a cura: ☐ Certificatore ☐ Autorità Committente	____/____/____	

Oppure per le figure professionali previste dalla normativa (Cap 4. b I)):

Si deve allegare, inoltre, un certificato sostitutivo di Atto Notorio, art. 47 del DPR 445/2000, indicante l'esperienza minima di 2 anni nel campo Idro-oceanografico (sostituto del hPAS).

Può ulteriormente essere allegato un *Curriculum Vitae* personale aggiornato alla data di certificazione.

CERTIFICAZIONE di ASSEVERAZIONE del RILIEVO		
Responsabile	DATA	Timbro e Firma
Io sottoscritto _____ in possesso del titolo di _____²⁹, iscritto all'albo di _____ in data _____ con esperienza pluriennale in ambito idrografico ASSEVERO che i rilievi effettuati dalla _____ nel periodo dal _____ al _____ presso l'area _____ sono conformi ai minimi standard previsti dalla pubblicazione <i>Disciplinare Tecnico I.I. 3176</i> edita dall'Istituto Idrografico della Marina e che il materiale costituente detto rilievo è conforme alla tabella di completezza del rilievo che si allega di seguito. Ordine _____ CATZOC _____ L'invio dei dati all'IIM sarà effettuato a cura: ☐ Certificatore ☐ Autorità Committente	____/____/____	

²⁹ Inserire il titolo del professionista e la relativa iscrizione all'albo professionale di chi effettua la verifica/collaudo del rilievo come previsto nel Cap. 4 b) (Competenze e Responsabilità).

2. Dati in formato analogico (solo qualora non disponibili in formato digitale)

- copia delle eventuali altre registrazioni geofisiche (*sub bottom profiler*, *chirp*, magnetometri, ecc.);
- copia dei brogliacci di campagna (idrografici, geofisici e/o geo-topografici);
- copia delle osservazioni barometriche e di livello effettuate durante il periodo di esecuzione del rilievo;

3. Dati in formato digitale

In caso di utilizzo di MBES, dovranno essere forniti i *raw data* registrati dallo strumento (formato .all, .xtf, .unb, ecc.) con registrazione dati *backscatter* acustico ove disponibile.

In caso di utilizzo di MBES, di scandaglio interferometrico, *Airborne Laser Bathymetry* (ALB), i cui dati risultino proprietari del sistema o non esportabili in formati compatibili con i software in uso presso l'IIM e comunque non ne venga reso pubblico il formato dalla ditta costruttrice, i file organizzati per ogni linea dovranno essere forniti sia come *raw data* (originali) non ridotti al datum verticale, sia come dati elaborati alla massima densità (il *data set* completo e non il *grid* a passo costante) in formato ASCII con indicazione del contenuto dei campi, organizzati per colonne almeno con x (E), y (N), z (q), t (data e ora), n. linea, TPU (TVU e THU).

All'interno della relazione dovranno essere specificate le informazioni già inserite nel *software* di acquisizione e quindi se registrate nei *raw data* (per esempio: VS, *offset* strumenti, immersione trasduttore, ecc.).

Sono richiesti inoltre:

- file delle misure geodetiche qualora raccolte originali ed elaborate (*raw data* RINEX o altri);
- file delle misure topografiche qualora raccolte originali ed elaborate (*raw data* e in formato ASCII/foglio elettronico);
- file delle correzioni di livello tra il livello istantaneo e il datum verticale del rilievo (in formato ASCII/foglio elettronico);
- file delle misure mareometriche e barometriche (*raw data* e in formato ASCII/foglio elettronico);
- file delle misure di velocità del suono (*raw data* e in formato ASCII/foglio elettronico);
- file di LOG (a complemento dei brogliacci di scandagliamento);
- griglie di dati validati secondo le indicazioni del Paragrafo 5.18;
- file DGN, SHAPE, DXF o DWG delle mappe batimetriche, geo-topografiche prodotte, planimetrie e altri prodotti grafici.

Per poter essere utilizzato per la produzione o l'aggiornamento di documentazione nautica ufficiale, un rilievo idrografico deve contenere tutti gli elementi sopra elencati, deve soddisfare le tolleranze previste nei raccordi con i rilievi preesistenti e con quelli adiacenti in possesso dell'IIM, in accordo con il presente *Disciplinare*, e con la classificazione dei dati batimetrici in Zone di Confidenza (*Cat ZoC*) come previsto da IHO S-68 (la pubblicazione considera sia le indicazioni della IHO S-57 che della IHO S-101) (vedi anche IHO C-13 *Manual on Hydrography*).

Di seguito è stata inserita la tabella che deve essere compilata con gli elementi da inviare all'IIM.

Disciplinare Tecnico I.I. 3176 - Edizione 2025
Tabella Di Completezza dei Dati Idrografici

DATI IN FORMATO DIGITALE		
VOCE ³⁰	O (OBBLIGATORIO) P (PREFERIBILE)	Note / Percorso cartella
RELAZIONE TECNICA³¹ in accordo all'Annesso 1 e 2	O	
Calibrazioni in Situ effettuate (<i>time delay, pitch, roll, heading, bar check</i> , eccetera) (VS, <i>raw data</i> , riepilogo, eccetera)	O	
File delle misure batimetriche originali ed export in formato di scambio libero (tipo <i>gsf/xtf</i>) se il software di acquisizione lo permette (<i>raw data</i> es. *.kml, *.all, *.pds, *.xtf, *.s7k, *.pds, etc.)	O	
Progetto di elaborazione dati batimetrici completo³²	O	
File delle misure navigazionali/attitude originali ed export in formato di scambio libero (tipo RINEX...) se il software di acquisizione lo permette	O	
Progetto di elaborazione dati GNSS -INS completo³³	O	
File delle misure geodetiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> RINEX o altri) (Rientrano in questo invio anche i file per i calcoli della modalità PPK/PPP o similari)	O	
File delle misure topografiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> e in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
Ortofoto (se disponibili)	O	
File delle misure mareometriche e barometriche (<i>raw data</i> e in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
File delle correzioni di livello³⁴ (ASCII/foglio elettronico)	O	
File delle misure di velocità del suono (<i>raw data</i> e/o in formato ASCII/foglio elettronico)	O	
File di backscatter acustico MB (fondo e WC) e geofisici (<i>raw data</i> e immagini SSS) e relativo mosaico finale	O	
File di LOG (a complemento dei brogliacci di scandagliamento)	P	
File di prodotti di elaborazione dei dati delle mappe batimetriche, geo-topografiche, planimetrie, etc.	O³⁵ (P)	

³⁰ I dati minimi da ricevere per poter inserire correttamente un rilievo idrografico nel DB nazionale o per verificarlo per fini cartografici sono tutti quelli riportati come obbligatori.

³¹ Firmata da persona titolata secondo uno degli schemi di cui al punto precedente.

³² Indipendentemente dal *software* di verifica dei dati impiegato e comprendente le tavole contenenti il TPU, il THU e la *density*.

³³ Indipendentemente dal *software* di verifica dei dati impiegato e completo di *Quality Control Report*;

³⁴ Da inserire il file per ridurre i fondali al Datum verticale. In caso di acquisizione dei *sounding* con correzione tipo RTK/PPK *tide* inserire l'andamento delle variazioni verticali fornite al software di acquisizione (correzione applicata automaticamente).

³⁵ **Obbligatori soltanto i grigliati dei punti batimetrici (x, y e z) ottenuti dall'elaborazione dai *raw data*, con applicati i dati di *offset*/sensori di movimento/velocità del suono e marea, ad un passo non superiore a quanto riportato nel para 5.18.**

DATI IN FORMATO ANALOGICO (qualora non disponibili in formato digitale)		
VOCE	OBBLIGATORIO PREFERIBILE	Percorso cartella
Copia delle eventuali registrazioni geofisiche (SBP, <i>Chirp</i> , magnetometri, etc.)	P	
Copia dei brogliacci di campagna (idrografici, geofisici e/o geo-topografici)	O	
Copia delle osservazioni di livello e barometriche effettuate durante il periodo di esecuzione del rilievo	O	
Foto e descrizione dei campionamenti <i>in situ</i> effettuati	O	

4. Dati relativi agli elementi geografici di interesse sulla costa e rilievi geo-topografici.

Il rilievo geo-topografico della zona costiera, i dati raccolti in ambito litoraneo o portuale riguardanti la linea di costa, gli ausili alla navigazione e in generale tutti i particolari geografici di interesse sulla costa dovranno pervenire all'Istituto Idrografico corredati di una relazione tecnica che ne documenti le procedure di acquisizione e restituzione, inclusa la certificazione di qualità di chi ha eseguito il rilievo.

I rilievi LiDAR topografici, dinamici o statici, dovranno essere completi di tutti gli elementi per una eventuale successiva fase di controllo. I punti di controllo dovranno essere forniti correlati di posizione, metodologia di posizionamento, accuratezza, foto e tutti i metadata necessari e riportati nel presente disciplinare.

Eventuali planimetrie, **nel datum geodetico ETRF 2000 (2008)**, dovranno essere corredate della documentazione elencata nella seguente tabella affinché possano essere qualificate come rilievo geo-topografico. Le planimetrie di progetto, utili a scopo di pianificazione, non possono essere utilizzate per aggiornare la documentazione nautica perché non sono frutto di misure sul campo e di conseguenza non sono un rilievo idrografico.

I dati devono essere sempre accompagnati dalla stima dell'incertezza del risultato delle misurazioni.

Disciplinare Tecnico I.I. 3176 - Edizione 2025 Tabella Di Completezza dei Dati Geo-Topografici		
VOCE	OBBLIGATORIO PREFERIBILE	Percorso cartella
Relazione Tecnica ³⁶	O	
Tavole grafiche in formato *.pdf, firmate ³⁷ (preferibilmente digitalmente)	O	
File vettoriale categorizzato di tipo .shp, .dxf, .dwg, .dgn dei prodotti topografici	O	
File delle misure geodetiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> RINEX o altri).	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) e relativi metadati ³⁸	O	
Foto Opera costruita ³⁹	P	
Progetto di elaborazione dati geo-topografici completo ⁴⁰	O	

³⁶ Relazione sintetica su come è stato prodotto il risultato del rilievo (modalità NRTK, digitalizzazione ortofoto, disegno cad georiferito, ecc.) con indicazione della strumentazione utilizzata (stazione totale, ricevitori GNSS, ecc.). Se la planimetria è di progetto dovrà indicare le opere nel seguente modo: in verde le opere già realizzate, indicando la data dello stato dei lavori, in giallo le opere in corso di realizzazione, in rosso le opere inserite a progetto ancora da realizzare. La planimetria di progetto non è un rilievo e non sarà utilizzata per aggiornare la documentazione nautica ma soltanto per produrre eventuali avvisi ai naviganti che definiscano l'area lavori. Sulle opere già realizzate indicare sempre l'incertezza orizzontale facendo espressamente riferimento all'Ordine del rilievo così come indicato nella Tabella 2.

³⁷ Qualora non presente il timbro, il numero e la provincia di iscrizione all'Albo professionale, secondo la normativa in vigore, dovranno essere indicati nella relazione tecnica.

³⁸ Per esempio: data di volo, tipo camera, angolo di presa, fornitore/fonte, accuratezze, eccetera.

³⁹ Preferibilmente georiferita se con presa nadirale o comunque con *TAG* di posizione se presa laterale/obliqua. Se riferita ad un ortomosaico occorre indicare e consegnare anche il DEM impiegato per la rettifica delle foto con relative informazioni se esterne alla relazione consegnata.

⁴⁰ Indipendentemente dal *software* di verifica dei dati impiegato.

◀ [Torna all'indice](#)

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 3

GLOSSARIO



◀ [Torna all'indice](#)

Accuratezza (*Accuracy*): il grado di corrispondenza del dato teorico, desumibile da una serie di valori misurati, con il dato presupposto o accettato reale (v. incertezza, errore).

Assicurazione di qualità (*Quality assurance*): tutte le azioni sistematiche e pianificate necessarie a fornire adeguate garanzie sul fatto che un prodotto o servizio soddisferà determinati requisiti di qualità.

Battente d'acqua libero (*Underkeel clearance*): distanza tra il punto più basso dello scafo di una imbarcazione/nave e il fondale.

Controllo di qualità (*Quality control*): tutte le procedure atte a garantire che il prodotto soddisfi determinati standard e specifiche.

Copertura batimetrica (*Bathymetric coverage*): area rilevata tramite un metodo di misura di profondità di tipo sistematico basato sulla combinazione del rilievo pianificato (*survey pattern*) e dell'area teorica di rilevamento (o insonorizzazione) della strumentazione utilizzata per l'esecuzione del rilievo.

Correzione (*Correction*): la quantità che viene applicata a un'osservazione o relativa funzione per diminuire o minimizzare gli effetti degli errori ottenendo un valore migliore o per ridurre un'osservazione a uno standard arbitrario. La correzione corrispondente a un errore calcolato dato ha eguale grandezza ma segno opposto.

Datum di scandagliamento (*Sounding datum*): il datum verticale a cui sono riferite le profondità di un rilievo idrografico. È detto anche livello di riferimento degli scandagli.

Errore (*Error*): la differenza fra il valore osservato o calcolato di una quantità e il valore reale della stessa [NB: Non essendo conoscibile il valore reale, non è conoscibile nemmeno l'errore reale. È legittimo parlare di fonti di errore, ma i valori ottenuti da ciò che si definisce bilancio dell'errore (*error budget*) e dall'analisi dei residui non sono errori, bensì stime di incertezza (v. incertezza)].

Errore casuale (*Random error*): rumore/disturbo che determina un errore in una misurazione, causato da fattori variabili e che non possono essere controllati ma solo quantificati statisticamente.

Errore sistematico (*Systematic error*): componente dell'errore di una misurazione che rimane costante o varia in modo prevedibile.

Holiday o “celle bianche”: Un'area non rilevata involontaria all'interno di un dato rilievo idrografico in cui la spaziatura tra le linee di scandagliamento o tra i rilievi supera i limiti massimi consentiti (entro una dimensione massima di 3 celle/maglie/grid)

Incertezza (*Uncertainty*): per incertezza di un determinato valore di misura si intende una stima in senso statistico, con un determinato livello di confidenza, dell'errore di una misura inteso come differenza tra la misura e il valore reale (mai conoscibile) della grandezza misurata.

La stima dell'incertezza tiene conto degli errori accidentali e dei residui degli errori sistematici dopo la loro individuazione e correzione. Al fine di individuare e correggere questi ultimi e rendere quindi i relativi residui assimilabili a errori casuali, devono essere messe in atto attente procedure di calibrazione, taratura e controllo (dettagliate nell'Annesso 1).

L'attenta applicazione di tali procedure di calibrazione, taratura e controllo garantisce piena significatività al parametro di incertezza prima definito perché elimina la parte maggiore dell'errore sistematico e lo rende di fatto una stima realistica dell'errore vero.

Incertezza Orizzontale Totale (*Total horizontal uncertainty, THU*): la componente di incertezza propagata totale calcolata sul piano orizzontale. Sebbene venga espressa con un'unica cifra, la THU è una quantità bidimensionale. Si presuppone che l'incertezza sia isotropa (ovvero che la correlazione fra errori di latitudine e longitudine sia trascurabile). Questo rende la distribuzione normale circolare e simmetrica e permette di descrivere la distribuzione radiale degli errori rispetto

al valore reale con un unico numero.

Incertezza propagata totale (*Total propagated uncertainty, TPU*): il risultato della propagazione dell'incertezza quando nella propagazione sono comprese tutte le incertezze di misura coinvolte, casuali e sistematiche. La propagazione dell'incertezza combina gli effetti delle incertezze di misurazione provenienti da fonti diverse con le incertezze di parametri derivati e calcolati.

Incertezza verticale totale (*Total vertical uncertainty, TVU*): la componente di incertezza propagata totale calcolata sulla verticale. La TVU è una quantità monodimensionale.

Intervallo di confidenza (*Confidence interval*): v. incertezza.

Livello di confidenza (*Confidence level*): la probabilità che il valore reale di una misura sia compreso in un intervallo minore del valore di incertezza dal valore misurato. Va notato che i livelli di confidenza (per esempio 95%) dipendono dalla distribuzione statistica dei dati presunta e vengono calcolati in maniera diversa per quantità monodimensionali (1D) e bidimensionali (2D). Nel contesto del presente *Disciplinare*, che presuppone una distribuzione dell'errore normale, il livello di confidenza 95% per quantità 1D (per esempio profondità) è definito come 1.96 x la deviazione standard e il livello di confidenza 95% per quantità 2D (per esempio posizione) come 2.45 x la deviazione standard.

Metadati (*Metadata*): informazioni che descrivono un insieme di caratteristiche dei dati, per esempio l'incertezza dei dati di rilievo. Secondo la definizione ISO i metadati sono quei dati che descrivono un set di dati e il relativo utilizzo. I metadati sono implicitamente legati a una raccolta di dati e riguardano, per esempio, la qualità globale dei dati, il titolo del set, la fonte, l'incertezza della posizione e il copyright.

Modello batimetrico (*Bathymetric Model*): una rappresentazione digitale della topografia (batimetria) del fondo marino definito mediante coordinate planimetriche e profondità.

Monitoraggio dell'integrità (*Integrity monitoring*): la capacità di un sistema di fornire avvisi tempestivi agli utenti quando il sistema GNSS non deve essere usato.

Ostacolo (*Feature*): nel contesto del presente *Disciplinare*, qualsiasi oggetto, artificiale o naturale, che si erge dal fondo e può essere ritenuto rilevante per gli scopi del rilievo.

Ostacolo cubico (*Cubic feature*): nel contesto del presente *Disciplinare* qualsiasi oggetto tridimensionale avente ogni singola dimensione maggiore di un determinato valore definito dall'Ordine del Rilievo.

Ostacolo significativo (*Significant Feature*): Oggetto sul fondo che rappresenta un potenziale pericolo per la navigazione o che si ritiene opportuno rappresentare sulla carta/prodotto nautico.

Profondità ridotte al chart datum (*Reduced depths*): profondità osservate comprensive di tutte le correzioni relative ai rilievi e successive elaborazioni e riferite al datum verticale adottato.

Ricerca sul fondo (*Feature search*): metodo sistematico per l'esplorazione del fondo marino atto a rilevare ostacoli quali relitti, ostruzioni, cavi e condotte sottomarine, formazioni rocciose e altre ostruzioni presenti sul fondo stesso.

Ricerca totale sul fondo (*Full sea floor search*): metodo sistematico per l'esplorazione del fondo marino atto a rilevare gli ostacoli specificati in Tabella 1 impiegando opportuni sistemi di rilevamento, procedure e operatori qualificati. Nella pratica, la insonificazione/copertura batimetrica del 100% è impossibile e l'utilizzo di tale terminologia andrebbe scoraggiato.

Rilevamento ostacoli (*Feature detection*): la capacità di un sistema di rilevare ostacoli di dimensioni definite. Il presente *Disciplinare* specifica le dimensioni degli ostacoli che devono essere rilevati nel corso del rilievo ai fini della sicurezza della navigazione.

Rilievo idrografico: è l'indagine avente per scopo principale la determinazione dei dati relativi ai corpi idrici. Un rilievo idrografico può consistere nella determinazione di una o più delle seguenti classi di dati: profondità del fondale; conformazione e natura del fondo marino; direzione e intensità delle correnti; altezze e periodi delle maree e stratificazione dell'acqua; ubicazione di particolari topografici e degli oggetti fissi sulla costa a fini del loro rilevamento e della sicurezza della navigazione. È quindi l'attività di misura e di descrizione delle caratteristiche fisiche di oceani, mari, aree costiere, laghi e fiumi.

Sbaglio (*Blunder*): il risultato di una disattenzione dell'operatore o uno sbaglio del sistema; può venire scoperto attraverso la ripetizione della misura.

Sistema di monitoraggio dell'integrità (*Integrity monitor*): apparato usato per monitorare la qualità del segnale differenziale GNSS (DGNSS), consistente in un ricevitore GNSS e un radiotrasmettitore sistemati in un punto topografico noto. Le discrepanze di posizione vengono continuamente monitorate e gli utenti vengono tempestivamente avvisati quando il sistema GNSS non deve essere usato.

Superficie di incertezza (*Uncertainty Surface*): il modello, tipicamente a griglia, che descrive l'incertezza di profondità del prodotto di un rilievo su un'area contigua della crosta terrestre. La superficie di incertezza dovrebbe contenere metadati sufficienti a descrivere in maniera non ambigua la natura dell'incertezza descritta.

◀ [Torna all'indice](#)

DISCIPLINARE TECNICO PER L'ESECUZIONE E LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 4

STAZIONE DI MONITORAGGIO MAREOMETRICA



◀ [Torna all'indice](#)

STAZIONE DI MONITORAGGIO MAREOMETRICA

Premessa

Lo sviluppo tecnologico e la capacità di creare reti di monitoraggio, di controllo e di raccolta dati dedicate allo studio del fenomeno della marea permettono una maggiore libertà nella scelta di siti idonei per l'installazione di mareometri rispetto al passato.

La scelta della strumentazione (i vari tipi di sensori):

Sensore a galleggiante

Per la sua stabilità e sensibilità di risposta è ancora un sensore molto diffuso.

Per poter compiere le sue oscillazioni verticali con la massima regolarità il galleggiante necessita di un "pozzetto di calma" di diametro adeguato che consente di smorzare i fenomeni di onde e risacca presenti nell'area.

Sensore a pressione

Si tratta di un sensore a immersione che misura la pressione della colonna d'acqua soprastante determinandone l'altezza. Anche per questo mareometro è opportuna la predisposizione di un pozzetto di calma che, in virtù delle limitate dimensioni del sensore, potrà essere di diametro più limitato rispetto ai pozzetti per sensori a galleggiante. Il pozzetto potrà essere formato da un tubo, anche di materiale plastico, opportunamente forato in modo da smorzare i fenomeni ondosi e di risacca, che potrà essere ancorato alla banchina. Per la facilità di installazione, è lo strumento preferito nel caso le misure siano effettuate in un limitato periodo di tempo.

Sensore a ultrasuoni o radar

Installato al di sopra della superficie, questo sensore emette un segnale (ultrasonoro o radar) che viene riflesso dall'acqua.

I sistemi mareometrici sono completati da sensori meteorologici per misurare i valori di temperatura e pressione atmosferica. Quest'ultima concorre in maniera diretta alla variazione di livello.

I valori misurati dai sensori sopra descritti sono archiviati in un'unità logica di grossa capacità per lo scarico dati in locale o per la trasmissione telematica ai centri di archiviazione.

La scelta del sito di posizionamento (caratteristiche principali):

I fenomeni di marea sono perturbati da molti fattori, quali il moto ondoso naturale o provocato dal movimento di navi, con diversi effetti secondo il tonnellaggio, i venti prevalenti ecc. Pertanto, per ottenere misure il più possibile prive di perturbazioni, il sito dovrà essere in una zona protetta e calma (acqua "ferma"). Le zone portuali sono particolarmente adatte per la presenza di dighe o banchine protettive dall'azione del mare.

Se il sensore è a galleggiante o a pressione, sarà opportuno creare un pozzetto di calma da posizionare solidalmente alla banchina in muratura (per esempio tramite staffe) per impedire oscillazioni anomale.

N.B. il pozzetto in genere offre sufficiente protezione da fenomeni di onda e di risacca (risonanza quando si verificano mareggiate esterne alle strutture portuali), ma non da onde particolari di più lungo periodo quali le sesse.

La banchina è il sito d'installazione preferito, sempre che la struttura d'accosto sia ubicata in aree portuali non significativamente interessate dal frequente transito di navi. È importante valutare le "ampiezze di marea" da misurare effettuando rapide misure di controllo prima di decidere la posizione su cui fissare saldamente la struttura della stazione mareometrica (supporto dei sensori, pacchetto elettronico di registrazione e trasmissione dati, alimentazione ecc.).

L'alimentazione

L'alimentazione con continuità del sistema è cruciale. La soluzione più diretta è l'alimentazione da rete fissa o a pannelli solari. In ogni caso occorre predisporre un idoneo pacchetto di batterie tampone per evitare interruzioni di alimentazione.

Programmazione dello strumento

Calibrazione e settaggio

La calibrazione dei sensori è in genere garantita dal produttore. In caso di utilizzo prolungato è necessario prevedere controlli regolari.

Il settaggio invece è di competenza dell'utilizzatore. Il corretto settaggio della strumentazione è fondamentale nella misura delle oscillazioni del mare per evitare il fenomeno di *aliasing*, ovvero il sottocampionamento della marea che può portare a errori di valutazione.

Il principale settaggio riguarda la frequenza di campionamento. In area mediterranea la media varia da 1 a 10 minuti.

In genere l'apparato di controllo dei sensori richiede l'impostazione di un intervallo di campionamento e di un intervallo di archiviazione. Lo strumento può, per esempio, effettuare una misura al minuto e archiviare ogni 10 minuti la media dei valori misurati in quell'arco di tempo.

È fondamentale settare l'intervallo di archiviazione il più breve possibile, preferibilmente ogni minuto come l'intervallo di campionamento.

Importante è anche l'*offset*, per riportare i valori misurati a un riferimento altimetrico prestabilito, per esempio un caposaldo di livellazione della Rete Nazionale di livellazione di Alta Precisione IGM o un caposaldo relativo alla componente verticale del datum ellissoidico.

Per quanto riguarda il gruppo "data orario", in Italia il fuso Alfa (GMT + 1h) viene mantenuto anche nel periodo estivo per garantire l'omogeneità dei dati.

Operating program (software di programmazione)

L'impostazione dei settaggi e la sincronizzazione oraria dello strumento viene eseguita per mezzo di semplici applicazioni software che consentono di programmare tutta la strumentazione collegata all'unità logica dell'apparato.

L'apparato può essere controllato in locale o via telematica, monitorando i parametri dell'unità logica (tensione di alimentazione, carica batterie, regolarità di funzionamento), lo stato dei sensori, le misure effettuate ecc.

Si raccomanda di effettuare ciclicamente un confronto della misura effettuata dal sistema con misure istantanee effettuate direttamente.

Affidabilità

Mentre il sensore a galleggiante e relativo decoder, sono stabili nel tempo, i sensori a pressione, radar o a ultrasuoni possono essere soggetti a un decadimento delle prestazioni noto come "deriva". Questo declino di prestazioni, essendo lento e costante, è particolarmente subdolo e difficilmente individuabile. Per ovviare a questo problema la soluzione più semplice è utilizzare due differenti sensori in parallelo, in modo da verificare eventuali scostamenti di misure.

Per garantire continuità d'esercizio e corretta funzionalità della stazione mareometrica, devono essere acquisiti, dai fabbricanti/produttori della strumentazione costituente il mareografo (sensore, schede elettroniche/componenti elettrici, batteria, alimentazione, ecc.), i rispettivi manuali d'uso e manutenzione, anche ai fini di una corretta manutenzione nel tempo dei dispositivi.

ISBN 979-12-5646-559-0



9 791256 465590