



Le Carte Nautiche: dalla carta ai BIT

Fig. 1 - Firma del direttore per l'approvazione della carta 885 int. Mare di Ross, 2017, IIM, Genova.

di Aldo Caterino

L'Istituto Idrografico della Marina, fondato a Genova nel 1872, quale Organo cartografico dello Stato, è responsabile del servizio idrografico nazionale e della produzione di tutta la documentazione nautica ufficiale, sia cartacea che digitale, relativa ai mari italiani. Oggi la cartografia viene prodotta interamente con l'ausilio del computer e inviata agli utenti in formato digitale o stampata su carte speciali tramite macchine digitali: in poche parole, il procedimento è stato fortemente standardizzato e industrializzato, perdendo in parte quell'aura di romanticismo e di sapienza artigianale che aveva nel passato. Il portafoglio cartografico elettronico pubblicato dall'Istituto Idrografico consta di 262 carte ed è suddiviso per scopi di navigazione, spaziando dalle carte a grande scala delle acque territoriali italiane, coste e porti principali, alle carte a piccola scala con copertura di tutto il Mediterraneo e il Mar Nero.

Mappare i fondali marini è più difficile che mappare la Terra. L'uomo è riuscito a mappare la superficie della Luna, quella di Venere e persino quella di Marte, ma meno del 20% dei fondali oceanici. Il mare, infatti, è un ambiente dinamico, soggetto a continui cambiamenti, e per misurarne

la profondità con precisione occorrono strumenti sofisticati e calcoli complessi, che tengano conto di molti fattori: ad esempio, le maree e le variabili chimico-fisiche dell'acqua (salinità, temperatura, ecc.). L'Istituto Idrografico della Marina, fondato a Genova nel 1872, quale Organo cartografico dello Stato, è responsabile



Fig.2 - La sede dell'Istituto Idrografico della Marina.

del servizio idrografico nazionale e della produzione di tutta la documentazione nautica ufficiale, sia cartacea che digitale, relativa ai mari italiani. Sotto la guida del suo fondatore, Ammiraglio Giovanni Battista Magnaghi, insigne figura di ufficiale di marina e scienziato, e dei suoi successori, nelle officine dell'Istituto sono stati ideati e realizzati o perfezionati numerosi strumenti idrografici e oceanografici.

Oltre a ciò, venivano costruiti, adattati, riparati e/o tarati gli strumenti nautici destinati alle unità sia militari che mercantili, come sestanti, bussole magnetiche, cronometri di bordo, ecc., al fine di garantire la possibilità di fare correttamente il "punto nave" e di calcolare precisamente la rotta da un porto all'altro, per arrivare a destinazione nel più breve tempo e con la maggiore sicurezza possibile, un'attività che, almeno per la riparazione e la taratura degli strumenti, prosegue anche oggi.

L'idrografia non può prescindere dall'oceanografia: basti pensare all'importanza che rivestono, ieri come oggi, l'andamento delle correnti, da quelle profonde a quelle superficiali, e il fenomeno delle maree, con i suoi effetti sul livello medio del mare che, com'è noto, costituisce anche il riferimento per l'altimetria terrestre.

Inoltre, la conoscenza delle caratteristiche e dei fenomeni marini è fondamentale per la tutela dell'ambiente, non soltanto marino ma anche terrestre, se pensiamo che il 71% della superficie del pianeta è coperta da mari di acqua salata, mentre il restante 29% è costituito dai continenti e dalle isole, e che le grandi distese oceaniche influenzano notevolmente il clima. Sin dall'unità

d'Italia, quindi, non soltanto le navi idrografiche nel corso delle ordinarie campagne, ma anche quelle da guerra non impegnate in operazioni belliche (ad esempio le navi stazionarie in Sud America e in Estremo Oriente e quelle impegnate nelle crociere d'istruzione intorno al mondo), effettuarono osservazioni e misurazioni durante la navigazione in mari nazionali ed esteri, poi comunicate all'Istituto Idrografico, che ne raccoglieva e pubblicava i risultati. Naturalmente, l'attività preminente riguardava le acque nazionali e quelle mediterranee, oltre a quelle coloniali (Mar Rosso e Mar Arabico), dove più forti erano gli interessi italiani e dove le osservazioni oceanografiche assunsero ben presto i caratteri di una ricerca sistematica, spesso in collaborazione con altri enti specialistici. Più volte, nel corso degli ultimi 150 anni, gli studi effettuati dal personale della Marina, e in particolare da quello dell'Istituto Idrografico, hanno permesso di aggiornare, correggere e interpretare dati e informazioni riguardanti particolari aree, luoghi o situazioni, ad esempio

la determinazione delle dinamiche delle correnti nello Stretto di Messina, della profondità massima del Mar Ionio, delle posizioni dei banchi nel Canale di Sicilia, ecc., così fondamentali per la sicurezza della navigazione.

Ruolo e importanza dell'Istituto Idrografico

Organo Cartografico dello Stato ed Ente della Marina Militare, l'Istituto Idrografico ha il compito di concorrere alla sicurezza della navigazione, sia militare che mercantile, alla difesa della nazione e alla conoscenza e valorizzazione di tutto ciò che riguarda il mare, dal punto di vista tecnico, scientifico, ambientale e culturale. A tali fini, opera fondamentalmente in quattro settori:

- ▶ attività di campagna e di ricerca idro-oceanografica (nelle acque italiane, in quelle mediterranee e in quelle oceaniche);
- ▶ redazione di normativa tecnica di riferimento per la sicurezza della navigazione;
- ▶ produzione e aggiornamento di tutta la cartografia e

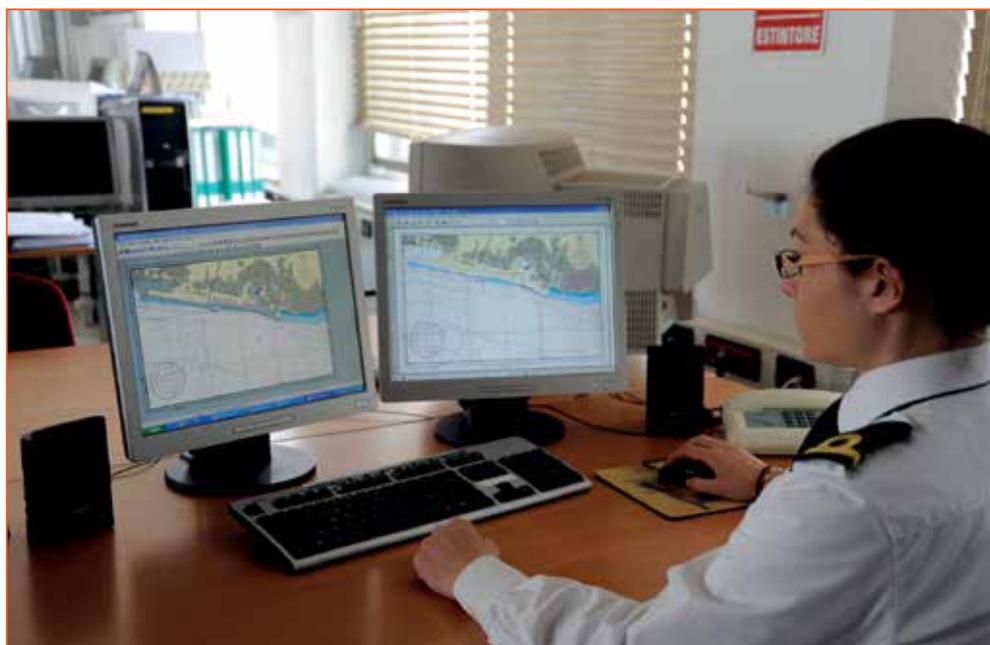


Fig. 3 - Ufficiale idrografo al computer per l'elaborazione della cartografia elettronica, 2009, IIM, Genova.

la documentazione nautica ufficiale;

- ▶ formazione del personale idrografo, sia militare che civile (anche proveniente da altri paesi, in un'ottica di collaborazione internazionale e di *capacity building* di professionalità specifiche).

L'area di competenza copre oltre 550.000 chilometri quadrati di spazi marini (una volta e mezza la superficie del paese), in relazione a uno sviluppo costiero superiore ai 7.800 chilometri, in una regione di estremo interesse strategico a livello mondiale, situata al centro del Mediterraneo e alla confluenza delle principali rotte marittime internazionali.

I rilievi sono eseguiti, secondo le direttive dello Stato Maggiore della Marina, dalla componente navale del Servizio Idrografico nazionale, alle dipendenze del Comando in Capo della Squadra Navale e da nuclei dislocabili di personale dell'Istituto Idrografico, sulla base di una programmazione dell'Istituto stesso, tenendo conto delle esigenze legate alla produzione della documentazione nautica, alla

difesa nazionale e alla sicurezza della navigazione.

Gli oltre 200 dipendenti, tra militari e civili, che costituiscono attualmente il suo organico, esprimono professionalità e competenze diverse: idrografi, oceanografi, cartografi, geologi, geofisici, biologi, meteorologi, ingegneri, architetti, bibliotecari, storici, linguisti, ecc..

Tutti insieme concorrono per garantire l'aggiornamento e la puntualità della documentazione prodotta, una tradizione che si perpetua nel tempo con identici criteri di precisione e accuratezza. Una documentazione che si presenta come un *corpus* di assoluto rilievo a livello internazionale per ricchezza e completezza, tanto da far reputare l'Istituto che l'ha realizzata una delle eccellenze italiane nel mondo.

L'attività scientifica e quella formativa rappresentano il fiore all'occhiello di un Istituto che appare oggi come una delle punte di diamante della forza armata di riferimento, la quale costituisce da sempre l'arma "tecnica" per eccellenza, vantando una lunga tradizione in fatto di studi e ricerche sul

campo nelle condizioni più difficili e nei luoghi più lontani. Un "centro di eccellenza del Mediterraneo e in ambito europeo per le tematiche attinenti al mare".

La tradizione

Oggi la cartografia viene prodotta interamente con l'ausilio del computer e inviata agli utenti in formato digitale o stampata su carte speciali tramite macchine digitali: in poche parole, il procedimento è stato fortemente standardizzato e industrializzato, perdendo in parte la sua aura di romanticismo e di sapienza artigianale. Fino alla metà del Novecento, invece, il metodo di costruzione e di stampa dei prodotti cartografici era molto più lungo e complesso e richiedeva un'ampia gamma di competenze professionali da parte del personale e una buona dose di esperienza sul campo, tramandata di generazione in generazione, senza le quali il risultato finale rischiava di essere poco o per nulla preciso e quindi inutile.

I grafici di scandagliamento, insieme ai rilievi di costa, venivano tradotti in un "disegno tecnico", corrispondente alla rappresentazione cartografica da realizzare, che veniva ricalcato e inciso a mano, naturalmente in modo speculare, con l'ausilio di un bulino su una matrice di rame (per questo era detto processo di stampa "calcografico"). Quest'ultima veniva cosparsa d'inchiostro comprimendolo con un apposito tampone, affinché penetrasse a fondo nell'incisione e realizzasse gli effetti di chiaroscuro necessari a dare forma e consistenza al tracciato.

L'incisione era invece indiretta quando, con una punta metallica, si incideva, sempre con il disegno a rovescio, uno strato



Fig. 4 - Pubblicazioni dell'Istituto

di vernice sovrapposta alla matrice; successivamente, si immergeva la lastra di rame in un acido, oppure vi si spennellava quest'ultimo con un tampone, cosicché tale mordente incidere la matrice lungo i segni incisi nella vernice protettiva, senza intaccare la rimanente superficie metallica.

La matrice, su cui si sovrapponeva il foglio di carta precedentemente ammorbidito da 24 ore di leggero inumidimento, veniva collocata sul piano mobile del torchio, che scorreva sotto gli appositi rulli rivestiti di feltro, affinché la pressione trasferisse l'inchiostro sulla carta, in leggero rilievo percepibile al tatto.

Poiché il foglio di carta era più grande della lastra di rame, la pressione di quest'ultima produceva un'impronta leggermente depressa, che andava a incorniciare l'immagine. Tale complesso procedimento veniva ripetuto per ogni stampa, cosicché la tiratura giornaliera era limitata a 30-40 copie di buona qualità.

All'interno dell'Istituto Idrografico sono conservate ed esposte numerose matrici di rame, che appaiono come delle autentiche opere d'arte per la finezza del tratto e l'accuratezza dei dettagli: caratteristiche indispensabili per la realizzazione di strumenti, come le carte nautiche, cui era demandata la sicurezza della navigazione.

L'attualità

L'attività di rilievo dei mari italiani richiede un lavoro vasto e mai definitivo e necessita di un continuo monitoraggio e rinnovamento dei rilievi già effettuati, al fine del corretto aggiornamento della documentazione nautica.

Tale documentazione, infatti, è una materia viva, e proprio



Fig. 5 - Nuova macchina da stampa per le carte nautiche - l'evoluzione tecnologica non si ferma mai, 2018, IIM, Genova

per il fatto di essere associata alla sicurezza della navigazione e quindi alla salvaguardia della vita umana in mare, deve essere costantemente aggiornata. Il mezzo per ottenere l'aggiornamento è fornito dalla più istituzionale delle pubblicazioni nautiche: il fascicolo degli *Avvisi ai Naviganti*, emesso a cadenza quindicinale e, appunto per l'importanza rivestita al fine di mantenere aggiornata la documentazione di bordo, reso disponibile liberamente su *internet*.

Tra le opere editate dall'Istituto Idrografico non vi sono soltanto pubblicazioni nautiche: il catalogo si è arricchito nel corso degli anni di molte opere di carattere scientifico e storico, facendo dell'Istituto un vero e proprio editore specializzato nei settori dell'idrografia, dell'oceanografia e della nautica.

Oggi il portafoglio cartografico dell'Istituto è composto da 371 carte e 9 portolani. Alla produzione "tradizionale", cartacea, si è affiancata, dagli anni '90, la produzione di cartografia

elettronica. Il "salto di qualità" è da ricondursi agli anni '80, quando i Servizi Idrografici più avanzati a livello mondiale decisero di realizzare delle carte elettroniche, con lo sforzo collettivo di osservare le specifiche tecniche concordate in ambito internazionale.

Si giunse così, nel 1997, alla costituzione, presso l'Istituto, del Centro di Cartografia Elettronica per la produzione di un primo pacchetto di 57 carte nautiche vettoriali su cd-rom. Questo primo pacchetto di carte elettroniche venne fornito alle navi della Marina Militare, affinché ne sperimentassero l'uso e ne saggiassero le eventuali problematiche e potenzialità.

L'esito favorevole della sperimentazione consentì di partire con la produzione a favore di tutta l'utenza, portando il portafoglio di carte elettroniche (ENC, *Electronic Navigational Chart*) a 262 unità, suddiviso per scopi di navigazione, dalle carte a grande scala delle acque territoriali italiane, coste e porti principali, alle carte a piccola

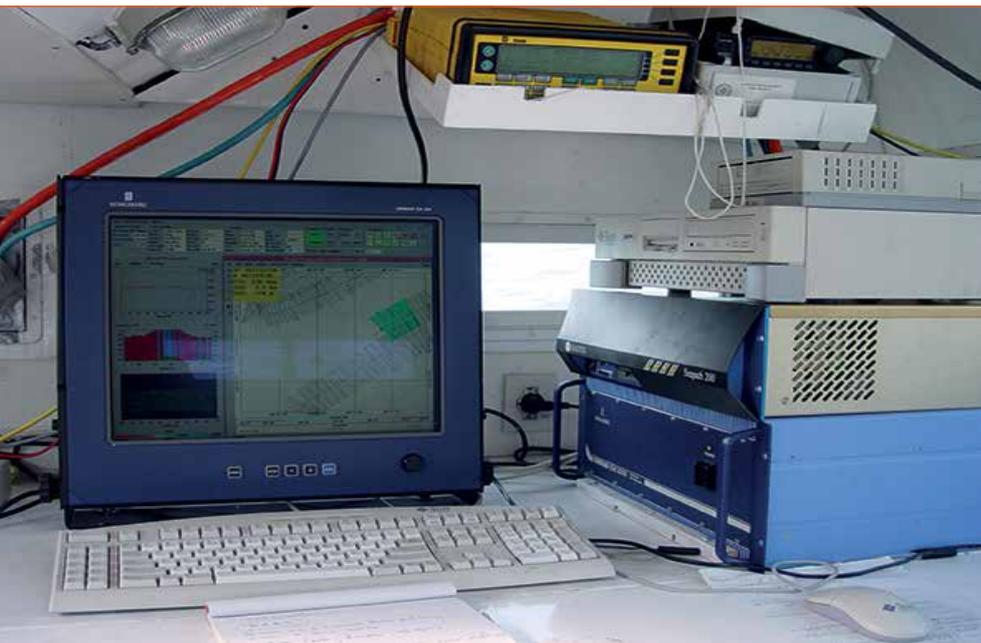


Fig. 6 - Ecoscandaglio multifascio sull'idrobarca dell'Istituto Idrografico, 2003, IIM, Genova

scala con copertura di tutto il Mediterraneo e il Mar Nero, e facendo dell'Italia uno dei primi paesi, a livello mondiale, ad avere una copertura completa delle acque nazionali.

Questo tipo di cartografia deve essere utilizzato su appositi apparati elettronici di bordo certificati, denominati ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*).

Come per la cartografia tradizionale, anche per le ENC valgono le stesse regole di aggiornamento, quindi le carte sono continuamente aggiornate, in modo da fornire al navigante sempre e comunque un prodotto affidabile.

Per garantire una distribuzione a livello mondiale della cartografia elettronica e dei relativi aggiornamenti, seguendo le raccomandazioni dell'Organizzazione Idrografica Internazionale (IHO, *International Hydrographic Organization*), il servizio è stato affidato a selezionati distributori autorizzati, i quali hanno l'obbligo di provvedere, in ogni momento e per qualsiasi area geografica, al

tempestivo e sicuro approvvigionamento del prodotto, oltre ai relativi aggiornamenti e alle nuove edizioni disponibili di volta in volta.

L'esigenza di un continuo miglioramento della cartografia e la necessità di ridurre tempi e costi di produzione ha portato a studiare sistemi di costruzione delle carte sempre più all'avanguardia. Uno sviluppo di questa esigenza, teso a coprire un settore di utenza in aumento esponenziale, ha portato alla creazione di un ulteriore prodotto cartografico specificatamente indirizzato alla navigazione da diporto.

Questo particolare tipo di cartografia, detto CNIK (Carte Nautiche in *Kit*) è formato da un portafoglio di oltre 220 carte a copertura pressoché totale delle coste italiane, con la peculiarità di essere in un formato più piccolo, rispetto alle carte tradizionali, per consentirne il facile utilizzo a bordo di imbarcazioni di ridotte dimensioni. Tali kit possono essere anche personalizzati.

Le altre peculiarità sono costi-

tuite dal fatto di essere stampate su materiali particolarmente resistenti agli agenti atmosferici e di essere direttamente derivate dalle ENC. Questa particolarità è la base di studio dalla quale l'Istituto Idrografico è partito per modificare anche la produzione della cartografia tradizionale.

Il 2016 ha visto il cambiamento radicale della filiera produttiva: i vari settori che si occupavano di cartografia, cartografia elettronica e documenti nautici sono stati accorpati in un unico Ufficio Produzione, diviso per aree geografiche. Lo scopo di tale ristrutturazione è stato quello di rendere più efficiente il flusso delle lavorazioni secondo una logica incentrata sul dato, c.d. *database oriented* e *one feature one time*, in modo da ridurre i tempi di produzione dei prodotti cartografici e documentali tradizionali ed elettronici e favorire la loro pubblicazione in maniera organica e coerente.

Nel 2017 si è consolidata la nuova struttura organizzativa, ciò che ha permesso di razionalizzare e migliorare la produzione quasi integralmente, *on demand* e *just in time*, in modo da ridurre o eliminare le giacenze di magazzino e, di conseguenza, fornire all'utente finale sempre un prodotto che risulti aggiornamento alle ultime informazioni disponibili. Ciò ha consentito di incrementare ulteriormente l'efficienza ed efficacia della distribuzione della documentazione nautica, garantendo ulteriori risparmi nella filiera produttiva.

Come si costruisce una carta nautica

Prima di cominciare a misurare il fondo marino, è necessario chiedersi dove misurare e come misurare, al fine di condurre

rilievi utili alla collettività e rappresentativi della realtà che ci circonda. La maggior parte dei fondali marini sono ancora oggi inesplorati. Come si è detto all'inizio, conosciamo attraverso dati moderni meno di un quinto della superficie totale coperta dalle acque, in aree tra l'altro concentrate attorno ai paesi che più sono impegnati nello studio e nell'utilizzo del mare come risorsa sostenibile. Uno dei principali obiettivi della raccolta dei dati in mare è quello di arricchire la nostra conoscenza. Il filo conduttore delle ricerche è: "Map once, use many times". L'Unione Europea, attraverso l'iniziativa EMODNET (*The European Marine Observation and Data Network*), sta raccogliendo tutti i dati relativi ai mari che bagnano il continente in un unico portale disponibile su web (<http://www.emodnet.eu/>). *Seabed 2030* è invece un progetto internazionale che si propone di raccogliere e integrare in un unico *database* le mappature di tutti gli oceani del mondo entro il 2030, provenienti dalle fonti più diverse. L'Istituto Idrografico sta dando il suo contributo: con i rilievi interdisciplinari effettuati nel corso delle spedizioni artiche *High North 17* e *18* in una zona ancora inesplorata dell'INBIS Channel, ha fornito un prezioso tassello per la realizzazione della Carta Batimetrica dell'Artico, parte della più generale Carta Batimetrica Generale degli Oceani (*General Bathymetric Chart of the Oceans - International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean, GEBCO-IBCAO*), che servirà per valutare l'entità dei cambiamenti climatici provocati dal riscaldamento globale al Polo Nord e fornirà un utile contributo alla previsione dell'impatto che

questi potranno avere sul resto del pianeta. Decisa la zona di raccolta dati, si applicano gli *standard* (nazionali e internazionali) al fine di raccogliere informazioni rappresentative della realtà dell'ambiente marino. In particolare, a livello internazionale gli *standard* idrografici vengono elaborati dall'IHO, con sede a Montecarlo, di cui l'Italia fa parte sin dal 1922. Come abbiamo visto all'inizio, all'Istituto Idrografico della Marina è attribuita la responsabilità di eseguire il rilievo sistematico dei mari italiani, produrre la documentazione nautica ufficiale e diffondere in campo nazionale e internazionale l'informazione nautica, allo scopo di garantire la sicurezza della navigazione e concorrere alla salvaguardia della vita umana in mare. Ma il suo raggio d'azione si estende - e non da oggi - ben oltre il Mediterraneo, fino al Polo Nord e al Polo Sud, per arrivare fino al Pacifico, dato l'interesse strategico sempre maggiore che rivestono le vie commerciali marittime per garantire la pace e la prosperità della nazione.

Oggi, per la raccolta dei dati sulla forma e la natura del fondo marino, si possono usare sia le onde elettromagnetiche sia quelle sonore, aventi diverse frequenze e ampiezze. La frequenza, legata alla lunghezza d'onda attraverso la velocità di propagazione del suono, influenza la portata del sistema, oltre che la qualità delle sue osservazioni.

Un ecoscandaglio *multibeam* (multifascio) è un tipo di SONAR (*Sound Navigation and Ranging*) usato per mappare il fondale marino. I sistemi *multibeam* emettono onde sonore a forma di ventaglio sotto lo scafo di una nave. Il tempo impiegato dalle onde sonore per arrivare sul fondo e tornare al ricevitore viene utilizzato per determinare la profondità. Il *singlebeam* (a fascio singolo), invece, utilizza un singolo fascio per effettuare la misurazione puntuale e verticale del fondale.

I dati satellitari per la stima della profondità sono in generale meno accurati di quelli ottenuti con sistemi acustici, ma più rapidamente e facilmente disponibili. La SDB (*Satellite*



Fig. 7 - Nave idro-oceanografica Ammiraglio Magnaghi, 2005, IIM, Genova

Derived Bathymetry), utilizzata in modo appropriato, è in grado di fornire informazioni valide che possono essere utilizzate per rendere più sicuri i prodotti cartografici per la navigazione, soprattutto in zone remote, dove i dati di più alta qualità non sono disponibili o troppo costosi.

Il LIDAR (*Light Detection and Ranging*) è una tecnologia che sfrutta una piattaforma aerea come vettore per l'acquisizione di dati batimetrici in mare tramite sensori ad onde elettromagnetiche. I sistemi batimetrici LIDAR utilizzano una lunghezza d'onda aggiuntiva nella banda del verde, che si propaga nella colonna d'acqua e misura la profondità fino a fondali di circa 60-80 metri. Una seconda frequenza nella banda dell'infrarosso rileva la posizione della superficie dell'acqua.

I principali sensori sottomarini possono essere montati su veicoli subacquei, per racco-

gliere dati più abbondanti e precisi (*Side Scan Sonar*, ossia SONAR a scansione laterale, rimorchiati da un'unità navale, ROV, *Remotely Operated Vehicle*, filoguidati con un cavo dati-guida dalla nave o AUV, *Autonomous Underwater Vehicle*, totalmente autonomi). In pratica si tratta di *robot* sottomarini dotati di sensori che effettuano misurazioni del fondale e delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua.

Al pari delle tendenze sulla raccolta e popolamento di banche dati in altri settori, anche in mare ci si sta orientando verso la possibilità di raccogliere misure effettuate da navi non idrografiche (CSB, *Crowd Sourced Bathymetry*) senza interferire sulle loro attività primarie. Tali dati, se raccolti con una densità sufficiente e secondo opportuni criteri, possono essere utilizzati come fonte affidabile per aggiornare la nostra conoscenza dell'ambiente ma-

rino. Queste informazioni comunque, hanno la necessità di rispettare degli *standard* di qualità basilari, stabiliti dall'IHO. Al fine di rendere disponibili le misure raccolte per gli utilizzi più diversi, primo fra tutti la costruzione delle carte nautiche, le stesse vanno processate e corrette con *software* dedicati e in grado di gestire una grande quantità di dati in maniera molto veloce (dell'ordine delle decine di gigabyte per volta). La misurazione della velocità di propagazione del suono lungo la colonna d'acqua viene effettuata con sonde cosiddette SVP (*Sound Velocity Profiler*). E' un dato essenziale per garantire il migliore funzionamento degli ecoscandagli. Il suo profilo, infatti, viene sempre inserito nel *software* di acquisizione o in *post-processing*, e permette di effettuare il cosiddetto *ray tracing*, ossia individuare la corretta propagazione dei raggi acustici, per applicare alle mi-

Fig. 8 - Operazioni di carotaggio a bordo della nave idro-oceanografica Ammiraglio Magnaghi, 2005, IIM, Genova



sure del rilievo idrografico l'opportuna correzione. Misurare l'entità della marea in una data zona significa prima di tutto stabilire un livello di riferimento verticale per tutti i dati idrografici, ossia per riferire ogni profondità misurata a un unico riferimento. Tra questi si distinguono il livello medio del mare e quello delle basse maree sigiziali (durante le fasi di Luna piena o di Luna nuova). La differenza tra i due livelli, variabile da zona a zona, è indicata su tutte le carte. Tale valore è necessario per stabilire le correzioni per la marea da applicare a un rilievo idrografico. Oltre all'applicazione delle correzioni precedenti, per ogni misura viene oggi stimata l'incertezza, quantificando da un punto di vista probabilistico gli errori commessi. La TPU (*Total Propagated Uncertainty*) è il risultato della propagazione dell'incertezza, quando nella propagazione

sono comprese tutte le incertezze di misura coinvolte, casuali e sistematiche. La THU (*Total Horizontal Uncertainty*) è la componente dell'incertezza totale calcolata sul piano orizzontale. Essa ipotizza che l'incertezza sia isotropa (uguale in tutte le direzioni). La TVU (*Total Vertical Uncertainty*) è la componente dell'incertezza totale calcolata sul piano verticale. È una quantità monodimensionale.

L'algoritmo più usato in ambito idrografico per modellare i dati batimetrici è il CUBE (*Combined Uncertainty and Bathymetry Estimator*).

Gli *input* sono i risultati delle misure raccolte dagli strumenti, opportunamente corrette e processate, in particolare i valori di posizione e profondità, oltre alla stima dell'incertezza (THU e TVU).

Su una maglia di punti distribuiti uniformemente, l'algoritmo CUBE stima la profondità

e il relativo errore utilizzando le misure disponibili intorno al punto di interpolazione. Attraverso i moderni sistemi idrografici, le registrazioni dei dati relativi alla batimetria, frutto della misurazione del tempo intercorso tra trasmissione e ricezione, sono integrabili con quelle relative alla forma del segnale ricevuto. Attraverso tale informazione di *backscattering*, integrata con campionamenti diretti tramite strumenti meccanici, è possibile risalire alla natura del fondo marino. I risultati del *processing* dei dati idrografici, al fine di poterli condividere e utilizzare, vanno opportunamente catalogati. Oggi la catalogazione avviene in maniera digitale, inserendoli in banche dati territoriali che si focalizzano sull'ambiente marino (MSDI, *Marine Spatial Data Infrastructures*). I dati idrografici rappresentano solo una parte delle caratteristiche essenziali delle banche dati

Fig. 9 - Operazioni con la benna di tipo Van Veen sulla nave oceanografica Alliance, 2017, IIM, Genova





Fig. 10 - Recupero del box corer a bordo della nave oceanografica Alliance, 2017, IIM, Genova

in cui vengono pubblicati e condivisi. I dati e la loro struttura devono corrispondere a precisi *standard* internazionali, onde evitare errori e incomprensioni. È poi fondamentale integrarli in un più ampio sistema di gestione delle regole di condivisione e di *copyright*. Infine, vanno inseriti in un'infrastruttura informatica che li pubblichi e ne permetta lo scambio.

I dati idrografici misurati in mare sono raccolti digitalmente e collegati tra loro attraverso database relazionali che permettono di indicizzarli, catalogarli, collegarli e ricercarli quando sono da utilizzare. I dati batimetrici raccolti dalle unità idrografiche della Marina Militare italiana sono e custoditi presso l'Istituto Idrografico. Sono stati condivisi in un portale disponibile sul

web e accessibile a tutti (<http://www.emodnet-bathymetry.eu/>).

I dati geografici in sé non sono direttamente fruibili dall'utenza. Di conseguenza, oltre a raccogliere, processare e catalogare tali dati, l'Istituto Idrografico si occupa anche di derivare da essi una serie di prodotti che vengono utilizzati per rendere più sicura la navigazione nei mari attorno alla nostra penisola.

Lo sviluppo della tecnologia informatica, unito alla necessità di gestire in modo più rapido ed efficace i dati di navigazione, ha portato allo sviluppo della cartografia elettronica.

Affinché abbia valore legale e possa essere utilizzata in sostituzione della carta nautica tradizionale, la cartografia elettronica, come abbiamo visto, deve essere impiegata su specifici apparati di bordo detti ECDIS, come espressamente previsto dalla Convenzione di Londra del 1974 sulla sicurezza della navigazione (SOLAS 1974 e successive modifiche).

La cartografia elettronica è una versione interattiva della cartografia nautica ufficiale tradizionale e può essere vista come una serie di strati informativi sovrapponibili e visualizzabili a piacimento.

Visualizzata sull'ECDIS, la carta elettronica assomiglia molto a una carta tradizionale, ma contiene tutte le informazioni relative a ogni singolo elemento e consente la visualizzazione delle caratteristiche descrittive e spaziali di qualsiasi oggetto rappresentato, selezionandolo semplicemente con il cursore. Oltre alle informazioni strettamente necessarie per la sicurezza della navigazione, contenute anche nella cartografia nautica tradizionale (informazioni geografiche, idrografiche, ge-



Fig. 11 - Verifica della qualità di stampa di una carta, 2017, IIM, Genova

ofisiche, aree regolamentate, zone di separazione del traffico, aiuti alla navigazione eccetera), la ENC consente di accedere a informazioni normalmente presenti in altre pubblicazioni nautiche. Una delle più apprezzate facilitazioni offerte dalla carta elettronica è quella della semplicità e sicurezza dell'ag-

giornamento. Infatti, una volta sottoscritto il servizio di fornitura ENC, gli aggiornamenti arrivano all'utilizzatore sotto forma di *file* di dati. Il navigante deve solo assicurarsi di caricare il file di aggiornamento, senza ulteriore dispendio di tempo e di lavoro.



Fig. 12 - ECDIS
ECD700

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *L'Istituto Idrografico della Marina. 125 anni al servizio del Paese*, catalogo della mostra celebrativa, Istituto Idrografico della Marina, Genova, 1998;
AA.VV., *Manuale dell'ufficiale di rotta*, Istituto Idrografico della Marina, Genova, 2006;
AA.VV., *Relazione annuale 2017*, Istituto Idrografico della Marina, Genova, 2018;
Andrea Cantile (a cura di), *La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal Settecento ad oggi*, Istituto Geografico Militare, Firenze, 2007;
Ideale Capasso, *Storia della nautica*, Istituto Idrografico della Marina, Genova, 1994;
Luigi Di Paola, *L'Istituto Idrografico della Marina: 1872-1972*, Istituto Idrografico della Marina, Genova, 1972;
Roberta Ivaldi, Maurizio Demarte, *High North. La missione in Artico della Marina Militare*, in "Rivista Marittima", Roma, luglio-agosto 2018;

ABSTRACT

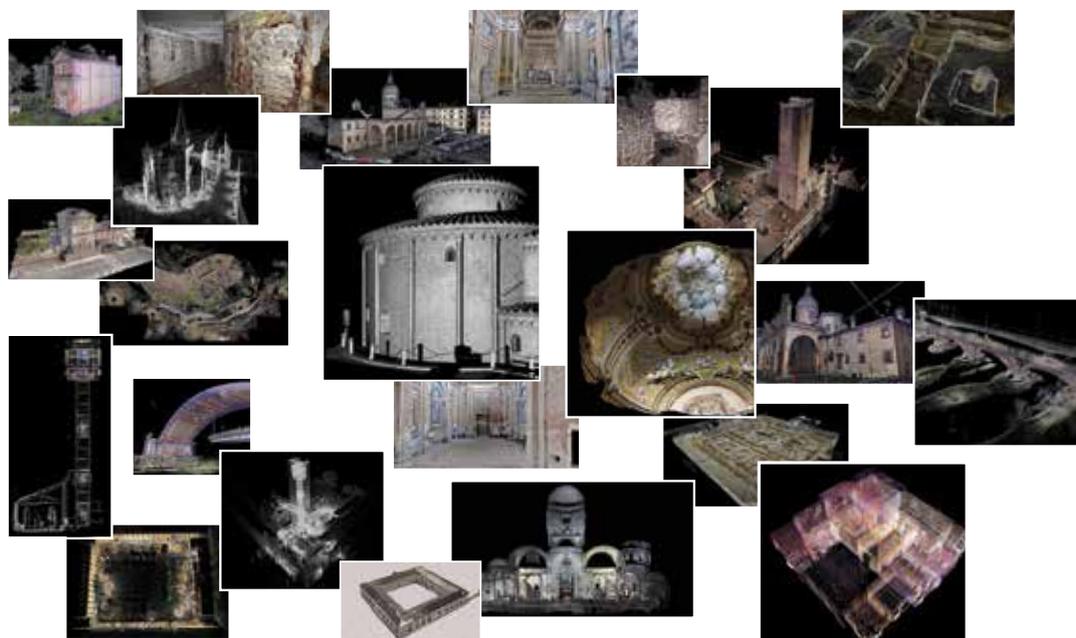
The Istituto Idrografico della Marina, founded in Genoa in 1872, is responsible for the national hydrographic service and the production of the official nautical documentation, both paper and digital, relating to Italian seas. Today the cartography is entirely produced with the help of the computer and sent to users in digital format or printed on special kinds of paper via digital machines: in short, the process has been strongly standardized and industrialized, losing part of the romantic and of craftsmanship aura it had in the past. The electronic cartographic portfolio published by the Istituto Idrografico consists of 262 charts and is splitted for navigation purposes, ranging from large-scale maps of Italian territorial waters, coasts and main ports, to small-scale maps covering all the Mediterranean and the Black Sea.

KEYWORDS

IDROGRAFIA, OCEANOGRAFIA, BATIMETRIA, CARTE NAUTICHE, CARTOGRAFIA ELETTRONICA, SONAR, SCANDAGLIO, FONDALI, CORRENTI, MAREE, CLIMA, AMBIENTE.

AUTHOR

ALDO CATERINO
ALDO_CATERINO@MARINA.DIFESA.IT
UFFICIO RELAZIONI ESTERNE
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA



GEOGRA

Via Indipendenza, 106
46028 Sermide - Mantova - Italy
Phone +39.0386.62628
info@geogra.it
www.geogra.it