

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI



GENOVA 2016

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

**DISCIPLINARE TECNICO
PER LA STANDARDIZZAZIONE
DEI RILIEVI IDROGRAFICI**



GENOVA 2016

NOTA

“La presente Pubblicazione contiene la traduzione della Pubblicazione IHO S-44 – IHO Standards for Hydrographic Surveys, 5^a edizione, febbraio 2008. L’IHO non ha controllato la traduzione e non si assume responsabilità rispetto alla sua accuratezza. In caso di dubbio, farà fede la versione originale della S-44 in ciascuna delle due lingue ufficiali.”

IHO Autorizzazione No. 2/2016.

© Copyright, IIM Genova 2016
Istituto Idrografico della Marina
Passo Osservatorio, 4 - Tel. 010 24431 Telefax: 010 261400
PEC: maridrografico.genova@postacert.difesa.it
PEI: maridrografico.genova@marina.difesa.it
Sito: www.marina.difesa.it

“Questo documento contiene dati protetti da Copyright. Qualsiasi riproduzione o adattamento in qualsiasi forma, anche parziale, ivi comprese elaborazioni numeriche o fotocopie, è vietata senza una preventiva autorizzazione scritta da parte dell’Istituto Idrografico della Marina.”

Stampato dall’Istituto Idrografico della Marina – Marzo 2016



Marina Militare

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

APPROVAZIONE 1/2016

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'art. 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'art. 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 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 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 norme per la standardizzazione e la realizzazione dei rilievi idrografici al fine di migliorare la sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino tramite la pubblicazione "Standards for Hydrographic Surveys (IHO Special publication S-44)" 5^a Edizione, febbraio 2008;

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

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), 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 e di conferire la qualifica di idrografo;

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 legislativo 24 gennaio 2006, n. 36 - Attuazione della direttiva 2003/98/CE relativa al riutilizzo di documenti nel settore pubblico;

VISTA la Legge 7 agosto 1990, n. 241;

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;

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

- che spetta a ogni singolo Stato determinare procedure specifiche e accuratezze più stringenti;
- che è compito dei singoli Uffici Idrografici nazionali emanare le norme tecniche nazionali anche al fine di adattare al singolo uso e alle specifiche esigenze;

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 fondale 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 impiegati;

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

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

APPROVA

il DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI (I.I.3176 – ed. 2016) di seguito allegato.

La presente edizione abroga l'edizione 2014.

GENOVA, li 22 marzo 2016

IL DIRETTORE
Capitano di Vascello
LUIGI SINAPI

INDICE

REGISTRAZIONE DELLE VARIANTI	5
1. PREMESSA	9
2. INTRODUZIONE	10
3. FONTI NORMATIVE E TECNICHE	11
4. CAMPO DI APPLICAZIONE	11
5. COMPETENZE E RESPONSABILITÀ	11
6. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI	12
6.1. Generalità.....	12
6.2. Classificazione dei rilievi idrografici	12
6.2.1 Ordine Speciale Nazionale.....	12
6.3. Datum temporale.....	13
6.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo.....	13
6.5. Misure di posizione dei fondali marini.....	13
6.6. Incertezza dei dati di posizione planimetrica	13
6.7. Misura della profondità.....	13
6.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità	14
6.9. Determinazione di linea di costa e ausili alla navigazione.....	14
6.10. Ricerca relitti	14
6.11. Misura del livello del mare	14
6.11.1 Variazioni del livello del mare	14
6.11.2 Monitoraggio del livello del mare	15
6.11.3 Misura del livello durante le operazioni di rilievo	16
6.12. Misura della corrente.....	16
6.13. Natura del fondo.....	16
6.14. Misurazioni della velocità del suono in acqua	16
6.15. Attributi dei dati (metadati).....	17
6.16. Apparecchiature/strumenti	17
6.17. Stima dell'incertezza della misura	18
6.18. Presentazione dei risultati	18
Annexo 1 - Elenco delle operazioni da effettuare in occasione di rilievi idrografici	
Annexo 2 - Documentazione minima necessaria per la verifica da parte dell'IIM	
Annexo 3 - Normativa	
Annexo 4 - Glossario	
Annexo 5 - Pubblicazione IHO S-44 - Traduzione di cortesia	
Annexo 6 - Stazione di monitoraggio mareometrica	

1. PREMESSA

Il presente *Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici* prescrive le modalità di esecuzione dei rilievi idrografici nelle acque di competenza nazionale e si rivolge a chiunque svolga rilievi idrografici - privati e pubbliche amministrazioni – ed è formulato sulla base degli standard fissati nella 5^a edizione della S-44¹ dall'International Hydrographic Organization (IHO).

Seguire regole standard significa garantire l'affidabilità 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).

Lo scopo del Disciplinare è regolamentare l'attività dei rilievi idrografici al fine di garantire la sicurezza nei porti, lungo i litorali, e in generale nelle acque di competenza nazionale, prescrivendo modalità e tecniche omogenee per la conduzione dei rilievi idrografici da adottarsi su tutto il territorio nazionale.

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 di Stato, ha redatto il Disciplinare ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90 il quale 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”* (art. 222, comma 1 lettera c), quello di *“curare la formazione del personale da adibire a funzioni idrografiche e oceanografiche mediante l'organizzazione di corsi”* (art. 222 comma 1 lettera f) e, non ultimo, *“disciplina gli standard per quanto attiene i rilievi idrografici effettuati da soggetti esterni dall'amministrazione difesa.”* (art. 222 comma 1 lettera l)².

¹ L'elenco dei riferimenti internazionali è indicato nell'Annesso 3 - Normativa

² Il quadro di riferimento normativo è contenuto nell'Annesso 3 - Normativa.

2. INTRODUZIONE

Il presente Disciplinare è stato redatto sulla base della 5^a edizione della IHO Special Publication S-44 “Standards for Hydrographic Surveys”, ma è rivolto specificatamente alla realtà nazionale: 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 e tutte le informazioni nautiche raccolte e pubblicate ai fini della navigazione marittima secondo l’International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) devono rispettarle. In considerazione di alcune peculiarità delle coste e dei porti italiani, tuttavia, il presente Disciplinare stabilisce parametri più restrittivi rispetto alla S-44 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. In casi particolari 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.

Il grado di rispondenza dei dati di un rilievo ai requisiti richiesti dipende da una molteplicità di fattori. Le incertezze³ trattate nei capitoli successivi si riferiscono all’incertezza propagata totale di 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 la precisione desiderata: occorre considerare anche la calibrazione dello strumento stesso e il modo in cui interagisce 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. E’ responsabilità del committente valutare le necessità caso per caso e specificarle con chiarezza nel capitolato d’appalto ed è responsabilità della ditta esecutrice svolgere i lavori con diligenza. Da questo punto di vista, occorre sottolineare che i tecnici addetti svolgono un ruolo fondamentale. A condurre i rilievi deve essere preposto personale con adeguate qualifiche e di provata esperienza, che andranno documentate nella relazione finale. Quelle descritte nelle pubblicazioni dell’IHO M-5 “Standards of Competence for Hydrographic Surveyors” e S-47 “Training courses in hydrography and nautical cartography” sono le qualifiche di riferimento a livello internazionale. La pagina “Personale idrografo” del sito dell’Istituto Idrografico della Marina riporta i nominativi di tutti gli idrografi abilitati FIG/IHO/ICA (Fédération Internationale des Géomètres - International Hydrographic Organization - International Cartographic Association) categoria “A” e “B” in ambito nazionale.

(http://www.marina.difesa.it/conosciamoci/organizzazione/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/Elenco_idrografi/idrografi_cat_A_B.pdf).

Il presente Disciplinare vuole essere un punto di riferimento e fornire un supporto alla pianificazione e all’effettuazione di rilievi i cui dati possano garantire rappresentatività, tracciabilità e verificabilità superiori. Ormai l’idrografia non ha più come obiettivo soltanto la sicurezza della navigazione, ma anche quello più generale di supportare tutte le attività in mare, siano esse economiche, scientifiche, ambientali o inerenti la sicurezza e la difesa⁴. Per poter essere pienamente utilizzati i dati devono rispondere a determinati requisiti di incertezza e quindi vanno raccolti e

³ La definizione di incertezza è indicata nell’Annesso 4 - Glossario.

⁴ *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.* [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]

(https://www.iho.int/srv1/index.php?option=com_content&view=article&id=299&Itemid=289&lang=en)

gestiti secondo procedure standardizzate in ogni fase - acquisizione, elaborazione, verifica/collaudato e presentazione - e devono essere corredati di tutti i metadati necessari per futuri controlli e confronti, anche su serie storica.

Il Disciplinare assicura 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 un documento unico cui fare riferimento nella stesura dei capitolati d'appalto.

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.

3. FONTI NORMATIVE E TECNICHE

Il quadro normativo alla base del presente Disciplinare è descritto nell'Annesso 3 - Normativa. Contiene i riferimenti normativi nazionali e le fonti cosiddette tecniche utilizzate per la redazione del Disciplinare.

4. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente Disciplinare è applicabile a tutti i rilievi idrografici, ma è stato redatto pensando in particolare all'ambito portuale e litoraneo.

La standardizzazione delle misure è cruciale per la certezza della situazione morfo-batimetrica dei porti. Le autorità portuali, e in generale gli enti competenti, devono assicurare la navigabilità attraverso la verifica funzionale e la manutenzione ordinaria e straordinaria delle zone comuni, compresa la manutenzione dei fondali dei porti di loro competenza, che avviene anche attraverso l'esecuzione di rilievi idrografici.

5. COMPETENZE E RESPONSABILITA'

Il personale è essenziale per la buona riuscita di un rilievo idrografico, specie se interessa aree portuali e litoranee. È fondamentale pertanto che gestione, verifica/controllo ed esecuzione delle operazioni siano affidate a personale di comprovata capacità specifica nel settore idrografico, acquisita attraverso un adeguato percorso di formazione professionale e supportata da esperienza pratica. Una provata solidità professionale è indispensabile soprattutto nelle aree ad alto rischio.

Chi commissiona il rilievo deve quindi porre come condizione che a pianificare, dirigere ed effettuare le operazioni sia personale in possesso di adeguata competenza e professionalità e affidare a personale altrettanto competente l'incarico di verificare/collaudare le attività, in maniera tale da avere un contraddittorio reale.

La professionalità dell'idrografo può essere valutata attraverso i seguenti criteri:

- a) Possesso del Certificato di qualifica professionale nell'ambito delle regole imposte dall'IHO e riconosciuta FIG/IHO/ICA:
 - categoria "A": ai sensi della pubblicazione IHO S-5, il personale idrografo in possesso di questa certificazione è abilitato a condurre attività di pianificazione, progettazione, direzione, esecuzione, verifica/collaudato e verifica a fini cartografici per la successiva rappresentazione sulla documentazione ufficiale dello Stato di un rilievo idrografico (altura, litoraneo, portuale).
 - categoria "B": tale livello tecnico presuppone competenze più limitate e orientate alla figura professionale di *surveyor* (mera esecuzione del rilievo).

- 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:
- per pianificazione, progettazione, direzione esecuzione e verifica/collaudo: una laurea o attestato post-laurea in *surveying* o discipline affini aventi i necessari contenuti tecnico-scientifici (quali ad esempio i contenuti descritti nella pubblicazione IHO S-5) e una comprovata esperienza, competenza e professionalità maturata nel campo idrografico (è preferibile che siano certificati almeno 2 anni di attività di *surveying*);
 - per l'esecuzione dei rilievi idrografici (l'operatore o "surveyor"): un certificato che attesti la frequenza di un corso di *surveying* oppure almeno un anno di attività sul campo.

6. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

6.1. Generalità

Per garantire risultati rappresentativi della realtà, l'esecuzione dei rilievi idrografici deve rispettare le regole del presente Disciplinare.

In particolare, si dovrà:

- valutare la fattibilità del lavoro, definire gli strumenti da usare, le modalità di conduzione e le tempistiche di acquisizione e *processing*;
- calibrare, tarare e controllare correttamente la strumentazione;
- eseguire il lavoro con professionalità e diligenza acquisendo i dati in conformità a quanto descritto nella Tabella 1;
- valorizzare i dati raccolti con l'indicazione dei metadati e della stima dell'incertezza delle misure. In particolare, i dati spaziali devono essere riferiti a un datum geodetico planimetrico e verticale e corredati della necessaria stima dell'incertezza delle misure, essenziale per valutare l'Ordine del Rilievo.

6.2. Classificazione dei rilievi idrografici

Ai quattro Ordini di Rilievo Idrografico definiti dall'IHO nella pubblicazione S-44 è stato aggiunto l'Ordine Speciale Nazionale, che viene descritto al paragrafo seguente. I requisiti, tutti necessari, per l'effettuazione dei rilievi sono suddivisi per tipologie di Ordine e riassunti nella Tabella 1. Inoltre, quale ulteriore ausilio all'utilizzatore, in Annesso 5 è stata riportata la traduzione di cortesia della pubblicazione IHO S-44.

In genere le aree portuali e quelle avanportuali particolarmente delicate sono interessate da due classi di rilievo (Ordine Speciale Nazionale e Ordine Speciale) mentre le restanti aree litoranee, costiere e d'altura sono interessate da rilievi di Ordine 1a, 1b e 2.

6.2.1 Ordine Speciale Nazionale

Ha lo scopo di stabilire uno standard più rigoroso rispetto all'Ordine Speciale raccomandato dall'IHO e riguarda i rilievi idrografici finalizzati a operazioni particolari per le quali è richiesta un'incertezza dei dati più stringente.

E' obbligatorio nel caso in cui le misure di fondale servano a: sicurezza della navigazione, protezione ambientale, operazioni di dragaggio, ricerche morfologiche di dettaglio, costruzioni o esame di costruzioni (in particolare per il loro controllo e mantenimento), verifiche funzionali dei limiti di utilizzo dell'area.

6.3. Datum temporale

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 del datum temporale UTC.

6.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo

I punti di inquadramento geodetico del rilievo devono avere incertezza centimetrica rispetto al datum di restituzione del rilievo - ETRF 2000 (2008). E' consigliabile inquadrare il rilievo sui punti geodetici della rete trigonometrica italiana dell'Istituto Geografico Militare (IGM) o su quelli di raffittimento delle regioni, province, ecc. che siano stati agganciati alla rete di inquadramento principale, oppure su quelli della rete costiera dell'Istituto Idrografico della Marina.

Nel caso si usino servizi di correzione della posizione (siano essi via satellite o web, gratuiti o a pagamento, in tempo reale o in *post processing*) bisognerà specificare il datum rispetto al quale tali servizi operano e le incertezze che vengono raggiunte durante il rilievo.

6.5. 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'ordinamento⁵ in modo tale che l'incertezza orizzontale risulti conforme a quanto prescritto nella Tabella 1 in funzione dell'Ordine del Rilievo.

6.6. Incertezza della posizione planimetrica dei fondali

L'incertezza delle posizioni geografiche deve essere specificata nelle misure rispetto a un dato sistema di riferimento geodetico. Se l'incertezza di una posizione è influenzata da più parametri, occorre considerare il contributo di tutti i parametri all'errore totale di posizione. Occorre altresì adottare un metodo statistico che combini le differenti fonti d'errore per determinare l'incertezza del posizionamento; si ricorda che tale incertezza si riferisce ai *sounding* processati e non solo al sistema di posizionamento.

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 (GPS, EGNOS, GLONASS, Galileo) devono essere in grado di tracciare un numero di satelliti tale da garantire un'incertezza nel posizionamento compatibile con l'Ordine del Rilievo.

6.7. Misura della 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 a un determinato datum verticale attraverso correzione per riportare i dati alla superficie del mare (immersione, *heave*, velocità del suono) ed eliminare l'effetto della marea.

⁵ 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, Speciale e 1a è prevista l'esplorazione totale del fondo, che presuppone l'utilizzo di uno strumento con fascio acustico di tipo *swath* (*multibeam*, *beamforming* o interferometrico, *side scan sonar* ecc.). Per la scelta dello strumento e il suo utilizzo occorre tenere conto sia dell'incertezza delle misure sia delle dimensioni minime degli oggetti da rilevare richieste dall'Ordine selezionato.

6.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità

La determinazione della topografia 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. Numerosi errori come *offset* statici, dinamici, velocità del suono, calibrazioni degli strumenti, influenzano i dati di profondità misurati e vanno tenuti in 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.

6.9. Determinazione di linea di costa e ausili alla navigazione

Nell'esecuzione dei rilievi idrografici litoranei è necessario integrare i dati batimetrici con quelli a terra attraverso la determinazione della linea di costa e degli ausili alla navigazione (ad esempio fari e fanali o punti cospicui).

La linea di costa può essere determinata con tecniche di rilevamento dirette (GNSS, *Total Station*, *Laser Scanner* ecc.) o indirette (a mezzo ortofoto, telerilevamento ecc.), indicando sempre una stima dell'incertezza del risultato delle misure. Tale incertezza dovrà essere conforme a quanto stabilito nella Tabella 1. 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 1.

6.10. Ricerca relitti

Ove non diversamente specificato, dovranno essere segnalati tutti i relitti pericolosi per la navigazione con battente minimo d'acqua inferiore a 50 metri. E' consigliabile segnalare anche i relitti rilevati con battenti d'acqua superiori a 50 metri.

Per ciascun relitto dovranno essere individuate le seguenti informazioni:

- nome o identificativo e tipologia;
- posizione geografica nel datum planimetrico del rilievo;
- dimensioni (larghezza, lunghezza, massima altezza) e orientamento;
- minimo battente d'acqua sopra il punto più elevato del relitto;
- fondale minimo e massimo dell'area su cui poggia il relitto.

6.11. Misura del livello del mare

6.11.1 Variazioni del livello del mare

La variazione del livello del mare è funzione di diversi fenomeni che interagiscono tra loro, quali la marea astronomica, 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.

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 e per un minimo di 29 giorni allo scopo di ottenere:

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

In questo modo è possibile ottenere le precisioni richieste per l'Ordine Speciale.

Per affinare ancor di più le misure di livello e aumentarne il grado di confidenza, come richiesto dall'Ordine Speciale Nazionale, è necessario analizzare anche le fluttuazioni periodiche, 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 il livello per un lungo periodo (un anno o più).

6.11.2 Monitoraggio del livello del mare

Il rilievo idrografico ha come obiettivo restituire misure rappresentative del territorio. Per raggiungere il massimo grado di accuratezza - quello richiesto dall'Ordine Speciale Nazionale - le misure di profondità devono essere confrontabili, rappresentative e utili per gli scopi per cui vengono raccolte. Essendo il livello dell'acqua variabile, esse perdono di rappresentatività se non sono rapportate a un riferimento verticale oggettivo, materializzato e costantemente monitorato.

Conoscere il livello dell'acqua localmente è fondamentale non soltanto per la navigazione, 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), in quanto localmente l'acqua varia il suo livello in funzione di complesse variabili che non dipendono soltanto dal campo della 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;
- può essere modellizzato, ma le incertezze raggiungibili superano le incertezze degli strumenti di misura potenzialmente installabili (mareometri);
- 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 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 rappresentazioni⁶.

In Annesso 6 è riportato un vademecum su come realizzare la rete di monitoraggio.

⁶ 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).

6.11.3 Misura del livello durante le operazioni di rilievo

L'osservazione del livello 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;
- correlare i dati osservati al datum prescelto, prevedendo livellazioni dello strumento, sessioni geodetiche GNSS per determinare la quota ellissoidica, determinare il livello medio mare.

Per ottenere l'Ordine Speciale le osservazioni devono avere una durata minima di 29 giorni.

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 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 (ottenuta con misure GNSS) del datum prescelto, con relativa stima dell'incertezza.

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 fino ai 200 metri di profondità.

6.12. Misura della corrente

La misura della corrente è uno dei fattori da tenere in considerazione e da mettere a corredo delle informazioni batimetriche soprattutto in canali, ingressi di porti, bocche di porto lagunari o comunque in tutte le zone dove la corrente può influenzare la navigazione.

6.13. Natura del fondo

La natura del fondo deve essere determinata almeno all'interno delle zone di potenziale ancoraggio e ormeggio. Essa va determinata con campionamento diretto o dedotta con altre metodologie (*side scan sonar, sub-bottom profiler, video, ecc.*). Campioni fisici dovrebbero essere raccolti con idonea spaziatura a seconda della geologia del fondo e della caratterizzazione ottenuta con i sensori utilizzati.

Ad esempio, ciò si può ottenere con la seguente procedura:

- acquisire nell'intera area del rilievo i dati di *backscatter* acustico a mezzo *multibeam echosounder*;
- suddividere l'area del rilievo in sottoaree ognuna delle quali caratterizzata da una certa classe acustica;
- calibrare ogni classe acustica con campionamenti diretti.

6.14. Misurazioni della velocità del suono in acqua

Se la profondità è misurata mediante sistemi acustici, la misurazione della velocità del suono (VS) in acqua è essenziale. Per alcuni ecoscandagli (*multibeam wide swath*) è necessaria, oltre alla misura del profilo di velocità del suono lungo la colonna d'acqua, anche la misura diretta sulla testa del trasduttore. L'accuratezza di tali dati è condizione necessaria per il corretto tracciamento dei fasci acustici (*ray tracing*) e la conseguente determinazione del dato di profondità. La misurazione della VS deve essere ricampionata a mezzo profilatore acustico quando i valori di fondale ai limiti laterali dello *swath* acustico non sono compatibili con la massima incertezza ammissibile per l'Ordine del Rilievo.

Gli ecoscandagli di nuova generazione sia a singolo fascio che a fascio multiplo 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 condiziona il livello di confidenza del dato di profondità.

6.15. Attributi dei dati (metadati)

Per permettere una stima completa della qualità dei dati del rilievo è necessario registrare e/o documentare alcune 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 devono comprendere informazioni su:

- il rilievo in generale (data, 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;
- l'elenco 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 raggiunte e i rispettivi livelli di confidenza per posizioni, profondità e relativi modelli batimetrici utilizzati.

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

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

6.16. 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. In particolare le apparecchiature impiegate devono consentire il raggiungimento delle incertezze richieste. A tal fine è necessario stabilire programmi di taratura e calibrazione periodica che soddisfino le specifiche prima di procedere al rilievo idrografico.

Le apparecchiature devono inoltre essere utilizzate da personale idoneo e addestrato all'impiego che dovrà avere sempre a disposizione le istruzioni sul loro uso e manutenzione (compresi i relativi manuali forniti dal costruttore).

Nella relazione finale devono essere indicati tutti gli elementi dei sistemi e delle apparecchiature utilizzati e i relativi software 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 utilizzati.

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.

6.17. 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).

Il livello di rigore necessario nella stima dell'incertezza dei rilievi (dati) dipende da:

- i requisiti del rilievo, sintetizzati nell'Ordine;
- gli strumenti impiegati;
- 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 misure⁷ dovrà essere calcolata nelle sue componenti orizzontali e verticali a un livello di confidenza del 95%⁸.

6.18. Presentazione dei risultati

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

Nell'Annesso 1 del presente Disciplinare sono indicate le informazioni che devono essere inserite nella relazione tecnica.

Nell'Annesso 2 è descritto l'elenco della documentazione minima necessaria per la verifica dei rilievi idrografici da parte dell'IIM al fine di redigere e aggiornare la documentazione nautica di competenza.

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

⁷ Definita nella S44 TPU, Total Propagated Uncertainty (Incertezza Propagata Totale – IPT) .

⁸ La componente verticale è denominata TVU, Total Vertical Uncertainty (Incertezza Verticale Totale – IVT), mentre la componente orizzontale è denominata Total Horizontal Uncertainty – THU (Incertezza Orizzontale Totale - IOT). 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.

TABELLA 1
Minimi Standard per i rilievi idrografici

Ordine	Speciale Nazionale	Speciale	1a	1b	2
Descrizione area	Aree portuali in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico e per <i>port management</i> .	Aree in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico.	Aree con profondità <100 m e 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 <100 m in cui il battente d'acqua sotto chiglia non è considerato problematico per il tipo di navigazione in superficie previsto in quella zona.	Aree con profondità generalmente >100 m in cui è ritenuta sufficiente una rappresentazione generica del fondale.
IOT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	0.5 m	2 m	5 m + 5% della profondità	5 m + 5% della profondità	20 m + 10% della profondità
IVT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	a = 0.10 m ¹ 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
Ricerca totale sul fondo	Richiesta	Richiesta	Richiesta	Non richiesta	Non richiesta
Rilevamento di ostacoli	Ostacoli cubici > 0.5 m	Ostacoli cubici > 1 m	Ostacoli cubici > 2 m in profondità fino a 40 m; 10% della profondità oltre i 40 m	Non applicabile	Non applicabile
Interlinea massima raccomandata	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	25 m o 3 x la profondità media, se il risultato è >25. Per LIDAR batimetrico spazio fra spot 5 x 5 m	4 x profondità media
Posizione di ausili alla navigazione fissi e topografia significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	0.5 m	2 m	2 m	2 m	5 m
Posizione di linea di costa e topografia meno significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	1 m	10 m	20 m	20 m	20 m
Posizione media di ausili alla navigazione galleggianti (Livello di confidenza 95%)	2 m	10 m	10 m	10 m	20 m

¹ NORMA TRANSITORIA: In fase di prima applicazione e fino a 18 mesi dalla pubblicazione del presente provvedimento, al fine di consentire di ottemperare a quanto previsto dal para 6.11.1 e 6.11.3 il coefficiente a è da intendersi uguale a 0,15 m anziché 0,10 m

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 IVT 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 IVT massima permessa per una determinata profondità :

$$\pm\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Dove:

- a è la parte di incertezza che non varia al variare della profondità (ATTENZIONE alla nota 1 relativa alla norma transitoria)
 - 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. Ai fini della sicurezza della navigazione per i rilievi di Ordine Speciale e 1a, può essere ritenuto sufficiente usare un sistema meccanico tipo sentinella subacquea determinato con precisione per garantire una profondità di battente minima sicura in tutta l'area considerata.
 3. Un ostacolo cubico è un cubo regolare aventi lati di eguale lunghezza. Va notato che il requisito di rilevamento di cubi di 1 m e 2 m rispettivamente per l'Ordine speciale e l'Ordine 1a IHO è un requisito minimo. Il servizio o l'ente idrografico può ritenere necessario il rilevamento di ostacoli più piccoli per minimizzare il rischio di pericoli per la navigazione in superficie non rilevati. Per l'Ordine 1a, l'estensione del rilevamento ostacoli ai 40 metri riflette il pescaggio massimo previsto delle imbarcazioni.
 4. L'interlinea può essere allargata se sono utilizzate procedure atte a garantire un'adeguata densità di misure.
 5. Da applicare esclusivamente ove tali misure sono richieste per il rilievo.

ANNESSO 1

Elenco delle operazioni da effettuare in occasione
dei rilievi idrografici



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

CHECKLIST 1 – OPERAZIONI PER L’ESECUZIONE DEL RILIEVO IDROGRAFICO

Elenco delle operazioni da effettuare prima del rilievo idrografico:

- calibrazione periodica della strumentazione;
- *training* periodico del personale e relative abilitazioni;
- *offset* tra gli strumenti da utilizzare (lineari e angolari);
- stima iniziale dell'incertezza di misura (al fine di valutare le metodologie da usare);
- allineamento dei sensori e *patch test*.

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 .all, .xtf, .sdf);
- dati di livello con monitoraggio dal 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 di Rilievo;
- relazione tecnica del rilievo con la sintesi di operazioni condotte, procedure seguite e risultati conseguiti.

CHECKLIST 2 – DETTAGLIO DELLE SINGOLE OPERAZIONI

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 paragrafo 5 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*;
- assetto *roll-pitch-heading* del/i trasduttore/i nel *vessel reference frame*;
- assetto *roll-pitch-heading* del sistema di assetto nel *vessel reference frame*.

Stima iniziale dell'incertezza di misura:

- stima dell'incertezza del sistema batimetrico;
- stima dell'incertezza del sistema di assetto/prora;
- stima dell'incertezza delle misure di velocità di propagazione;
- stima dell'incertezza sulla misura del livello dell'acqua;
- stima dell'incertezza del sistema di posizionamento;
- confronto della stima dell'incertezza totale con i parametri di cui alla Tabella 1 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*.

Registrazione dei *raw data*:

- controllo della corretta registrazione dei *raw data*;
- 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.

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;
- 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 acquisizione (per esempio .all, .xtf, .sdf):

- verifica della corretta registrazione dei dati idrografici;
- corretta temporeferenziazione 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 attraverso rete di monitoraggio, mareometro installato in situ, GNSS RTK;
- riporto dei dati di livello da quelli acquisiti dal sensore fino a quelli elaborati.

Datum planimetrico di restituzione:

- 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 connessione 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*, S57 file, DTED, BAG ecc.);
- valutazione delle risoluzioni e caratteristiche dei modelli (DEM, TIN ecc.) e prodotti vettoriali (batimetriche, *soundings* ecc.) in relazione alle specifiche richieste per il rilievo (Ordine del Rilievo come da Tabella 1).

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

- stima ex post 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;
- 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.

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 2

Documentazione minima necessaria per la verifica dei rilievi idrografici da parte dell'Istituto Idrografico della Marina



Si delinea, di seguito, la documentazione minima da presentare all'IIM affinché i dati di un rilievo possano essere verificabili e utilizzabili a fini cartografici per la produzione della documentazione nautica.

1. Relazione tecnica

La relazione tecnica deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- 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);
- piano degli *offset* (lineari e angolari) e risultati delle procedure di allineamento dei sensori (*patch test*);
- datum orizzontale, datum verticale e datum temporale del rilievo;
- descrizione accurata delle operazioni idrografiche, geofisiche, geodetiche e topografiche;
- elenco delle coordinate dei punti trigonometrici e capisaldi di livellazione utilizzati come riferimento del rilievo;
- descrizione del software e delle procedure applicate nella verifica dei dati;
- descrizione e metodologie applicate per verificare il datum verticale, e ricavare la correzione dei fondali (VS e Livello) e i relativi legami all'ETRF 2000 (2008), in particolare la procedura seguita per il monitoraggio del datum;
- descrizione e risultati di eventuali indagini eseguite su fondali anomali o ostacoli sommersi;
- descrizione e risultati delle indagini per la caratterizzazione geofisica e sedimentologica del fondo e del sottofondo (ad 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.).

2. Dati in formato analogico

- Copia degli ecogrammi relativi a scandaglio monofascio (SB), *side scan sonar* (SSS) con tutte le indicazioni di riferimento per l'interpretazione esatta degli ecogrammi (per esempio per SB la chiara indicazione dell'immersione del trasduttore e della VS impostata, nonché eventuali indicazioni di scala ove non automaticamente marcate dallo scandaglio);
- copia delle eventuali altri registrazioni geofisiche (*backscatter* acustico del *multibeam* (MB), *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;
- copia delle mappe batimetriche e/o topografiche elaborate dai dati acquisiti;
- copia degli allegati tecnici (vedi relazione tecnica).

3. Dati in formato digitale

In caso di utilizzo di scandaglio SB dovranno essere forniti i file per ogni linea (o gruppi di linee) dei dati acquisiti grezzi (*raw data*) corredati dei dati ausiliari (*position, heave, gyro*).

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

In caso di utilizzo di scandaglio MB, di scandaglio interferometrico, *Airborne Laser Bathymetry* (ALB), i cui dati risultino proprietari del sistema o non esportabili in formati compatibili con i SW 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 corretti della marea (senza riduzione), sia come dati elaborati alla massima densità (possibilmente 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.

Sono richiesti inoltre:

- file delle misure geodetiche originali ed elaborate (*raw data* RINEX o altri);
- file delle misure topografiche originali ed elaborati (*raw data* e/o 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/o in formato ASCII);
- file delle misure di velocità del suono (*raw data* e/o in formato ASCII);
- file di LOG (a complemento dei brogliacci di scandagliamento);
- file DGN, SHAPE, DXF o DWG delle mappe batimetriche, geotopografiche prodotte, planimetrie e altri prodotti grafici.

Per poter essere utilizzato nella produzione o aggiornamento della 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, secondo le incertezze previste dalla IHO S-44, e mediante la classificazione dei dati batimetrici in Zone di Confidenza (*Cat ZoC*) come da IHO S-57 (vedi anche IHO C-13 *Manual on Hydrography*).

Di seguito è stata inserita una *checklist* degli elementi da inviare all'IIM.

DISCIPLINARE TECNICO I.I. 3176

Edizione 2016

DATI IN FORMATO DIGITALE		
VOCE⁹	O (OBBLIGATORIO)/ P (PREFERIBILE)	Allegato SI/NO
RELAZIONE TECNICA In formato analogico e/o digitale	O	
File delle misure batimetriche originali (<i>raw data</i> es. *.all, *.pds, *.xtf, ..etc)	O	
Progetto di elaborazione dati batimetrici completo	P	
File delle misure geodetiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> RINEX o altri)	O	
File delle misure topografiche (se effettuate) originali ed elaborati (<i>raw data</i> e/o in formato ASCII)	O	
File delle misure mareometriche e barometriche (<i>raw data</i> e/o in formato ASCII)	O	
File delle correzioni di marea (ASCII/foglio elettronico)	P	
File delle misure di velocità del suono (<i>raw data</i> e/o in formato ASCII)	O	
File di backscatter acustico MB e geofisici (<i>raw data</i> e immagini SSS)	P	
File di LOG (a complemento dei brogliacci di scandagliamento)	P	
File di prodotti di elaborazione dei dati delle mappe batimetriche, geotopografiche, planimetrie etc.	P (O ¹⁰)	

⁹ I dati minimi da ricevere per poter essere in grado di VERIFICARE un rilievo idrografico sono tutti quelli obbligatori.

¹⁰ Obbligatori soltanto i seguenti:

grigliato dei punti batimetrici (x,y,z) ottenuti dall'elaborazione dai dati *raw*, con applicati i dati di *offset*/sensori di movimento/velocità del suono e marea:

- nelle rade e aree interne ai porti, comprese le banchine d'ormeggio: GRID passo 1 metro x 1 metro;
- nelle aree esterne ai porti e sui litorali costieri fino a 10 metri di profondità: GRID passo 2 metri x 2 metri;
- nelle aree esterne ai porti e sui litorali costieri tra 10 e 50 metri di profondità: GRID passo 5 metri x 5 metri.

DATI IN FORMATO ANALOGICO		
VOCE	OBBLIGATORIO PREFERIBILE	Allegato SI/NO
Copia delle eventuali registrazioni geofisiche (SBP, Chirp, 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	
Copia degli ecogrammi relativi a SB, SSS con tutte le indicazioni di riferimento per l'interpretazione (per esempio per SB la chiara indicazione dell'immersione del trasduttore e della VS impostata, nonché eventuali indicazioni di scala ove non automaticamente marcate dallo scandaglio)	O	
Copia delle mappe batimetriche e/o topografiche elaborate dai dati acquisiti	P	

4. Dati relativi agli elementi geografici di interesse sulla costa

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 relazione tecnica che ne documenti le procedure di acquisizione e restituzione, inclusa la certificazione di qualità di chi ha eseguito il rilievo.

Eventuali planimetrie nel datum geodetico ETRF 2000 (2008), dovranno essere corredate della documentazione sopra elencata. 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 affidabili.

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 3

NORMATIVA



APPENDICE NORMATIVA

RIFERIMENTI NAZIONALI

Si riportano di seguito i riferimenti nazionali posti alla base del presente Disciplinare.

Costituzione della Repubblica Italiana (G.U. n. 298 del 27 dicembre 1947)

L'articolo 117, come novellato dalla Legge costituzionale 18 ottobre 2001, n. 3, riserva allo Stato la legislazione esclusiva anche su “pesi, misure e determinazione del tempo;...” (articolo. 117 comma 2 lettera r);

Decreto del Presidente della Repubblica 15 febbraio 1952, n. 328 (G.U. n. 94 del 21 aprile 1952 - Suppl. Ordinario)

Approvazione del Regolamento per l'esecuzione del Codice della navigazione (Navigazione marittima) che, all'interno del Capo I (*Delle concessioni*) del Titolo II (*Demanio Marittimo*), prevede all'articolo 27:

“L'esercizio della concessione è soggetto alle norme di polizia sul demanio marittimo. L'autorità marittima mercantile vigila sulla osservanza delle norme stesse e delle condizioni cui è sottoposta la concessione. Il concessionario è inoltre tenuto alla osservanza delle disposizioni dei competenti uffici relative ai servizi militari, doganali, sanitari, e ad ogni altro servizio di interesse pubblico.”;

Legge 2 febbraio 1960, n. 68 (G.U. n. 52 del 1 marzo 1960)

Norme sulla cartografia ufficiale dello Stato e sulla disciplina della produzione e dei rilevamenti terrestri e idrografici che all'articolo 1 prevede:

“Sono organi cartografici dello Stato: l'Istituto geografico militare; l'Istituto idrografico della Marina;...omissis...”;

Legge 15 novembre 1973, n. 925 (G.U. n. 16 del 17 gennaio 1974)

Ratifica ed esecuzione della convenzione sull' Organizzazione idrografica internazionale, conclusa a Monaco Principato il 3 maggio 1967

L'Italia sottoscrive la convenzione con l'obiettivo condiviso dagli altri governi partecipanti di perseguire la cooperazione in materia idrografica a livello intergovernativo, proseguendo l'opera dell'Ufficio idrografico internazionale creato nel 1921 per contribuire a rendere la navigazione più facile e più sicura in tutto il mondo.

Legge 23 maggio 1980, n. 313 (G.U. n.190 del 12 luglio 1980 - Suppl. Ordinario)

Adesione alla convenzione internazionale del 1974 per la salvaguardia della vita umana in mare, con allegato, aperta alla firma a Londra il 1 novembre 1974, e sua esecuzione

Legge 4 giugno 1982, n. 438 (G.U. n.193 del 15 luglio 1982 - Suppl. Ordinario)

Adesione ai protocolli relativi alle convenzioni internazionali rispettivamente per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi e per la salvaguardia della vita umana in mare, con allegati, adottati a Londra il 17 febbraio 1978, e loro esecuzione

L'Italia recepisce la Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare SOLAS 74/78 (Safety of Life At Sea) dell'International Maritime Organization (IMO) impegnandosi con gli altri governi sottoscrittori a emanare tutte le leggi, i decreti, gli ordini e i regolamenti atti a garantire, sotto ogni aspetto, la sicurezza della navigazione. La convenzione, emendata con modifiche e integrazioni nel corso degli anni, oggi prevede al capitolo V, regola 9:

"...omissis...In particular, Contracting Governments undertake to co-operate in carrying out, as far as possible, the following nautical and hydrographic services, in the manner most suitable for the purpose of aiding navigation:

- *to ensure that hydrographic surveying is carried out, as far as possible, adequate to the requirements of safe navigation;*
- *to prepare and issue nautical charts, sailing directions, lists of lights, tide tables and other nautical publications, where applicable, satisfying the needs of safe navigation; ...omissis...".*

[In particolare, i governi contraenti si impegnano a cooperare per quanto possibile nella realizzazione dei seguenti servizi nautici e idrografici nella maniera più idonea a facilitare la navigazione:

- *garantire che il rilievo idrografico sia effettuato per quanto possibile secondo i requisiti di una navigazione sicura;*
- *realizzare e pubblicare carte nautiche, portolani, elenchi fari, tavole di marea e altre pubblicazioni nautiche, ove necessario, per soddisfare le esigenze della sicurezza della navigazione].*

Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66 (G.U. n.106 del 8 maggio 2010 - Suppl. Ordinario n. 84)

Codice dell'ordinamento militare che all'articolo 117 (Servizio Idrografico della Marina militare) prevede:

"1. L'Istituto Idrografico della Marina militare, posto alle dipendenze del Capo di stato maggiore della Marina militare, ha sede in Genova ed è retto da un ufficiale ammiraglio del Corpo di stato maggiore.

2. Nel regolamento è disciplinato l'ordinamento dell'Istituto Idrografico".

In Italia, dunque, il servizio idrografico nazionale è attribuito all'Istituto Idrografico della Marina, anche organo cartografico dello Stato: questa attribuzione ribadisce quanto già stabilito dal Regio Decreto n. 1205 del 26 dicembre 1872 (G.U. n. 46 del 15-02-1873) *Costituzione dell'Ufficio Idrografico della Regia Marina.*

Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90 (G.U. n.140 del 18 giugno 2010 - Suppl. Ordinario n. 131)

Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare che all'articolo 222 (Compiti e funzioni dell'Istituto Idrografico della Marina militare) prevede:

"1. L'Istituto idrografico della Marina militare, svolge i seguenti compiti: ...omissis...

b) concorrere alla sicurezza della navigazione e alla salvaguardia della vita umana in mare, assicurando la produzione e l'aggiornamento della documentazione nautica ufficiale, relativa alle acque di interesse nazionale ...omissis...;

c) redigere le normative tecniche e fornire consulenza per standardizzare l'esecuzione dei rilievi idrografici, da svolgere nell'ambito della pubblica amministrazione, comunque inerenti alla sicurezza della navigazione;

...omissis...;

- f) curare la formazione del personale da adibire a funzioni idrografiche e oceanografiche mediante l'organizzazione di corsi aperti anche alla partecipazione di studenti universitari e di cittadini stranieri;
- g) conferire la caratteristica di idrografo al personale militare e civile che superi il previsto iter formativo;
- h) concorrere all'attività didattica d'istituti di formazione nel campo delle scienze idrografiche e oceanografiche;
- i) partecipare all'attività dell'Organizzazione idrografica internazionale;
- l) disciplina gli standard per quanto attiene i rilievi idrografici effettuati da soggetti esterni dall'amministrazione difesa.

2. L'Istituto idrografico della Marina militare espleta le seguenti funzioni:

...omissis...

c) verifica e valida i rilievi utilizzabili per la compilazione della documentazione ufficiale anche se eseguiti o fatti eseguire da enti pubblici o privati;

...omissis...

e) riceve tutti i dati relativi alla topografia della linea di costa e di dati idrografici, anche avvalendosi del concorso delle amministrazioni pubbliche, al fine della produzione della documentazione ufficiale;

...omissis...

g) riceve dall'autorità marittima le informazioni necessarie per la produzione degli aggiornamenti e delle varianti alla documentazione nautica;

h) fornisce consulenza tecnica all'autorità marittima nel merito delle problematiche inerenti la documentazione nautica;

i) cura la redazione e la pubblicazione di testi tecnico scientifici inerenti le materie di propria competenza;

...omissis..."

Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 (G.U. Serie Generale n.48 del 27 febbraio 2012 - Suppl. Ordinario n. 37)

Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale il quale recita all'articolo 2 "il Sistema di riferimento geodetico nazionale adottato dalle amministrazioni italiane è costituito dalla realizzazione ETRF 2000 - all'epoca 2008.0 - del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89, ottenuta nell'anno 2009 dall'Istituto Geografico Militare, mediante l'individuazione delle stazioni permanenti l'acquisizione dei dati ed il calcolo della Rete Dinamica Nazionale" e all'articolo 3 che "le amministrazioni utilizzano il Sistema di riferimento geodetico nazionale per georeferenziare le proprie stazioni permanenti, nonché per i risultati di nuovi rilievi, le nuove realizzazioni cartografiche, i nuovi prodotti derivati da immagini fotografiche aeree e satellitari, le banche dati geografiche e per qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare".

RIFERIMENTI INTERNAZIONALI

Si riportano di seguito i riferimenti internazionali alla base del presente Disciplinare consultabili sul sito www.iho.int nella sezione *Standards & Publications*.

- S-44 IHO STANDARDS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS
5th Edition, February 2008
Special Publication n. 44
Published by the International Hydrographic Bureau MONACO;
- S-32 HYDROGRAPHIC DICTIONARY
5th Edition (English 1994, French 1998 and Spanish 1996)
Special Publication n. 32
Published by the International Hydrographic Bureau MONACO;
- S-5 STANDARDS OF COMPETENCE FOR HYDROGRAPHIC SURVEYORS
11th Edition (Version 11.1.0 – December 2014)
Publication S-5
Published by the International Hydrographic Bureau MONACO;
- C-13 MANUAL ON HYDROGRAPHY
1st Edition, May 2005 (ultimi aggiornamenti al 2012)
Publication C-13
Published by the International Hydrographic Bureau MONACO.

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 4

GLOSSARIO



GLOSSARIO

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

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

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. E' 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. E' 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. Cfr. incertezza].

Incetezza (*Uncertainty*): per incetezza 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'incetezza 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 incetezza prima definito perché elimina la parte maggiore dell'errore sistematico e lo rende di fatto una stima realistica dell'errore vero.

Incetezza Orizzontale Totale IOT (*Total horizontal uncertainty THU*): la componente di incetezza propagata totale – IPT calcolata sul piano orizzontale. Sebbene venga espressa con un'unica cifra, la IOT è una quantità bidimensionale. Si presuppone che l'incetezza 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.

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

Incetezza verticale totale IVT (*Total vertical uncertainty TVU*): la componente di incetezza propagata totale IPT calcolata sulla verticale. La IVT è una quantità monodimensionale.

Intervallo di confidenza (*Confidence interval*): cfr. incetezza.

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 $1.96 \times$ la deviazione standard e il livello di confidenza 95% per quantità 2D (per esempio posizione) come $2.45 \times$ 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.

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 (*Sea floor search*): metodo sistematico per l'esplorazione del fondo marino atto a rilevare ostacoli quali relitti, 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.

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 radiotrasmittitore 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.

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 5

IHO Standards for hydrographic surveys (S-44)
5[^] Edizione – febbraio 2008
Traduzione di cortesia



NOTA

“This Publication is a translation of IHO Publication S-44 - IHO Standards for Hydrographic Surveys, 5th Edition, February 2008. The IHO has not checked this translation and therefore takes no responsibility for its accuracy. In case of doubt the source version of S-44 in either of the official languages of the IHO should be consulted.”

Permission No. IHO 2/2016.

“La presente Pubblicazione è la traduzione della Pubblicazione IHO S-44 – IHO Standards for Hydrographic Surveys, 5^a edizione, febbraio 2008. L’IHO non ha controllato la traduzione e non si assume responsabilità rispetto alla sua accuratezza. In caso di dubbio, farà fede la versione originale della S-44 in ciascuna delle due lingue ufficiali.”

IHO Autorizzazione No. 2/2016.

PREFAZIONE

La presente pubblicazione “Standard per i rilievi idrografici” (S-44) fa parte della serie di standard elaborati dall’International Hydrographic Organization (IHO) per contribuire a migliorare la sicurezza della navigazione.

La necessità di stabilire standard per i rilievi idrografici venne formalizzata per la prima volta alla VII Conferenza Idrografica Internazionale (IHC) nel 1957. Le posizioni degli Stati Membri vennero espresse in lettere circolari del 1959 e 1962 e alla VIII Conferenza Idrografica Internazionale, nel 1962, venne istituito un gruppo di lavoro (WG) composto da due membri USA, uno brasiliano e uno finlandese. Il WG, che comunicava per posta e si riunì due volte in occasione della IX IHC nel 1967, redasse il testo della Special Publication S-44.

La prima edizione si intitolava “Accuracy Standards Recommended for Hydrographic Surveys” e venne pubblicata nel gennaio 1968. Nella Premessa, definiva rilievi idrografici “i rilievi condotti allo scopo di compilare carte nautiche generalmente usate da navi” e dichiarava che “lo studio si limitava a determinare la densità e la precisione delle misure necessarie a descrivere il fondo del mare ed eventuali ostacoli con accuratezza sufficiente agli scopi della navigazione”.

Negli anni seguenti tecnologie e procedure cambiarono e l’IHO istituì nuovi gruppi di lavoro per aggiornare la S-44. La seconda edizione venne pubblicata nel 1982, la terza nel 1987, la quarta nel 1998. Gli obiettivi fondamentali sono sostanzialmente sempre gli stessi in tutte le precedenti edizioni e anche nella presente, la quinta.

Fra i motivi per cui fu istituito un gruppo di lavoro incaricato della redazione della 5a edizione della S-44 vi era la necessità di una maggiore chiarezza sugli ostacoli sul fondo marino, con riferimento alla capacità dei sistemi di rilevare gli ostacoli e le caratteristiche degli ostacoli da rilevare. Il gruppo di lavoro ha concluso che la S-44 stabilisce gli standard minimi per i rilievi effettuati ai fini della sicurezza della navigazione in superficie. Ha ritenuto inoltre responsabilità delle varie autorità nazionali determinare le caratteristiche precise degli ostacoli da rilevare in relazione alla propria organizzazione e stabilire le capacità dei vari sistemi e le procedure da adottare per rilevarli. Il gruppo di lavoro ha concluso inoltre che anche la progettazione e la realizzazione degli oggetti usati per dimostrare le capacità di rilevamento dei sistemi sono responsabilità delle singole autorità nazionali. Quando nella presente pubblicazione si fa riferimento a ostacoli cubici > 1 o >2 metri di dimensione si intende che vanno rilevati ostacoli come minimo di quelle dimensioni.

I principali cambiamenti rispetto alla 4^a edizione sono:

- la suddivisione dell’Ordine 1 in 1a, che richiede la ricerca totale sul fondo, e 1b, che non la richiede, e la cancellazione dell’Ordine 3, poiché si è ritenuto che non fosse più necessario differenziarlo dall’Ordine 2;
- la sostituzione, nella maggior parte dei casi, dei termini “accuratezza” e “errore” con il termine “incertezza”. Gli errori esistono, e rappresentano la differenza fra il valore misurato e quello reale. Poiché il valore reale non è conoscibile, neanche l’errore è conoscibile. L’incertezza è la valutazione statistica della probabile magnitudo dell’errore. Questa terminologia è sempre più usata nel campo delle misurazioni: cfr. per esempio ISO/IEC 98: 1995 e ISO/IEC 99:2007.

Il glossario è stato aggiornato e i termini che il gruppo di lavoro ha considerato essenziali per la comprensione della presente pubblicazione sono ripetuti nell'Introduzione.

Il gruppo di lavoro ha ritenuto che le informazioni contenute in "How to Survey/Come condurre un rilievo" fossero inadatte alla presente pubblicazione e l'ha espunte dalla 5a edizione. Riconoscendo tuttavia l'utilità delle linee guida ivi delineate, le ha temporaneamente mantenute in due allegati, raccomandandone però il trasferimento alla pubblicazione IHO M-13 (*Manual on Hydrography*) .

Nella Tavola 1 è stato aggiunto lo spazio fra spot per LIDAR batimetrico per i rilievi di Ordine 1b per cui non è richiesta ricerca totale sui fondali.

Infine, il gruppo di lavoro sottolinea che l'S-44 fornisce "Standard per i rilievi idrografici" ed è responsabilità dei singoli istituti idrografici redigere norme più specifiche basate su tali standard e adeguatamente flessibili per riflettere l'evoluzione dei sistemi.

INTRODUZIONE

La presente pubblicazione è stata redatta allo scopo di fornire una serie di standard per l'esecuzione di rilievi idrografici finalizzati alla raccolta di dati destinati principalmente per la compilazione di carte nautiche per la sicurezza della navigazione in superficie e la tutela dell'ambiente marino.

Va notato che quelli di cui alla presente pubblicazione sono gli standard minimi che devono essere raggiunti. I servizi idrografici potranno imporre standard più restrittivi ove la batimetria e la navigazione prevista nell'area interessata lo richiedono. Inoltre, la presente pubblicazione non tratta il settaggio della strumentazione necessaria, le modalità di conduzione del rilievo o l'elaborazione dei dati raccolti. Tali procedure (che sono parte fondamentale del sistema complessivo di rilievo) vanno messe a punto dall'istituto idrografico che vuole raccogliere dati conformi ai presenti standard tenendo conto dell'Ordine desiderato, degli strumenti a disposizione e della topografia dell'area su cui vanno condotti i rilievi. Gli allegati A e B forniscono linee guida per il controllo di qualità e l'elaborazione dei dati, contenuti che in futuro verranno compresi nel *Manual on Hydrography* (IHO Publication M-13), che fornisce ulteriori linee guida per l'esecuzione dei rilievi idrografici.

Nulla impedisce agli utenti di adottare i presenti standard per altri scopi. Anzi: un'estensione del campo di utilizzo è auspicabile. Tuttavia, gli utenti che desiderano adottare i presenti standard per altri scopi devono ricordare che essi sono stati redatti per un motivo diverso e quindi parte di essi potrebbe risultare inadatta all'esigenza specifica.

Per soddisfare un Ordine S-44 un rilievo deve soddisfare TUTTI i requisiti indicati nei presenti standard per quell'Ordine.

Va notato che l'adeguatezza di un rilievo è il risultato del sistema di rilievo nel suo complesso e di tutti i procedimenti seguiti per l'acquisizione dei dati. Le incertezze trattate nei capitoli successivi si riferiscono all'incertezza propagata totale di tutte le parti del sistema. Non basta semplicemente usare uno strumento che in teoria consente di ottenere la precisione desiderata: occorre considerare anche la calibrazione dello strumento stesso e il modo in cui interagisce con gli altri componenti del sistema di misurazione.

Tutti i componenti e **le loro combinazioni** devono essere in grado di fornire dati rispondenti agli standard richiesti. A tale scopo, gli istituti idrografici dovranno condurre prove idonee con la strumentazione che verrà impiegata controllando che essa venga calibrata correttamente prima, durante e, ove necessario, dopo il rilievo. Il personale idrografo è una componente essenziale del sistema e deve avere le conoscenze e l'esperienza necessarie per gestire il sistema in modo da conseguire gli standard richiesti. Valutare la competenza del personale idrografo può non essere facile, ma ci si può affidare, almeno in parte, alle qualifiche: per esempio, il conseguimento della Cat A/B IHO in idrografia.

Va notato che la pubblicazione di questa nuova edizione degli standard non toglie validità ai rilievi condotti secondo le precedenti edizioni, e alla cartografia e alla documentazione nautica che su di essi si è basata, ma stabilisce gli standard per la raccolta dei dati in futuro, in maniera da meglio rispondere alle esigenze dell'utenza.

Occorre inoltre ricordare che dove il fondo è dinamico (per esempio *sand waves*) i rilievi condotti secondo qualsiasi Ordine S-44 diventeranno in breve obsoleti. Ci sono aree che vanno regolarmente sottoposte a rilievi per accertare che i dati siano ancora validi. La frequenza dei rilievi andrà stabilita dalle autorità nazionali a seconda delle condizioni particolari della zona.

Il glossario dei termini utilizzati nella presente pubblicazione è fornito al capitolo 6. I termini compresi nel glossario vengono sottolineati nel testo. A seguire le “definizioni fondamentali” estratte dal glossario, ritenute essenziali per la comprensione della pubblicazione.

DEFINIZIONI FONDAMENTALI

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.

Ricerca totale sul fondo (Full sea floor search): metodo sistematico per l’esplorazione del fondo marino atto a rilevare gli ostacoli specificati nella Tavola 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.

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

Incertezza orizzontale totale IOT (Total horizontal uncertainty THU): la componente di incertezza propagata totale TPS calcolata sul piano orizzontale. Sebbene venga espressa con un’unica cifra, la IOT 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 IPT (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 IVT (Total vertical uncertainty TVU): la componente di incertezza propagata totale IPT calcolata in senso verticale. La IVT è una quantità monodimensionale.

CAPITOLO 1 – CLASSIFICAZIONE DEI RILIEVI

1.1 Introduzione

Il presente capitolo delinea gli ordini di rilievo considerati accettabili per la produzione da parte degli istituti idrografici di documentazione nautica in grado di consentire la navigazione in sicurezza nelle aree interessate. Poiché i requisiti variano a seconda delle profondità e del tipo di navigazione previsto, gli ordini di rilievo sono quattro, ciascuno atto a soddisfare esigenze diverse.

I quattro ordini vengono spiegati di seguito, con l'indicazione delle esigenze che ciascuno di essi si propone di soddisfare. La Tavola 1 specifica gli standard minimi per ciascun ordine e va assolutamente letta insieme con il testo dettagliato nei capitoli successivi.

L'agenzia responsabile dell'acquisizione dei rilievi stabilirà l'ordine più opportuno per garantire la navigazione in sicurezza nell'area in oggetto. Talvolta usare un solo ordine per tutta l'area in oggetto può non essere la scelta migliore; in questi casi, l'agenzia responsabile dell'acquisizione dei rilievi dovrà specificare dove vanno usati i vari ordini. In corso d'opera l'esecutore dei rilievi può scoprire una situazione diversa da quella prevista, tale da richiedere un cambiamento dell'ordine. Per esempio, in un'area attraversata da Very Large Crude Carrier (VLCC) in cui si preveda una profondità superiore ai 40 metri verrebbe richiesto un Ordine 1a, ma se l'esecutore scopre punti con profondità inferiori ai 40 metri, nella zona in cui la profondità è minore potrebbe essere opportuno applicare l'Ordine Speciale.

Ordine Speciale

E' l'ordine di rilievo più restrittivo e va utilizzato in quelle zone in cui il battente d'acqua sottochiglia è di importanza critica. Se il battente d'acqua sottochiglia è critico, è indispensabile procedere a una ricerca totale sul fondo e le dimensioni degli ostacoli da rilevare sono volutamente piccole. Poiché il battente d'acqua sottochiglia è critico è improbabile che in acque aventi profondità superiori ai 40 metri vengano condotti rilievi di Ordine Speciale. A richiedere rilievi di Ordine Speciale sono tipicamente le aree di ormeggio, i porti e punti critici nei canali di accesso.

Ordine 1a

E' l'ordine inteso per acque aventi profondità abbastanza ridotte, in cui ostacoli naturali o artificiali presenti sul fondo possono costituire un pericolo per il tipo di navigazione prevista, ma in cui il battente d'acqua sottochiglia è meno critico rispetto all'Ordine Speciale. Poiché eventuali ostacoli artificiali o naturali costituirebbero un pericolo per la navigazione in superficie, è necessaria la ricerca totale sul fondo, ma le dimensioni degli ostacoli da rilevare sono superiori a quelle dell'Ordine Speciale. Il battente d'acqua sottochiglia diventa meno critico con l'aumentare della profondità e quindi nelle aree in cui la profondità supera i 40 metri le dimensioni degli ostacoli da rilevare nel corso della ricerca totale sul fondo sono maggiori. I rilievi di Ordine 1a possono essere limitati alle acque con profondità fino a 100 metri.

Ordine 1b

E' l'ordine inteso per acque aventi profondità fino a 100 metri in cui una rappresentazione generale del fondo è ritenuta adeguata per il tipo di navigazione in superficie previsto. Non è richiesta la ricerca totale sul fondo, il che significa che alcuni ostacoli possono non venire rilevati, ma l'interlinea massima ammissibile ne limita le dimensioni. Si può procedere a rilievi di Ordine 1b quando il battente d'acqua sottochiglia non è ritenuto un problema, per esempio in zone in cui le caratteristiche del fondo sono tali che le probabilità che un ostacolo artificiale o naturale sul fondo costituisca un pericolo al tipo di navigazione previsto nella zona sono basse.

Ordine 2

E' l'ordine meno restrittivo ed è inteso per le acque aventi profondità tali per cui è ritenuta adeguata una rappresentazione generale del fondo. Non è richiesta la ricerca totale sul fondo. Si può procedere a rilievi di Ordine 2 limitatamente alle aree aventi profondità superiori ai 100 metri, poiché oltre i 100 metri di profondità l'esistenza di ostacoli grandi abbastanza da influenzare la navigazione in superficie e non rilevati da un rilievo di Ordine 2 è considerata improbabile.

CAPITOLO 2 – POSIZIONAMENTO

2.1 Incertezza orizzontale

Si dice incertezza di posizione l'incertezza sulla posizione della misura di profondità o dell'ostacolo nel sistema di riferimento geodetico.

Le posizioni devono essere inquadrare in un sistema di riferimento geodetico basato sull'International Terrestrial Reference System (ITRS), per esempio WGS84. Se, eccezionalmente, le posizioni vengono riferite a un datum orizzontale locale, tale datum deve essere agganciato a una rete di inquadramento geocentrica basata sull'ITRF.

L'incertezza di una posizione è influenzata da molti parametri diversi, di cui va specificato il contributo all'incertezza orizzontale totale.

Per determinare l'incertezza del posizionamento va adottato un metodo statistico che combini tutte le fonti di incertezza. L'incertezza di posizione al livello di confidenza del 95% dev'essere registrata insieme con dati di rilievo (cfr. 5.3). La capacità del sistema di rilievo dev'essere dimostrata attraverso il calcolo della IOT.

La posizione di misure di scandagliamento, pericoli, ostacoli sommersi significativi, ausili alla navigazione (fissi e galleggianti), ostacoli significativi per la navigazione, linea di costa e ostacoli topografici dev'essere determinata in maniera tale che l'incertezza orizzontale sia conforme a quanto specificato nella Tavola 1. Questo si applica a tutte le fonti di incertezza, e non solo quelle associate con gli strumenti di posizionamento.

CAPITOLO 3 – PROFONDITA'

3.1 Introduzione

La navigazione richiede informazioni accurate relativamente alla profondità per poter sfruttare senza rischi la massima capacità di carico e la massima disponibilità d'acqua. Dove il battente d'acqua sottochiglia è un problema, le incertezze di profondità devono essere tenute sotto particolare controllo. Analogamente, vanno definite le dimensioni degli ostacoli che il rilievo ha o - più importante ancora - può non aver, rilevato.

Le profondità misurate e le quote *drying heights* dovranno essere riferite a un datum verticale compatibile con i prodotti che verranno realizzati o aggiornati con i dati del rilievo, per esempio un chart datum. Idealmente, questo datum di scandagliamento dovrebbe essere un datum verticale ben definito, come LAT, MSL, una rete di inquadramento geocentrico basata su ITRS o un livello di riferimento geodetico.

3.2 Incertezza verticale

Per incertezza verticale si intende l'incertezza delle profondità ridotte al datum. Per determinare l'incertezza verticale occorre quantificare le fonti delle singole incertezze. Per ottenere l'incertezza verticale totale (IVT) occorre combinare statisticamente tutte le incertezze.

L'incertezza verticale massima consentita per le profondità ridotte al datum secondo quanto indicato nella Tavola 1 specifica le incertezze che devono essere ottenute per ciascun ordine di rilievo. L'incertezza al livello di confidenza del 95% si riferisce alla stima dell'errore prodotto dal contributo combinato di errori casuali e residui della correzione di errori sistematici. La capacità del sistema di rilievo va dimostrata attraverso il calcolo della IVT.

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

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

dove:

- 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.

L'incertezza verticale al livello di confidenza del 95% va registrata insieme con i dati di rilievo (cfr. anche 5.3)

3.3 Riduzioni di marea/Osservazioni del livello mare

Per tutta la durata delle operazioni di rilievo vanno compiute osservazioni sufficienti a determinare le variazioni del livello dell'acqua in tutta la zona interessata dal rilievo in maniera da poter riferire le misure al datum di scandagliamento relativo. Tali variazioni possono essere determinate mediante misurazione diretta del livello dell'acqua (per esempio mediante mareometro) e, ove necessario, riportate al resto dell'area interessata attraverso correzioni cotidali, oppure mediante tecniche di posizionamento 3D correlate al datum di scandagliamento richiesto da un opportuno modello di separazione.

Se la IVT non è influenzata in maniera significativa da questa approssimazione, le riduzioni di marea/livello mare non vengono applicate a profondità superiori ai 200 metri.

3.4 Misure di profondità

Tutti gli ostacoli anomali precedentemente riportati nell'area interessata dai rilievi e quelli rilevati in corso d'opera dovranno essere esaminati in maggiore dettaglio; se confermati, occorrerà determinarne posizione e minimo fondale. In caso di ostacoli anomali precedentemente riportati ma non più rilevati, si deve fare riferimento al Capitolo 6 per la cancellazione. Il soggetto responsabile della qualità dei rilievi può definire un limite di profondità oltre il quale non è richiesta una ricerca dettagliata sul fondo e di conseguenza un esame degli ostacoli anomali.

Per i relitti e le ostruzioni che potrebbero avere meno di 40 metri di battente d'acqua sopra di loro e potrebbero costituire un pericolo per la normale navigazione in superficie, posizione e minimo fondale vanno determinati con il metodo migliore disponibile e in conformità con i requisiti di incertezza di profondità **per l'Ordine appropriato** secondo la Tavola 1.

Il sonar a scansione laterale non andrebbe usato per la misurazione di profondità, ma per definire aree che richiedono indagini più dettagliate e accurate.

3.5 Rilevamento ostacoli

Quando è richiesta una ricerca totale sul fondo, la strumentazione impiegata per condurre il rilievo dev'essere in grado di rilevare ostacoli delle dimensioni indicate nella Tavola 1, ed essere in grado di dimostrarlo. Inoltre, la strumentazione va considerata parte di un sistema (comprendente personale, procedure e apparecchiature impiegati per l'acquisizione e per l'elaborazione dei dati) in grado di assicurare un'alta probabilità di rilevamento degli ostacoli. E' responsabilità del servizio idrografico che raccoglie i dati valutare la capacità dei sistemi proposti e accertarsi che siano in grado di rilevare una percentuale sufficientemente alta di ostacoli.

I requisiti di rilevamento ostacoli stabiliti per l'Ordine Speciale e l'Ordine 1a, e cioè un cubo di 1 e 2 metri di lato rispettivamente sono requisiti minimi. Ostacoli di dimensioni inferiori a quelle prescritte per un dato ordine possono costituire comunque un pericolo per la navigazione. E' possibile pertanto che il servizio idrografico ritenga necessario rilevare ostacoli più piccoli al fine di minimizzare il rischio di pericoli non rilevati per la navigazione in superficie.

Va notato che anche quando si conduce il rilevamento con un sistema opportuno, non si può garantire il rilevamento del 100% degli ostacoli. Ove si tema che all'interno di un'area esistano ostacoli che potrebbero non venire rilevati con il Sistema di Rilievo adottato, occorre prendere in considerazione l'utilizzo di un sistema alternativo (per esempio sentinella subacquea) per aumentare la confidenza nella profondità del battente d'acqua minimo sicuro in tutta l'area interessata.

3.6 Densità di misure/Interlinea

Per programmare la densità delle misure e assicurare una ricerca adeguata sul fondo, occorre tenere conto della natura del fondo nella zona interessata e dei requisiti di sicurezza della navigazione in superficie.

Per l'Ordine Speciale e l'Ordine 1a non ci sono raccomandazioni riguardo l'interlinea in quanto si richiede la ricerca totale sul fondo.

La ricerca totale sul fondo non è invece richiesta nei rilievi di Ordine 1b e 2 e nella Tavola 1 sono specificati i valori massimi di interlinea (Ordini 1b e 2) e di spazio fra spot nel caso di LIDAR batimetrico (Ordine 1b). Si raccomanda di accertare la natura del fondo nelle primissime fasi del rilievo per poter decidere se ridurre o estendere l'interlinea/densità di spot LIDAR rispetto a quanto indicato nella Tavola 1.

CAPITOLO 4 – ALTRE MISURAZIONI

4.1 Introduzione

Le osservazioni di seguito indicate non sono sempre indispensabili, ma quando sono comprese nei requisiti di rilievo devono soddisfare i seguenti standard.

4.2 Campionamento del fondo

Nelle potenziali zone di ancoraggio la natura del fondo va determinata mediante campionamento diretto oppure dedotta per mezzo di sensori quali ecoscandagli a fascio singolo, sonar a scansione laterale, sub-bottom profiler, video eccetera. I campioni fisici devono essere prelevati rispettando un'interlinea che tenga conto della geologia e delle tecniche di deduzione utilizzate.

4.3 Collegamento fra il datum verticale del rilievo a terra e carta nautica

La IHO Technical Resolution A2.5, come da IHO Publication M-3, richiede che il datum utilizzato per le previsioni di marea debba essere lo stesso usato per la carta. Per poter sfruttare appieno i dati batimetrici, il datum verticale usato per le osservazioni di marea deve essere collegato al datum del rilievo generale a terra attraverso punti di livellazione in prossimità dell'osservatorio-stazione-mareografo. La determinazione delle quote ellissoidiche dei punti di riferimento verticali usati per le osservazioni di marea devono essere riferite a un quadro di riferimento geocentrico basato su ITRS, preferibilmente WGS84, o a un opportuno livello di riferimento geodetico.

4.4 Previsioni di marea

Possono essere richiesti dati di marea da analizzare per la previsione futura delle altezze di marea e per la produzione delle Tavole di Marea; in questo caso le osservazioni devono coprire un arco di tempo più lungo possibile e preferibilmente non inferiore ai 30 giorni.

4.5 Osservazione di flussi e correnti di marea

Occorre tenere sotto osservazione la velocità e la direzione dei flussi e delle correnti di marea superiori a 0,5 nodi all'ingresso di porti e canali, a ogni cambiamento di direzione di un canale, negli ancoraggi e nelle aree adiacenti le banchine. E' inoltre preferibile misurare i flussi e le correnti di marea nelle zone costiere e di altura quando la portata può influenzare la navigazione in superficie.

Flussi e correnti di marea vanno misurati in ciascun punto a una profondità sufficiente a soddisfare i requisiti della normale navigazione in superficie e nel caso di flussi di marea insieme con l'altezza di marea andranno osservate le condizioni meteorologiche per un periodo di osservazione idealmente di trenta giorni.

La velocità e la direzione del flusso e delle correnti di marea vanno misurati rispettivamente a 0,1 nodi e con approssimazione ai 10°, al livello di confidenza del 95%.

Se c'è motivo di credere che l'apporto stagionale di acqua dai fiumi influenzi i flussi e le correnti di marea, bisogna provvedere a misurazioni per coprire l'intero periodo interessato dalla variabilità.

CAPITOLO 5 – ATTRIBUZIONE DEI DATI

5.1 Introduzione

Per permettere la corretta valutazione della qualità dei dati di rilievo è necessario registrare o documentare alcune informazioni oltre ai dati di rilievo per permettere lo sfruttamento dei dati di rilievo da parte di una varietà di utenti con esigenze differenti, magari non ancora note al momento dell'acquisizione dei dati.

5.2 Metadati

I metadati devono essere il più esaustivi possibile ma, come minimo, devono comprendere informazioni su:

- il rilievo in generale, ovvero scopo, data, area, strumentazione utilizzata, nome della piattaforma di rilievo;
- il sistema di riferimento geodetico utilizzato, ovvero il datum planimetrico e verticale, compresi gli agganci al quadro di riferimento geodetico basato su ITRS (per esempio WGS84) se viene utilizzato un datum locale;
- procedure di calibrazione e risultati;
- metodo di correzione della velocità del suono;
- datum e riduzione tidale;
- incertezze ottenute e rispettivi livelli di confidenza;
- eventuali circostanze speciali o eccezionali;
- regole e meccanismi impiegati per la cernita dei dati.

Preferibilmente i metadati costituiranno parte integrante del file del rilievo e, dalla sua adozione, saranno conformi a quanto previsto in “IHO S-100 Discovery Metadata Standard”. Prima dell’adozione della S-100, si potrà usare come modello per i metadati l’ISO 19115. Ove ciò non sia fattibile, nella documentazione del rilievo dovranno essere incluse informazioni analoghe a quelle ivi previste.

I responsabili della qualità del rilievo dovranno mettere a punto e documentare l’elenco di metadati usati per i loro dati di rilievo.

5.3 Attribuzione dati dei punti

A tutti i dati deve essere attribuita una stima di incertezza al livello di confidenza del 95% per quanto riguarda sia la posizione sia, ove rilevante, la profondità. Il fattore di scala calcolato o presunto applicato alla deviazione standard al fine di determinare l’incertezza al livello di confidenza del 95% e/o la distribuzione statistica di errori presunta va registrato nei metadati del rilievo. (Per esempio, presumendo una distribuzione Normale per una quantità monodimensionale quale la profondità, il fattore di scala è 1,96 per confidenza 95%. Nei metadati è considerata adeguata un’affermazione tipo: “Le incertezze sono state calcolate alla confidenza 95% presumendo un fattore di scala di deviazione standard di 1,96 (1D) o 2,45 (2D) corrispondente alla presunzione di una distribuzione Normale degli errori”). Questo andrebbe fatto scandagliamento per scandagliamento, ma è possibile registrare un’unica stima di incertezza per più scandagliamenti o addirittura per un’area, purché la differenza fra le singole stime di incertezza e la stima di incertezza collettiva assegnata sia trascurabile. L’attribuzione dovrebbe come minimo essere sufficiente a dimostrare il soddisfacimento dei requisiti della presente pubblicazione.

5.4. Attribuzione del modello batimetrico

Se è richiesto un modello batimetrico, i metadati dovranno contenere: risoluzione del modello, metodo di calcolo, densità dei dati sottomessi, stima dell’incertezza/superficie di incertezza per il modello e descrizione dei dati sottomessi.

5.5 Relazione finale

La Relazione finale è il mezzo principale attraverso cui il Responsabile del rilievo approva il contenuto di tutti i dati del rilievo. Essa deve fornire un resoconto chiaro ed esaustivo di come è stato condotto il rilievo, i risultati ottenuti, le difficoltà incontrate e i punti di debolezza. Particolare rilevanza dev’essere data all’analisi dell’accuratezza raggiunta e alla conformità alle specifiche di rilievo.

CAPITOLO 6 – ELIMINAZIONE DEI DATI DUBBI

6.1 Introduzione

Per aumentare la sicurezza della navigazione è meglio eliminare i dati dubbi, ovvero quelli che sono indicati sulle carte con PA (Position Approximate, posizione approssimata), PD (Position Doubtful, posizione dubbia), ED (Existence Doubtful, esistenza dubbia), SD (Sounding Doubtful, scandagliamento dubbio) o come “pericolo”. Per confermare o confutare l’esistenza di tali dati, è necessario definire accuratamente l’area sulla quale condurre la ricerca e successivamente effettuare il rilievo secondo gli standard prescritti nella presente pubblicazione.

6.2 Estensione dell’area su cui condurre la ricerca

Non esiste una formula empirica per stabilire definire l’area della ricerca di cui sopra che vada bene in ogni circostanza. Per questo motivo, si raccomanda che il raggio di ricerca sia come minimo tre volte l’incertezza di posizione stimata del pericolo riportato al livello di confidenza del 95%, determinata da uno studio accurato del rapporto sui dati dubbi da parte di un idrografo qualificato.

Se il rapporto è incompleto o inesistente, l’incertezza di posizione va stimata con altri mezzi, per esempio una valutazione più generale delle incertezze di misura di profondità e posizione nel periodo in cui i dati sono stati acquisiti.

6.3 Conduzione della ricerca

Il metodo con cui condurre la ricerca va deciso sulla base della natura dell’ostacolo, dell’area in cui sono riportati i dati dubbi e della minaccia del potenziale pericolo per la navigazione in superficie. Una volta stabilito questo, la procedura di ricerca dovrebbe consistere nella conduzione di un rilievo idrografico su un’area di estensione come definito al paragrafo 6.2, in conformità con i requisiti richiesti dalla presente pubblicazione.

6.4 Presentazione di risultati della ricerca

Se il pericolo viene rilevato, i dati dubbi devono essere sostituiti con i dati effettivi raccolti nel corso della ricerca. Se il pericolo non è stato rilevato, l’agenzia responsabile della qualità del rilievo deciderà se mantenere il pericolo come indicato sulla carta oppure cancellarlo.

TAVOLA 1
Minimi Standard per i rilievi idrografici

Ordine	Speciale	1a	1b	2
Descrizione area	Aree in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico	Aree con profondità <100 m e 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 <100 m in cui il battente d'acqua sotto chiglia non è considerato problematico per il tipo di navigazione in superficie previsto in quella zona.	Aree con profondità generalmente >100 m in cui è ritenuta sufficiente una rappresentazione generica del fondale.
IOT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	2 m	5 m + 5% della profondità	5 m + 5% della profondità	20 m + 10% della profondità
IVT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	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
Ricerca totale sul fondo	Richiesta	Richiesta	Non richiesta	Non richiesta
Rilevamento di ostacoli	Ostacoli cubici > 1 m	Ostacoli cubici > 2 m in profondità fino a 40 m; 10% della profondità oltre i 40 m	Non applicabile	Non applicabile
Interlinea massima raccomandata	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	25 m o 3 x la profondità media, se il risultato è >25. Per LIDAR batimetrico spazio fra spot 5 x 5 m	4 x profondità media
Posizione di ausili alla navigazione fissi e topografia significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	2 m	2 m	2 m	5 m
Posizione di linea di costa e topografia meno significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	10 m	20 m	20 m	20 m
Posizione media di ausili alla navigazione galleggianti (Livello di confidenza 95%)	10 m	10 m	10 m	20 m

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 IVT massima permessa a un livello di confidenza del 95%. I parametri "a" e "b" per ciascun Ordine, come da Tavola 1, insieme con la profondità "d" vanno introdotti nella formula per calcolare la IVT massima permessa per una determinata profondità :

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

Dove:

- 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. Ai fini della sicurezza della navigazione, per i rilievi di Ordine Speciale e 1a può essere ritenuto sufficiente usare un sistema meccanico tipo sentinella subacquea per garantire una profondità di battente minima sicura in tutta l'area considerata.
 3. Un ostacolo cubico è un cubo regolare aventi lati di eguale lunghezza. Va notato che il requisito di rilevamento di cubi di 1 m e 2 m rispettivamente per l'Ordine speciale e l'Ordine 1a IHO è un requisito minimo. Il servizio o l'ente idrografico può ritenere necessario il rilevamento di ostacoli più piccoli per minimizzare il rischio di pericoli per la navigazione in superficie non rilevati. Per l'Ordine 1a, l'estensione del rilevamento ostacoli ai 40 metri riflette il pescaggio massimo previsto delle imbarcazioni.
 4. L'interlinea può essere allargata se sono utilizzate procedure atte a garantire un'adeguata densità di misure.
 5. Da applicare esclusivamente ove tali misure sono richieste per il rilievo.

GLOSSARIO

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

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

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. E' 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. E' 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. Cfr. incertezza].

Incetezza (Uncertainty): l'intervallo (relativo a un valore dato) che conterrà il valore reale della misurazione a un determinato livello di confidenza. Vanno specificati anche il livello di confidenza dell'intervallo e la distribuzione statistica dell'errore presunta. Nel contesto del presente disciplinare, incetezza e intervallo di confidenza sono equivalenti.

Incetezza orizzontale totale IOT (Total horizontal uncertainty THU): la componente di incetezza propagata totale – TPS calcolata sul piano orizzontale. Sebbene venga espressa con un'unica cifra, la IOT è una quantità bidimensionale. Si presuppone che l'incetezza 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.

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

Incetezza verticale totale IVT (Total vertical uncertainty TVU): la componente di incetezza propagata totale IPT calcolata sulla verticale. La IVT è una quantità monodimensionale.

Intervallo di confidenza (Confidence interval): cfr. incetezza.

Livello di confidenza (Confidence level): la probabilità che il valore reale di una misura sia compreso in un intervallo minore del valore di incetezza dal valore misurato nell'incetezza 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 costituire un pericolo per la navigazione in superficie.

Profondità ridotte al 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 (Sea floor search): metodo sistematico per l'esplorazione del fondo marino atto a rilevare ostacoli quali relitti, 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.

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 radiotrasmittitore 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.

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

ANNESSO 6

STAZIONE DI MONITORAGGIO MAREOMETRICA



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 una 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. E' 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 cioè effettuare una misura al minuto e archiviare ogni 10 minuti la media dei valori misurati in quell'arco di tempo.

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, è stabile 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.