



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO

Servizio Geologico d'Italia

Organo Cartografico dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)

Quaderni
del Servizio Geologico d'Italia



SERIE III

n°12 fasc.II



ISPRRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO

Servizio Geologico d'Italia

Organo Cartografico dello Stato (legge n°68 del 2.2.1960)

QUADERNI serie III

Volume 12

Fascicolo II

**AGGIORNAMENTO ED INTEGRAZIONI DELLE LINEE GUIDA DELLA
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000**

**CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – 1:50.000
PROGETTO CARG:
LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO GEOLOGICO,
LA CARTOGRAFIA E L'INFORMATIZZAZIONE
DEI DATI DELLE AREE MARINE**

A cura di

BATTAGLINI L., D'ANGELO S.

Con i contributi di

FERRI F. – Fornitura informatica banca dati geofisici.

QUADERNI SERIE III

1. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
2. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica.
3. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida all'informatizzazione.
4. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
5. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione.
6. 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).
7. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Catalogo delle Formazioni:
 - Fascicolo I - Unità validate.
 - Fascicolo II - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
 - Fascicolo III - Unità validate.
 - Fascicolo IV - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
 - Fascicolo V - Unità validate.
 - Fascicolo VI - Unità tradizionali (1).
 - Fascicolo VII - Unità tradizionali (2).
8. Carta Geologica dei Mari italiani alla scala 1:250.000. Guida al rilevamento.
9. Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica.
10. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica.
11. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche.

Il rilevamento della nuova Carta Geologica d'Italia e delle carte geotematiche necessita degli strumenti normativi idonei a garantirne l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione; la definizione delle norme discende naturalmente dall'applicazione di *linee guida* frutto dell'attività di Commissioni e Gruppi di Lavoro.

Questa collana si propone come veicolo per lo scambio di opinioni e lo sviluppo delle tematiche trattate, intendendo favorire il dibattito fra gli operatori coinvolti nel progetto Carta Geologica mediante la stampa delle linee guida e delle norme per il rilevamento, la rappresentazione dei dati e l'informatizzazione dei prodotti, nonché - ove fosse ritenuto necessario - delle loro modifiche e/o integrazioni in corso d'uso.

Direttore responsabile: Andrea TODISCO

REDAZIONE a cura del Servizio Cartografico, Coordinamento Base Dati e Tavoli Europei

Dirigente: Norman ACCARDI

Capo Settore: Domenico TACCHIA

Coordinamento collana editoriale: Maria Luisa VATOVEC

Composizione del testo: Massimiliano RONSISVALLE, Domenico TACCHIA

Responsabile del Progetto CARG

Dirigente: Fabrizio GALLUZZO

PRESENTAZIONE

Le linee guida presentate in questo volume sono il risultato delle esperienze fin qui maturate nel campo della cartografia geologica marina, derivate dal progetto 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 per la realizzazione di una “Carta geologica dei mari italiani” 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 geo-tematica 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 anche 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 d’Italia, ora Dipartimento Difesa del Suolo dell’ISPRA, 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, Dlgs. 152/06, art. 55), 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. Enorme importanza, quindi, riveste la costituzione di una banca dati che custodisca tutti gli elementi rilevati, compresi quelli che non possono essere cartografati. Pari rilevanza va data ai criteri di cartografia, che sono il linguaggio più immediato per la lettura di carte che rappresentano le situazioni geologiche più disparate, ma che devono essere coerenti con i criteri generali individuati.

*Il Direttore del
Dipartimento Difesa del Suolo (ISPRA)
Andrea Todisco*

INDICE

PARTE I	
1. - LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO GEOLOGICO E LA RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DEI FONDALI MARINI	7
1.1. - PREMESSA	7
1.2. - INTRODUZIONE	8
1.3. - CARTA GEOLOGICA DEI FONDALI MARINI	9
1.3.1. - <i>Aspetti Generali</i>	10
1.4. - CONTENUTI DELLA CARTA.....	10
1.4.1. - <i>Dati batimetrici</i>	11
1.4.2. - <i>Tipologia e ubicazione dei campionamenti e delle indagini geofisiche</i>	11
1.4.3. - <i>Caratterizzazione sedimentologica e stratigrafica</i>	12
1.4.4. - <i>Ambienti e Sistemi deposizionali</i>	12
1.4.5. - <i>Analisi sismo-stratigrafica e stratigrafico-sequenziale</i>	13
1.4.6. - <i>Dati tettonici</i>	14
1.4.7. - <i>Dati morfologici</i>	14
1.4.8. - <i>Isolinee degli spessori dei sedimenti</i>	14
1.5. - CRITERI DI RAPPRESENTAZIONE DEI DATI.....	14
1.5.1. - <i>Carta principale</i>	14
1.5.2. - <i>Carta di sottofondo (non obbligatoria)</i>	15
1.5.3. - <i>Carte accessorie</i>	16
1.6. - PRODOTTI CARTOGRAFICI FINALI (Originali d'Autore).....	16
 PARTE II	
2. - GUIDA ALL'INFORMATIZZAZIONE DEI DATI DELLE AREE MARINE ALLA SCALA 1:25.000.....	17
2.1. - PREMESSA	17
2.2. - INTRODUZIONE	18
2.3. - BANCA DATI DELLE AREE MARINE.....	19
2.3.1. - <i>La struttura della Banca Dati geologici marini</i>	19
2.3.2. - <i>Integrazioni e modifiche alla struttura dati CARG</i>	20
2.3.3. - <i>Nuovi Strati Informativi e Tabelle</i>	21
2.3.4. - <i>Strati Informativi e tabelle relazionate</i>	24
2.3.5. - <i>Banca Dati Geofisica</i>	26
2.4. - CONCLUSIONI.....	26
 BIBLIOGRAFIA.....	27

PARTE I

1. - LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO GEOLOGICO E LA RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DEI FONDALI MARINI

1.1. - PREMESSA

Già nel 1992, (AA.VV. Quaderno 1, serie III) 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 dei mari italiani e la scala 1:50.000 che costituisce la base per la cartografia geologica del territorio italiano.

La prima scala di rappresentazione è dedicata interamente alle aree marine. Essa è finalizzata alla rappresentazione sinottica della sequenza deposizionale tardo quaternaria e degli 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, tsunami, ecc.) a scala nazionale. Ad essa è dedicato il Quaderno serie III, n. 8 (AA.VV., 2004).

La scala 1:50.000, di cui si parla in questo Volume, oltre ad essere quella adottata dalla nuova cartografia d'Italia per le aree emerse, è più idonea a rappresentare situazioni specifiche delle aree costiere o di piattaforma, a una scala di maggior dettaglio. L'elemento innovativo di questa nuova cartografia è consistito nel fatto che la geologia dei fondali marini non viene trattata come ambito tematico, separato in qualche modo dalla Geologia di base, ma diventa parte integrante della cartografia geologica. L'intero territorio, emerso e sommerso, viene rappresentato alla scala 1:50.000 per descrivere oggettivamente situazioni geologiche specifiche.

La cartografia delle aree marino-costiere alla scala 1:50.000 può fornire una base per la programmazione gestionale di queste aree, utile per inquadrare e "leggere" con oggettività la struttura del territorio; le aree costiere in particolare sono 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: è da tenere presente che, su circa 8.000 chilometri di coste, solo il 29% sono coste libere da manufatti. Inoltre, il dettaglio espresso in questa scala permette di rappresentare informazioni che consentono di definire anche la dinamica

della sedimentazione attuale e recente. Lo studio dell'evoluzione recente della piattaforma continentale italiana ci porta a riconoscere la variazione dello stile deposizionale durante gli eventi glacio-eustatici che hanno interessato la fascia costiera emersa e sommersa nel Quaternario, mentre una “foto” dei sistemi deposizionali attuali risulta indispensabile per focalizzare l'attenzione sulla dinamica sedimentaria e sulla necessità di un uso sostenibile e della tutela di queste aree.

Alla fine degli anni '80 il Servizio Geologico ha prodotto, raccogliendo le esperienze di quanti operano 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 nel Quaderno serie III n.1 (Q1) 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 (Univ. di Palermo), membri: C. Bartolini (Univ. di Firenze), A. Fabbri, M. Marani, M. Roveri (ISMAR - CNR - Bologna), P. Lembo (Servizio Geologico d'Italia), E. Marsella (Geomare Sud IAMC – CNR, Napoli), A. Ulzega (Univ. di Cagliari). La Commissione presentò al Comitato geologico i risultati del lavoro nel 1996, nel rapporto finale denominato "Norme generali delle linee guida di rilevamento geologico nelle aree marine da sottoporre al Servizio Geologico d'Italia" (CNR – COMMISSIONE DI STUDIO PER LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA MARINA, 1996). 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 d'Italia (ora ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo) ha avuto modo di valutare i prodotti derivanti dal progetto CARG in aree marine (Foglio prototipo JOG-33-10 Ravenna a scala 1:250.000 e molti 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 Q1.

1.2. – INTRODUZIONE

Nella seduta del Comitato Geologico del 5 aprile 2000, il Servizio Geologico ha istituito il gruppo di lavoro per la revisione della normativa della cartografia geologica delle aree marine alla scala 1:50.000, costituito da tecnici del Servizio Geologico, un membro del Comitato Geologico e da referenti per la geologia marina dei fogli geologici alla scala 1:50.000 che al momento erano in via di elaborazione.

In particolare, ne hanno fatto parte: S. D'Angelo (coordinatore - Servizio Geologico d'Italia), F.L. Chiocci (Univ. La Sapienza di Roma), R. Catalano (Univ. di Palermo, fino al giugno 2000), F. Fanucci (Univ. di Trieste), G.B. La Monica (Univ. La Sapienza di Roma), M. Sacchi (Geomare Sud IAMC – CNR, Napoli), T. Pescatore (Univ. del Sannio), M. Roveri (ISMAR - CNR - Bologna, fino al giugno 2000), A. Ulzega (Univ. di Cagliari), G. Ventura (Servizio Geologico d'Italia).

I lavori del Gruppo di lavoro sono proseguiti fino al 2003 e le linee guida concordate sono state presentate alla riunione del Comitato Geologico del 4 settembre 2003. Il Dott. F. Trincardi, referente per la geologia marina nell'allora Comitato Geologico, propose (nella riunione del Comitato del 29 gennaio 2004) una revisione critica di cui si è tenuto totalmente conto e il testo riformulato è stato pubblicato sul sito del Servizio Geologico nel 2004.

1.3. – CARTA GEOLOGICA DEI FONDALI MARINI

Questo testo propone una integrazione delle proposte scaturite dal lavoro della Commissione CNR, 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 (AA.VV., 2001). In quest'ottica il riferimento più immediato è il rilevamento delle aree di pianura per le quali vengono cartografate sul foglio, con il maggior dettaglio possibile, le caratteristiche litostratigrafiche dei corpi affioranti, mentre in banca dati o in carte accessorie vengono forniti i dati per l'interpretazione dell'immediato sottofondo (AA.VV., 1999).

Ne consegue che, anche per le aree marine, in carta debbano essere riportati corpi tridimensionali, di spessore significativo, inquadrati crono-stratigraficamente. Per spessore significativo, rapportato alla scala 1:50.000, dell'unità affiorante si considera, come per le unità quaternarie a terra, 2 metri circa; questo, inoltre, è anche il limite di risoluzione dei rilievi sismici ad altissima risoluzione.

Le unità cartografate vanno inquadrare crono-stratigraficamente secondo i criteri della stratigrafia sequenziale, dedotta dall'analisi sismo-stratigrafica. Questo criterio consente di raccordarsi con quello utilizzato per la cartografia delle unità quaternarie a terra secondo i concetti delle *Unconformity Bounded Stratigraphic Units* (vedi capitolo 3.2. fascicolo III del Q. 12).

Inoltre le unità presenti in carta devono essere descritte secondo le caratteristiche tessiturali e dei relativi ambienti deposizionali.

Le informazioni sui corpi più profondi potranno trovare spazio in riquadri a bordo carta o, se necessario, in una carta accessoria.

Si tratta quindi di definire:

- a) quali sono gli elementi necessari alla comprensione della costituzione geologica dei fondali marini;
- 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
- 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.

1.3.1. - *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 risultati 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 cartografare corpi deposizionali e/o elementi morfologici che possano essere ben rappresentati alla scala 1:25.000.

Per il rilievo si utilizzano principalmente metodologie indirette, comprendenti rilievi batimetrici (anche con scandaglio *multibeam*), 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, a gravità o a pistone, a seconda del tipo di sedimenti previsti e della profondità del fondale).

1.4. – CONTENUTI DELLA CARTA

Le informazioni da rappresentare alla scala 1:50.000 si riferiscono alla distribuzione areale 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; dove è possibile prelevare campioni, i litotipi presenti sul fondo marino verranno correlati con quelli affioranti a terra e quindi saranno indicati col loro nome e sigla formazionale. Nel caso di affioramenti rocciosi non campionati, di cui si può arrivare ad un riconoscimento generalizzato attraverso la riflettività degli echi nelle registrazioni sismiche o acustiche, o attraverso la contiguità con formazioni affioranti a terra, andranno indicati come substrato acustico (o carbonatico, terrigeno, vulcanico) indifferenziato, con una sigla di tre lettere minuscole (rispettivamente **sai, sci, sti, svi**).

Dei sedimenti non consolidati verranno definite le caratteristiche tessiturali, oltre ad ulteriori indicazioni accessorie (bio e tanatocenosi, composizione mineralogica, tenore in carbonati, ecc.), per caratterizzarli nell'ambito di unità quaternarie appartenenti alla fase attuale di stazionamento del livello marino. Una ulteriore esigenza concettuale e metodologica è l'inquadramento di queste unità in ambienti deposizionali, in funzione dell'interpretazione degli elementi morfostrutturali rilevati e della dinamica degli ambienti sedimentari attuali. Individuando nei sedimenti attuali alcuni indicatori capaci di conservare nel tempo le caratteristiche di un sedimento (es. profondità, correnti prevalenti, regimi idrologici a terra, ecc.), valutati nel loro insieme, e considerando come questi determinino un equilibrio, sia pure dinamico (RICCI LUCCHI, 1978), si è costruito uno schema sulla cui base si è poi sviluppata la struttura della Banca Dati Geologica Marina. 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.

In carte accessorie verranno anche espressi gli spessori della sequenza deposizionale tardo-quadernaria, suddivisibili in *systems 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.

1.4.1. - *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 - IIM) fossero insufficienti per la costruzione della carta morfo-batimetrica, potranno essere effettuati rilievi batimetrici ex novo, secondo gli standard dell'IIM, che a richiesta ne cura la validazione, 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.

1.4.2. - *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 di 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 avranno particolare rilevanza 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 sismo-stratigrafica andranno utilizzate sorgenti di potere risolutivo/penetrativo complementare (in alta risoluzione, occorre risolvere una distanza verticale tra due riflettori non inferiore a 2 m).

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

1.4.3. - *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 D'Italia. 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 (FOLK, 1954, 1980). Per indicare la frazione più fine dei sedimenti, nel primo caso, si usa il termine comprensivo "pelite"; nel secondo caso invece, laddove l'analisi granulometrica lo consenta, si possono tenere distinti i termini "limo" e "argilla", evitando comunque l'uso di termini generici tipo "fango" (TORTORA, 1999; SHEPARD, 1954). Per adeguarsi alle indicazioni generali riferite alle unità quaternarie (fascicolo III) è possibile distinguere in carta soltanto le classi intermedie fra due simbologie elementari (es.: sabbia argillosa, argilla sabbiosa). Ovviamente, indicazioni cronologiche, oltre che ambientali, saranno fornite dalle analisi (paleontologiche, petrografiche, palinologiche, datazioni assolute, ecc.) normalmente previste dalle comuni tecniche di studio dei campioni.

1.4.4. - *Ambienti e Sistemi deposizionali*


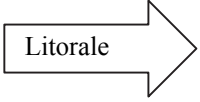
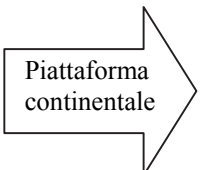
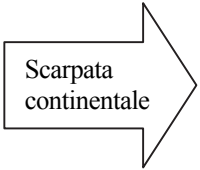
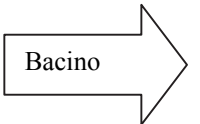
Le moderne tecniche di rilevamento batimetrico con scandaglio *multibeam* mostrano l'estrema variabilità morfo-strutturale dei margini continentali italiani (quanto a estensione, gradiente e morfologia); ciò produce una grande differenziazione dei caratteri della attuale fase deposizionale nelle varie aree, sia nella sua organizzazione generale (maggiore o minore sviluppo del sistema deposizionale) sia nella variabilità delle facies esistenti.

La definizione di ambiente sedimentario scelta da RICCI LUCCHI (1978), che si rifà a POTTER & PETTIJON (1963) e a SELLEY (1970), è quella di luogo o cornice naturale in cui operano determinati processi. Qualsiasi tipo di classificazione, comunque, risulta necessariamente limitato per alcuni versi.

Lo schema da noi identificato (tab. 1), che deriva dalle esperienze cartografiche acquisite nel procedere del Progetto CARG, è legato alla scala finale di rappresentazione (il 50.000) ed è anche funzione del tipo di dati che le moderne tecnologie di ricerca geologica in mare riescono a fornire, avendo sempre come fine quello di cartografare situazioni geologiche nel modo meno interpretativo possibile ed in sintonia con i criteri cartografici generali dell'intero Foglio.

A differenza degli ambienti continentali, dove si possono differenziare dei processi o degli ambienti di transizione in cui prevale il criterio geomorfologico, in mare non si può individuare un criterio dominante di classificazione, ma piuttosto una combinazione di parametri, quali: profondità, topografia, livello di energia meccanica, tipo di sedimento (RICCI LUCCHI, 1978). Inoltre, la transizione tra un ambiente e l'altro è assai di rado netta, proprio per l'azione combinata di molteplici fattori che hanno un influsso areale diverso.

Tab. 1 – Schema dei sistemi deposizionali e delle facies associate

AMBIENTE MARINO E DI TRANSIZIONE (PP)	AMBIENTI DEPOSIZIONALI	SISTEMI DEPOSIZIONALI	FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES
		Delta sommerso <ul style="list-style-type: none"> • Fronte del delta • Prodelta 	Deposito di fronte del delta Deposito di scarpata di prodelta
		Spiaggia emersa <ul style="list-style-type: none"> • Piana tidale Spiaggia sommersa Golfo Transizione alla piattaforma	Deposito di canale di marea Deposito di piana tidale Beach rock Deposito di spiaggia sommersa Deposito costiero di bassa energia Deposito di transizione alla piattaforma, prisma litorale
		Piattaforma continentale interna Piattaforma continentale intermedia Piattaforma continentale esterna	Deposito di piattaforma Deposito rielaborato da correnti Prateria a fanerogame marine Deposito di prateria a <i>Posidonia oceanica</i> Deposito di prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> Deposito bioclastico Corpi litoidi organogeni, bioherma Deposito di piattaforma interna Deposito di piattaforma intermedia Deposito di piattaforma esterna
		Scarpata prossimale Scarpata distale	Peliti di scarpata deposito torbiditico Deposito torbiditico di argine Deposito torbiditico di canale Deposito torbiditico di lobo Deposito di riempimento di canyon Deposito torbiditico da trasporto in massa Deposito da flussi gravitativi non canalizzati
		Piana abissale	Deposito di bacino pelitico

1.4.5. - 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, a deformazioni tettoniche, a subsidenza differenziale e a compattazione dei sedimenti (POSAMENTIER & VAIL, 1988; CATALANO *et alii*, 1995).

Le unità cartografate andranno quindi inquadrare, quando possibile, secondo i criteri della stratigrafia sequenziale, ricostruendo in sezione i rapporti tra le unità sismiche individuate e le superfici guida che le delimitano (MITCHUM *et alii*, 1977). Nelle aree sommerse, infatti, generalmente i depositi appartengono alla sequenza deposizionale tardo-quaternaria; utilizzando un approccio stratigrafico-sequenziale, laddove i corpi sedimentari consentano la penetrazione

del segnale sismico, se ne può ottenere una correlazione con le unità coeve o con le discontinuità riconosciute nelle aree emerse. 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.

1.4.6. - *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, tenendo presente che lo schema tettonico a margine del Foglio deve essere comprensivo della parte emersa e di quella sommersa.

1.4.7. - *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 lungo la scarpata, mentre verso la costa sono da considerare gli elementi che testimoniano le variazioni della linea di riva in tempi relativamente recenti, le aree interessate da attività antropica (accumuli artificiali, aree portuali, opere di difesa costiera, ecc.), le sorgenti o emanazioni gassose, le frane.

1.4.8. - *Isolinee degli spessori dei sedimenti*

Le isolinee degli spessori sono elementi fondamentali, da mantenere nel campo carta entro i limiti di leggibilità del Foglio, in quanto esprimono 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. In alternativa, questi dati possono essere espressi in carte a minore scala, a bordo carta o nelle note illustrative.

1.5. – CRITERI DI RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

15.1. – *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 D'Italia, 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 (vedi fascicolo I capitolo 3).

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.

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

1.5.2. - Carta di sottofondo (non obbligatoria)

Nel caso in cui nel foglio siano presenti aree marine molto estese rispetto alle 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 (non necessariamente alla scala 1:50.000, consentendo così di rappresentare una visione più dettagliata di una situazione particolare del sottofondo, o al contrario, una visione sinottica delle strutture sepolte) relativa ai depositi sepolti delle sole aree marine. La rappresentazione cartografica dei *systems tract* sepolti al di sotto dell'ultimo alto stazionamento del livello del mare sarà elaborata qualora i dati reperibili del sottofondo siano utili per una migliore comprensione dell'evoluzione recente della sequenza tardo-quadernaria e 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 quindi 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 *systems 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 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 ad 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 *systems tract* riconosciuti attraverso l'analisi sismo-stratigrafica; eventuali ambienti deposizionali al loro interno potranno essere contraddistinti da soprassegni riferiti alla litofacies prevalente.

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 omogeneamente ricavabili in tutto il campo carta o anche in settori discreti ma

cartograficamente significativi, caratterizzati da elementi di particolare interesse, e siano sufficienti a formulare un modello interpretativo di valenza regionale o di supporto alla geologia delle aree emerse.

Quando non si hanno i dati del sottofondo per tutta l'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 1.4.1.

1.5.3 - Carte accessorie

Può verificarsi, in caso di rilevamenti dettagliati di interesse regionale o ambientale, la necessità di cartografare porzioni di fogli a scala più dettagliata (ad es.: i mari circostanti le isole e la geologia delle aree emerse delle isole stesse). L'esempio, alla data di pubblicazione di questo lavoro, è dato dal Foglio n.465 Procida, che conterrà nel cofanetto un Foglio alla scala 1:25.000 dove sono messe in risalto le strutture geologiche dell'Isola e delle aree costiere emerse e sommerse e un foglio alla scala 1:50.000 comprendente una più vasta area marina di particolare interesse geo-morfologico.

1.6. – PRODOTTI CARTOGRAFICI FINALI (Originali d'Autore)

Saranno consegnati all'ISPRA – Dipartimento Difesa del Suolo:

- gli Originali d'Autore alla scala di rilevamento, georeferenziati e sono costituiti da:

- carte geologiche dettagliate alla scala 1:25.000, comprensive di legenda;
- carte comprendenti i diversi livelli di interpretazione dei dati:
 - carta di interpretazione dei mosaici *Side Scan Sonar*;
 - carta sedimentologica derivata dalle analisi dei campioni;
 - carte delle isocronopache;
 - carta del posizionamento dei tracciati geofisici e dei campionamenti effettuati;
 - carta degli elementi morfologici rilevati;
- l'Originale d'Autore alla scala 1:50.000, ottenuto dalla rielaborazione ragionata dei rilevamenti originari e delle carte sopra nominate, unico (comprensivo delle aree emerse e sommerse) e coordinato con il responsabile delle aree emerse, corredato dagli elementi a cornice (legenda, sezioni sismiche interpretate significative, schema dei rapporti stratigrafici, schema tettonico (comprensivo delle aree emerse e sommerse, ecc.), come indicato nel Q. 2;

- i documenti integrativi:

- sondaggi;
- schede campione 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.);
- le note illustrative uniche per l'intero Foglio, coordinate con le aree emerse (come previsto nel Q. 2 e successive integrazioni e modifiche);
- i prodotti per la stampa, comprensivi di aree emerse e sommerse di tutte le carte previste per il foglio, secondo i formati stabiliti dal Servizio Geologico.

2. - GUIDA ALL'INFORMATIZZAZIONE DEI DATI DELLE AREE MARINE ALLA SCALA 1:25.000

2.1. – PREMESSA

Con lo sviluppo dei sistemi informativi, legati alla gestione dei dati territoriali ed in grado di elaborarli efficacemente, il Servizio Geologico d'Italia (SGI) ha identificato nella realizzazione della Banca Dati geologici (BD) una delle priorità del Progetto CARG.

La BD consente di archiviare e gestire i dati provenienti dal rilevamento geologico dei Fogli alla scala 1:25.000 e a tale scopo il SGI ha definito, oltre alle norme di rilevamento e cartografia, le specifiche tecniche di realizzazione della BD.

La normativa fondamentale di riferimento per la strutturazione informatica dei dati cartografici rilevati e per la fornitura dei dati informatizzati al Servizio Geologico d'Italia, è contenuta nel volume n. 6, serie III, dei Quaderni SGN: *“CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – 1:50.000 - Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati (Q. 6).*

Il processo d'informatizzazione dei dati geologici a partire direttamente dalla carta geologica prodotta dal rilevamento in campagna (Originale d'Autore) ha costituito il punto di partenza per la definizione del modello concettuale relativo ai domini di conoscenza specifici (geologia, stratigrafia, paleontologia, petrografia, etc.), le cui entità dovevano essere archiviate nella BD. La struttura fisica adottata per tutte le entità rilevate prevede la loro organizzazione in strati informativi, un tipo particolare di file in cui viene garantita la connessione tra gli elementi spaziali e gli elementi descrittivi che sono gestiti in forma di tabelle (Q. 6).

Nel modello fisico proposto nel Q. 6 le proprietà geometriche sono rappresentate dalle primitive geometriche punti, linee e poligoni e dalle relazioni di tipo spaziale tra i dati, in funzione delle caratteristiche intrinseche (geometriche e concettuali) delle entità e della scala di rilevamento.

L'attività di sviluppo della Banca Dati Geologica Marina (BD_M) si è svolta all'interno dell'Accordo di Programma tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per i

Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Geologico d'Italia e l'Università degli Studi di Siena; esso prevedeva la “Manutenzione” e “Integrazione”, per le parti carenti, della Banca Dati geologici del Servizio Geologico d'Italia e la “Sperimentazione” metodologica e normativa per la realizzazione e l'informatizzazione delle carte tematiche.

La realizzazione della BD_M è stata possibile grazie anche alla preziosa e fattiva collaborazione dell'Università di Siena, Dipartimento Scienza della Terra, e in particolare dei Proff. L. Carmignani e P.L. Fantozzi, e soprattutto dei colleghi dell'ISPRA: R. Ventura, F.A. Ventura e F. Visicchio.

La BD_M è stata valutata e approvata dal nuovo Gruppo di Lavoro per l'informatizzazione interno, incaricato della valutazione delle proposte di integrazione e modifica delle linee guida del Progetto CARG (GLINT), istituito all'interno del SGI nell'ottobre 2006 e costituito da: Loredana Battaglini, Roberta Carta, Silvana D'Angelo, Daniela Delogu, Silvana Falcetti, Marco Pantaloni, Felicia Papisodaro, Domenico Tacchia e con la collaborazione di Maria Lettieri e di Fabrizio Galluzzo in continuità con l'Accordo di Programma di cui sopra.

Il GLINT oltre alla manutenzione della Banca Dati, svolge anche un lavoro di revisione e ristrutturazione della banca dati stessa e di allineamento ai simboli della cartografia geologica.

Gli aggiornamenti e le integrazioni decisi, sono stati pubblicati finora sul sito web dell'ISPRA.

2.2. – INTRODUZIONE

Gli spazi marino-costieri, fascia di transizione terra-mare, sono sistemi sempre più chiusi e vulnerabili, entità fisiche in continua rapida evoluzione, strettamente connessi ad un contesto geoambientale molto più vasto e complesso di quello che solitamente viene rappresentato. I fattori che condizionano l'equilibrio delle coste sono legati a caratteristiche geologiche locali e dell'entroterra, nonché alla variabilità climatica. Alcuni di questi fattori agiscono in tempi lunghissimi (tempi geologici) altri a medio e breve termine (tempi storici, annuali e stagionali), altri addirittura a brevissimo termine (giornalieri o frazioni di giorno). In un simile contesto naturale, la corretta conoscenza geologica di base, intesa come rigorosa e metodica raccolta di dati disponibili e la più fedele e funzionale sistematizzazione dei dati secondo standard codificati, costituisce l'elemento propedeutico e portante di tutte le attività che si predispongono per la programmazione degli interventi in materia di pianificazione e gestione delle molteplici realtà territoriali.

Sulla base di queste considerazioni si comprende l'importanza che assume una raccolta sistematica e l'inserimento di informazioni in un database nel quale i dati sono geograficamente referenziati e continuamente implementati, modificati e aggiornati; il principale punto di forza di tale database consiste nel gestire e analizzare agilmente informazioni “cartografiche” non come immagini statiche ma anche in funzione della variabile tempo.

Nell'ambito del Progetto CARG si è stabilito che i rilevamenti geologici vengano estesi anche alle aree di piattaforma continentale, prevedendo una caratterizzazione crono-lito-stratigrafica e morfologica del fondo e dell'immediato sottofondo marino, in modo da garantire una copertura uniforme di dati geologici riguardanti quelle unità fisiografiche costituite dalla fascia costiera emersa e sommersa, dalla piattaforma continentale e dalla scarpata. A differenza delle aree emerse, non è stata ancora realizzata una banca dati di geologia marina che operi in continuità o in parallelo con quella esistente in modo da integrarla e completarla e consenta di allestire una fornitura congiunta della BD dei Fogli geologici comprensivi della parte a terra e di quella a mare. Per tale motivo, è stata riconosciuta l'improrogabile necessità di avviare un'attività di sperimentazione e di allestimento della banca dati specifica per l'archiviazione delle occorrenze geologiche marine.

2.3. – BANCA DATI DELLE AREE MARINE

L'attività di sviluppo delle BD_M è consistita in una prima fase di studio delle problematiche inerenti l'informatizzazione dei dati geologici provenienti dal rilevamento geologico marino, a partire dall'analisi dei dati disponibili; si sono così individuate le entità del dominio di conoscenza che si volevano rappresentare e definite le relazioni attraverso l'analisi di Modelli di Dati specifici, allo scopo di individuare quello più efficace a rappresentare la parte marina.

La fase successiva ha riguardato la progettazione e sperimentazione della BD_M e l'applicazione della normativa redatta per l'informatizzazione delle aree marine su un Foglio geologico del Progetto CARG.

La prima fase di lavoro quindi è stata impiegata ad acquisire una conoscenza di base necessaria alla comprensione dell'insieme delle caratteristiche geologiche dei fondali marini, della metodologia strumentale d'acquisizione dei dati utilizzata e della tipologia di informazioni che tali strumenti permettono di acquisire, e infine delle relazioni esistenti tra le aree emerse e sommerse.

L'attività di informazione si è basata sull'analisi della documentazione esistente relativa al Progetto CARG (Q. 1, Q. 2, Q. 4 e Q. 6, vedi riferimenti bibliografici), al progetto Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 e sulla consultazione di pubblicazioni scientifiche e carte geologiche delle aree marine prodotte o in fase di produzione nell'ambito dello stesso Progetto CARG.

Per consentire una continuità di rappresentazione con gli elementi geologici rilevati nelle aree emerse, in particolare per quanto riguarda la geologia del Quaternario, si è reso necessario integrare nella BD gli elementi previsti nelle *“Nuove linee guida per il rilevamento geologico delle aree marine ricadenti nei fogli CARG alla scala 1:50.000”* (pubblicate sul sito http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/CARG/Rilevamento_aree_marine/ nel 2002 ed ora parte di questo volume).

Per l'allestimento della BD_M si è ritenuto più conveniente e ragionevole utilizzare il preesistente modello logico-fisico della Banca Dati geologici del Servizio Geologico al fine di non stravolgere l'architettura strutturale della BD. La sperimentazione della BD_M è stata eseguita applicandola all'informatizzazione dei dati derivanti dal rilevamento di uno dei Fogli geologici a mare del Progetto CARG più rappresentativi della geologia marina, il Foglio 413 *“Borgo Grappa – Isole Pontine”*.

Tale attività di sperimentazione del processo produttivo di informatizzazione è avvenuto secondo un approccio innovativo che prevede l'inserimento dei dati, non più a partire dai manoscritti *“Originale d'Autore”*, ma dai formati digitali specifici derivanti dalle elaborazioni dei prodotti finali o, in alcuni casi, dai formati particolari di file provenienti direttamente dalle strumentazioni utilizzate nel rilevamento geologico marino.

L'acquisizione delle geometrie rappresentanti le entità geologiche, definite secondo l'organizzazione fisica della banca dati in strati informativi e la codifica degli elementi con i relativi controlli, sono stati effettuati contestualmente rispettando i vincoli e le relazioni intrinseche del modello fisico della banca dati.

2.3.1. - *La struttura della Banca Dati geologici marini*

L'allestimento della Banca Dati delle aree marine non modifica dal punto di vista concettuale la struttura logico-fisica della BD; l'informatizzazione dei dati delle aree marine e di quelle emerse avviene congiuntamente all'interno dello stesso foglio geologico e la consegna del materiale per la fornitura informatizzata dei fogli geologici deve costituire un oggetto unico comprensivo della parte a terra e della parte a mare.

Le modifiche e le integrazioni apportate hanno riguardato quasi tutti gli strati informativi e le tabelle associate e relazionate (depositi quaternari, ambienti deposizionali, geomorfologia, risorse e prospezioni) e sono stati creati nuovi strati informativi specifici del rilevamento geologico marino relativi alle metodologie di rilievo sismico e acustico e soprattutto alle elaborazioni che ne derivano (carta delle *facies sismiche* relative all'ultima sequenza deposizionale tardo-quaternaria e carta dell'interpretazione dei mosaici *Side Scan Sonar*).

Per garantire la conformità e la coerenza con l'impianto progettuale della BD (vedi paragrafo 5.1, fascicolo I, Q. 12) è stato implementato ed integrato al precedente un nuovo schema dei vincoli relativi alle tabelle della BD_M (paragrafo 5.2, fascicolo I, Q. 12) fondamentale per il corretto inserimento dei dati descrittivi durante le fasi di caricamento delle tabelle.

Inoltre è stato redatto un glossario dei nuovi termini di geologia marina che integra e completa il precedente glossario geologico (paragrafo 5.6, fascicolo I, Q. 12), necessario per la comprensione delle nuove entità introdotte nei domini di conoscenza relativi alle tabelle degli strati informativi e comprendente tutte le occorrenze inserite nella banca dati delle aree marine.

Naturalmente anche l'applicativo METADATI, allestito e distribuito dall'SGI e parte integrante della fornitura informatizzata dei Fogli CARG, è stato allineato alla nuova BD_M ed attualmente contiene tutte le informazioni a corredo di ogni singolo foglio geologico.

Altresì l'“*Elenco del materiale per la fornitura informatizzata della banca dati dei Fogli geologici del Progetto CARG*” (paragrafi 5.4 e 5.5, fascicolo I°, Q. 12) è stato integrato a sua volta con i prodotti (file e documenti) specifici per l'informatizzazione delle aree marine.

2.3.2 - Integrazioni e modifiche alla struttura dati CARG

Le modifiche e le integrazioni hanno interessato, come già accennato, quasi tutti gli Strati Informativi e le Tabelle strutturati nella BD (paragrafo 5.1, fascicolo I, Q. 12).

In tutte le tabelle associate agli elementi spaziali degli strati il campo TIPO è stato implementato con le nuove occorrenze relative alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ai metodi di campionamento e prospezione, alla tipologia dei tracciati geofisici e spesso per rispondere meglio alle esigenze di archiviazione dei dati si è presentata l'esigenza di aggiungere altri campi come il campo DIREZIO allo strato ST010, che riferisce la direzione, espressa in gradi sessagesimali, di alcune nuove occorrenze introdotte nello strato come ad esempio TIPO = 9430 “Area a megaripple”.

La *Tabella 1 - Dizionario delle unità quaternarie*, di uso obbligatorio per la compilazione del campo SIGLA_1 della tabella T0180802000 (*Unità cartografabile geologica di Legenda del Foglio*), tabella fondamentale per la comprensione dello strato ST018 della geologia, è stata arricchita delle sigle relative ai depositi quaternari marini, indispensabili per la descrizione geologica dei fondali. Allo stesso scopo è stata implementata con queste nuove occorrenze specifiche la tabella T0180804000 (*Ambienti deposizionali*) che deve essere compilata obbligatoriamente per la geologia marina in sostituzione della tabella T0180801000 (*Caratteri dei depositi quaternari*) obbligatoria invece per i depositi quaternari delle aree emerse. L'unica eccezione è rappresentata dal “Deposito di frana sottomarina” collocato nella T0180801000 in quanto le informazioni sugli indizi di evoluzione o lo stato di attività del fenomeno possono essere codificate unicamente nel campo STATO della suddetta tabella.

Anche la struttura delle tabelle relazionate è stata modificata talvolta con l'aggiunta di nuovi campi: ad esempio è inserito il campo BIOCLASTICO nella tabella T0180803000 (*Caratteri tessiturali*) relazionata allo strato ST018, per rappresentare la percentuale in peso di bioclasti presenti nei depositi quaternari marini. In questo caso nella tabella è stato implementato anche il dominio del campo TESSITURA con associazioni di tessiture miste, più frequenti negli ambienti sedimentari marini.

Inoltre sono state create la *Tabella 6 – Sigle degli affioramenti rocciosi sommersi* che consente la compilazione del campo SIGLA_1 della T0180802000 per le unità stratigrafiche

informali che caratterizzano i fondali marini di cui non è possibile distinguere la litologia prevalente e la *Tabella 7 – Sigle dei systems tract* che permette l'inserimento delle sigle indicanti specifici *systems tract*.

Si è cercato durante la fase di progettazione e di inserimento dei nuovi strati informativi e delle tabelle descrittive, di mantenere una certa omogeneità con la BD; ad eccezione di casi obbligati si è evitato di introdurre il valore zero in quei campi in cui poteva creare problemi e si è sempre assegnato ad alcune occorrenze un valore di “non applicabile o non classificabile” all'interno dei campi in cui, per la disomogeneità dei dati in esso contenuti, non era possibile attribuire un valore significativo.

2.3.3. - Nuovi Strati Informativi e Tabelle

Oltre ad integrare la struttura originale della BD sono stati creati nuovi strati informativi specifici per soddisfare l'enorme grado di specializzazione raggiunto dalle sofisticate metodologie di ricerca in mare e per archiviare la notevole quantità di dati prodotti dalle elaborazioni dei dati sismo-acustici provenienti dai rilievi geofisici.

Infatti le metodologie di rilevamento geologico marino sono tecnicamente diverse da quelle di superficie, in quanto il riconoscimento e l'ubicazione degli oggetti indagati sono legati soprattutto alle strumentazioni utilizzate. I principali metodi di indagine utilizzabili nel campo della geologia marina a scopo cartografico sono rilievi sonar a scansione laterale (*Side Scan Sonar*) e quelli della sismica a riflessione ad alta risoluzione verticale che permettono oltretutto di investigare anche le strutture presenti nel sottofondo. Quando nei fogli geologici sono presenti aree marine molto estese rispetto alle terre emerse oppure la fluttuazione del livello marino ha prodotto cambiamenti significativi nello stile della sedimentazione o nell'assetto fisiografico, è opportuno prevedere la rappresentazione cartografica di una seconda carta - carta del sottofondo-separata rispetto alla carta geologica principale (vedi 1.5.2. di questo fascicolo). In questo caso è stata prevista la possibilità di organizzare le suddette informazioni all'interno della banca dati, poiché completano l'inquadramento geologico delle aree marine e sono estremamente rappresentative delle caratteristiche dei depositi sepolti.

Sulla base di quanto asserito nel paragrafo 1.5.2. è evidente come l'approccio stratigrafico sequenziale permetta di definire con l'analisi sismica unità e sottounità con significati genetici ed espressione fisica ben precisi e quindi più facilmente correlabili alle UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*). In considerazione del crescente grado di specializzazione dei dati provenienti dalle prospezioni geofisiche dei fondali sono stati quindi progettati per la BD_M due nuovi Strati Informativi: ST023 relativo alle *Unità stratigrafico-sequenziali* e ST024 relativo alle *Facies acustiche*.

Lo strato ST023, avente struttura topologica, è corredato di due tabelle di dati descrittivi ad esso relazionate: la Tabella T0230103000 dei *Caratteri tessiturali* e la Tabella T0230104000 degli *Ambienti deposizionali*.

Lo strato ST024 è uno strato a geometria poligonale, progettato per l'archiviazione delle informazioni relative alla geologia di superficie, acquisita con indagini geofisiche di particolare rilevanza quali i rilievi con ecoscandaglio laterale (*SSS*), eseguiti a copertura totale dei fondali (mosaicatura) nelle aree a morfologia complessa o, a scopo di ricognizione, secondo una griglia a maglie larghe nelle aree a morfologia uniforme.

La caratterizzazione litologica del fondale può essere estrapolata arealmente in base alle caratteristiche acustiche definite su immagini *Side Scan Sonar*, come pure gli affioramenti rocciosi sono individuati tramite metodi ecografici.

La caratterizzazione acustica dei fondali, derivante direttamente dal dato del *Side Scan Sonar* e la conseguente rappresentazione su basi batimetriche rilevate col *multibeam*, può essere considerata effettivamente un Originale d'Autore.

ST023 poligoni

Lo Strato Informativo ST023 è dedicato alle *Unità stratigrafico-sequenziali*, riconosciute tramite le elaborazioni sviluppate dalla stratigrafia sismica.

Esso è rappresentato da una doppia geometria, a linee e poligoni (struttura topologica), cui corrispondono tabelle collegate ai differenti elementi grafici (ST023.AAT e ST023.PAT) e differenti tabelle di dati alfanumerici (T0230103000 e T0230104000).

La tabella ST023.PAT è stata strutturata secondo le esigenze di interpretazione della stratigrafia sequenziale e deriva dal tipo di dati utilizzati in geologia marina (prevalentemente rilievi di sismica a riflessione calibrati con campionature). I corpi geologici che di conseguenza vengono rappresentati sono i *systems tract* della sequenza deposizionale tardo-quadernaria.

A tal proposito il campo SEQUENZA contiene le informazioni relative alla *Sequenza Deposizionale Tardo-Quadernaria del IV-V ordine*, con la possibilità di indicare, con un valore numerico in ordine crescente, la sequenza deposizionale dalla più antica alla più giovane.

I due campi ETA_SUP_SEQ ed ETA_INF_SEQ consentono di individuare un intervallo di tempo a cui un *systems tract* si riferisce; in particolare il primo contiene il codice dell'unità geocronologica della superficie che delimita superiormente la sequenza, il secondo il codice dell'unità geocronologica della superficie che la delimita inferiormente. Questi due campi sono compilati, per facilitare le ricerche, con i codici relativi alle Unità geocronologiche definiti nell'elenco dei "Codici delle UNITA' GEOCRONOLOGICHE" (paragrafo 5.3., fascicolo I, Q. 12).

Tutti i *systems tract* all'interno della sequenza deposizionale tardo quadernaria sono archiviati nel campo SYSTEMS_TRACT che ne riporta le caratteristiche essenziali associate alle fasi principali dell'ultimo ciclo di fluttuazione eustatica del livello del mare.

A volte non è possibile caratterizzare separatamente i diversi *systems tract* perché le superfici tempo che li delimitano sono poco riconoscibili, allora si possono caratterizzare le *facies* entro i depositi trasgressivi e di stazionamento alto HST+TST (SYSTEMS_TRACT = 5500) e anche le *facies* dei depositi di stazionamento basso e di caduta LST+FST (SYSTEMS_TRACT = 5600).

La tabella ST023.PAT contiene inoltre le chiavi esterne, ID_TESS_ST e ID_AMB_ST, alle tabelle relazionate di seguito elencate, in cui sono archiviate le informazioni relative alla granulometria dei depositi e al loro ambiente di formazione:

- T0230103000 (Caratteri tessiturali);
- T0230104000 (Ambienti deposizionali).

L'organizzazione delle informazioni all'interno delle tabelle appartenenti allo Strato 23 è assimilabile a quella delle tabelle relazionate allo strato ST018; anche in questo caso sono state analizzate nel dettaglio le informazioni circa la natura dei sedimenti e degli ambienti deposizionali per renderne più efficace l'archiviazione. Infatti, per completezza di informazione, i *systems tract* cartografati sono caratterizzati anche in base all'ambiente deposizionale riconosciuto nel segnale sismico secondo i seguenti grandi raggruppamenti: depositi continentali, depositi parali e costieri, depositi di piattaforma e depositi di scarpata e bacino (tabella T0230104000).

La tabella ST023.PAT è legata da vincoli d'integrità referenziale alle due tabelle di dati alfanumerici, la T0230103000 - Caratteri tessiturali e la T0230104000 - Ambienti deposizionali, attraverso le chiavi esterne ID_TESS_ST e ID_AMB_ST. I vincoli n° 2 e n° 3 relativi allo Strato 23 poligoni presenti nel "NUOVO SCHEMA DEI VINCOLI sulle tabelle della BD comprensiva delle aree emerse e sommerse" (paragrafo 5.2., fascicolo I, Q. 12) chiariscono come devono essere riempiti i campi ID_TESS_ST e ID_AMB_ST quando sono disponibili i dati necessari per la compilazione delle due tabelle relazionate.

I vincoli n° 4 e n° 5 verificano invece l'obbligatorietà del campo SEQUENZA in relazione all'esistenza di informazioni nel campo SYSTEMS_TRACT.

ST023 linee

La tabella dello strato ST023 a geometria lineare è stata impostata in modo da contenere tutte le informazioni relative alle superfici di discontinuità che limitano le sequenze deposizionali. A questo proposito è stato creato il campo TIPO che permette di archiviare le varie tipologie di superfici guida.

Le superfici guida, che costituiscono i limiti fisici che permettono di definire e suddividere al proprio interno un ciclo deposizionale, sono fondamentalmente di tre tipi:

- superficie di trasgressione (che marca l'inizio della risalita relativa del livello del mare su un margine) indicata sia come *Traccia di superficie trasgressiva* (TIPO = 5060), che *Traccia di superficie di massima trasgressione* (TIPO = 5040) nel caso si possa individuare la risalita massima del livello del mare;

- superficie di massima inondazione (*maximum flooding surface*, che registra il massimo spostamento verso terra della linea di riva) codificata nella tabella come *Traccia di superficie di massima inondazione* (TIPO = 5030);

- superficie di esposizione subaerea, formata durante condizioni di caduta del livello del mare, inserita come *Traccia di superficie di massima regressione* (TIPO = 5050).

Altre superfici significative sono quella di *ravinement* (SWIFT, 1975; DEMAREST & Kraft, 1987; NUMMEDAL & SWIFT, 1987) con codifica *Traccia di superficie di ravinement* (TIPO = 5070) e quella regressiva di erosione sottomarina (PLINT, 1988), inserita come *Traccia di superficie erosiva di stazionamento basso* (TIPO = 5080). Entrambe queste superfici sono formate da erosione da parte della spiaggia sommersa (*shoreface*) in condizioni rispettivamente trasgressive e regressive, spesso sono di più facile identificazione rispetto alle altre e possono trovarsi all'interno dei *systems tract*; non hanno significato cronostratigrafico poiché sono diacrone.

In funzione del rapporto tra tasso di caduta di livello di mare e tasso di subsidenza al ciglio della piattaforma si definiscono due tipi di limiti di sequenza (VAIL *et alii*, 1984; POSAMENTIER & ALLEN, 1993):

- *Limite di sequenza di tipo 1* che si forma dove e quando il tasso di caduta eustatica supera il tasso di subsidenza e si ha un'esposizione subaerea dell'intera piattaforma continentale (TIPO = 5010);

- *Limite di sequenza di tipo 2* che caratterizza i margini in cui la subsidenza in piattaforma esterna è superiore al tasso di caduta del livello del mare e parti più o meno estese della piattaforma rimangono sommerse e soggette a deposizione (TIPO = 5020).

Nel caso non si possa riconoscere il tipo di superficie di discontinuità è stato introdotto anche il generico *Limite di systems tract* (TIPO = 5000).

Il campo TIPOLOGIA della tabella ST023.AAT è stato reso obbligatorio e presenta delle nuove occorrenze caratteristiche dei metodi di indagine da cui si ottengono le informazioni. Infatti, sono stati introdotti i termini "rilevato in sezione sismica" (TIPOLOGIA = 1) e "dedotto da analisi stratigrafico-sequenziali" (TIPOLOGIA = 2), mentre i termini "incerto" (TIPOLOGIA = 3), "sepolto" (TIPOLOGIA = 4) e "non applicabile/non classificabile" (TIPOLOGIA = 9), già presenti nella BD, conservano la loro validità. Inoltre il valore "0" non è stato previsto in quanto perde di significato in considerazione dell'utilizzo vincolante delle metodologie e delle strumentazioni utilizzate nell'acquisizione dei dati.

A tal proposito, per verificare l'obbligatorietà del campo TIPOLOGIA e permettere una corretta compilazione anche del campo TIPO della tabella ST023.AAT, è stato creato il vincolo n°3 allo Schema dei Vincoli sulle Tabelle della Banca Dati.

Sono stati inoltre allestiti i vincoli n° 1 e n° 2, anch'essi consultabili al paragrafo 5.2 del fascicolo I del Q. 12, che consentono il corretto inserimento dei dati relativi allo strato ST023 a geometria lineare.

ST024 poligoni

Nel rilevamento del fondo marino, in caso di espressioni morfologiche e sedimentarie molto interessanti, viene utilizzato il *Side Scan Sonar*, che permette l'acquisizione del dato *backscatter*. Infatti, grazie alle caratteristiche della propagazione del suono in acqua, il fascio di ultrasuoni generato da un *Side Scan Sonar* produce un'immagine acustica del fondo che può essere utilizzata efficacemente nella caratterizzazione geologica dei fondali marini.

Per consentire l'acquisizione e l'archiviazione del dato di *backscatter*, è stato appositamente progettato lo Strato Informativo ST024 a geometria poligonale specifico per le Facies acustiche. Nella tabella è stato introdotto il campo FACIES che contiene codificate le informazioni derivanti dall'interpretazione delle facies acustiche e in particolare i dati riguardanti la diversa riflettività del fondale. Infatti le occorrenze presenti relative all'indicazione di *backscatter* sono, ad esempio, *Alto backscatter* (FACIES = 7010), *Alternanze regolari di backscatter alto e basso dovute a forme di fondo (es: megaripple)* (FACIES = 7040), *Posidonia su roccia* (FACIES = 7220), *Alto backscatter disomogeneo (sediment patches)* (FACIES = 7310), *Rocce tabulari* (FACIES = 7350).

Inoltre sono stati strutturati i campi MOSAICO (30, C) e CODICE_M (5, I). Il primo campo archivia il codice identificativo del mosaico georeferenziato o delle immagini raster georeferenziate di cui è costituito all'interno della fornitura. Il campo CODICE_M rappresenta la chiave esterna di collegamento alla Banca Dati Geofisica (descritta paragrafo 2.3.5. di questo fascicolo) la cui codifica sarà effettuata in accordo con il Servizio Geofisico. L'acquisizione di quest'ultimo campo permetterà di collegarsi alla Banca Dati Geofisica per accedere alle tabelle e ai metadati ed avere maggiori informazioni sul progetto di appartenenza, sulla campagna oceanografica (nome, data, ecc.) e tutti i dettagli riguardanti il *Side Scan Sonar* ad es. il tipo di strumentazione e la sorgente utilizzati, la tipologia dei file SSS, oppure relativamente al mosaico, informazioni inerenti il nome del mosaico, la sovrapposizione minima, il numero delle linee acustiche e anche il formato raster del mosaico.

2.3.4. - Strati Informativi e tabelle relazionate

Di seguito è riportato lo schema logico-fisico che costituisce l'ossatura essenziale della BD (fig. 1) e nel Capitolo 5. del fascicolo I del Q. 12 lo schema descrittivo della banca dati comprensivo di tutte le variazioni e le integrazioni introdotte nella struttura delle tabelle dei singoli Strati Informativi, riportando per ognuna di esse gli elementi innovativi introdotti.

Il fascicolo I del Q. 12 riporta, oltre alle descrizioni formali dello schema fisico della BD con i relativi strati informativi e tabelle, anche le indicazioni procedurali (paragrafo 5.2.) inerenti l'allestimento e la compilazione anche della Banca Dati integrata delle aree marine, l'elenco aggiornato delle unità geocronologiche (paragrafo 5.3.), l'elenco completo del materiale per la fornitura informatizzata (paragrafo 5.4.), l'elenco per la fornitura dei dati geofisici (paragrafo 5.5.), il glossario delle occorrenze geologiche presenti nelle BD (paragrafo 5.6.).

La BD, come si è potuto constatare finora, ha subito una sistematica integrazione di tutte le sue parti e in particolar modo nell'ambito dei contesti relativi ai depositi quaternari e quindi agli ambienti deposizionali della geologia marina, integrazione necessaria in quanto i fogli in cui sono presenti o addirittura predominano le aree marine sono piuttosto numerosi.

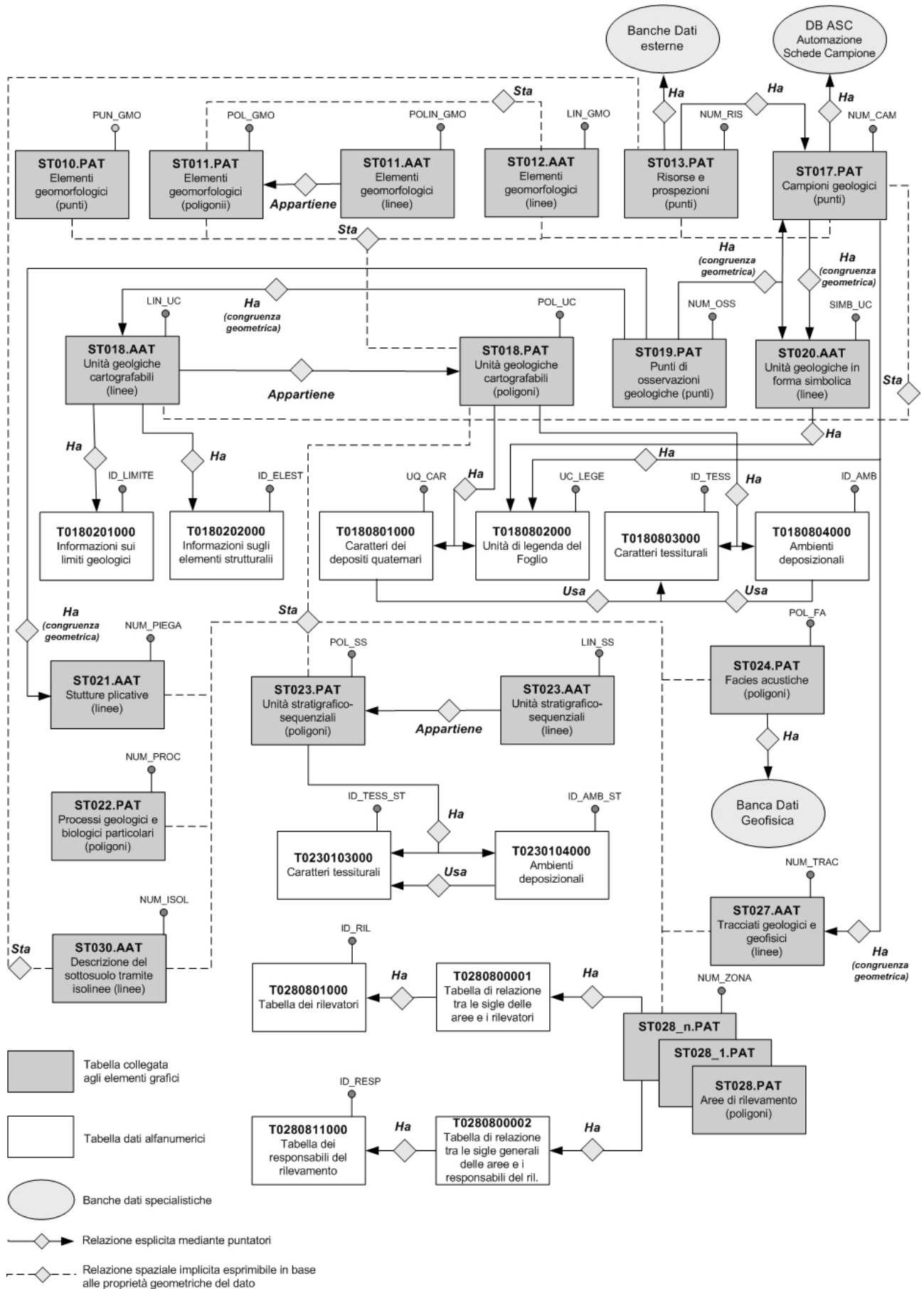


Fig. 1 – Schema logico-fisico della BD del Servizio Geologico d'Italia (ripreso dal Q. 6) modificato ed integrato con i dati geologici marini.

2.3.5. - Banca Dati Geofisica

Oltre alla BD relativa al Progetto CARG, il Dipartimento Difesa del Suolo dell'ISPRA-Servizio di Geofisica, che si occupa da anni di attività di rilevamento e di elaborazione ed interpretazione di dati geofisici a varia scala, ha predisposto la Banca Dati Geofisica.

Il *geodatabase* della Banca Dati Geofisica è stato progettato e realizzato in modo da consentire la gestione di diverse tipologie di dati: gravimetrici, magnetici e geodetici. Al fine di consentire l'accesso contemporaneo a più operatori attraverso applicazioni GIS *desktop*, il *geodatabase* è stato installato su un *server*. Esso archivia inoltre, come metadati, le linee geofisiche intese come misure effettuate lungo un allineamento e vengono distinte in linee sismiche (mono o multi canale), batimetriche o *multibeam* e *Side Scan Sonar*. In queste tipologie di dati rientrano quindi le linee geofisiche acquisite nell'ambito dei programmi di cartografia geologica delle aree marine. Inoltre, prima di pianificare campagne di rilevamento per il Progetto CARG, è frequente che vengano reinterpretati dati pregressi in possesso dei vari gruppi di lavoro di geologia marina operanti negli Enti di ricerca italiani, purché qualitativamente adeguati agli standard cartografici e correttamente posizionati.

I metadati delle linee geofisiche si riferiscono principalmente a diversi parametri tecnici, quali ad esempio il tipo di acquisizione (analogica o digitale), la strumentazione geofisica impiegata, il formato e le frequenze utilizzate. Ad essi è associata l'informazione spaziale ovvero la geometria delle linee di navigazione. Tali metadati rispecchiano ed integrano quelli adottati in progetti specifici della EU quali il progetto *Euroseismic* (<http://www.eu-seased.net>).

Nella Banca Dati Geofisica tali linee sono organizzate secondo campagne di misura a loro volta appartenenti ad un determinato progetto; anche di tali oggetti sono disponibili alcuni metadati. La Banca Dati Geofisica prevede inoltre i metadati inerenti *grid* (interpolazioni di dati spaziali su griglie regolari di punti) e mosaicature di dati *Side Scan Sonar*, entrambi completi delle loro geometrie.

Le tabelle e i formati di *file* relativi ai dati geofisici che sono parte integrante della fornitura informatizzata dei Fogli (paragrafo 5.4. fascicolo I Q. 12 - lettera o) dell'*Elenco del materiale per la fornitura informatizzata della banca dati dei Fogli geologici del Progetto CARG*) sono disponibili sul *web-site* dell'ISPRA.

2.4. - CONCLUSIONI

La Banca Dati geologici marini, integrata con le aree emerse, costituisce un valido strumento di archiviazione delle informazioni relative all'ambito geologico-marino e, oltre a rappresentare un formato di trasferimento dei dati verso il Servizio Geologico d'Italia, può essere considerata una efficiente documentazione per la pianificazione territoriale.

Questo lavoro, nato dall'esigenza di organizzare e soddisfare le tematiche e le problematiche geologiche ed ambientali inerenti il rilevamento delle aree marine e costiere, rappresenta una fase del processo tecnico-scientifico in atto, che ha individuato la conoscenza di base del territorio come l'elemento strategico su cui investire risorse e competenze, per correlare fra loro banche dati di diverse realtà geologiche e diverse discipline, in modo da sperimentare nuovi data set che consentano di prevedere e gestire le tendenze evolutive del sistema terra-mare e gli eventi calamitosi che lo coinvolgono, per tutelare e migliorare la qualità e la sicurezza dell'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1992) – *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Ser. III, **1**, pp. 203, Roma.
- AA.VV. (1994) - *Carta Geomorfologica D'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Ser. III, **4**, pp. 42, Roma.
- AA.VV. (1995) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'informatizzazione*, Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Ser. III, **3**, pp. 130, Roma.
- AA.VV. (1996) – *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Ser. III, **2**, pp. 130, Roma.
- 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 Nazionale, Ser. III, **6**, pp. 142, Roma.
- 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. (2001) – *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*. 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, **8**.
- AA.VV. (2004) – *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*. Quaderni del Servizio Geologico D'Italia, Ser. III, **9**.
- BOHAM-CARTER G. F. (1994) – *Geographic Information System*. Pergamon Press, pp. 398.
- BOSELLINI A. (1991) - *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. I. Bovolenta, Ferrara.
- BURROUGH A. & MCDONNELL R. (1998) - *Principles of Geographical Information System*. Oxford University Press, pp. 333.
- CARA P., CHIARINI E., SPAZIANI A., STAMPANONI G., VENTURA F.A., VENTURA R. & VISICCHIO F. (1991) – *Il disegno logico della base informativa territoriale del Sistema Informativo Geologico Nazionale*. In: Seminario di studio su : “*Formalizzazione dei dati nella nuova cartografia geologica alla scala 1:50.000*”, Bologna 2-3 dicembre 1991, Roma.
- CARA P., CHIARINI E., SPAZIANI A., STAMPANONI G., VENTURA F.A., VENTURA R. & VISICCHIO F. (1993) – *Il disegno logico della base informativa territoriale del Sistema Informativo Geologico Nazionale*. Boll. Serv. Geol. D'It., **109** (1990) : 15-46, 5 figg. 1 tav. in tasca cop., Roma.
- CARA P. & CRYAN S. (1991) – *Guida all'informatizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: note tecniche per la fornitura dei dati geologici digitali alla scala 1:25.000*. In: Atti “I° Convegno sulla Cartografia Geologica Nazionale”, Roma 2 maggio 1991, pp. 212, Roma.
- CARA P. & CRYAN S. (1993) – *Guida all'informatizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Note tecniche per la fornitura dei dati geologici digitali alla scala 1:25.000*. Boll. Serv. Geol. D'It., **110** (1991) : 23-90, 4 tabb., Roma.
- CARA P. & TOMMASI G. – *Applicazione del sistema di codifica del Servizio Geologico Nazionale in una carta geologica in area alpina: il caso della sezione 1:10.000 “Laghi di Cornisello” Foglio N. 42 “Malè”*. In: ‘Atti del V Workshop del GIAST’, Borgo Sansepolcro (AR) 12-14 giugno 1996, Napoli.
- CARIMATI R., GOSSENBERG P., MARINI A. & POTENZA R. - *Catalogo delle Unità Formazionali Italiane* (1981). Boll. Serv. Geol. D'It., **101** (1980), 343-542, Roma.
- CASTIGLIONI G.B. (1986) - *Geomorfologia*. UTET, pp. 436.
- CATALANO R., DI STEFANO E., INFUSO S., SULLI A., VAIL P.R. & VITALE F.P. (1995) – *Sequence an systems tracts calibrations on high resolution bio- chronostratigraphic scheme: the Central Lediterranean Plio-Pleistocene*. SEPM, Special Publication.
- 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.
- DEMAREST J.M. & KRAFT J.C. (1987) – *Stratigraphic record of Quaternary sea levels: implication for more ancient strata*. In: D.E. NUMMENDAL, O.H. PILKEY & J.D. HOWARD (Eds.), *Sea-Level Fluctuation and Coastal Evolution*. Society of Economic Paleontologist and Mineralogists Special Publication 41: 19-36
- EMERY D. & MYERS K.J. (1996) – *Sequence stratigraphy*. Blackwell Science. Oxford, pp. 297.
- 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.
- LETTIERI M.T. & CARTA R. (2005) – *CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – Stato di attuazione del Progetto CARG – Rapporto informativo periodico (aggiornamento settembre 2005)*. APAT - Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo, pp. 55.

- LETTIERI M.T. & CARTA R. (2008) – *CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – Stato di attuazione del Progetto CARG – Rapporto informativo periodico (aggiornamento agosto 2008)*. APAT - Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo, pp. 61.
- MITCHUM R.M.JR, VAIL P.R. & SANGREE J.B. (1977) – *Stratigraphic interpretation of seismic reflexion patterns in depositional sequence*. In: PAYTON C.E. (Ed.) *Seismic stratigraphy – Applications to hydrocarbon exploration*. AAPG Memoir, 26.
- NUMMENDAL D.E. & SWIFT D.J.P. (1987) – *Transgressive stratigraphy at sequence-bounding unconformities: some principles derived from Holocene and Cretaceous examples*. In: D.E. NUMMENDAL, O.H. PILKEY & J.D. HOWARD (Eds.), *Sea-Level Fluctuation and Coastal Evolution*. SEPM Spec. Publ. 41: 241-260.
- PLINT A.G. (1988) – *Sharp-based shoreface parasequences and “offshore bars” in the Cardium formation of Alberta; their relationship to relative changes in sea level*. In: C.K.
- POSAMENTIER, H.W. & ALLEN, G.P. (1993a) - *Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors*. Sed. Geol., 86, 91-109.
- POSAMENTIER H.W. & ALLEN G.P. (1993b) – *Recent advances in sequence stratigraphy: the lowstand and transgressive systems tracts*. AAPG Bull., 77, pp. 1655.
- POSAMENTIER H.W. & VAIL P.R. (1988) – *Eustatic control on clastic deposition. II: Sequence and systems tracts models*. In: WILGUS C.K. et alii (Eds.). *Sea level changes – an integrated approach*. SEPM Special Publication, 42.
- POTTER P.E. & PETTIJOHN F.J. (1963) – *Paleocurrents and basin analysis*. Springer Verlag, Berlin.
- RICCI LUCCHI F. (1978) – *Sedimentologia*. CLUEB, 3 voll.
- SHEPARD F.P. (1954) – *Nomenclature based on sand, silt, clay ratios*. J. Sed. Petrology, 24.
- SELLEY R.C. – *Ancient sedimentary environments*. Chapman & Hall, London.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISTITUTO DI GEOLOGIA MARINA CNR - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:250.000 - Foglio NL 33-10 RAVENNA* (2001).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – REGIONE EMILIA ROMAGNA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 223 - RAVENNA* (2002).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – REGIONE LIGURIA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 248 - LA SPEZIA* (2005).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - REGIONE EMILIA ROMAGNA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 256 - RIMINI* (2005).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - REGIONE EMILIA ROMAGNA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 241 - CERVIA* (2005).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 428 - ARZACHENA* (2005).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 549 - MURAVERA* (2001).
- SWIFT D.J.P. (1975) – *Barrier island genesis: evidence from the Middle Atlantic shelf of North America*. Sedimentary Geology 14:1-43.
- TORTORA P. (1999) – *Una classificazione ternaria su base granulometrica per la descrizione del sedimento sui fondali marini*. Boll. Soc. Geol. It., 118.
- VAIL P.R., AUDEMARD F., BOWMAN S.A., EISNER P.N. & PEREZ CRUZ C. (1991) - *The stratigraphic signatures of Tectonics, Eustasy and sedimentology - an overview*. In: EINSELE et alii (Eds.) “Cycles and events in stratigraphy”, 617-662, Springer-Verlag, Berlin.
- VAIL P.R., HARDENBOL J. & TODD R.G. (1984) – *Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy*. In: J.S. SHLEE (Eds.), *Interregional unconformities and hydrocarbon accumulation*. Am. Ass. Petr. Geol. Memoir 36: 129-144
- VAIL P.R., MITCHUM R.M., TODD R.G., WIDMIER J.M., THOMPSON S., SANGREE J.B., BUBB J.N. & HATLELID W.G. (1977) - *Seismic stratigraphy and global changes of sea level*. – In: PAYTON C.E. (Ed.), *Seismic stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration*, AAPG Mem., 26, 49-212.
- VAN WAGONER J.C., POSAMENTIER H.W., MITCHUM R.M., VAIL P.R., SARG J.F., LOUTIT T.S. & HARDENBOL J. (1988) - *An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions*. – In: WILGUS, C.K. et alii (Eds.) *Sea-Level changes: An integrated approach*, SEPM Spec. Publ., 42, 39-45.
- 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: 357-370.