

NUOVE LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE MARINE RICADENTI NEI FOGLI CARG ALLA SCALA 1:50.000

PREMESSA

Le linee guida presentate in questo documento sono il risultato delle esperienze fin qui maturate nel campo della cartografia geologica marina, derivate dal progetto per la realizzazione di una "Carta geologica dei mari italiani" (CARG). Già dal 1988 si era dato avvio alla realizzazione di una nuova cartografia geologica di base con una serie di finanziamenti disposti da successivi interventi legislativi (L.67/88, L.305/89).

Il progetto CARG prende avvio dalla legge n. 183 del 18/3/89 che contiene le "norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e recepisce l'esigenza di una cartografia geologica e geotematica capace di costituire una valida documentazione scientifica per la conoscenza del territorio; per la prima volta tale termine viene esteso alla piattaforma continentale che, anche dal punto di vista delle attività antropiche, è ormai da considerare di rilevanza pari a quella delle terre emerse.

La "Deliberazione CIPE" del 3 agosto 1990, nel definire gli obiettivi del progetto CARG, prevede quindi l'estensione delle aree da cartografare nella nuova carta geologica alla scala 1:50.000 alla piattaforma continentale antistante le coste italiane, di cui si riconosce l'importanza per la tutela e la corretta gestione del territorio costiero.

Il Servizio Geologico Nazionale, ora confluito nel Dipartimento per la Difesa del Suolo (APAT), è l'organo dello Stato istituzionalmente preposto alla cartografia geologica. Compito specifico del Servizio è assumere informazioni, anche provenienti dai numerosi Enti di ricerca su tematiche di comune interesse (L. 183/89, art.9), per rendere i risultati di questa attività fruibili alle amministrazioni pubbliche (art. 2 della stessa Legge) e suggerire i piani per la ricerca sulle aree di interesse, in base alle priorità della Nazione e d'accordo con le Regioni e le Province autonome, vagliando le proposte degli Enti di ricerca.

Già nel 1992, (Quaderni serie III, n. 1) per rappresentare la geologia delle aree sommerse si era scelto di utilizzare due scale di rappresentazione complementari: la scala 1:250.000, per una cartografia di sintesi, e la scala 1:50.000, che costituisce la scala della cartografia geologica di base del territorio italiano. La prima scala di rappresentazione è dedicata interamente alle aree marine e permette, tra l'altro, di rappresentare in modo sintetico gli elementi geologici e strutturali più profondi, comprese le strutture sismogenetiche localizzate a mare, che consentono di definire e segnalare strutture geologiche attive, aree di potenziale rischio (sismico, vulcanico, di frana sottomarina), ecc.

La scala 1:50.000, invece, oltre ad essere adottata come base della nuova cartografia geologica d'Italia nelle aree emerse, è più idonea a rappresentare situazioni specifiche delle aree costiere o di piattaforma; essa fornisce un supporto per una migliore gestione di queste aree, interessate in quasi tutta la loro estensione da fenomeni di arretramento della linea di riva, con conseguente rischio per le strutture (abitati, ferrovie, strade, porti) che vi insistono. Inoltre, essa permette di rappresentare informazioni che consentono di definire anche la dinamica della sedimentazione attuale e recente; questa conoscenza è necessaria per un uso sostenibile e per la tutela delle zone costiere e delle aree di piattaforma.

Alla fine degli anni '80 il Servizio Geologico ha prodotto, raccogliendo le esperienze di quanti operarono nel settore (Enti territoriali, CNR, Dipartimenti ed Istituti universitari) organizzati in Commissioni e Gruppi di lavoro, le "Linee guida per il rilevamento della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000", pubblicate nei Quaderni serie III, n. 1 del Servizio Geologico Nazionale (1992). Questa guida conteneva anche le norme relative alle "*informazioni geologiche del fondo e dell'immediato sottofondo marino*". Essa rappresentava un primo contributo per definire "*i criteri e le metodologie da utilizzare nel rilevamento e nella rappresentazione delle principali caratteristiche geologiche delle suddette zone*". Tale proposta scaturiva da un'attenta analisi di

quanto fino allora prodotto sia in campo nazionale che internazionale, oltre che dalla diretta esperienza acquisita dal Servizio Geologico nel corso di diversi anni di studio in varie zone dei mari italiani.

Nel 1993 fu istituita presso il CNR la Commissione di Studio per la Cartografia geologica marina (Presidente: Prof. R. Catalano (Università Palermo); membri: C. Bartolini (Università Firenze), A. Fabbri, M. Marani, M. Roveri (Istituto per la Geologia marina CNR - Bologna), P. Lembo (Servizio Geologico Nazionale), E. Marsella (Istituto Geomare Sud CNR - Napoli), A. Ulzega (Università Cagliari), che presentò nel 1996 al Comitato Geologico i risultati del lavoro, nel rapporto finale denominato "Norme generali delle linee guida di rilevamento geologico nelle aree marine da sottoporre al Servizio Geologico d'Italia". Nel documento si sollecitava una *"particolare attenzione all'immediato sottofondo, utilizzando le possibilità interpretative della stratigrafia sequenziale, che permette di riconoscere le successioni sedimentarie depositatesi durante un ciclo completo di variazione relativa di livello del mare attraverso l'integrazione dei dati sismici, litologici e biostratigrafici"*.

Negli anni a seguire il Servizio Geologico Nazionale (ora APAT - Dipartimento Difesa del Suolo) ha avuto modo di vagliare i prodotti derivanti dal progetto CARG in aree marine (Foglio prototipo JOG-33-10 Ravenna a scala 1:250.000 e alcuni fogli relativi ad aree costiere, a scala 1:50.000, con lembi variamente estesi di aree marine) e ciò ha permesso di avere una casistica sufficientemente ampia delle situazioni fisiografico-deposizionali nelle diverse aree marine. Contemporaneamente il Servizio Geologico Nazionale ha intrapreso il rilevamento di aree marine in fogli prototipo. Queste esperienze hanno evidenziato la necessità di rivedere le normative pubblicate sul Quaderno n. 1.

Nella riunione del Comitato Geologico del 5/6 aprile 2000 (verbale n. 53) è stato istituito il "Gruppo di lavoro per la geologia marina" (GLM), costituito dal Servizio Geologico, da un membro del Comitato Geologico e dai rappresentanti referenti per la geologia marina del Progetto CARG, con l'incarico di revisionare la normativa della cartografia geologica delle aree marine alla scala 1:50.000 del Servizio Geologico. Del gruppo hanno fatto parte, in qualità di Direttori di rilevamento delle aree marine dei fogli CARG attivati a quella data:

F.L. Chiocci (Università "La Sapienza" di Roma), R. Catalano (Università di Palermo), S. D'Angelo (Servizio Geologico Nazionale), F. Fanucci (Università di Trieste), G.B. La Monica (Università "La Sapienza" di Roma), M. Roveri (CNR – Istituto di Geologia marina di Bologna), M. Sacchi (CNR – Geomare Sud), T. Pescatore (Università del Sannio), F. Trincardi (Comitato Geologico), A. Ulzega (Università di Cagliari), G. Ventura (Servizio Geologico Nazionale).

Questo testo scaturisce dalle discussioni in merito svoltesi nell'ambito di cinque riunioni del GDL, dal 2000 al 2002, ed è stato discusso e rielaborato dal Servizio Geologico per renderlo conforme alle linee guida delle diverse "aree tematiche" di cui si compone la carta geologica di base. E' importante precisare che l'assunto fondamentale di questo testo è di considerare la carta geologica di base come oggetto unico, comprensivo di aree emerse e sommerse, coerente al suo interno nell'esprimere la realtà geologica dell'area rappresentata, frutto di una banca dati di continuo rinnovata. Si ringraziano pertanto i colleghi del Dipartimento Difesa del Suolo per il lavoro di omogeneizzazione dei diversi argomenti di una carta geologica di base:

B. Compagnoni (rilevamento geologico), S. Falcetti (rappresentazione dei dati), F. Ferri (banca dati geofisici), F. Galluzzo (geologia delle aree emerse), C. Giovagnoli (banca dati geologici), F. Papisodaro (geologia del Quaternario).

Nel periodo febbraio-dicembre 2003, infine, il testo è stato sottoposto alla revisione critica del Comitato Geologico che, nella riunione di gennaio 2004 ne *approva le linee generali*. In particolare si ringrazia il dott. F. Trincardi (CNR – ISMAR Bologna) per la revisione critica del testo.

1. INTRODUZIONE

Questo testo propone una integrazione delle proposte scaturite dal lavoro della Commissione CNR (vedi Premessa), riviste in chiave cartografica per ottenere una maggiore omogeneità con i criteri adottati nelle aree emerse, in particolare per quanto riguarda la geologia del Quaternario. In quest'ottica il riferimento più immediato è il rilevamento delle aree di pianura: in queste, sul foglio vengono cartografate con il maggior dettaglio possibile le caratteristiche litologiche in affioramento, mentre in banca dati o in carte accessorie vengono forniti i dati per l'interpretazione dell'immediato sottofondo.

Ne consegue che, per le aree marine, in carta debbano essere riportate le unità affioranti, utilizzando un approccio stratigrafico integrato, che tenga conto dell'inquadramento stratigrafico fisico secondo le *Unconformity Bounded Stratigraphic Units* (UBSU) oltre che degli ambienti deposizionali, delle caratteristiche tessiturali e dell'inquadramento crono-stratigrafico, mentre le informazioni sui corpi più profondi potranno trovare spazio in riquadri a bordo carta o, se necessario, in una carta accessoria, sempre alla scala 1:50.000.

2. DEFINIZIONE

Uno dei compiti fondamentale del Servizio Geologico Nazionale è quello di organizzare una banca dati geologica del territorio nazionale; ogni cartografia realizzata ne costituisce l'espressione grafica. Si tratta quindi di definire: a) quali sono gli elementi necessari alla comprensione della costituzione geologica dei fondali; b) quali quelli che l'attuale metodologia strumentale usata per le ricerche in mare consente di raccogliere; c) le relazioni intercorrenti tra elementi cartografabili a mare e a terra; d) la loro espressione grafica più idonea e meno interpretativa possibile. Questi dati dovranno raccordarsi con quelli delle nascenti banche dati regionali, a scala di maggior dettaglio; in tal modo essi potranno servire come criterio di base per focalizzare l'attenzione sui problemi di gestione della fascia costiera.

La carta geologica dei fondali marini alla scala 1:50.000 deve quindi mirare ad una rappresentazione descrittiva dei prodotti erosivi o deposizionali dei processi sedimentari avvenuti durante l'attuale fase di stazionamento alto del livello del mare, estendendone l'interpretazione anche ai processi recenti di modellamento nelle aree emerse retrostanti. Quindi, a differenza della cartografia dei mari italiani alla scala 1:250.000 (progetto parallelo a questo), che interessa un'area più prettamente marina, la rappresentazione alla scala 1:50.000 ha come punti focali: 1) l'analisi stratigrafica, sedimentologica e morfologica dei fondali e 2) l'interpretazione, in chiave evolutiva, dei fenomeni fisici che si sono verificati nella piattaforma continentale durante l'ultima fase di stazionamento alto del livello marino.

2.1. ASPETTI GENERALI

Gli aspetti di cui si tiene conto in queste linee guida si riferiscono ad alcune esigenze cartografiche imprescindibili:

- Definizione di criteri di rilevamento e di rappresentazione cartografica unitari che, pur validi per l'intero territorio nazionale, siano sufficientemente elastici da consentire il rispetto di specifiche situazioni dei mari italiani.
- Omogeneità con gli elementi rappresentati nella cartografia delle aree emerse.
- Realizzazione di una cartografia di base utile anche per finalità applicative.
- Univocità degli elementi informativi per l'archiviazione dei dati nella banca dati del Servizio Geologico d'Italia.
- Garanzia della oggettività dei contenuti.
- Facilità di lettura e di interpretazione della carta attraverso indicazioni chiare e precise.

Per la redazione di una cartografia marina alla scala 1:50.000 occorre rilevare con un grado di risoluzione spaziale tale da permettere la definizione cartografica di corpi deposizionali e/o elementi morfologici che possano essere ben rappresentati alla scala 1:25.000; per le aree di piattaforma a ridosso immediato della fascia costiera o per le zone a forte variabilità laterale potrebbe essere necessario adottare una scala 1:10.000.

Per il rilievo si utilizzano principalmente metodologie indirette, comprendenti rilievi batimetrici (anche con scandaglio multifascio), sismostratigrafici ad alta risoluzione verticale e mosaici con ecoscandaglio laterale (*side scan sonar*), integrate da indagini dirette (campionamenti con operatori subacquei, uso di telecamera filoguidata), e campionature dalla nave (bennate, *box-cores*, carote a vibrazione, gravità o a pistone, a seconda del tipo di sedimenti previsti e della profondità del fondale).

Le basi batimetriche sono quelle fornite dall'Istituto Idrografico della Marina, appositamente elaborate per questa cartografia, che dovrà riportare al margine del Foglio la dizione "non valida per la navigazione" e la fonte di provenienza.

3. CONTENUTI DELLA CARTA

Le informazioni da rappresentare alla scala 1:50.000 si riferiscono alla distribuzione superficiale delle unità stratigrafiche affioranti sul fondo marino ed ai principali lineamenti morfologici.

Per la caratterizzazione dei fondali rocciosi verranno utilizzati i criteri litostratigrafici, in analogia con quanto avviene sulla terraferma; ove possibile, i litotipi presenti sul fondo marino verranno correlati con quelli affioranti a terra.

Dei sedimenti non consolidati verranno definite le caratteristiche tessiturali ed ulteriori indicazioni accessorie (contenuto fossilifero, composizione mineralogica, tenore in carbonati, ecc.) necessarie al loro inquadramento in ambienti deposizionali. Una ulteriore esigenza concettuale e metodologica è l'inquadramento di dette litofacies in sistemi deposizionali (cioè "porzioni" di *system tract*), in funzione dell'interpretazione degli elementi morfostrutturali rilevati e della dinamica degli ambienti sedimentari attuali. In questo modo si può realizzare, in particolare per quanto riguarda la rappresentazione della geologia di superficie, un'efficace integrazione tra l'approccio litostratigrafico "classico", l'approccio stratigrafico sequenziale e la caratterizzazione dei sistemi deposizionali attuali e recenti.

Verranno anche definiti gli spessori della sequenza deposizionale tardo-quadernaria, suddivisibili in *system tract* di alto stazionamento, trasgressivo, di caduta, o di basso stazionamento (laddove possibile).

Saranno inoltre evidenziati altri caratteri dei fondali marini quali: lineamenti morfologici caratterizzanti la dinamica recente, elementi neo-tettonici emergenti o sepolti desumibili dalle registrazioni sismiche, principali biocenosi significative dal punto di vista sedimentologico e ambientale.

La cartografia geologica delle aree marine prevede quindi che si rappresentino nel Foglio:

- Dati batimetrici.
- Tipologia e ubicazione dei campionamenti e delle indagini geofisiche.
- Caratterizzazione stratigrafica e sedimentologica dei fondali.
- Dati e sintesi stratigrafiche derivanti dall'analisi sismo-stratigrafica.
- Dati e sintesi del substrato roccioso rapportati alle aree emerse.
- Dati tettonici.
- Dati morfologici.

3.1. DATI BATIMETRICI

Ogni indagine in aree marine parte dal dato batimetrico. Qualora i dati batimetrici ufficiali (cioè quelli messi a disposizione dall'Istituto Idrografico della Marina) fossero insufficienti per la costruzione della carta morfo-batimetrica, potranno essere effettuati rilievi batimetrici ex novo, secondo gli *standard* dell'IIM, che ne curerà la revisione, fatte salve tutte le prescrizioni ed autorizzazioni di legge.

Nella base batimetrica rappresentata nel campo carta l'equidistanza fra le isobate, e l'utilizzo di curve ausiliarie, sarà valutato di volta in volta a seconda dell'andamento del fondale.

3.2. TIPOLOGIA E UBICAZIONE DEI CAMPIONAMENTI E DELLE INDAGINI GEOFISICHE

L'ubicazione dei campionamenti del fondo va effettuata in base alla variabilità sedimentologica dell'area e poiché vari Enti, che da anni si occupano di geologia marina, possiedono un bagaglio di dati di cui tenere conto, questo può essere utilizzato come base di partenza in un progetto di cartografia geologica marina. Bisognerà però verificare che esistano le informazioni minime necessarie al corretto utilizzo del dato (posizionamento, profondità, tipo di campionamento e tipo analisi effettuate). Nel caso di posizionamento con sistemi di bassa precisione, occorrerà adottare misure idonee al riposizionamento dei dati, ad esempio attraverso il rilievo di punti cospicui del fondale. La metodologia utilizzata per il riposizionamento e la precisione presunta andranno indicate nelle Note Illustrative. Questo tipo di dati va comunque sempre integrato con dati nuovi posizionati attraverso sistemi di navigazione più moderni e precisi.

Tra le indagini geofisiche particolare rilevanza avranno, per la geologia di superficie, i rilievi sonar a scansione laterale, che saranno eseguiti a copertura totale dei fondali (mosaicatura) nelle aree a morfologia complessa o, a scopo di ricognizione, secondo una griglia a maglie larghe in aree a morfologia uniforme. Per l'indagine sismostratigrafica andranno utilizzate sorgenti di potere risolutivo/penetrativo complementare (in alta risoluzione, occorre risolvere una distanza verticale tra due riflettori non inferiore ad 1 m).

L'interpretazione preliminare dei dati geofisici e tutte le conoscenze pregresse consentiranno di individuare le aree ove sia necessario un approfondimento delle indagini.

3.3. CARATTERIZZAZIONE SEDIMENTOLOGICA E STRATIGRAFICA

Gli affioramenti rocciosi verranno individuati con metodi sismici a riflessione ed ecografici e, quando possibile, campionati, analizzati e cartografati distinguendoli in unità litostratigrafiche, in analogia con le norme di rilevamento sulla terraferma edite dal Servizio Geologico Nazionale. Andranno cartografati anche gli affioramenti in cui la copertura sedimentaria è trascurabile (<1-2 m), in particolare qualora il substrato venga raggiunto da campionature.

La caratterizzazione litologica del fondale va eseguita attraverso campionature in aree significative e può essere estrapolata arealmente in base alle caratteristiche acustiche definite su profili sismici e/o immagini *side-scan sonar*. Nel caso in cui il campionamento diretto non sia tecnicamente possibile, la definizione del litotipo sarà indicata in base alle caratteristiche acustiche.

I sedimenti non consolidati vanno classificati secondo il diagramma ternario di Folk, lasciando all'operatore la scelta sull'utilizzo della terna ghiaia-sabbia-pelite o sabbia-limo-argilla in funzione delle tessiture prevalenti nell'area. Per indicare la frazione più fine dei sedimenti, a questa scala, si consiglia di usare il termine comprensivo "pelite"; tuttavia, in aree ragionevolmente estese, là dove l'analisi granulometrica lo consente, si possono tenere distinti i termini "limo" e "argilla", evitando comunque l'uso di termini generici tipo "fango" o termini inglesi tipo "*silt*". Ovviamente, indicazioni cronologiche, oltre che ambientali, saranno fornite dalle analisi (paleontologiche, petrografiche, palinologiche, datazioni assolute, ecc.) normalmente previste dalle comuni tecniche di rilevamento.

3.4 ANALISI SISMO-STRATIGRAFICA E STRATIGRAFICO-SEQUENZIALE

Le tecniche di rilevamento geologico in mare sono indiscutibilmente diverse da quelle di superficie, in quanto il riconoscimento e l'ubicazione degli oggetti indagati sono legati in misura assai maggiore alle strumentazioni utilizzate (indagini sismiche, acustiche e campionamenti). In particolare la sismica a riflessione, consente di riconoscere in dettaglio le geometrie verticali dei sedimenti e le discontinuità o superfici tempo che li delimitano, e permette l'individuazione di unità stratigrafico-sequenziali legate ai cicli glacio-eustatici quaternari oltre che, in minor misura, a fluttuazioni negli apporti clastici, deformazioni tettoniche, subsidenza differenziale e compattazione dei sedimenti.

Questi sedimenti andranno quindi inquadrati secondo i criteri della stratigrafia sequenziale, ricostruendo i rapporti tra le unità sismiche individuate e le superfici guida che le delimitano. In queste aree, infatti, generalmente i depositi appartengono alla sequenza tardo-quaternaria e utilizzando un approccio stratigrafico-sequenziale se ne può ottenere una correlazione con le unità coeve riconosciute nelle aree emerse.

La variabilità morfo-strutturale dei margini continentali italiani (estensione, gradiente e morfologia), produce una grande differenziazione dei caratteri della attuale fase deposizionale nelle varie aree, sia nella sua organizzazione generale (maggiore o minore sviluppo del sistema deposizionale) sia nella variabilità delle facies esistenti.

Spesso un corretto inquadramento crono-stratigrafico di unità stratigrafico-sequenziali appare problematico, poiché la mancanza di precisi riferimenti cronologici (biostratigrafici, isotopici, paleomagnetici) rende incerta la datazione delle unità sepolte e, quindi, la correlazione con le discontinuità riconosciute a terra. In questi casi informazioni preziose si possono ricavare da sondaggi geognostici operati da compagnie petrolifere o da sondaggi a carotaggio continuo appositamente effettuati.

3.5 DATI TETTONICI

Gli elementi tettonici della carta geologica delle aree marine vengono definiti in base all'interpretazione dei profili sismici ad alta risoluzione. Vanno differenziati i lineamenti tettonici più recenti (quaternari) da quelli riguardanti il pre-Quaternario s.l.; questi ultimi potranno essere comunque riportati in dettaglio, in appositi schemi e mappe, nelle Note Illustrative. Si raccomanda di verificare la possibilità di stabilire correlazioni tra i lineamenti tettonici in mare e quelli affioranti a terra.

3.6 DATI MORFOLOGICI

Gli elementi morfologici da cartografare sono quelli che interessano i fondali attuali e possono essere legati a corpi sedimentari in equilibrio con la dinamica attuale, *relitti*, cioè annegati durante la risalita eustatica e in completo disequilibrio rispetto alla dinamica attuale, o *palinsesti*, cioè annegati durante fasi della risalita eustatica ma parzialmente riequilibrati dalla dinamica attuale. Particolare importanza per identificare la dinamica in atto assumono, ad esempio, la posizione e le caratteristiche del ciglio della piattaforma e tutti quei fenomeni che si manifestano al margine di questa; e, più verso costa, gli elementi che testimoniano le variazioni della linea di riva in tempi relativamente recenti, le aree interessate da attività antropica (accumuli artificiali o zone di prelievo di materiale), le sorgenti o emanazioni gassose.

3.7 ISOLINEE DEGLI SPESSORI DEI SEDIMENTI

È questo un elemento fondamentale da mantenere nel campo carta, in quanto esprime la presenza e l'estensione verticale dei depositi relativi all'attuale fase di alto stazionamento del livello marino, dando così un'informazione quantitativa sulla dinamica attuale e recente dei sedimenti.

4. CRITERI DI RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

4.1. CARTA PRINCIPALE

Ogni unità stratigrafica affiorante sarà rappresentata, come per il resto delle unità presenti nella carta geologica, con un colore legato all'età, tratto dallo schema di impianto colori del Servizio Geologico Nazionale, in una tonalità più chiara per indicare che si tratta di un litosoma cartografato a mare e correlabile in terra.

Nel caso di sedimenti non consolidati, si potrà derogare da tale regola generale nel caso in cui depositi appartenenti alla stessa unità stratigrafica:

- siano riconducibili a diversi contesti deposizionali (es.: sedimenti provenienti da bacini idrografici contigui), nel qual caso è possibile l'uso di colori differenti;
- siano collegabili a più ambienti deposizionali, nel qual caso saranno utilizzate tonalità diverse dello stesso colore primario.

In entrambi i casi saranno comunque riportate le tessiture, con soprassegni di colore blu (pantone reflex blue).

Le aree identificate nei due diversi casi (con il colore e con i soprassegni) possono anche non coincidere; ad esempio un'area indicata come "sedimenti di piattaforma" può contenere al suo interno aree a sedimentazione prevalentemente ghiaiosa ed aree a sedimentazione prevalentemente sabbiosa o altro. Queste caratteristiche granulometriche non andranno delimitate da un tratto di confine, mentre le precedenti sì.

Con il colore viola ed un segno sottile (interrotto dal valore in metri) saranno indicate le isolinee degli spessori dei sedimenti del cuneo di stazionamento alto tardo olocenico.

Per le formazioni rocciose, nel caso in cui l'affioramento non possa essere campionato ed analizzato, e quindi attribuito con sicurezza ad una specifica unità stratigrafica, ma le sue caratteristiche sismo-acustiche possono ricollegarlo con buona attendibilità a litotipi che caratterizzano unità stratigrafiche affioranti, esso verrà cartografato con il colore che ne indica l'età, ma in rigato. La dicitura relativa sarà, ad esempio, substrato terrigeno o substrato calcareo, con l'aggiunta dell'aggettivo "indifferenziato".

4.2. CARTA DI SOTTOFONDO (non obbligatoria)

Nel caso in cui nel foglio siano presenti aree marine fortemente prevalenti sulle terre emerse, o in cui la fluttuazione del livello marino abbia prodotto cambiamenti significativi nello stile della sedimentazione o nell'assetto fisiografico, si può prevedere la redazione di una seconda carta alla scala 1:50.000 relativa ai depositi sepolti delle sole aree marine. Questo qualora i dati reperibili del sottofondo (vale a dire la rappresentazione cartografica dei *system tract* sepolti al di sotto dell'ultimo alto stazionamento del livello del mare) siano utili per una migliore comprensione dell'evoluzione recente della sequenza tardo-quadernaria, siano omogenei in tutto il campo carta (ovvero siano rappresentabili mediante un numero congruente di "finestre" che illustrano elementi o situazioni geologiche di particolare importanza a maggiore profondità) e siano sufficienti a formulare un modello interpretativo.

In questa seconda carta, che dovrà comunque sempre essere accompagnata dalla carta descritta al paragrafo precedente, si potrà dare particolare rilievo alla rappresentazione dei rapporti delle unità riconosciute secondo i criteri della stratigrafia sequenziale, suddivise in *system tract*.

Essendo delimitate da superfici tempo, esse possono essere considerate alla stessa stregua di unità sintemiche e quindi trovare una equivalenza con i criteri delle UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*) previsti nelle aree emerse a deposizione più recente.

Le unità così definite sono pacchi di sedimenti delimitati da superfici prevalentemente sincrone o da intervalli ad esse assimilabili, al cui interno si possono riconoscere i vari sistemi deposizionali, dopo essere stati calibrati possibilmente con carotaggi e campionature mirate; tutte le informazioni e le osservazioni dirette ed indirette riguardanti i caratteri litologici e di facies di queste unità e sottounità devono essere finalizzate al riconoscimento dei processi deposizionali che li hanno generati ed in ultima analisi ad una loro attribuzione a ambienti deposizionali.

In questa seconda carta, con il colore saranno perciò differenziate le sequenze deposizionali del IV e del V ordine e, all'interno di ciascuna di esse, le diverse tonalità dello stesso colore saranno utilizzate per indicare i *system tract* riconosciuti attraverso l'analisi sismostratigrafica; eventuali ambienti deposizionali al loro interno potranno essere contraddistinti da soprassegni riferiti alla litofacies.

È importante ribadire che questo tipo di suddivisione delle informazioni in due prodotti cartografici complementari si può realizzare solo per i fogli in cui i dati reperibili del sottofondo siano omogenei in tutto il campo carta o in settori discreti, caratterizzati da elementi cartografabili di particolare interesse, e sono sufficienti a formulare un modello interpretativo.

Quando non si dispone dei dati del sottofondo per l'intera area del foglio, o questi non rivelano un cambiamento significativo nello stile della sedimentazione, tali dati devono essere comunque collocati a cornice del foglio o nelle Note Illustrative, lasciando nel foglio stesso l'informazione primaria relativa alle caratteristiche litostratigrafiche e deposizionali dei sedimenti affioranti sui fondali marini, di spessore significativo (>2m), secondo le modalità descritte nel paragrafo 4.1.

5. BANCA DATI

Come descritto nel Quaderno serie III, n. 6, la banca dati del Servizio Geologico è organizzata in strati informativi in cui viene garantita la connessione tra elementi grafici ed elementi descrittivi; questi ultimi sono gestiti in forma di tabelle, in un sistema di gestione automatico dei dati di tipo relazionale.

La varietà dei metodi di acquisizione dei dati a mare e della loro interpretazione fa sì che assuma grande importanza la documentazione originaria del processo produttivo della cartografia finale; è opportuno quindi conservare e classificare i dati originari (che nel nostro caso possono essere in forma digitale o no, nel caso si utilizzino dati pregressi) da cui si è giunti alla interpretazione finale alla scala 1:50.000, allo scopo di documentare la qualità e la densità dei dati su cui si basa l'elaborazione finale.

Quindi, nel caso di dati geologici a mare, possiamo considerare come cartografia di campagna tutte le interpretazioni dei rilievi sismo-acustici riportate sulla base batimetrica appositamente elaborata dall'IIM (con equidistanza tra le isobate senz'altro superiore alle carte nautiche pubblicate dall'Istituto) e la carta dell'ubicazione dei campioni e dei tracciati sismici, che devono avere un grado di risoluzione pari almeno ad una scala 1:25.000 (cap. 2).

Parimenti, della documentazione integrativa faranno parte, oltre alle schede già previste nel Quaderno serie III, n. 6 relative ai campioni e alle relative analisi, anche i meta-dati relativi alle registrazioni geofisiche utilizzate nella elaborazione della carta (compresi i dati pregressi).

Attualmente è in fase di realizzazione l'integrazione degli oggetti previsti in queste linee guida nella struttura della banca dati del Servizio Geologico, di concerto con il Gruppo di lavoro per l'informatizzazione (GLI).

6. PRODOTTI FINALI

Saranno consegnati all'APAT – Dipartimento Difesa del Suolo:

- gli originali d'autore alla scala 1:25.000, comprendenti i diversi livelli di interpretazione dei dati (es. interpretazione del *Side Scan Sonar*, carte sedimentologiche, ecc.);

- l'originale d'autore alla scala 1:50.000, ottenuto dalla rielaborazione ragionata dei rilevamenti originari, corredato dagli elementi a cornice (legenda, profili, schema dei rapporti stratigrafici, schema tettonico, ecc.), come indicato nel Quaderno serie III, n. 2;

- i documenti integrativi:

- sondaggi;
- documentazione relativa ai campioni (fornita utilizzando il software ASC2000 e versioni successive);
- schede documentali fornite dal Servizio Geologico, per i dati relativi alle analisi non acquisibili con il software ASC);
- elenco bibliografico;
- documentazione fotografica (foto dei fondali, di microfacies, ecc.);
- registrazioni e tracciati delle linee sismo-acustiche (georeferenziati), con tabelle allegate con le informazioni sulla campagna oceanografica (nome, data, ecc) e sulla strumentazione usata, secondo il formato stabilito dal Servizio Geologico Nazionale;
- le Note Illustrative (come previsto nel Quaderno serie III, n. 2 e successive integrazioni e modifiche);
- i prodotti per l'informatizzazione (come previsto nel Quaderno serie III, n. 6 e successive integrazioni e modifiche) compresa la fornitura dei dati batimetrici in formato vettoriale;
- i prodotti per la stampa di tutte le carte previste per il foglio (pellicole per la stampa e 5 copie della prova di torchio o delle prove di stampa).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV. (1992) – *Carta geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*, Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, ser. III, n. 1.
- AA.VV. (1996) – *Carta geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, ser. III, n. 2.
- AA.VV. (1997) – *Carta geologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geologici. Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, ser. III, n. 6.
- AA.VV. (1999) – *La carta geologica di pianura in scala 1:50.000 – Linee guida per il rilevamento e la cartografia*. Servizio Geologico Nazionale. Documento interno.
- AA.VV. (2004) – *Carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000 – Guida al rilevamento*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, ser. III, n. 8.
- AA.VV. (2004) – *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, ser. III, n. 9.
- C.N.R. COMMISSIONE DI STUDIO PER LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA MARINA (1996) – *Linee guida al rilevamento geologico nelle aree marine da sottoporre al Servizio Geologico Nazionale*. Servizio Geologico Nazionale - Documento interno.
- FOLK R.L. (1954) – *The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature*. J. Geol., **62**.
- FOLK R.L. (1980) – *Petrology of sedimentary rock*. Austin Tex., Hemphill.
- MUTTI E. (1992) – *Relazioni tra stratigrafia sequenziale e tettonica*. Mem. Soc. Geol. It., **45**.
- SHEPARD F.P. (1954) – *Nomenclature based on sand, silt, clay ratios*. J. Sed. Petrology, **24**.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (2001) – *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*. Documento interno.
- TORTORA P. (1999) – *Una classificazione ternaria su base granulometrica per la descrizione del sedimento sui fondali marini*. Boll. Soc. Geol. It., **118**.
- WILGUS C.K., HASTINGS B.S., KENDALL C.G.ST.C., POSAMENTIER H.W., ROSS C.A. & VAN WAGONER J.C. (Eds.) - *Sea level changes: an integrated approach*. SEPM Spec. Publ., **42**.