

Carte elettroniche dell'Istituto Idrografico della Marina e cartografia tecnica regionale: studio di fattibilità per una necessaria integrazione

Giuseppe Masetti (*)

(*) Istituto Idrografico della Marina, Passo Osservatorio, 4 Genova, tel. 01024431, iim.sre@marina.difesa.it

Riassunto

Con questo lavoro si è cercato di muovere un piccolo passo per individuare quali informazioni presenti nelle *Electronic Navigational Chart* (ENC) dell'Istituto Idrografico della Marina (I.I.M.) e nei *database* topografici delle Regioni possono essere integrate.

L'idea che sta alla base dello studio di integrazione è di operare a livello dei prodotti finiti, eliminando così problematiche sull'utilizzo di dati sorgente raccolti con regole e specifiche diverse. A tale studio teorico è seguita la realizzazione, grazie alla collaborazione con la Regione Liguria, di una ENC dimostrativa denominata "Chiavari Harbour". La semplicità con cui si è realizzata la "parte terrestre" della suddetta ENC fa supporre che l'integrazione proposta porterà all'I.I.M. un rapido miglioramento qualitativo del proprio portafoglio di cartografia elettronica.

Al contempo, dall'integrazione con i dati delle ENC, le Regioni otterrebbero per la propria cartografia una serie di informazioni "marine" che, al momento, sono in larga parte trascurate.

Abstract

With this work we tried to move a little step to find which information presented in the Electronic Navigational Charts (ENC) produced by the Italian Hydrographic Office and in the regional topographic databases could be integrated.

The backbone idea is to operate at the level of finished products, skipping any problem about the source data, collected with different rules and specifications. At this theoretical study is followed the realization, with the Ligurian Region's cooperation, of a demonstrative ENC named "Chiavari Harbour". The easiness with whose the aforesaid ENC's "landing part" has been created let us suppose a quick qualitative improvement of the Italian Hydrographic Office's portfolio of ENC.

On the other hand, from the integration of ENC's data, the Regions could obtain a set of "marine" information at the moment largely uncared.

Premessa

L'importanza della disponibilità di dati georeferenziati è ogni giorno maggiormente riconosciuta. Tuttavia tali dati, raccolti da svariati Enti, vengono memorizzati con strutture e formati spesso differenti. Tutto ciò non rende agevole la loro integrazione da parte degli utenti (Surace, 2008).

Nello specifico, le informazioni raccolte per la produzione di cartografia nautica sono utili sotto numerosi aspetti scientifici correlati alla salvaguardia ambientale (Charlesworth, 2008). La loro integrazione con informazioni provenienti da altre fonti (in special modo, i dati terrestri mediante l'individuazione di una comune "linea di costa") rappresenta un necessario punto di partenza per la gestione e la pianificazione dello sviluppo delle aree costiere (Schwarzberg, 2005).

La necessità di universalizzare la fruizione delle informazioni di carattere nautico ha da sempre spinto la comunità internazionale alla stipula di convenzioni e alla definizione di *standard* condivisi dal maggior numero possibile di Stati. In particolare, alcuni soggetti internazionali – come l'*International Maritime Organization* (I.M.O.), l'*International Hydrographic Organization*

(I.H.O.) e l'*International Electrotechnical Commission* (I.E.C.) – hanno svolto un importante ruolo per la standardizzazione dei formati e dei contenuti.

ECDIS ed ENC come esempi “marini” di GIS e di geoDB

Con l'IMO Resolution A817(19), denominata “*Performance standards for Electronic Chart Display and Information System*”, si è definito una *Electronic Navigational Chart* come un *database* geografico (geoDB) vettoriale prodotto da un ufficio idrografico nazionale (o da altri soggetti da esso autorizzati) nel rispetto di ben determinati *standard* concernenti i contenuti, la struttura ed il formato. Complementari alla suddetta definizione di ENC sono due pubblicazioni dell'IHO: la S-52 in quanto stabilisce, tra l'altro, i contenuti delle ENC e le relative modalità di aggiornamento insieme ai colori e ai simboli da impiegare (IHO, 2001); la S-57 che ne definisce il modello dei dati ed il catalogo degli oggetti (IHO, 2001).

Ogni cella ENC è individuata da un nome costituito da 8 caratteri alfanumerici (es. IT123456) in cui i primi due costituiscono il codice dell'agenzia produttrice (IT per le ENC italiane) ed il terzo è un numero da 1 a 6 che definisce lo scopo di navigazione. I limiti di ogni cella non sempre coincidono con le corrispondenti carte tradizionali in quanto la sovrapposizione dei dati può avvenire solo tra ENC con scopi di navigazione differenti. I dati vettoriali contenuti nelle ENC sono strutturati come oggetti e relativi attributi con geometria di tipo punto, linea ed area. Ognuno di essi è individuato da coordinate geografiche riferite al Sistema Geodetico Mondiale WGS84. La memoria fisica occupata da una ENC è generalmente modesta variando dalle decine alle centinaia di *kilobyte* in funzione del tipo e del quantitativo di informazioni contenute, mentre i *file* di aggiornamento non superano i dieci *kilobyte*, permettendo una loro facile distribuzione agli utenti tramite *internet*. La grande mole di informazioni nautiche che possono essere contenute in una ENC di poche centinaia di *kilobyte* ne rendono più vantaggioso l'utilizzo rispetto alla cartografia *raster*. Ad esempio, ad una carta *raster* di circa dieci *megabyte* corrisponde una ENC di circa cinquecento *kilobyte* (Hecht, 2006).

Una notevole spinta propulsiva alla diffusione delle ENC è stata fornita dall'affermarsi dell'*Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) come sistema sostitutivo delle carte tradizionali. Per ottenere la certificazione, requisito imposto dalle normative IMO per le apparecchiature previste nelle dotazioni di bordo, i costruttori di ECDIS hanno bisogno di soddisfare pienamente le prestazioni standard per l'ECDIS dell'IMO. L'ECDIS può essere definito come un particolare tipo di GIS impiegato nella navigazione marittima che unisce sistemi di posizionamento ed altri sensori di bordo ad un geoDB vettoriale costituito dalle ENC.

Mettendo a disposizione del navigante su uno schermo a colori ad alta risoluzione informazioni continuamente confrontate con la posizione della nave, l'ECDIS rappresenta un potente strumento di decisione per la plancia di comando di un'unità navale (Vanem, 2007).

La produzione ENC dell'Istituto Idrografico della Marina

L'I.I.M. è uno degli organi cartografici dello Stato. In tale veste elabora e produce cartografia ufficiale in base ai rilievi idro-oceanografici condotti nelle acque di interesse nazionale. La produzione cartografica è indirizzata essenzialmente alla copertura delle acque metropolitane. Una parte della cartografia è prodotta in veste internazionale (INT) secondo le specifiche dell'IHO. La produzione cartografica dell'I.I.M. può essere schematicamente suddivisa in carte tradizionali, ENC in formato S-57, carte per il diporto ed un gruppo contenente varie tipologie di carte non soggette ad aggiornamento sistematico.

L'I.I.M. è stato uno dei primi servizi idrografici al mondo a produrre un portafoglio completo di cartografia elettronica anche grazie alla collaborazione con C-Map Italia (oggi Jeppesen Italia). Da ottobre 2004 l'I.I.M. ha iniziato la pubblicazione di ENC nella versione 3.1 del formato IHO S-57. Il portafoglio di cartografia elettronica è stato suddiviso, come raccomandato dall'IHO, per scopi di navigazione – *navigational purpose* – e spazia da carte a piccola scala con copertura di tutto il Mediterraneo e Mar Nero a quelle a grande scala dei porti principali.

Come la cartografia tradizionale, che viene costantemente aggiornata con i fascicoli quindicinali degli Avvisi ai Naviganti (AA. NN.), così le ENC dell'I.I.M. hanno un regolare servizio di aggiornamento. In considerazione delle particolari esigenze legate alla distribuzione delle ENC – le celle base vengono distribuite attraverso *dvd-rom* – gli aggiornamenti avvengono tramite *internet*.

Il costo annuale di ciascuna ENC è comprensivo della sottoscrizione del servizio di aggiornamento quindicinale e di ogni nuova edizione che dovesse essere creata nel corso dell'anno. I distributori autorizzati alla vendita delle ENC prodotte dall'I.I.M. sono Jeppesen Italia, il Servizio Idrografico Norvegese tramite Primar Stavanger e l'Ufficio Idrografico del Regno Unito.

Gli accordi per la condivisione dei dati tra l'I.I.M. e le Regioni

Dato che una carta nautica – tradizionale o elettronica – racchiude non soltanto dati batimetrici, ma anche una miriade di altre informazioni (toponomastiche, topografiche, altimetriche, magnetometriche, inerenti aree di popolamento ittico, ..), l'I.I.M. ha da sempre interagito con altri Enti per poterle acquisire e per poi provvedere al loro aggiornamento. Tra i principali interlocutori trovano posto le Regioni che, nell'ambito delle proprie competenze istituzionali, si sono interessate negli ultimi anni – con tempistiche differenti – alla promozione di programmi per la realizzazione ed il consolidamento dei propri geoDB e dei relativi GIS.

In particolare, la Regione Liguria ha promosso da tempo iniziative e attività volte alla cooperazione applicativa e al riutilizzo dei dati raccolti. Si è fatta portavoce nei confronti degli Enti Locali Territoriali liguri della necessità di pensare ad una Pubblica Amministrazione più moderna e snella, che sia percepita dai cittadini come un supporto, in modo che le risorse pubbliche non vengano solamente impiegate per il mantenimento della Pubblica Amministrazione, ma siano restituite sotto forma di valore aggiunto ai contribuenti.

La lunga cooperazione tra l'I.I.M. e la Regione Liguria si è concretizzata in un "Accordo quadro" firmato il 21 giugno 2007, analogamente a quanto attuato in ambito terrestre tra l'Istituto Geografico Militare e le Regioni. Tale accordo sancisce un rapporto di collaborazione reciproca volto a favorire lo scambio delle informazioni contenute nei rispettivi geoDB e a definire criteri e procedure *standard* di derivazione della cartografia. Al contempo, i due Enti si sono impegnati a definire delle procedure operative per la produzione di dati topografici e batimetrici e a collaborare per la realizzazione di rilievi di varia natura (idrografici, oceanografici, topografici, geodetici, ..) nell'ambito delle indicazioni fornite dall'Intesa. Questo primo accordo quadro sta svolgendo un ruolo di progetto pilota cui stanno seguendo degli accordi simili con altre Regioni.

Studio di integrazione tra ENC e DB topografico della Regione Liguria

L'idea alla base dell'integrazione tra i geoDB dell'I.I.M. e delle Regioni è di operare a livello dei prodotti finiti (ENC e DB topografici), eliminando così problematiche sull'utilizzo dei dati sorgenti legati a diverse regole di raccolta ed alle relative specifiche.

Il *software* di produzione ENC adottato dall'I.I.M. è il dKart Editor. Tale *software* permette di esportare i dati delle ENC in formato *shapefile*. Lo stesso formato è tra i possibili formati di *export* dell'applicativo utilizzato dalla Regione Liguria e, data la sua ampia diffusione, dalla pressoché totalità delle altre Regioni.

Una delle problematiche chiave affinché tale integrazione sia possibile va ricercata nei *metadata* cartografici. Tutte le ENC dell'I.I.M. sono in coordinate geografiche ed hanno il WGS 84 come *datum* planimetrico, mentre occorre distinguere il *datum* altimetrico dal *sounding datum*, cioè dal *datum* delle profondità. I *database* regionali si rifanno al sistema di coordinate Gauss-Boaga ed hanno il Roma40 come *datum* orizzontale. Affinché l'operazione di integrazione dei dati avvenga senza introdurre una componente cospicua di errore è stato deciso di impiegare il *software* CONVERTO. Tale applicativo, utilizzando i dati dei grigliati ufficiali dell'Istituto Geografico Militare, permette di effettuare la conversione direttamente su dati nel formato *shapefile*.

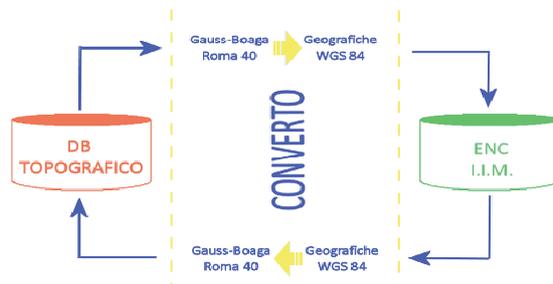


Figura 1 - Schema per l'integrazione dei dati DB topografico ed ENC

Scorrendo il Catalogo degli Oggetti IHO e le Specifiche per la formazione del DB topografico della Regione Liguria si individua un nutrito insieme di classi di oggetti in comune o, perlomeno, strettamente correlate (Regione Liguria, 2007). In altri termini, alcune classi di uno dei due GeoDB contengono delle informazioni che, dopo essere state opportunamente convertite, possono essere integrate nelle corrispondenti classi dell'altro database incrementandone così il contenuto informativo.

Nel documento da cui è stato tratto il presente articolo si affronta in maniera pratica e specifica le modalità di integrazione di alcune delle entità del mondo reali comuni alle specifiche delle ENC e del DB topografico. Per effettuare tale integrazione si è scelto di esportare gli oggetti da entrambi i geoDB nel medesimo formato (*shapefile*), avendo cura di creare l'apposito *file* opzionale .prj contenente i *metadata* cartografici. Questo passaggio è reso ineludibile dalla già citata diversa struttura cartografica dei relativi geoDB.

Date le accuratizie necessarie richieste da un carta a scala 1:5.000 non è praticabile la via di esportare gli oggetti in *shapefile* già convertiti nel sistema cartografico di destinazione o di importarli affidando al *software* di gestione la conversione delle coordinate. Tentativi esplorativi in tale direzione effettuati su punti geodetici della rete nazionale e locale hanno confermato quanto previsto, facendo registrare degli scarti variabili dell'ordine di alcuni metri (e quindi fuori dalle tolleranze delle rispettive specifiche). Per ovviare a tale prevedibile problematica si è impiegato l'applicativo Convertito 9 (nella versione 2.04). Tale software, appositamente progettato per la conversione in differenti sistemi cartografici basato sui grigliati ufficiali dell'I.G.M., ha fornito degli ottimi risultati al *test* dei punti geodetici doppi.

Dopo aver individuato in via teorica alcuni dei numerosi flussi di informazione che possono essere stabiliti tra il DB topografico della Regione Liguria e le ENC prodotte dall'Istituto Idrografico della Marina, si è scelto di utilizzare alcuni di essi per realizzare un prototipo di ENC dimostrativo dei vantaggi di un'integrazione tra i due geoDB.

Realizzazione della ENC dimostrativa "Chiavari Harbour"

Nell'ambito del presente studio di fattibilità, si è scelto di provare ad integrare i dati del DB topografico dell'area di Chiavari relativi all'elemento numero 231082 e della ENC ufficiale che copre l'area dei porti di Chiavari e di Lavagna. Tale scelta è legata all'ancora limitata disponibilità di prodotti finiti nell'ambito del progetto della terza edizione della CTR della Regione Liguria. Le aree di copertura delle due celle presentano un'ampia zona di sovrapposizione. Inoltre, avendo entrambi i prodotti in esame la medesima scala (1:5.000), i dati sono compatibili dal punto di vista delle tolleranze cartografiche.

La cella della ENC dimostrativa copre in parte quella della ENC ufficiale che abbraccia i porti di Chiavari e Lavagna, ha una scala di compilazione di 1:4.000 ed appartiene allo scopo di navigazione "Harbour". Non è stato possibile coprire tutta l'area della ENC ufficiale in quanto la terza edizione della CTR 5000 della Regione Liguria non è ancora completa e non copre il comune di Lavagna.

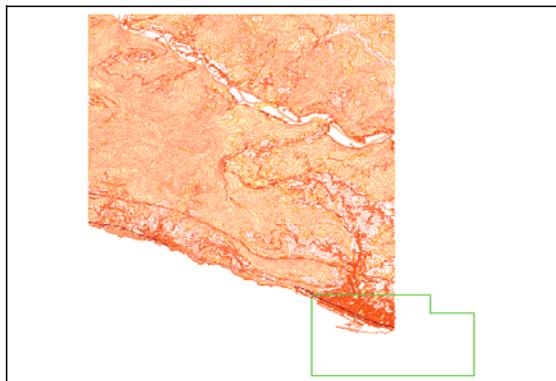


Figura 2 – Coverage della ENC in vigore (in verde) e dati DB topografico (in arancione)

I dati di interesse presenti nell'elemento 231082 del DB topografico sono stati selezionati per tipologia tramite un certo numero di *query*, esportati in formato *shapefile*, convertiti nel sistema di coordinate cartografiche delle ENC (da Gauss-Boaga Roma 40 a Geografico WGS 84) tramite il *software* Converto e, quindi, importati tramite l'applicativo dKart Editor.

Il primo passo di tale processo, cioè l'esecuzione delle *query*, può essere velocizzato e standardizzato in quanto, essendo memorizzabili i termini dei singoli quesiti, è possibile la loro successiva applicazione a geoDB differenti.

Le entità che si è deciso di importare nella ENC dimostrativa sono la linea di costa, le curve di livello, i punti quotati, la vegetazione, le opere portuali e di difesa costiera, gli edifici (con identificazione della tipologia di alcuni di essi come i campanili, le chiese, gli ospedali, le centrali di polizia, la stazione ferroviaria, i tribunali, gli uffici postali, ...), la viabilità principale, la rete ferroviaria, i corsi d'acqua ed i ponti.

Dopo aver convertito grazie a Converto le *query* esportate in formato *shapefile*, i dati possono essere importati con il dKart Editor. Dato che le informazioni provenienti dal DB topografico coprono un'area maggiore rispetto alla cella della ENC dimostrativa, è stata impiegata la funzione di "*clip coverage*" che, oltre ad eliminare ciò che è al di fuori della cella, taglia le geometrie degli oggetti a cavallo del suo bordo.

Si è quindi caricato, in trasparenza, la carta elettronica ufficiale in vigore per individuare le eventuali problematiche legate all'inevitabile mutamento della linea di costa tra quanto riportato sulla ENC ufficiale (basata sulla corrispondente carta tradizionale con anno di edizione 1978) e quanto proveniente dal DB topografico (ricavato con riprese fotogrammetriche del 2003).



Figura 3 - Confronto della linea di costa del DB topografico (in blu) con la ENC ufficiale

Sono visibili gli effetti dei mutamenti correlati alle opere di difesa costiera, in particolare sono evidenti zone di avanzamento della linea di costa.

Al solo fine di completare la parte a mare della ENC dimostrativa, si è deciso di integrare i dati importati dal DB topografico con le informazioni batimetriche riportate sulla ENC ufficiale. Per rendere ciò possibile si è scelto di non rappresentare la batimetrica dei due metri e tutti quei fondali che, sulla base della nuova linea di costa, risultavano in terra.

Ciò ha comportato il mantenimento dei restanti “*depth contour*” e delle relative “*depth area*” ad eccezione della fascia di mare dai zero ai cinque metri. Quest’ultima è stata, infatti, ridefinita sulla base della nuova linea di costa.

Nell’immagine successiva si mettono a confronto le due carte elettroniche: a sinistra, la ENC ufficiale; a destra, la ENC dimostrativa con i dati del DB topografico.



Figura 4 - Confronto tra ENC ufficiale (a sinistra) ed ENC dimostrativa (a destra)

Conclusioni

I rapidi tempi di realizzazione della “parte terrestre” della ENC dimostrativa permettono di affermare che l’integrazione con i dati dei DB topografici regionali può rappresentare un miglioramento informativo sia del portafoglio cartografico elettronico dell’Istituto Idrografico della Marina, sia dei Sistemi Informativi Geografici delle Regioni. È, inoltre, interessante notare come il livello di informazioni riportate sulle ENC ufficiali possa essere accresciuto con l’ausilio della cartografia regionale. L’implementazione di *query* aggiuntive da applicare ai dati del DB topografico (ad esempio, la localizzazione di punti di interesse come cinema, teatri e biblioteche o l’importazione di alcune informazioni toponomastiche) potrebbe rendere le future ENC ulteriormente ricche di informazioni per gli utenti.

Al contempo, dall’integrazione con i dati delle ENC le Regioni otterrebbero per la propria cartografia una serie di informazioni “marine” che, al momento, sono in larga parte trascurate.

Bibliografia

- Charlesworth M., Grant C.(2008), “Marine Data Accessibility and Use”, *Hydro International*, nr. 2;
Hecht H. et al.(2006), *The Electronic Chart. Functions, potential and limitations of a new marine navigation system. Second edition*, GITC, Lemmer;
IHO(2001), *S-52 Specifications for chart content and display aspects of ECDIS*, IHB, Monaco;
IHO(2000), *S-57 IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*, IHB, Monaco;
Regione Liguria(2007), *Specifiche per la realizzazione del DBase Topografico 2D*, Genova;
Schwarzberg P.(2005), “New Generation Hydrographic Databases. Enhancing data availability”, *Hydro International*, nr. 4;
Surace L.(2008), “Appunti per una politica nazionale dell’informazione territoriale”, *GEOMedia*, nr. 1;
Vanem E. et al.(2007), *ECDIS for navigational safety in maritime transportation*, E-Navigation Conference, Oslo.