



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

**RICERCHE STORICO - GEOGRAFICHE DELL'ISOLA D'ELBA, FINALIZZATE
ALLA RICOSTRUZIONE DELL'EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO CON
PARTICOLARE RIGUARDO ALLA LINEA DI COSTA ED ALLE PIANE
COSTIERE**

Dr. ssa Flavia Gabrielli

Tutor: Dr. Maurizio D'Orefice

Co tutor: Dr. Marco Pantaloni

DATA	FIRMA STAGISTA	FIRMA TUTOR	FIRMA RESPONSABILE DI SERVIZIO

RIASSUNTO

L'Elba è l'isola dell'Arcipelago Toscano che presenta la maggiore complessità geomorfologica. In tale contesto si inserisce questa tesi di stage, con particolare attenzione allo studio dell'evoluzione costiera nei tempi passati, attraverso l'analisi di cartografia antica, documenti storici e pubblicazioni scientifiche.

I dati ottenuti e integrati anche con metodologie GIS (Sistemi Informativi Geografici), hanno mostrato per alcuni settori costieri, dei *trend* evolutivi, in accordo con le pubblicazioni scientifiche recenti. Sostanzialmente si può affermare che vi è stata una progradazione delle coste elbane nei secoli passati, fenomeno che si è andato esaurendo verso la metà del '900. Oggi il litorale elbano gode di una relativa stabilità, frutto di una politica regionale volta ad un recupero e conservazione dei litorali.

PREMESSA

Il paesaggio che noi osserviamo non è immutabile nel tempo, ma risulta continuamente interessato da modificazioni e trasformazioni di diversa natura, estensione e intensità. Questa variabilità è molto evidente lungo i litorali, dove i fenomeni di erosione e di sedimentazione sono controllati da molteplici fattori meteo-climatici, geologici, geomorfologici, biologici e antropici. L'elevata dinamicità dell'ambiente costiero si traduce in fasi di arretramento o di avanzamento della linea di costa e pertanto la conoscenza di queste fasi è fondamentale ai fini della ricostruzione delle principali vicende morfoevolutive che hanno interessato quest'ambiente.

In tale contesto s'inserisce questa tesi di stage, il cui scopo è quello di approfondire alcuni aspetti geomorfologici riguardanti il territorio dell'Isola d'Elba, attraverso lo studio dell'evoluzione della linea di riva. La scelta è ricaduta su quest'isola poiché sul suo territorio il Servizio Geologico d'Italia/Dip. Difesa Suolo dell'ISPRA sta realizzando, per fini istituzionali, la Carta Geomorfologica ufficiale alla scala 1:50.000.

Nel corso della sua tesi, la dott.ssa Flavia Gabrielli ha condotto delle ricerche storiche volte a cogliere le variazioni della linea di costa elbana, in un intervallo temporale compreso tra il XVI e il XX secolo. Lo studio ha comportato una paziente ricerca e un'attenta analisi di carte geografiche, topografiche e nautiche antiche, di testi storici, di relazioni tecniche e di pubblicazioni scientifiche. Le riproduzioni dei documenti iconografici reperiti, oltre 40, sono state catalogate e riportate in appendice alla tesi, costituendo così una raccolta di carte antiche, utilizzabile anche per altre ricerche di carattere storico.

L'analisi e il confronto, anche attraverso metodologie GIS della documentazione storica ritenuta più significativa per le finalità preposte, hanno evidenziato, per alcuni settori costieri dell'isola, dei *trend* evolutivi. In particolare, molto interessante si è rilevato il caso della piana costiera della Mola (Elba orientale), dove l'esame di testi storici e il confronto tra carte antiche hanno permesso di valutare, in accordo con quanto riportato in letteratura, un notevole avanzamento della linea di costa a partire dal XIV sec. Un avanzamento, anche se di minore entità, è stato registrato anche a Bagnaia (Elba nord-orientale), nel periodo di osservazione che va dalla fine dell'800 alla metà del 900.

Per quanto concerne i dati più recenti si può affermare che la linea di riva, dopo una fase di consistente erosione nei decenni passati, in questi ultimi anni ha goduto di un periodo di relativa stabilità. Ciò è avvenuto anche grazie a dei ripascimenti artificiali in determinati settori costieri e all'apporto sedimentario eccezionale che alcune spiagge hanno ricevuto in seguito all'alluvione del 2002.

Indice

1. INTRODUZIONE	pag. 5
2. METODOLOGIA	pag. 5
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO-STRUTTURALE	pag. 5
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	pag. 8
5. RICERCA STORICA	pag. 12
5.1. Reperimento della documentazione storica	pag. 12
5.2. Informatizzazione dei documenti cartografici più significativi	pag. 12
5.3. Analisi e problematiche nell'utilizzo della cartografia storica	pag. 13
5.4. Confronto fra le carte storiche	pag. 14
5.5. Analisi di alcuni testi storici	pag. 15
5.6. Raffronto tra carte e utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici	pag. 16
6. REPERIMENTO E ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI RECENTI	pag. 17
6.1. Evoluzione recente delle spiagge elbane	pag. 17
7. CONCLUSIONI	pag. 19
8. BIBLIOGRAFIA	pag. 21
APPENDICE 1: Tabella 1	pag. 24
APPENDICE 2: Carte storiche	pag. 27

1. INTRODUZIONE

Questa tesi di stage rientra nell'ambito del progetto di cartografia geomorfologica promosso dal Servizio Geologico d'Italia/Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT, ora ISPRA; finalizzato alla realizzazione della Carta Geomorfologica dell'Isola d'Elba alla scala 1:50.000. Lo scopo del presente studio è quello di esaminare l'evoluzione della linea di riva dell'Isola d'Elba, per un periodo storico altamente significativo, attraverso l'analisi di cartografia antica, documenti storici, relazioni tecniche e pubblicazioni scientifiche.

Le informazioni ricavate da questa analisi storica, forniscono un utile contributo per la ricostruzione delle principali vicende morfoevolutive che hanno caratterizzato l'isola negli ultimi secoli ed offrono le basi per prevederne le tendenze evolutive future.

2. METODOLOGIA

In questo capitolo sono sinteticamente elencate tutte le operazioni effettuate per raggiungere gli obiettivi prefissati:

- ❖ Ricerca e analisi delle carte, dei testi storici, delle relazioni tecniche e delle pubblicazioni scientifiche riguardanti l'Isola d'Elba.
- ❖ Studio delle carte geologiche e della bibliografia esistente, al fine di conoscere al meglio il territorio in esame.
- ❖ Analisi critica delle problematiche connesse all'utilizzo della cartografia storica.
- ❖ Individuazione di un numero sufficiente di elementi comuni nelle carte di età diversa.
- ❖ Comparazione di cartografia storica con quella attuale, anche attraverso l'utilizzo di Sistemi Informativi Geografici o Territoriali (GIS o SIT).
- ❖ Discussione e conclusioni sull'argomento derivanti dalla sintesi di tutte le informazioni reperite.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'Elba, la maggiore isola dell'Arcipelago Toscano e la terza italiana, è situata di fronte al golfo di Follonica e separata dal Continente dal Canale di Piombino.

L'Elba, per la sua estensione, il particolare assetto morfostrutturale e la varietà litologica, è l'isola dell'Arcipelago Toscano che presenta la maggiore complessità geomorfologia, infatti, la geologia di quest'isola è molto articolata per la presenza, in uno spazio relativamente ristretto (circa 224 km²), di una notevole varietà di rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie caratterizzate da un complesso assetto tettonico, conseguito nel corso di diverse tappe evolutive.

In sintesi, l'evoluzione tettonica dell'Isola d'Elba ha avuto inizio con l'orogenesi Varisica, che ha interessato le unità più profonde dell'edificio strutturale elbano ed in particolare il Complesso Metamorfico di M. Calamita¹ e l'Unità di Ortano².

Nel corso della chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese, verificatasi tra il Cretacico superiore e l'Eocene, è avvenuta la deformazione delle unità liguri e liguri-piemontesi. La successiva fase collisionale, che ha interessato questo settore dell'Appennino settentrionale tra l'Eocene superiore-Oligocene ed il Miocene inferiore, ha determinato la deformazione e l'impilamento delle unità tettoniche (interne) liguri e liguri-piemontesi sulle unità (esterne) toscane.

La fase collisionale è stata seguita, probabilmente a partire dal Miocene inferiore-medio, da una tettonica estensionale che ha causato l'apertura del bacino tirrenico e la risalita prima del plutone granodioritico del M. Capanne (5,8-6,8 Ma: metodo Rb/Sr,³ 6,7-6,9 Ma: metodo Rb/Sr⁴) ed in seguito del più piccolo plutone monzogranitico di La Serra-Porto Azzurro (4,9-5,4 Ma: metodo Rb/Sr⁵; 5,9 Ma: metodo Ar⁴⁰/Ar³⁹⁶). La messa in posto dei corpi intrusivi ha determinato il termometamorfismo delle rocce incassanti, il sollevamento dell'area e lo scivolamento gravitativo dell'intero impilamento di falde⁷. Questo meccanismo di scivolamento gravitativo ha portato alla traslazione verso est ed alla sovrapposizione anomala delle unità tettoniche formatesi nella fase collisionale: si è così delineata una struttura a scaglie tettoniche embricate e ripetute, separate da superfici di scorrimento suborizzontali. Le ultime fasi di risalita del plutone di La Serra-Porto Azzurro possono, inoltre, aver ulteriormente deformato le precedenti strutture del M. Calamita e prodotto la blanda megantiforme del promontorio omonimo¹.

L'intero edificio strutturale elbano è stato, infine, disarticolato da una fase tettonica distensiva, di probabile età Miocene superiore-Pliocene inferiore, che ha dato luogo a faglie normali ad alto angolo ad andamento prevalente N-S⁸, NE-SO e NO-SE¹.

¹ GARFAGNOLI *et al.* (2005)

² PANDELI & PUXEDDU (1990)

³ JATEAU *et al.* (1984)

⁴ FERRARA & TONARINI (1985; 1993)

⁵ SAUPÈ *et al.* (1982)

⁶ MAINERI *et al.* (2003)

⁷ TREVISAN (1950)

⁸ BARBERI *et al.* (1969); BORTOLOTTI *et al.* (2001)

Da un punto di vista litologico l'isola è divisibile in tre zone distinte (figg. 1 e 2): ad est la regione del Monte Calamita e di Cima del Monte, che giunge sino alla fascia pianeggiante posta fra il golfo di Portoferraio e quello di Stella; al centro i colli di S. Martino-Reciso-Orello, che sono separati dalla parte occidentale dell'isola dalla fascia pianeggiante che unisce il golfo di Procchio a quello di Marina di Campo; infine ad ovest l'area del Monte Capanne. La zona orientale, divisa in due dalla piana di Mola, è prevalentemente collinare, divisa in due dalla piana di Mola, dominata a nord dalla Cima del Monte (516 m) e a sud dal Monte Calamita (413 m). La costa è alta, rocciosa e frastagliata, con l'unica grande insenatura del golfo di Porto Azzurro. Questa zona presenta una struttura complessa, che può essere divisa in due sottozone, una meridionale ed una settentrionale. La prima comprende il promontorio meridionale di Monte Calamita formato da micascisti di probabile età precarbonifera, attraversati da numerosi filoni aplitici e granodioritici, marmi bianchi saccaroidi, quarziti e dolomie; nella zona di Capoliveri sono inoltre presenti litotipi cretacici in facies di flysch, interessati da frequenti intrusioni filoniane e di ammassi granodioritici. La sottozona settentrionale mostra una maggiore varietà di litotipi rispetto a quella meridionale; essa è infatti costituita da scisti ardesiaci e carboniosi, argilloscisti, anageniti,

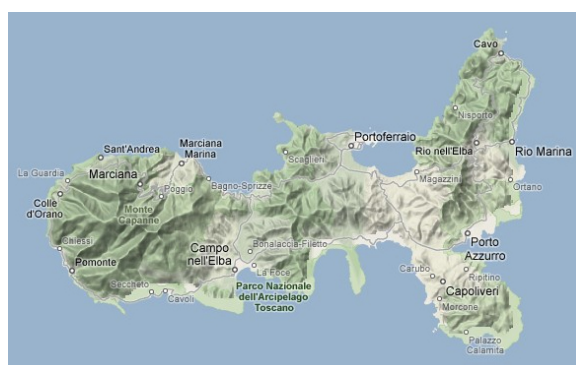


Fig. 1- Carta geografica dell'Isola d'Elba (tratta da *Google maps*).

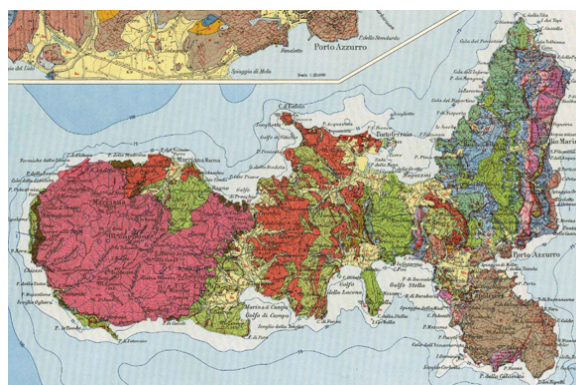


Fig. 2 - Foglio 126 "Isola d'Elba" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. (Servizio Geologico d'Italia, 1969)

quarziti, marmi, calcescisti, filladi, serpentini, diabasi, diaspri, arenarie quarzifere e puddinghe del Permiano, oltre che da varie formazioni carbonatiche mesozoiche.

La zona centrale dell'Elba è formata da modesti rilievi collinari, tra i quali domina il Monte Tambone (379 m), e lembi di pianura. La costa è ricca di penisole e insenature; tra le prime possiamo citare: Capo Stella, Capo di Fonza, Capo di Poro, P.ta Agnone, Punta Penisola, Capo d'Enfola, Capo Bianco, Punta della Madonnina (Portoferraio). Dal punto di vista litologico in quasi tutta la zona centrale affiorano formazioni flyschoidi del Cretacico e del Paleocene, interessate da estese intrusioni di porfidi a composizione granitico-granodioritica, in forma di espandimenti, ammassi irregolari e filoni; l'estremo settore orientale della zona in esame è, invece, costituito da serpentini, gabbri e diabasi.

La parte occidentale dell'isola, prevalentemente montuosa, è caratterizzata dall'imponente presenza del massiccio del Monte Capanne, che con i suoi 1.018 metri di altezza rappresenta la vetta più alta dell'Arcipelago Toscano.

Le coste sono alte e rocciose, con piccole insenature che ospitano spiagge di sabbia o ghiaia. Litologicamente questa parte è costituita dalla grande massa granodioritica del Monte Capanne, alla cui base si trovano modesti affioramenti di rocce sedimentarie e ofiolitiche termometamorfosate, frammiste ad intrusioni porfiriche.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

“L'Elba si erge da una piattaforma continentale, che si estende dal litorale toscano sino al Canale di Corsica. La relativa regolarità del fondale marino, appartenente all'area di piattaforma circostante l'Elba, è interrotta a nord e a sud dalle depressioni che si immettono rispettivamente nel bacino marino ubicato tra Capraia ed il continente ed in quello situato tra Montecristo ed il Giglio, e ad ovest dalla dorsale sottomarina Elba-Pianosa⁹, allungata in direzione N-S parallelamente al Bacino Corso.

L'assetto e l'evoluzione geomorfologica dell'Isola d'Elba sono poco noti, anche a causa della mancanza in affioramento di sedimenti marini neogenici e quaternari e della scarsità di depositi continentali quaternari; questi ultimi, infatti, si rinvencono in areali piuttosto ristretti e sono principalmente costituiti da depositi alluvionali, di spiaggia, eolici, di versante e da coltri eluvio-colluviali.”¹⁰.

Ad uno sguardo d'insieme il territorio elbano è caratterizzato da un'orografia abbastanza vivace e di solito accidentata (fig. 3), frutto di un'intensa morfoselezione da parte dei processi esogeni, che hanno scolpito il substrato roccioso, costituito da un'estrema varietà di litotipi, spesso contraddistinti da un complesso assetto tettonico-strutturale. Tale assetto, non solo determina l'orientazione preferenziale degli elementi morfologici principali, ma indirizza anche l'azione dei principali agenti geomorfici. Prendono corpo, in questo modo, le ampie e

⁹ WEZEL (1982)

¹⁰ D'OREFICE *et al.* (2007)

numerose superfici strutturali che caratterizzano interi settori dei versanti del M. Capanne, nell'Elba occidentale, le scarpate strutturali e gli *hogback* presenti alla sommità della dorsale M. Castello-M. Mar di Capanna e del M. Orello, nell'Elba centro-orientale, e i versanti di faglia, spesso contraddistinti da faccette triangolari e trapezoidali, nell'Elba nord-orientale¹¹.

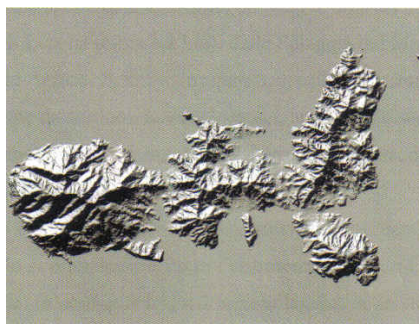


Fig. 3 – Rilievo ombreggiato dell'isola d'Elba, ricavato dal Modello Digitale del Terreno dell'IGM.

Sull'isola predominano le forme d'erosione rispetto a quelle di deposizione. Tra le prime, lungo tutto il perimetro costiero, prevalgono i morfotipi marini, che danno un'impronta peculiare al paesaggio litoraneo di quest'isola.

Ne sono un suggestivo esempio le falesie, che con valori di altezza variabili da circa 10 m a più di 100 m, bordano alla stregua di inaccessibili bastioni, la gran parte dell'Isola d'Elba. La loro apparente stabilità è, comunque, continuamente minata alla base dall'intensa dinamica marina, che inesorabilmente ne sta provocando il loro arretramento per successivi fenomeni gravitativi. La retrogressione delle falesie è testimoniata dalla presenza di numerosi scogli emersi e semisommersi, di isolotti, di faraglioni e di innumerevoli massi accumulati alla base delle pareti rocciose costiere. Questi accumuli gravitativi in genere sono provocati da frane di crollo, ribaltamento e da scorrimenti di blocchi e di cunei rocciosi lungo piani di discontinuità preesistenti¹¹.

Ad eccezione delle attuali spianate di abrasione marina, quelle di età più antica sono molto scarse e spesso d'incerta attribuzione genetica e cronologica per l'assenza di depositi marini o di elementi diagnostici certi. Appartengono a questa categoria i piccoli lembi rinvenuti a quote diverse all'Isola d'Elba (area di Fetovaia, S. Andrea, Marciana Marina, e settore NE del promontorio del Calamita)¹¹.

Dove la continuità delle coste alte a falesia è interrotta, si aprono delle baie o dei veri e propri golfi, che ospitano delle spiagge sabbiose o ghiaiose, alimentate prevalentemente da piccoli corsi d'acqua e, subordinatamente, dall'erosione dei tratti di falesia limitrofi. Le spiagge, in genere, hanno una larghezza limitata (poche decine di metri), ma in alcuni casi possono raggiungere lunghezze di un certo rilievo, come nelle località balneari di Marina di Campo

¹¹ D'OREFICE *et al.* (in stampa)

(circa 1,2 km), di Procchio (circa 1 km), di Lacona (circa 1,2 km), della Spiaggia del Margidore (circa 0,7 km) e di Magazzini-Schiopparello (circa 2 km). In queste località, le zone di retrospiaggia sono frequentemente interessate da cordoni dunari olocenici, attualmente stabilizzati dalla vegetazione e intensamente antropizzati. In base ai dati di alcuni pozzi per acqua, questi corpi sabbiosi dunari possono raggiungere spessori di circa 50 m¹².

Le aree di retrocordone erano spesso occupate da antiche lagune costiere che, come nel caso di Magazzini-Schiopparello si estendevano verso l'entroterra per circa 1 km. Molto probabilmente nella rada di Portoferraio, in corrispondenza di queste lagune, sono state realizzate delle antiche saline, oggi in gran parte non più riconoscibili¹².

Testimonianza di più antichi depositi dunari sono le quarzoareniti bioclastiche affioranti in più punti dell'Elba (Cavo, Cala Mandriola, Cala Cancherelli, Viticcio, Scaglieri, Biodola, Capo Stella, tra la Punta di Zuccale e la Cala dell'Innamorata, a est di Capoliveri e nella Valle Lazzaro). Si tratta di eolianiti formatisi nel corso di periodi di basso stazionamento del livello marino, avvenuti durante i due stadi freddi dell'ultimo glaciale (stadio isotopico 4 e 2)^{13 14}

Spostandoci verso l'entroterra ai processi di tipo marino-costiero ed eolico, subentrano il processo fluvio-denudazionale e quello di alterazione meteorica¹².

Il processo gravitativo, invece, oltre ad operare lungo i versanti della fascia costiera, dove agisce in stretta connessione con il modellamento marino, si manifesta con varie tipologie di forme d'erosione e d'accumulo anche nei versanti interni¹².

Se il processo marino ha dato una forte connotazione al paesaggio costiero dell'Elba, quello fluvio-denudazionale, ne ha caratterizzato le zone interne, dando luogo ad una serie di morfotipi prevalentemente erosivi, come valli fluviali, vallecule a "V" e a conca, solchi da ruscellamento concentrato, forre, superfici soggette a dilavamento diffuso, creste più o meno affilate. Sia i solchi da ruscellamento concentrato, sia le vallecule a "V" hanno in genere un percorso breve (non più di 3 o 4 km in quest'ultimo caso), un'elevata pendenza ed un andamento spesso rettilineo. Molte di queste vallecule raggiungono direttamente il mare e in alcuni casi, in corrispondenza del loro sbocco sulla falesia, danno luogo a valli sospese¹².

Ad una rilevante presenza di morfotipi erosivi si contrappone una minore diffusione delle forme di accumulo di origine fluvio-denudazionale. Queste sono soprattutto rappresentate

¹² D'OREFICE *et al.* (in stampa)

¹³ CREMASCHI & TROMBINO (1998)

¹⁴ D'OREFICE *et al.* (2007)

dalle pianure alluvionali e costiere debolmente inclinate che caratterizzano aree abbastanza limitate dell'Elba centro-orientale (Magazzini, Schiopparello, San Giovanni, fosso della Valdana-Mola, San Martino, Lacona, Campo nell'Elba, Porto Azzurro). Più significativa risulta la presenza di depositi di origine colluviale, che ammantano, con spessori abbastanza elevati (in genere superiori al metro), il settore inferiore e medio dei versanti collinari. L'abbondanza di questi depositi è stata sicuramente favorita dalla intensa deforestazione e dai numerosi incendi che si sono susseguiti in queste isole almeno sin dai tempi protostorici e che hanno condotto all'instaurarsi di ripetute dinamiche di erosione accelerata del suolo e di dilavamento dei versanti¹⁵.

Nel settore occidentale dell'Isola d'Elba (M. Capanne), la presenza di un substrato intrusivo di tipo granitico, peraltro intensamente fratturato, ha favorito il processo di alterazione meteorica, che ha dato luogo a spettacolari forme d'erosione quali, cataste di blocchi (*tor*), sculture alveolari, tafoni, nonché a spesse coltri d'alterazione¹⁵.

Il modellamento carsico, essendo legato all'esistenza di un substrato carbonatico è scarsamente rappresentato nell'isola. Infatti, esso è limitato ad alcune aree dell'Elba nord-orientale, dove affiorano litotipi relativamente carsogeni, come la formazione dei Calcari a Calpionella, costituita essenzialmente da calcilutiti silicee con rari interstrati argillitici¹⁵.

La dinamica gravitativa è particolarmente evidente nei rilievi interni dell'isola, caratterizzati da una significativa energia del rilievo¹⁵.

I fenomeni gravitativi sono principalmente rappresentati da scarpate di degradazione, frane di crollo e scorrimento, piuttosto rare risultano, invece, le frane di colamento. Non vanno inoltre trascurati gli accumuli detritici presenti alla base dei versanti, che in alcuni casi (Elba centrale e nord-orientale) sono organizzati in falde detritiche stratificate di considerevole spessore. Tra le forme di origine gravitativa, vanno annoverati anche i depositi di colata da trasporto in massa del tipo *debris flow*, i quali costituiscono nel settore occidentale dell'isola le forme di accumulo più importanti sia dal punto di vista volumetrico sia per la loro pericolosità geomorfologica. Infatti, considerando che fenomeni del genere si sono manifestati anche in tempi recenti, come nella valle di Pomonte (versante meridionale del M. Capanne) nel 1990, raggiungendo direttamente il mare, appare chiaro l'elevato grado di rischio a cui sono soggetti i centri abitati e le infrastrutture maggiormente concentrate proprio in concomitanza dello sbocco al mare delle principali valli¹⁵.

¹⁵ D'OREFICE *et al.* (in stampa)

L'Isola d'Elba è stata sede d'insediamenti antropici sin dai tempi preistorici. In tempi protostorici e storici lo sfruttamento minerario, congiuntamente con lo sfruttamento insediativo (agricoltura e pastorizia), ha portato a numerosi e importanti cambiamenti dell'ambiente fisico e del paesaggio. In questo contesto i terrazzamenti agricoli costituiscono la principale espressione della morfogenesi antropica; a questi vanno aggiunte le forme e i depositi riguardanti l'attività estrattiva, le aree urbanizzate, gli interventi di sistemazione idraulica e le infrastrutture portuali¹⁶.

5. RICERCA STORICA

5.1. Reperimento della documentazione storica

La documentazione storica presa in considerazione nell'ambito di questo studio riguarda essenzialmente le carte geografiche nautiche e topografiche antiche.

Sono state, inoltre, consultate alcune pubblicazioni che fanno riferimento a carte e testi storici, da cui sono state tratte utili informazioni ai fini della ricostruzione della linea di costa.

Il set di carte antiche è stato reperito presso le varie biblioteche di Roma, ma soprattutto attraverso le risorse elettroniche, come banche dati *on line* e collezioni private (archivi fotografici, raccolte, miscellanee).

Queste carte appartengono ad un intervallo di tempo significativo (1400-1900) per poterne apprezzare una variazione della linea di riva.

Nella tabella 1, riportata nell'Appendice 1, sono state elencate tutte le carte storiche recuperate nel corso della presente tesi, le opere da cui sono tratte, il loro anno di pubblicazione, l'autore o gli autori, nonché i luoghi ove sono conservate o esposte o reperite (biblioteche, musei, archivi, istituti, ecc.).

L'Appendice 2 contiene, invece, le riproduzioni di tutti i documenti iconografici raccolti, acquisiti in formato digitale e stampati in formato ridotto.

5.2. Informatizzazione dei documenti cartografici più significativi

Gran parte del lavoro è consistito nella individuazione e nel reperimento delle fonti iconografiche utili a testimoniare una ricostruzione del paesaggio, con particolare riguardo all'evoluzione della costa elbana.

Questi documenti sono stati acquisiti direttamente in formato digitale sia da banche dati *on line*, sia dagli originali stessi.

Tale procedura permette la visualizzazione delle mappe sullo schermo di un computer e la loro gestione da parte di *software* di grafica.

¹⁶ D'OREFICE *et al.* (in stampa)

Successivamente si è proceduto alla georeferenziazione in ambiente GIS (software ARCGIS-ESRI, versione 9.0) solo di quelle carte che si prestavano ad essere sovrapponibili e confrontabili con produzioni cartografiche più recenti.

Dato che le cartografie storiche sono prive di un sistema di riferimento geografico, o ne possiedono uno diverso da quelle odierne, la loro georeferenziazione è stata effettuata tramite l'identificazione di punti invariati nel tempo, riconoscibili sulle cartografie attuali, i quali sono stati utilizzati per l'assegnazione delle coordinate geografiche¹⁷.

5.3. Analisi e problematiche nell'utilizzo della cartografia storica

“L'utilizzo della cartografia storica e delle informazioni in essa contenute comporta alcuni problemi derivanti, in primo luogo, dai metodi adottati in passato, talvolta molto diversi da quelli attuali, per la rappresentazione di un territorio sia dal punto di vista dei contenuti che da quello della stessa rappresentazione grafica; ovvero l'utilizzo di sistemi di rappresentazione del territorio non zenitali, non geometrici o semplicemente ‘imprecisi’”¹⁸.

Queste problematiche sono state riscontrate anche nell'ambito del presente lavoro, in cui uno dei principali limiti, connesso all'impiego della cartografia storica, è stato appunto la difficoltà oggettiva insorta nel confronto tra le rappresentazioni contemporanee del paesaggio e le mappe storiche, non solo attraverso le tradizionali metodologie di ricerca, ma soprattutto con i sistemi informativi geografici (GIS).

Limitandoci ad un solo esempio, si vada dall'assenza di scala riportata nella maggioranza delle fonti cartografiche del XVI e XVII secolo, alla modalità plastigrafica delle vedute “a volo d'uccello”¹⁹ tra XVI e XVIII secolo, fino a quella iconografica delle piante in proiezione dall'alto. Le rappresentazioni dell'ultimo gruppo, anche se costruite con metodi diversi, risultano geometricamente confrontabili con le cartografie attuali. Si deve però tener presente il fatto che queste cartografie, nonostante siano di notevole precisione per l'epoca in cui sono state realizzate, presentano spesso problemi legati ad errori metrici superiori all'errore di graficismo convenzionalmente accettato.¹⁷

Le ‘imprecisioni’ caratterizzanti la cartografia pre-moderna rendono difficoltoso il corretto posizionamento, e quindi la sovrapponibilità, degli oggetti geografici in uno spazio georeferenziato come quello dei GIS.

“Pur riconoscendo l'importanza, ai fini dell'interpretazione, del sistema di rappresentazione adottato da una carta antica, talvolta con caratteristiche di grande immediatezza e funzionalità comunicativa, dobbiamo considerare la sua mancanza di accuratezza come una deformazione, naturalmente dal punto di vista geometrico.”¹⁸

¹⁷ LEO (2001)

¹⁸ DE SILVA (2005)

¹⁹ Rappresentazione del territorio in prospettiva, per come può essere vista da un punto elevato sulla superficie della terra, sulla quale i dettagli sono rappresentati come se fossero proiettati su un piano obliquo

Oltretutto si deve tener conto di una serie di deformazioni che si vengono ad aggiungersi nelle fasi di riproduzione e di acquisizione digitale di una carta antica. Infatti, un problema frequentemente riscontrato nella fase di analisi e comparazione delle fonti cartografiche è stato quello della non corrispondenza della scala.

Queste problematiche, connesse sia alle 'imprecisioni', che alla digitalizzazione delle relative carte, hanno fortemente influenzato la catalogazione, nonché la individuazione delle fonti cartografiche più pertinenti.

Un primo esame del materiale recuperato ha consentito di distinguere, in funzione degli scopi prefissati, i documenti cartografici in tre tipologie: a) carte utilizzabili per misure quantitative; b) carte utilizzabili solo a fini qualitativi; c) carte inutilizzabili.

Da quest'analisi è emerso che circa il 52% delle carte rientra nella tipologia c, il 38 % appartiene alla tipologia b e solo il 10% risulta utilizzabile per una comparazione con la cartografia attuale.

5.4. Confronto fra le carte storiche

Il confronto tra carte di periodi diversi consente di valutare non solo la quantità e la qualità delle trasformazioni, ma anche la tendenza che esse seguono nell'arco di tempo esaminato.

“Nel contesto degli studi geostorici risulta conveniente l'utilizzo di cartografia storica, in quanto questa riveste un ruolo privilegiato ai fini della ricostruzione della linea di riva, non solo in virtù della ricchezza del contenuto informativo, ma anche grazie al fatto che gli elementi in essa contenuti risultano, in maniera più o meno accurata, posizionati e relazionati in una rappresentazione dello spazio geografico.”²⁰

Tra le numerose carte raccolte, in particolare, di grande interesse si è rivelata una carta francese del 1791²¹ (Appendice 1 e 2) riprodotte l'Elba con particolare dovizia, in cui sono raffigurate delle profonde insenature in corrispondenza della foce del fosso Galeo (Campo nell'Elba) e in prossimità della località Tallinucci (Golfo della Lacona); attualmente sono presenti in questi luoghi delle spiagge dette a 'tasca' (*pocket beach*). Inoltre, rientranze, seppur meno marcate, si notano anche nei pressi delle attuali spiagge di Margidore e di Capoliveri.

Nel golfo di Portoferraio sono rappresentate, invece, delle zone lagunari in località Schiopparello ed è presente un fossato che separa la città fortificata dal resto dell'isola, che verrà colmato solo agli inizi del secolo scorso, in funzione del nuovo sviluppo extraurbano avviato sotto la spinta industriale indotta dalla nascita degli altiforni.

²⁰ DE SILVA (2005)

²¹ TRANCHOT-Plan de l'Ile d'Elbe

Stesse valutazioni si possono trarre anche da un'altra carta francese del 1815²² (Appendice 1 e 2), mentre la bassa risoluzione della carta nautica del 1851²³ (successivamente impiegata per un confronto in ambiente GIS) non permette delle grandi considerazioni, ma intuitivamente si può notare come il golfo di Porto Longone (ora di Porto Azzurro) sia più pronunciato rispetto ad oggi (Appendice 1 e 2).

Complessivamente le carte francesi del XVIII e XIX secolo, qui raccolte, riproducono scrupolosamente la morfologia delle coste elbane, quindi meglio si prestano ad una analisi dei particolari; esse, tuttavia, presentano delle deformazioni nella rappresentazione generale dell'isola.

5.5. Analisi di alcuni testi storici

La ricerca cartografica storica è stata integrata mediante la consultazione di pubblicazioni scientifiche che fanno riferimento a carte e testi storici, da cui possono essere desunte informazioni utili per la ricostruzione della linea di costa.

Ad esempio nel lavoro sulle 'Risorse Idriche dell'Isola d'Elba'²⁴, gli Autori riferiscono come da vecchi documenti risulti, per la zona di Portoferraio, una tendenza al colmamento della Rada, con conseguente progradazione della linea di costa. Condizione raffigurata anche in una carta del 1759²⁵, che riporta la situazione della Rada nel momento di massimo sviluppo.

Un'ulteriore conferma di questo *trend*, si ha attraverso il confronto effettuato dagli Autori del lavoro sopra citato, sempre per la Piana di Portoferraio, tra la carta nautica del 1882²⁶ e la stessa aggiornata al 1948, in cui si rileva un avanzamento di circa 80 m del delta del fosso della Madonnina.

Nella corposa monografia dedicata alla 'Descrizione geologica dell'Isola d'Elba'²⁷ viene citato un fatto storico molto importante ai fini del nostro studio, riportato anche in vecchi testi, che riferisce della circostanza in cui il Papa Gregorio XI, nel 1376, di ritorno da Avignone per Roma con le sue galere, attraccò a causa di un violento fortunale ad Aiali, nel golfo di Portolongone (oggi Porto Azzurro). Attualmente questo luogo, facente parte del Comune di Capoliveri, si trova a più un chilometro dal mare.

Sempre nelle 'Risorse Idriche dell'Isola d'Elba' viene riportato dell'avanzamento della spiaggia di Mola, ottenuto dal confronto della tavoletta topografica del 1958 con la carta del

²² TARDIEU - *Carte dell'Ile d'elbe*

²³ ANONIMO - *Carte particuliere Des Cotes d'Italie*

²⁴ BENCINI *et al.* (1986)

²⁵ VENTURI - *Carta della Rada di Portoferraio*

²⁶ *Carta nautica della rada di Portoferraio* (1882-1948)

²⁷ COCCHI (1871)

1851²⁸, in cui si ha un avanzamento della costa di circa 100 m; mentre dal raffronto con la carta del 1882, si ha un accrescimento della linea di riva di soli 30 m negli ultimi 70 anni. Si avrebbe, quindi, una diminuzione di velocità di progradazione della linea di costa.

Queste informazioni contenute nella cartografia antica ed integrate anche da fonti storiche, che ne attestano la veridicità, forniscono un utile aiuto per la ricerca di settori costieri da comparare con produzioni cartografiche più recenti.

5.6. Raffronto tra carte e utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici

Il documento base da cui si è partiti per la comparazione con le carte storiche selezionate (vedi par. 5.3.) è costituito dalla cartografia in scala 1:25.000 prodotta dall'IGM per l'Isola d'Elba nell'edizione del 1958.

In pratica, si è proceduto, in prima analisi, all'acquisizione di elementi comuni invariati nel tempo tra le varie carte (strade, incroci, corsi d'acqua, cime montuose, promontori, ecc.) e successivamente ad un raffronto manuale, dopo aver ricostruito la scala di rappresentazione.

Nel corso di questa fase sono state raffrontate le tavolette dell'IGM, rilevate nel 1887 e aggiornate al 1894, con quelle del 1958 (Appendice 1 e 2). In questo modo, dall'analisi dei principali settori costieri dell'isola, non sono state rilevate variazioni apprezzabili della linea di riva, ad eccezione di Marina di Campo, dove nel periodo 1894-1958 è risultato un avanzamento della linea di costa grosso modo di 150 m. Tale avanzamento, comunque, sembra arrestarsi nei decenni successivi, come emerge dal raffronto tra la tavoletta Marina di Campo del 1958 e una base topografica più recente²⁹.

Considerate le difficoltà pratiche insite nel raffronto manuale e i margini di errore elevati propri di questo metodo, si è fatto ricorso, per un'analisi più affidabile, all'utilizzo di un GIS.

In prima istanza si è proceduto con la georeferenziazione della carta nautica del 1883/84³⁰ (Appendice 1 e 2). Questa procedura, nonostante il numero elevato di punti di riferimento considerati, ha fornito una stima di errore di circa 50 m, distribuito su tutta la carta.

In secondo luogo si è provveduto al confronto digitale tra la carta nautica e quella topografica di riferimento del 1958. Tale confronto, effettuato area per area in modo da attenuare l'errore, ha confermato, per il periodo considerato, una prevalente stabilità dei settori costieri elbani, compreso anche quello di Marina di Campo. Da questo quadro di relativa stabilità si discostano, tuttavia, i settori di Bagnaia e della piana della Mola (Porto Azzurro), che, tra il 1883/84 e il 1958, registrano un avanzamento della costa intorno ai 70-80 m.

²⁸ *Carta topografica dello Stato Pontificio e del Granducato di Toscana* (1851)

²⁹ KOMPASS (2000)

³⁰ CARTA NAUTICA (1883-84)

Questo trend è confermato dal confronto della carta francese delle coste italiane (Appendice 1 e 2), realizzata nel 1851, con il documento base del 1958. Infatti, da questo raffronto è emerso che nell'area della piana costiera della Mola si è avuto un avanzamento di circa 130 m, tra il 1851 e il 1958. Naturalmente, anche questo dato è affetto da un certo margine di errore, che inizialmente era di circa 200 m, a causa della bassa risoluzione e delle relative deformazioni, ma che successivamente è stato ridotto sensibilmente, adattando volta per volta le singole aree alla cartografia di riferimento del 1958.

6. REPERIMENTO E ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI RECENTI

Lo studio finalizzato alla ricostruzione delle tendenze evolutive del litorale elbano, è stato completato mediante l'aggiunta di dati recenti tratti da relazioni tecniche. In particolare è stato esaminato il nuovo Piano d'Indirizzo Territoriale della Toscana (PIT 2005-2010), volto a una gestione integrata della costa ed a interventi prioritari di recupero e riequilibrio del litorale per contrastare l'erosione costiera, e il Progetto BEACHMED-e (gestione strategica e difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle aree costiere del Mediterraneo).

Il Progetto Beachmed-e è un'iniziativa europea che prosegue il lavoro iniziato con il precedente progetto Beachmed, che si è concluso nel dicembre 2004. Nello specifico esso si dedica alla gestione e al recupero delle risorse sedimentarie nei bacini fluviali e lungo le coste, alle tecniche di monitoraggio dell'erosione costiera, alla ricerca in mare di giacimenti di sabbia da utilizzare negli interventi di difesa dei litorali, alla valutazione d'impatto ambientale degli interventi di difesa.

6.1. Evoluzione recente delle spiagge elbane

Come riportato nel PIT, i dati relativi all'evoluzione delle spiagge dell'Isola d'Elba, suggeriscono che alcuni decenni addietro l'ampiezza delle spiagge fosse significativamente maggiore di quanto non lo sia oggi.

Questi dati sono stati estrapolati dal confronto di documenti cartografici e fotografici più antichi ed interpolati con nuovi rilievi eseguiti dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, nell'ambito di un progetto di riqualificazione delle spiagge mediante il ripascimento con sedimenti prelevati a mare su incarico della Regione Toscana e dell'ARPAT.

“Per quanto riguarda le spiagge elbane, che pure hanno subito una consistente erosione nei decenni passati, i dati relativi alle tendenze attuali indicano che dei 9.432 metri di litorale studiato in 25 spiagge, solo 3.334 metri risultano in erosione (35%). Va evidenziato comunque che nell'84% della lunghezza totale delle spiagge studiate lo spostamento della linea di riva nell'ultimo periodo è compreso entro i 5 metri, cioè nell'ordine di grandezza dell'errore previsto. Tuttavia, non è stato possibile utilizzare tutti i rilievi disponibili e immediatamente dopo

l'alluvione del 2002. Il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze ha fatto eseguire il rilievo di alcune spiagge che mostravano i segni di un forte apporto sedimentario; questi dati indicano spesso accrescimenti della spiaggia il cui significato è ancora oggetto di studio.

I dati relativi al confronto fra le linee di riva più recenti, rilevate con metodo celerimetrico diretto o con DGPS, indicano che le spiagge dell'Elba hanno goduto, negli ultimi anni, di una relativa stabilità, ad eccezione di quelle in cui gli interventi antropici hanno modificato il quadro morfologico attraverso la costruzione di opere a mare (Golfo di Campo) o direttamente sull'arenile (Sant'Andrea e Lacona). I rilievi del 2002 e del 2004 mostrano, per alcuni arenili, l'inversione del *trend* evolutivo che li aveva caratterizzati nel decennio 1987-1997: la progressione di queste spiagge è da attribuire a cospicui ripascimenti artificiali (Cavo), oppure all'input sedimentario eccezionale che alcune spiagge hanno ricevuto in seguito all'alluvione verificatasi nel settembre del 2002 (Capoliveri, Procchio e Lacona).³¹

Questo *trend* evolutivo viene confermato anche nella conferenza tenutasi a Firenze nel febbraio 2008, nella quale sono stati esposti i risultati dell'Operazione Quadro Regionale Beachmed-e (fig. 4). Da questa conferenza è emerso che, considerate le caratteristiche delle spiagge elbane, racchiuse entro promontori rocciosi ed alimentate prevalentemente da piccoli corsi d'acqua e subordinatamente dall'erosione dei tratti di falesia limitrofi, i principali elementi che possono modificare il bilancio sedimentario delle spiagge sono quelli legati alle variazioni di uso del suolo all'interno dei bacini idrografici dei piccoli corsi d'acqua alimentatori.

“I dati ISTAT relativi ai censimenti agricoli degli anni 1970, 1982 e 1990 sono estremamente indicativi in proposito: in venti anni si sono persi quasi 2.800 ettari di superficie agricola, pari al 62,6% del totale. Osservazioni dell'attuale copertura vegetale e di documenti fotografici di vario tipo indicano che nel dopoguerra le superfici utilizzate dall'agricoltura erano ancora più estese di quelle registrate nel 1970.

Il processo di abbandono delle campagne verso attività più redditizie legate all'industria turistica si era già quasi esaurito negli anni Settanta, ed è certo che l'attuale tasso di erosione del suolo, a cui è dovuta la produzione di sedimenti idonei all'alimentazione delle spiagge, deve essere assai inferiore a quello che caratterizzava un territorio estesamente utilizzato da attività agricole, quale era quello elbano fino alla metà del secolo scorso. Lo spostamento delle attività dal settore agricolo a quello terziario, ed in particolare verso l'industria turistica, ha, per ironia della sorte, determinato la parziale scomparsa proprio di quella risorsa su cui il turismo si basa: le spiagge.”³²

³¹ CIPRIANI *et al.* (2006)

³² CIPRIANI (2008)

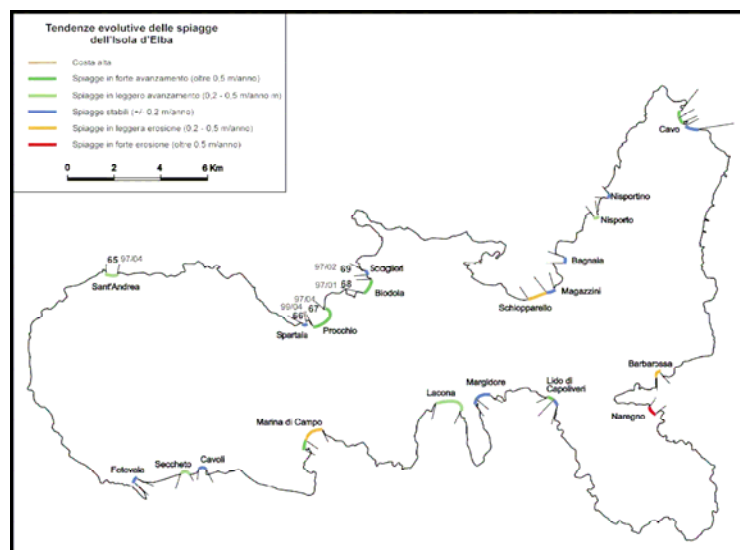


Fig. 4 - Tendenze evolutive delle spiagge dell'Isola d'Elba espresse sulla base del tasso di spostamento medio della linea di riva (dal Progetto Beachmed-e, 2008).

7. CONCLUSIONI

Nonostante la notevole quantità di carte storiche recuperate (ben 42), soltanto le più recenti (a partire dal 1850) si sono rivelate utilizzabili ai fini dello studio quantitativo della variazione della linea di costa, in quanto realizzate con criteri più moderni.

Tuttavia, una discreta parte delle carte più antiche (circa il 38%) consente di effettuare delle valutazioni qualitative abbastanza interessanti. Ad esempio la carta francese del 1791, (come anche quella del 1815), evidenzia, in corrispondenza delle attuali spiagge di Marina di Campo e di Lacona delle profonde insenature che, data l'accuratezza con cui è stata realizzata questa carta, inducono a ritenere assai probabile una linea di costa molto più arretrata di quella odierna. Questa ipotesi può essere estesa anche alle spiagge di Margidore e di Capoliveri, dove però tali rientranze sono meno pronunciate. In tale carta, inoltre, nella zona tra Schiopparello e Portoferraio sono rappresentate delle estese aree lagunari, mentre in corrispondenza del centro abitato di Portoferraio è ben evidente un fossato che separa la città fortificata dal resto dell'isola. Tale fossato, colmato solo agli inizi del secolo scorso, è riportato nella maggior parte delle carte antiche recuperate.

Le misure quantitative mostrano come in un quadro di relativa stabilità delle aree costiere elbane nel periodo d'osservazione che va dal 1851-1958, i settori di Bagnaia e della piana della Mola (Porto Azzurro) registrino una sensibile progradazione della linea di riva. Nel caso di Bagnaia si ha, nel periodo 1883/84-1958, una progradazione della costa intorno ai 70-80 m, con una velocità di avanzamento di 1 m all'anno. Per quanto riguarda, invece, la piana della Mola, l'accrescimento è risultato essere di 130 m tra il 1851 e il 1958, con una velocità di avanzamento di 1,2 m all'anno.

Quest'ultimo risultato è in linea con quanto riportato in un documento antico di cui fanno menzione alcuni Autori³³, da cui si rileva una progradazione della linea di riva, in poco meno di sei secoli, superiore al chilometro, con una velocità media di 1,5 m/anno. La velocità di tale avanzamento, comunque, non è stata costante nel tempo, essa, infatti, è passata da circa 1,8 m/anno del periodo 1851-1883/84 a 1 m/anno del periodo 1883/84-1958. Con l'avvicinarsi ai nostri giorni si avrebbe, pertanto, una diminuzione della velocità di avanzamento della linea di costa.

In definitiva l'analisi qualitativa e quantitativa dei documenti storici reperiti ha evidenziato una sensibile progradazione di buona parte delle piane costiere elbane (golfo di Portoferraio, di Campo, di Lacona e Stella; baie della Mola e di Bagnaia) nei secoli passati, fenomeno che si è andato, comunque, esaurendo verso la metà del '900, in concomitanza con l'abbandono progressivo dell'attività agricola per il settore terziario del turismo. Questo ha prodotto un diverso uso del suolo, che ha favorito la rinascita di una fitta ed estesa copertura boschiva con conseguente diminuzione del tasso di erosione e quindi di apporto sedimentario; paradossalmente ciò ha danneggiato proprio le spiagge^{34 35}.

Oggi il litorale elbano gode di una relativa stabilità, frutto di una politica regionale volta ad un recupero e conservazione dei litorali, tuttavia i settori costieri interessati da fenomeni erosivi sono proprio quelli maggiormente urbanizzati e interessati da strutture ricettive e complessi residenziali turistici^{34 35}.

³³ COCCHI (1871); BENCINI *et al.* (1986)

³⁴ CIPRIANI *et al.* (2006)

³⁵ CIPRIANI (2008)

8. BIBLIOGRAFIA

- BARBERI F., DALLAN L., FRANZINI M., GIGLIA G., INNOCENTI F., MARINELLI G., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L. & TREVISAN L. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100. 000.Foglio 126 Isola d'Elba*. Min. Ind. Comm. Art. Serv. Geol. It., 41 pp.
- BENCINI A., PRANZINI G., GIARDI M. & TACCONE B.M. (1986) – *Le risorse Idriche dell'Isola d'Elba*. Dip. Scien. Ter., Università di Firenze.
- BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE- www.bnf.fr (05/2008).
- BIBLIOECA NAZIONALE CENTRALE DI FIRENZE - www.opac.bncf.firenze.sbn.it (02/2008).
- BIBLIOTECA NAZIONALE CENTRALE DI ROMA (02/2008).
- BORTOLOTTI V., FAZZUOLI M., PANDELI E., PRINCIPI G., BABBINI A. & CORTI S. (2001) - *Geology of Central and Eastern Elba Island, Italy*. *Ofioliti*, **26** (2a), pp. 97-150.
- CIPRIANI L.E. (2008) – *La componente 2 del progetto beachmed-e nel contesto del Piano Regionale di gestione integrata della costa*. Regione Toscana, Dir. Gen. delle Polit. Territ. e Amb. www.beachmed.it/ (07/2008).
- CIPRIANI L.E., FERRI S., IANNOTTA P., MANNORI S. & PRANZINI E. (2006) – *Evoluzione recente delle spiagge toscane*. Piano di indirizzo territoriale della Toscana -3. Quadro conoscitivo - Allegato al testo n. 2. Regione Toscana.
- CREMASCHI M. & TROMBINO L. (1998) - *Eolianites, Sea Level Changes and Paleowinds in the Elba Island (Central Italy). during Late Pleistocene*. In: BUSACCA A. J.(ed), *Dust Aerosols, Loess Soils and Global Change*. Washington State University College of Agriculture and Home Economics, Pullman, WA, pp. 131-134.
- COCCHI I. (1871) - *Descrizione geologica dell'Isola d'Elba, per servire alla carta medesima*. Mem. Comit. Geol.it., **1**.
- DAVID RUMSEY MAP COLLECCION - www.davidrumsey.com (06/2008)
- DE SILVA M. (2005) – *L'utilizzo della cartografia storica per l'Archeologia del paesaggio in ambiente GIS*. Progetto per il dottorato di ricerca in Archeologia medievale. Università degli Studi di Siena. www.archeologiamedievale.unisi.it (07/2008).
- DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA - UNIVERSITÀ DI FIRENZE (1851) - *Carta topografica dello Stato pontificio e del granducato di toscana*.
- DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA - QUEEN'S UNIVERSITY - www.geog.queensu.ca (03/2008).
- DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA UMANA - UNIVERSITÀ LA SAPIENZA (02/2008).
- D'OREFICE M., GRACIOTTI R. & CAPITANIO F. (2007) - *Le eolianiti dell'Isola d'Elba: i depositi del Promontorio del M. Calamita e del Golfo di Viticcio*. *Il Quaternario*, **20**(1), pp. 21-44.

- D'OREFICE M., DRAMIS F., GRACIOTTI R., MOLIN P. & FEDERICI F. (Eds, in stampa) – *Carta Geomorfologica dell'Arcipelago Toscano*. Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia, Roma.
- FERRARA G. & TONARINI S. (1985) - *Radiometric geochronology in Tuscany: results and problems*. *Rend. Soc. It. Mineral. Petrol.*, **40**, pp. 111-124.
- FERRARA G. & TONARINI S. (1993) - *L'Isola d'Elba: un laboratorio di geocronologia*. *Mem.Soc.Geol.It.*, **49**, pp. 227-232.
- GARFAGNOLI F., MENNA F., PANDELI E. & PRINCIPI G. (2005) - *The Porto Azzurro Unit (Mt.Calamita promontory, southeastern Elba Island, Tuscany): stratigraphic, tectonic and metamorphic evolution*. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. sp., **3**, pp. 119-138.
- [www. ideararemaps. com](http://www.ideararemaps.com) (05/2008).
- [www. isoladelba.ca](http://www.isoladelba.ca) (06/2008).
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1958) – *Carta topografica d'Italia IGM 1:25.000*. Bib. Istit. Sup. Protez. Ricer. Ambien.
- INSTITUT CARTOGRAFIC DE CATALUNYA - www.vacani.icc.cat (04/2008).
- JATEAU M., MICHARD A., ZIMMERMANN J.L. & ALBAREDE F. (1984) - *Isotopic heterogeneities in the granitic intrusion of Monte Capanne (Elba island, Italy) and dating concepts*. *J.Petrol.*, **25**, pp. 532-545.
- KOMPASS (2000) - *Isola d' Elba 1:30.000*.
- MAINERI C., BENVENUTI M., COSTAGLIA P., DINI A., LATTANTI P., RUGGIERI G. & VILLA I.M. (2003) - *Sericitic alteration at the La Crocetta deposits (Elba Island, Italy):interplay between magmatism, tectonic and idrothermal activity*. *Min. Dep.*, **38**, pp. 67-86.
- [www. mucchioselvaggio. it](http://www.mucchioselvaggio.it) (07/2008).
- NATIONAL MARITIME MUSEUM - [www. nmm. ac. uk](http://www.nmm.ac.uk) (05/2008).
- PANDELI E. & PUXEDDU M. (1990) - *Paleozoic age for the Tuscan upper metamorphic sequences of Elba and its implications for the geology of the Northern Apennines (Italy)*. *Ecl. Geol. Helv.*, **83** (1), pp. 123-142.
- [www. pettinarolimapsandprints. com](http://www.pettinarolimapsandprints.com) (02/2008).
- SAUPE F., MARIGNAC C., MOINE B., SONET J. & ZIMMERMAN J.L. (1982) - *Datation par les methodes K/Ar et Rb/Sr de quelques roches de la partie orientale de l'ile d'Elbe (Province de Livourne, Italie)*. *Bull. Minéral.*, **105**, pp. 236-245.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Foglio 126 "Isola d'Elba" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000, II edizione*.
- TREVISAN L. (1950) - *L'Elba orientale e la sua tettonica di scivolamento per gravità*. *Mem. Ist. Geol. Pal. Univ. Padova*, **16**, 39 pp.

UFFICIO IDROGRAFICO DELLA REGIA MARINA (1882) - *Carta nautica della Rada di Portoferraio, dai rilievi originali della R.N. Washington, 1882 e da quelli successivi fino al 1948, scala 1:10.000.*

www.vacani.icc.cat (07/2008).

VENTURI P.G. (1759) – *Carta della Rada di Portoferraio.*

WEZEL F.C. (1982) - *The Tyrrhenian Sea: a rifted kricogernicswell basin.* Mem. Soc. Geol. It., **24**, pp. 531-568.

APPENDICE 1

Tabella 1 – Elenco delle carte storiche recuperate nel corso della tesi di stage, con indicazione delle opere da cui sono tratte, del titolo, del loro anno di pubblicazione, dell'autore o degli autori, dei luoghi ove sono conservate o esposte, oppure dove sono state reperite.

XVI secolo				
OPERA DA CUI SONO TRATTE	TITOLO	ANNO/ SEC.	AUTORE/I	FONTE
“Cosmographie”	I. d’Elba	1560	Munster S.	www.pettinarolimapsandprints.com
	Ilba sive Ilva insula	1562	Bertelli F.	www.ideararemaps.com
“Le Isole più famose del Mondo”	Descrittione dell’Isola D’Elba	1576	Porcacchi T.	www.pettinarolimapsandprints.com
“Diporti notturni”	Ragionevol forma et vera postura dell’Isola d’Elba	1580	Ferretti F.	www.pettinarolimapsandprints.com
“Isolario”	I.d’elba	1590	Millo	National Maritime Museum

XVII secolo				
OPERA DA CUI SONO TRATTE	TITOLO	ANNO/ SEC.	AUTORE/I	FONTE
	L’Isola d’Elba	XVII	Collignon F.	Biblioteca Nazionale francese
“Atlante” di Janssonius		XVII	Janssonius J.	Biblioteca Nazionale francese
	Descriptio Ilvae	XVII	Anonimo	Museo civico Giovanni Fattori
	Plan de l’Isle d’Elbe	XVII	Anonimo	www.isoladelba.ca
	Porto Ferraio	1600	Neroni	www.pettinarolimapsandprints.com
“Le Isole più famose del Mondo”	Descrittione dell’Isola D’Elba	1604	Porcacchi T.	www.ideararemaps.com
“Theatrum geographiae veteris”	Description d’Ilve	1616	Bertius	Biblioteca Nazionale Centrale di Roma
Atlante “Italia”	Elba Isola olim Ilva	1620	Magini G.A.	Biblioteca Nazionale Centrale di Roma
	Plan de Portolongone	1646	Beaulieu	Biblioteca Nazionale francese
“Atlante” di Blaeu	Elba isola olim Ilva	1650	Blaeu J.	www.pettinarolimapsandprints.com
	Isola d’Elba	1650	Valperga M.	Biblioteca Nazionale francese
“Isolario”	Isola d’Elba	1696	Coronelli V.	www.pettinarolimapsandprints.com

XVIII secolo				
OPERA DA CUI SONO TRATTE	TITOLO	ANNO/ SEC.	AUTORE/I	FONTE
“Manoscritto”	Plano del Puerto Longon	1709	Anonimo	www.vacani.icc.cat
“La gloria e la forza dell'Europa o le piu' importanti fortezze”	Porto Longone	1725	Bodenher G.	www.ideararemaps.com
	Acurater plan der Insul Elva oder Elba	1730	Bodenher G.	Biblioteca Nazionale Centrale di Roma
“Recueil de Plusiers Plans des portes Mediterran”	Plan de Porto Ferraio	1735	Ayround J.	www.pettinarolimapsandprints.com
“Eat de l'Eglise,Toscane et Corse”		1750	Vaugondy famiglia	www.davidrumsey.com
	Pianta del Vicariato di Portoferraio	1780	Giachi famiglia	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
	Pianta del Vicariato di Portoferraio	1780	Giachi famiglia	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
	Pianta della città di Poirtoferraio	1780	Giachi famiglia	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
	Pianta della giurisdizione di Portoferraio	1790	Anonimo	National Maritime Museum
	Plan de l'Ile d'Elbe	1791	Tranchot	Biblioteca del Dipartimento di Geografia della Queen's University

XIX secolo				
OPERA DA CUI SONO TRATTE	TITOLO	ANNO/ SEC.	AUTORE/I	FONTE
“Carta della provincia senese inferiore, Principato di Piombino, Stato de'presidi, ed isola d'Elba”	Granducato di Toscana	1800	Anonimo	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
	Die Insel Elba	1814	Fembo C.	Museo civico Giovanni Fattori
“Italy with Island Elba”		1814	Thomson J.	www.davidrumsey.com
	Plan de l'Ile d'Elbe	1814	Tardieu J.B. & Gonjon J.	Biblioteca Nazionale francese
	Carte dell'Ile d'elbe	1815	Tardieu J.B.	www.mucchio-selvaggio.it
	Acient Italy	1830	Walker famiglia	www.vacani.icc.cat
“Carta geometrica del Granducato di Toscana”		1833	Manetti G.	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
“Carta geometrica del Granducato di Toscana”		1834	Manetti G.	Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
“Granducato di Toscana”	Carta normale	1844	Pozzi G.	Biblioteca del Dipartimento di Geografia Umana dell'Università la Sapienza
“Granducato di Toscana”	Carta orografica e idrografica	1844	Pozzi G.	Biblioteca del Dipartimento di Geografia Umana dell'Università la Sapienza
Carte particuliere Des Cotes d'Italie		1851	Anonimo	www.mucchio-selvaggio.it

“Granducato di Toscana”		1852	Marzolla B.	www.davidrumsey.com
	Isola d’Elba rilievi eseguiti dal 1883 e successivi fino al 1966	1883-1966	Ufficio Idrografico della Regia Marina.	Biblioteca dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
	Isola d’Elba rilievi eseguiti dal 1883-1884	1883-1884	Ufficio Idrografico della Regia Marina.	Biblioteca dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
	Carta geologica dell’Isola d’Elba 1:25.000	1884	Lotti B.	Biblioteca dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Foglio 126 della Carta d’Italia		1887-1907	Istituto Geografico Militare	Biblioteca del Dipartimento di Geografia Umana dell’Università la Sapienza

XX secolo				
OPERA DA CUI SONO TRATTE	TITOLO	ANNO/ SEC.	AUTORE/I	FONTE
Carta topografica d’Italia IGM 1:25.000	Tavolette: 126ISE 126IINO, 126IINE, 126IIISO, 126IIISE	1958	Istituto Geografico Militare	Biblioteca dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

APPENDICE 2

Raccolta di carte storiche



Munster S. (1560)



Bertelli F. (1562)



Porcacchi T. (1576)



Ferretti F. (1580)



Millo (1590)



Anonimo (XVII sec.)



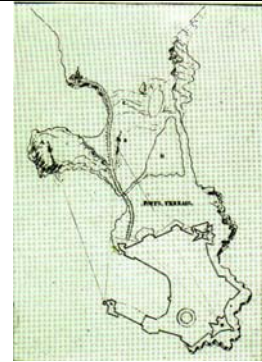
Collignon (XVII sec.)



Janssonius (XVII sec.)



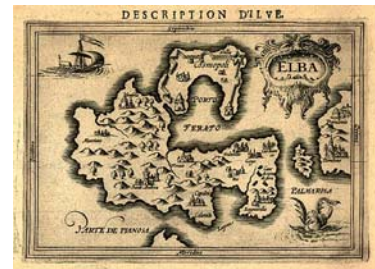
Anonimo (XVII sec.)



Neroni (1600)



Porcacchi T. (1604)



Bertius (1616)



Magini G.A. (1620)



Beaulieu (1646)



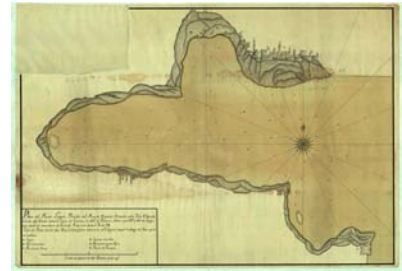
Blaeu J. (1650)



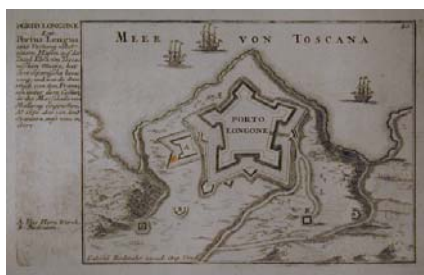
Valperga M. (1650)



Coronelli V. (1696)



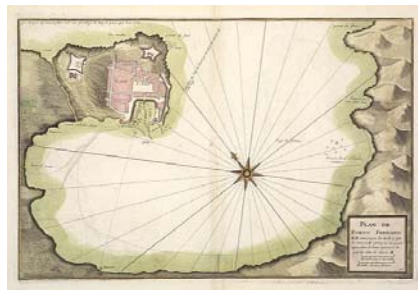
Anonimo (1709)



Bodenher G. (1725)



Bodenehr G.(1730)



Ayrouand J.(1735)



Vaugondy fam. (1750)



Giachi (1780)



Giachi (1780)



Giachi (1780)



Anonimo (1790)



Tranchot (1791)



Anonimo (1800)



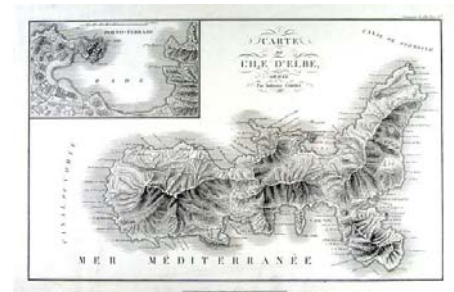
Fembo C. (1814)



Thomson J. (1814)



Tardieu J.B. & Gonjon J. (1814)



Tardieu J.B. (1815)



Walker fam. (1830)



Manetti G. (1833)



Manetti G. (1834)



Pozzi G. (1844)-CARTA NORMALE



Pozzi G. (1844)-CARTA OROG & IDROG



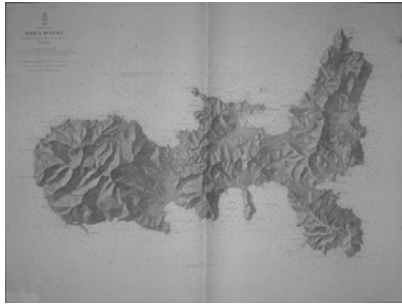
Anonimo (1851)



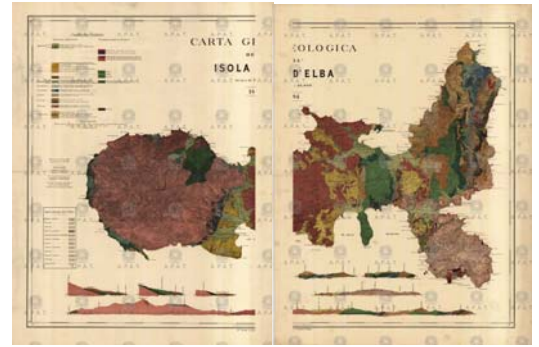
Marzolla B. (1852)



Carta Uf.Idrog.R.M. (1883-1884)



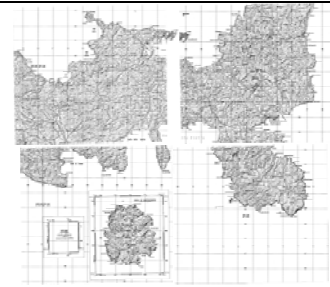
Carta nautica Uf.Idrog.R.M. (1883-1886)



Lotti B. (1884)



IGM (1887-1907)



IGM (1958)