



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

**MAPPA DELLE SPIAGGE DEL MOLISE E DEFINIZIONE DEL LIMITE DI RETROSPIAGGIA
SULLA BASE DEI DATI DEL SIGC (SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO COSTIERO)**

Dr. Giacomo De Falco

Tutor: Dr.ssa Angela Barbano

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma responsabile Servizio

ABSTRACT

Scopo del presente lavoro è stato definire la mappa cartografica delle spiagge della regione Molise utilizzando quale base informativa la copertura aerea territoriale del volo IT2000.

Le spiagge sono state ottenute, con elaborazioni cartografiche e di analisi spaziale in ambiente GIS, delimitando il territorio compreso tra due confini: la linea di riva e il limite di retrospiaggia.

L'assetto della linea di riva era già disponibile e, utilizzando la stessa procedura di fotointerpretazione delle foto aeree zenitali a colori della regione in esame, è stato determinato il limite di retrospiaggia, quale confine che separa la spiaggia dalla zona continentale. Il limite di retrospiaggia è stato successivamente suddiviso in tratti, codificato - artificiale, naturale e fittizio - e classificato secondo le caratteristiche naturali o le strutture antropiche che ne determinano la posizione.

La mappa delle spiagge ricavata è una rappresentazione cartografica, ma è anche una base informativa con cui calcolare parametri dimensionali necessari per lo studio della dinamica litoranea delle coste sabbiose e il monitoraggio delle superfici territoriali perse per erosione.

PREFAZIONE

Il Servizio Difesa delle Coste dell'ISPRA ha tra i suoi obiettivi la raccolta e l'elaborazione dei dati relativi all'evoluzione delle coste a scala nazionale, per l'individuazione delle aree più a rischio e per il monitoraggio degli interventi finalizzati alla stabilità dei litorali e alla protezione di infrastrutture ed abitazioni minacciate da fenomeni erosivi. A tal fine è stato implementato il SIGC - Sistema Informativo Geografico Costiero, che integra informazioni territoriali, incluse coperture aerofotogrammetriche di tutta l'Italia, dati ambientali di settore e tematismi cartografici elaborati per l'osservazione dello stato delle coste.

La copertura territoriale delle ortofoto a colori del volo IT2000, realizzata nel biennio 1998/1999, è una base cartografica completa ed uniforme, da cui è stato possibile estrarre temi vettoriali per la caratterizzazione topografica delle coste italiane e per lo studio periodico delle evoluzioni geomorfologiche. Le ortofoto sono state utilizzate per tracciare la linea di riva e per determinare le variazioni in avanzamento e in arretramento subite dai litorali italiani negli ultimi cinquanta anni, confrontando l'assetto della riva ricavato dalle ortofoto con la cartografia IGM 1:25.000.

Con la stessa metodologia adottata per la linea di riva è possibile estrarre la linea di retrospiaggia, che segna l'inizio della zona continentale. Le linee di riva e di retrospiaggia, ricavate dalla stessa copertura aerea territoriale, consentono la delimitazione cartografica delle spiagge - intesa come quella porzione di terra emersa che è direttamente influenzata dall'azione del mare - e il calcolo dei principali parametri dimensionali descrittivi delle caratteristiche planimetriche delle coste basse.

Il presente lavoro è una sperimentazione sviluppata per tratti di litorale (Molise) che presentano una ampia casistica dei contesti territoriali presenti lungo le coste italiane. Nelle foto aeree a colori, infatti, tale confine è evidenziato dalla presenza di vegetazione, dall'ubicazione di manufatti e infrastrutture viarie, da variazioni geomorfologiche oltre le quali il territorio assume nuove e diverse caratteristiche territoriali e ambientali, la cui interpretazione richiede competenza scientifica. L'editing e l'interpretazione del limite di retrospiaggia richiede dunque che l'operatore abbia almeno nozioni di base sia in materie ambientali marino-costiere sia di prodotti di sviluppo GIS.

Il lavoro svolto ha individuato, per la fonte dati e la metodologia adottati, le criticità e le specifiche di massima per la costruzione della mappa delle spiagge. Specifiche e deduzioni che possono essere utilizzate per un progetto di elaborazione della mappa delle spiagge in Italia e della loro classificazione geomorfologici e planimetrici.

Indice generale

INTRODUZIONE	5
1 METODOLOGIA	5
1.1 <i>La spiaggia</i>	5
1.2 <i>Il profilo topografico</i>	6
2 LA LINEA DI RETROSPIAGGIA	6
2.1 <i>Fotointerpretazione e digitalizzazione</i>	6
2.2 <i>Delimitazione e descrizione del limite interno della spiaggia</i>	7
2.3 <i>Mappa della linea di retrospiaggia</i>	8
2.4 <i>Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo naturale</i>	10
Caso 1 Dune e vegetazione spontanea	10
Caso 2 Aree coltivate	12
2.5 <i>Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo artificiale</i>	13
Caso 1 Centri abitati, infrastrutture viarie e lidi	14
Caso 2 Opere di difesa costiere	16
2.6 <i>Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo fittizio</i>	17
Caso 1 Foci dei fiumi e opere portuali	17
3 MAPPA DELLE SPIAGGE EMERSE	19
3.1 <i>Le superfici delle spiagge molisane</i>	21
CONCLUSIONI	24
<i>Bibliografia</i>	26

INTRODUZIONE

L'obiettivo del presente lavoro è sperimentare il procedimento per determinare la mappa delle spiagge emerse e dei parametri dimensionali caratteristici, utilizzando cartografia raster e vettoriale disponibile sui litorali della regione Molise ed elaborando tematismi cartografici aggiuntivi con l'ausilio delle funzioni rese disponibili dai prodotti di sviluppo GIS.

1 METODOLOGIA

Per la realizzazione del lavoro è stata utilizzata la seguente cartografia di riferimento:

- 1) ortofoto digitali a colori IT2000 relative al territorio del Molise;
- 2) mappa della linea di riva scala 1:10.000, estratta dalle ortofoto a colori IT2000
- 3) mappa dei confini dei comuni costieri

La cartografia utilizzata è disponibile nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

La copertura del territorio fornita dalle ortofoto a colori, realizzate con il volo IT2000 è stata la sorgente delle informazioni per la determinazione del tema cartografico delle spiagge, ottenuto dall'elaborazione della mappa della linea di costa e del limite interno. E' stato analizzato dalle ortofoto l'andamento del limite interno delle spiagge della Regione Molise ed è stato tracciato ed elaborato in ambiente GIS. Per questo lavoro è stato utilizzato il software ArcInfo 9 della serie ArcGIS della ESRI, un software che dispone di numerose funzioni di editing ed analisi dei dati vettoriali. Il procedimento seguito ha portato alla mappa e alla codifica della linea di retrospiaggia della regione Molise, caratterizzata da spiagge basse e sabbiose sia di tipo naturale che artificiale e dalla totale assenza di coste alte e spiagge ciottolose.

1.1 La spiaggia

Geologicamente la spiaggia è un corpo sabbioso o ciottoloso che si è accumulato per azione delle onde. Geomorfologicamente è un'area sabbiosa emersa che si protende verso mare, compresa tra un limite superiore e interno, corrispondente al livello di inondazione delle tempeste non catastrofiche, e la riva, ossia un limite inferiore corrispondente al livello di base delle onde normali.

Morfologia e geometria della spiaggia variano secondo le condizioni delle onde, delle maree, delle tempeste, secondo la granulometria e il tasso di apporto dei sedimenti.

In ogni caso il profilo morfologico presenta tre unità principali che da terra verso mare sono classificati in: spiaggia emersa o retrospiaggia, spiaggia interditale e spiaggia sottomarina o esterna o detta anche sommersa.

1.2 Il profilo topografico

La spiaggia emersa è comunemente compresa tra un limite superiore, la linea di retrospiaggia, definito come il limite ove terminano gli effetti delle onde, e un limite inferiore, la linea di riva, corrisponde al livello medio di alta marea, il quale è marcato da una leggera cresta a sezione triangolare detta berma ordinaria.

Altre berme dette di tempesta, si trovano sulla spiaggia emersa e ne rendono irregolare la superficie insieme ai canali (runnels) che talora le separano.

Rispetto al livello di alta marea, la spiaggia emersa rappresenta la zona supraditale; essa è dunque quasi sempre asciutta eccetto durante le tempeste quando viene sommersa ed è soggetta al moto ondoso.

Spiaggia interditale è la fascia che si trova tra il limite medio dell'alta marea e il limite medio della bassa marea e pertanto viene alternativamente inondata ed esposta all'atmosfera durante i normali cicli di marea. Inizia con un pendio liscio e più inclinato della parte restante, la battigia. Al di là della battigia il profilo è regolare o ondulato da una o più barre o creste separate da solchi o truogoli e parallele alla costa.

Spiaggia sottomarina: si estende tra il livello medio di bassa marea e il livello medio di base del moto ondoso (pari a circa la metà della lunghezza dell'onda), per cui risulta permanentemente sommersa (tranne la sua parte superiore durante le massime basse maree); il fondo può essere increspato da una o più barre.

Zona di transizione: è marcata da un appiattimento del profilo. Le onde vi trasportano sabbia soltanto durante le tempeste.

2 LA LINEA DI RETROSPIAGGIA

2.1 Fotointerpretazione e digitalizzazione

La mappa del limite di retrospiaggia è stata ottenuta per fotointerpretazione e digitalizzazione in ambiente GIS delle ortofoto a colori IT2000 della regione Molise, utilizzando la metodologia e la classificazione adottata per la mappa della linea di riva.

Si sono tenuti in considerazione tre criteri generali per la digitalizzazione della linea di retrospiaggia:

- Il primo criterio prende in considerazione il cambiamento di colore o di tonalità del colore che esiste tra la spiaggia e il territorio retrostante.
- Il secondo criterio considera la reale morfologia ed espansione della spiaggia, non tenendo conto dell'uso stagionale o temporaneo che se ne fa, anche con strutture turistiche per la balneazione.
- Il terzo criterio considera la linea di retrospiaggia di tipo naturale se non delimitata da strutture artificiali, anche nei casi in cui la zona continentale retrostante è occupata da manufatti ed abitazioni e quindi di fatto antropizzata.

Tali criteri sono stati determinati dopo l'analisi di numerosi casi.

2.2 Delimitazione e descrizione del limite interno della spiaggia

La linea di retrospiaggia digitalizzata è stata suddivisa in tratti a cui corrispondono attributi identificativi e descrittivi, come riportato in Tabella 1.

I campi Fid, Shape e Id sono campi e valori assegnati automaticamente, mentre i campi Tipo_Costa, Descrizon, Cod_Istat, Nome_UF e Annotazion sono campi descrittivi, utilizzati anche per la caratterizzazione della linea di riva.

Tabella 1

Fid	Shape*	Id	Tipo_Costa	Descrizon	Cod_Istat	Nome_UF	Annotazion
1	Polyline	0	1	Vegetazione	14070010	vasto	
2	Polyline	0	1	Coltivato	14070051	vasto	
3	Polyline	0	2	Centro abitato – urbano	14070051	vasto	
4	Polyline	0	2	Opere di difesa costiera	14070051	vasto	
5	Polyline	0	2	Centro abitato – sparso	14070078	vasto	Con Lidi
6	Polyline	0	2	Lidi	14070078	vasto	
7	Polyline	0	2	Infrastruttura – viaria	14070051	Lesina e Varano	
8	Polyline	0	3	Sponde del fiume	14070051	Lesina e Varano	
9	Polyline	0	3	Collegamento foce del fiume	14070010	Lesina e Varano	
10	Polyline	0	3	collegamento opera	14070010	Lesina e Varano	

- Tipo_Costa = Long (9,9)
- Descrizon = String (150)
- Cod_Istat = Long (9,9)
- Nome_UF = String (254)
- Annotazion = String (254)

Il campo “Tipo_Costa” individua la tipologia di costa e il campo “Descrizon” ne specifica alcune caratteristiche. Il limite di retrospiaggia, infatti, può essere costituito da dune,

vegetazione, edifici, lidi, infrastrutture o opere di difesa; pertanto, come già illustrato in tabella 1, sono state stabilite le seguenti tipologie di costa, con cui delimitare e classificare i tratti di retrospiaggia:

- Tipo 1 = naturale, in corrispondenza di vegetazione e campi coltivati
- Tipo 2 = artificiale, in corrispondenza dei manufatti ed opere urbane e viarie
- Tipo 3 = fittizio, in corrispondenza della foce di fiumi, porti o altri manufatti

La definizione per il limite interno di tipo *naturale* considera tale limite posto al piede della prima duna. In ambienti naturali infatti, una fascia di dune eoliche si trova comunemente al margine di una spiaggia sabbiosa ed è generata da venti che soffiano verso terra trasportando i sedimenti che ricoprono la spiaggia emersa.

In mancanza di dune, il piede viene posto dove inizia la vegetazione oppure dove iniziano aree coltivate. In caso di spiaggia ciottolosa il piede è costituito dalla scarpata.

Il limite del retrospiaggia è di tipo *artificiale* quando è determinato da infrastrutture viarie, come strade o binari ferroviari, da centri abitati, da zone industriali, lidi o in presenza di opere di difesa costiera “radenti”, realizzate per proteggere le zone retrostanti dal moto ondoso.

L'utilizzo di retrospiaggia di tipo *fittizio* è determinato dalla necessità di mantenere la continuità e la consistenza topologica della linea. Sono stati classificati come fittizi i tratti di retrospiaggia “foce del fiume”, “collegamento porto” e “collegamento opera”.

In tutti i tratti di retrospiaggia di tipo fittizio, come anche per i tratti contenenti opere di difesa costiera, abbiamo sempre sovrapposizione della linea di riva con la linea di retrospiaggia, e pertanto i tratti di linea di riva già digitalizzati vengono usati per codificare la linea di retrospiaggia.

Il Cod_Istat ha il codice Istat del comune in cui appartiene il tratto di retrospiaggia, così come il Nome_UF ha il codice identificativo dell'unità fisiografica di appartenenza.

2.3 Mappa della linea di retrospiaggia

Per determinare la mappa delle spiagge emerse è di fondamentale importanza ricavare una linea di retrospiaggia continua. Il limite interno della spiaggia è stato ricavato per analisi e interpretazione delle ortofoto, sono stati digitalizzati e successivamente uniti mediante la funzione “Snapping” tutti i tratti di cui si compone.

I tratti di tipo naturale ed artificiale sono stati generalmente digitalizzati. I tratti di tipo fittizio, come anche i tratti di tipo artificiale “ Collegamento opera” e “ Opere di difesa costiera”, sono stati considerati coincidenti con la linea di riva e, quindi, prelevati dalla mappa della linea di riva ed uniti alla nuova linea di retrospiaggia,

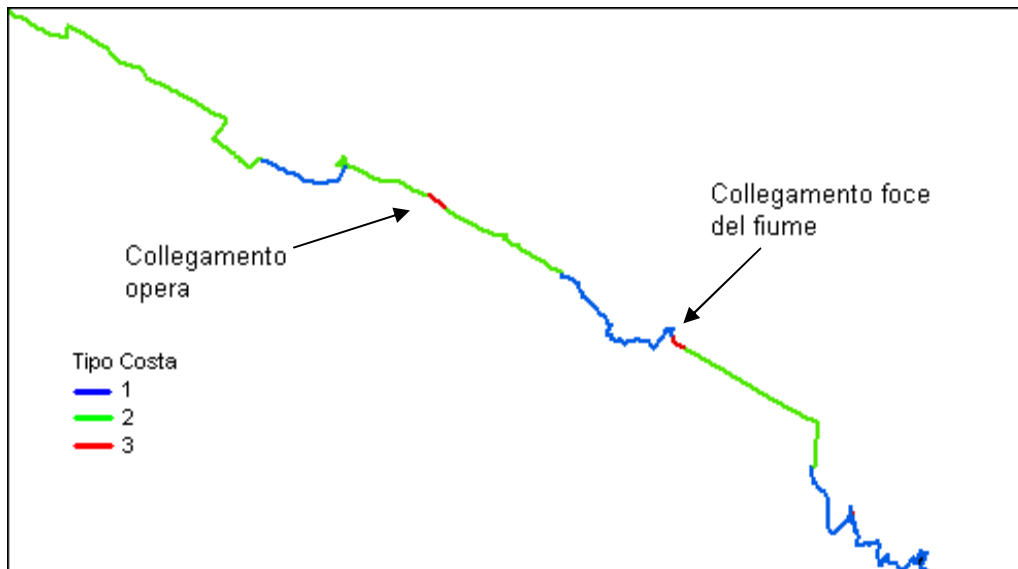


Fig. 1: Esempio di digitalizzazione di un tratto di costa.

In presenza di foci di fiumi la linea di retrospiaggia è stata raccordata mediante il tratto fittizio “Sponde del fiume”, già digitalizzato per la linea di riva. I collegamenti “ Sponde del fiume” sono uniti ai “Collegamenti foce del fiume” anch'essi già disponibili grazie alla linea di riva.

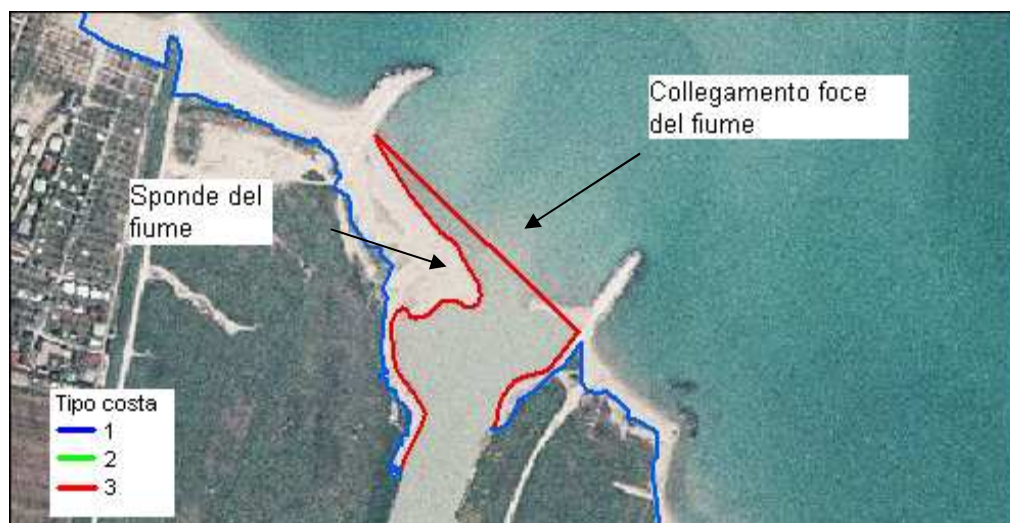


Fig. 2: Esempio di digitalizzazione di una foce di un fiume.

In presenza di opere portuali sono usati i tratti fittizi disponibili con la mappa della linea di

riva, codificati come “ Collegamento porto”, che unisce gli estremi dell'opera portuale per dare continuità topografica alla linea di retrospiaggia.

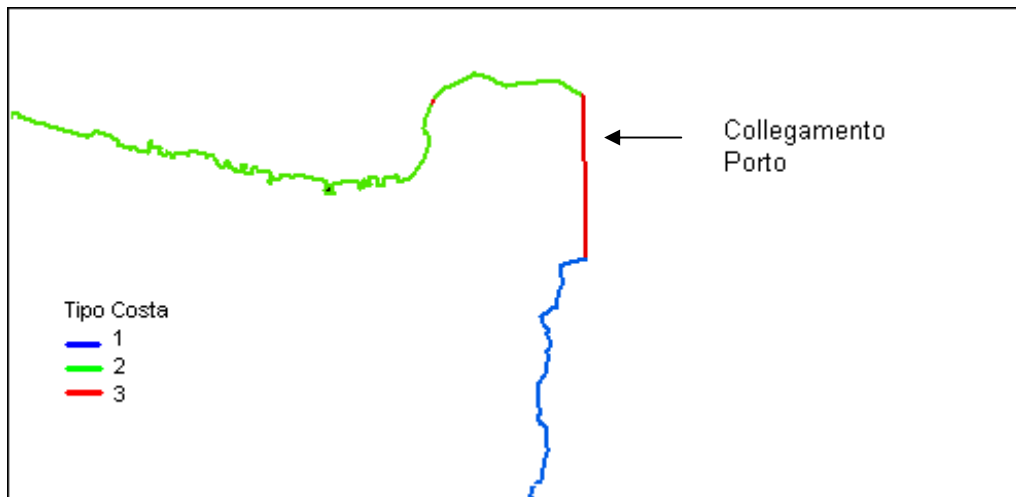


Fig. 3: Esempio di digitalizzazione del porto di Termoli.

2.4 Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo naturale

Per i tratti di tipo naturale il limite di retrospiaggia è rappresentato dal piede della prima duna o dalla presenza di vegetazione.

L'esperienza ha evidenziato che determinare quale sia effettivamente il piede della duna non è semplicissimo. Le ortofoto danno solo una rappresentazione planimetrica del territorio, quindi una visione piatta, che priva della componente altimetrica rende l'individuazione di una duna e la conseguente classificazione del limite di retrospiaggia spesso ardua e soggetta a interpretazioni incerte. Di seguito sono descritti alcuni casi affrontati.

Caso 1

Dune e vegetazione spontanea

La figura 4 illustra una lunga e stretta fascia di spiaggia naturale con presenza di dune, evidenziata da un'ampia zona di tonalità più scura. Si potrebbe considerare spiaggia tutta la fascia di colore bruno che termina a ridosso della evidente vegetazione scura, considerando le dune assenti; in realtà secondo il criterio adottato il limite di retrospiaggia è delimitato dal primo cambio di colore evidente, in corrispondenza del piede della duna, come evidenzia la linea digitalizzata.



Fig.4: Comune di Petacciato. Scala: 1:5000

La fascia costiera del Molise presenta spesso spiagge con tonalità di colore dal giallino al grigio chiaro, mentre nella zona retrostante troviamo una fascia di colore grigio scuro, come illustrato nelle figure 5. Essendo il cambiamento di tonalità tra le due zone, poco marcato, è piuttosto complicato poter definire con nitidezza il limite interno della spiaggia e anche determinare la presenza o meno di dune. Anche in questi casi è stato adottato il criterio che il limite di retrospiaggia sia determinato dal primo cambio di colore e dalla presenza di vegetazione.



Fig. 5: Comune di Petacciato. Scala: 1:3000

Diventa più semplice determinare il limite interno della spiaggia se invece delle dune, al

limite della spiaggia ci sono aree con fitta vegetazione, con cambiamento netto e quasi repentino di colorazione, da un grigio tenue della sabbia ad un verde vivo della vegetazione. Un esempio evidente è illustrato in figura 6. La zona risulta prettamente di tipo naturale con un'ampia zona di vegetazione ancora intatta che fa da limite interno alla spiaggia.



Fig. 6: Comune di Campomarino, scala 1:3000

Caso 2

Aree coltivate

Il limite di retrospiaggia può essere delimitato anche da campi coltivati.

I campi coltivati molto spesso, visti dalle ortofoto, assumono forma di tipo rettangolare e il più delle volte il limite di retrospiaggia è facilmente distinguibile essendo i confini di tali aree ben visibili e delimitati. Un esempio è illustrato in figura 7. Il limite interno della spiaggia coincide proprio con l'inizio delle coltivazioni, come mostra la linea digitalizzata, e sono facilmente distinguibili i lotti coltivati.

In alcuni casi, però, si è dovuto interpretare il profilo del limite interno della spiaggia (foto 8), seguendo il principio del cambio di tonalità di colore con evidenza di vegetazione anche rada.



Fig. 7: Comune di Montenero di Bisaccia, scala 1:4000



Fig. 8: Comune di Campomarino, scala 1:3000

2.5 Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo artificiale

Per i tratti di costa di tipo artificiale il limite interno di retrospiaggia risulta facilmente identificabile: le abitazioni, i lidi e le infrastrutture viarie che si trovano ai margini della spiaggia ne delimitano i confini.

Caso 1

Centri abitati, infrastrutture viarie e lidi

La figura 9 mostra un centro abitato, costituito da villette a schiera con giardino impiantato su un pezzo di spiaggia. L'ambiente è stato stravolto e cambiato dall'azione dell'uomo; non sono presenti dune e tutta la probabile vegetazione che un tempo doveva occupare il territorio in prossimità della fascia costiera. Il piede della linea di retrospiaggia, dunque, coincide proprio con l'inizio dei giardini delle villette e la digitalizzazione della linea di retrospiaggia è abbastanza semplice



Fig. 9: Comune di Termoli, scala 1:4000

In prossimità delle città il panorama è completamente dominato dall'abitato, dalla presenza di strade di comunicazione costruite in prossimità della riva e da strutture balneari, che nella maggior parte dei casi delimitano verso entroterra le spiagge.

Tutta la zona di Termoli, come illustrato in figura 10, è percorsa da strade che corrono parallele al mare e che separano in modo netto la spiaggia da tutta la zona continentale.



Fig. 10: Comune di Termoli, scala 1:4000

I lidi, figura 11, sono strutture predominanti sulle spiagge adibite ad uso balneare, determinano molto spesso il profilo delle spiagge, cambiandone la fisionomia e delimitandone i confini interni. In queste zone è sorto il dubbio se considerare spiagge le aree adibite a parcheggio o temporaneamente occupate da strutture balneari per la sistemazione di ombrelloni e lettini. Si è optato per il criterio generale che vuole che si prenda in considerazione l'espansione della spiaggia e la reale morfologia, anche se occupata da strutture purché non siano installazioni permanenti.



Fig. 11: Comune di Montenero, scala 1:5000

Caso 2

Opere di difesa costiera

In presenza di “opere di difesa costiera radenti a gettata”, come in figura 12, il limite interno della spiaggia combacia esattamente con la linea di riva della spiaggia come nei casi di costa alta e rocciosa priva di litorale sabbioso. Tali opere sono state costruite per difendere dai frangenti delle onde gli abitati urbani troppo vicini al mare.



Fig. 12: Comune di Termoli, scala 1:3000

In figura 13 è rappresentato il caso particolare, ma piuttosto comune in prossimità dei centri urbani, in cui il limite interno della spiaggia è intervallato da tratti in cui coincide con la linea di riva, precisamente dove sono presenti le opere di difesa, e tratti in cui si distingue dalla linea di riva ed delimitato dalle abitazioni realizzate in prossimità del mare. La difficoltà riscontrata in questi casi è stata la possibilità di confondere un “opera di difesa radente a gettata” con la spiaggia vera è propria, che è stata tuttavia evitata essendo le opere di difesa già catalogate e digitalizzate con la mappa della linea di riva.



Fig. 13: Comune di termoli, scala 1:3000

Altro esempio è in figura 16, in cui è illustrato a destra il porto di Termoli e a sinistra parte della città posizionata su un promontorio. La spiaggia è stata completamente sostituita da opere portuali e opere di difesa e, in casi come questi, il limite interno della spiaggia ormai coincide con la linea di costa.

2.6 Fotointerpretazione retrospiaggia di tipo fittizio

I tratti di costa di tipo fittizio sono segmenti usati per permettere alla linea di retrospiaggia di risultare continua.

Essendo stati già digitalizzati nella codifica della linea di riva, vengono utilizzati anche per la linea di retrospiaggia.

Caso 1

foci dei fiumi e opere portuali

Per le foci dei fiumi, figura 14, le due estremità delle sponde del fiume vengono unite mediante un segmento per dare continuità alla linea di retrospiaggia.

Lo stesso criterio, ossia di introdurre per continuità un segmento fittizio, è adottato in corrispondenza di opere di difesa che sono collegate alla riva, ma che si sviluppano verso il mare, e per i porti.



Fig. 14: Comune di Campomarino, scala 1:3000

In figura 15, città di Termoli, il porto è tagliato da una spezzata che congiunge i suoi due estremi, il tratto fittizio “collegamento porto” è integrato alla linea di retrospiaggia per continuità.



Fig. 15: Comune di Termoli, scala 1:10.000

A sud del porto, inoltre, nei primi 15-20 metri della zona di retrospiaggia vi è presenza di vegetazione spontanea e abitato urbano nella zona immediatamente retrostante: la linea di retrospiaggia è ed è stata classificata di tipo naturale pur essendo la zona continentale altamente urbanizzata.

1 MAPPA DELLE SPIAGGE EMERSE

Scopo di questo lavoro è determinare la mappa delle spiagge, calcolare parametri dimensionali e morfologici significativi.

Per determinare la mappa delle spiagge sono stati utilizzati i due confini lineari e continui: la linea di riva e la linea di retrospiaggia, entrambe determinati dalle ortofoto del volo IT2000.

In figura 16 è mostrata lo shape “LC2000_wgs84_33_Molise” contenente la mappa vettoriale della linea di riva di tutto il Molise utilizzata.

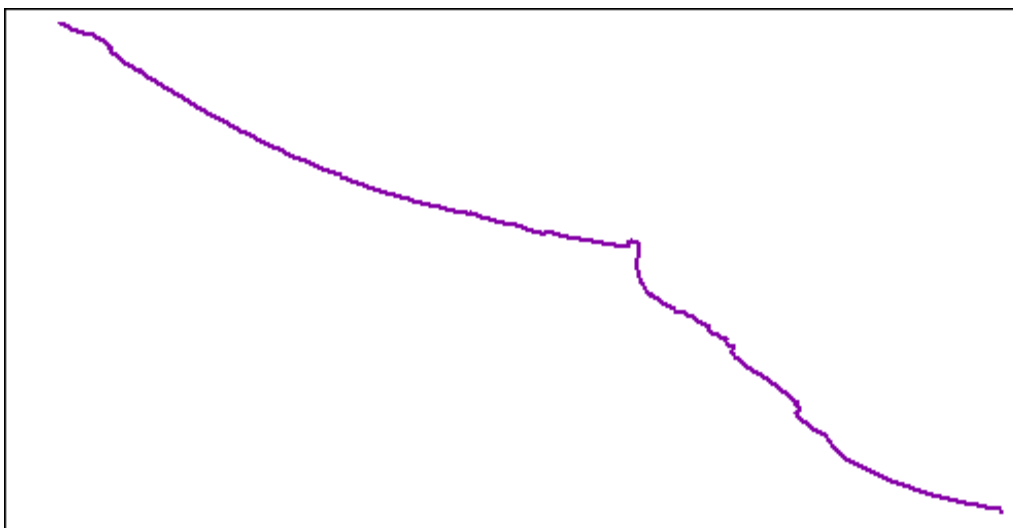


Fig. 16: 2 rappresentazioni della linea di riva del Molise. Scala 1:190.000

La linea di retrospiaggia è stata digitalizzata e catalogata per tratti secondo le indicazioni illustrate nel precedente capitolo.

Per delimitare le spiagge è stato necessario ricavare un confine di retrospiaggia continuo e senza interruzioni; a tal fine è stata utilizzata la funzione “Snapping”, con cui sono stati uniti in modo definitivo i singoli segmenti di cui è composta la linea di retrospiaggia indipendentemente dalla tipologia.

La figura 17 rappresenta la mappa vettoriale della linea di retrospiaggia completa.



Fig. 17: Linea di retrospiaggia del Molise. Scala 1:190.000

Le due linee di riva e retrospiaggia, rese continue, sono state unite. Utilizzando il Tool di ArcGis “Geoprocessing Wizard” e la funzione “Merge”; sono stati uniti i due shape di polilinee a formare un'unica mappa vettoriale, codificato come “Perimetro delle spiagge.shp”. La nuova mappa è composta ancora di elementi lineari (polilinee) distinti per quei tratti in cui i due confini (linea di riva e retrospiaggia) divergono e univoci per quei tratti in cui i due confini coincidono, come per i tratti di costa alta, le foci dei fiumi, i porti e altri casi descritti al precedente capitolo.

Nelle figure 18 e 19 sono riportate alcune parti della mappa “Perimetro delle spiagge.shp”.

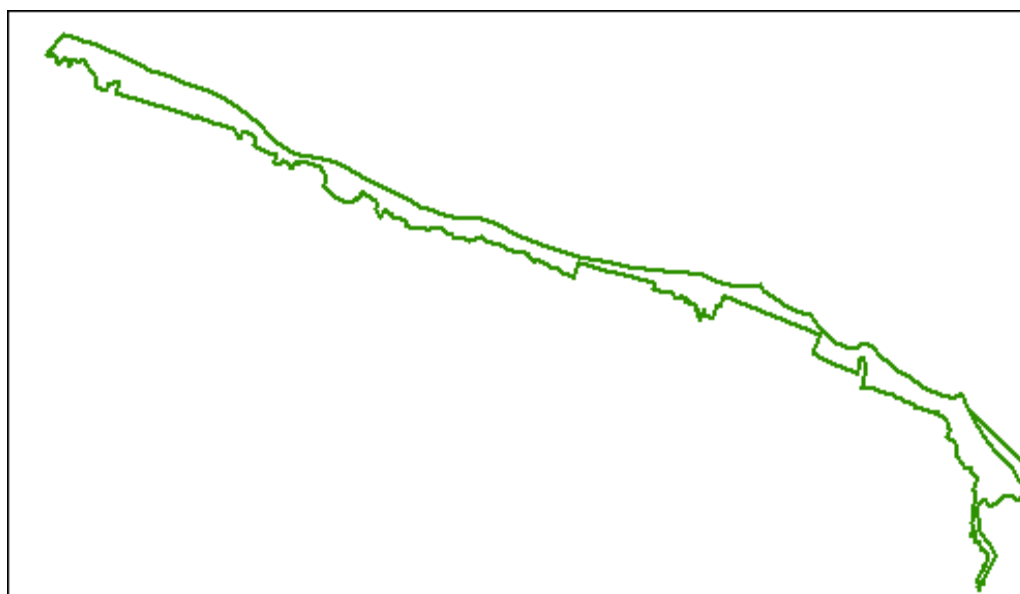


Fig. 18: Perimetro di una spiaggia del comune di Montenero di Bisaccia. Scala 1:9.000



Fig. 19: Perimetro di quattro spiagge del comune di Termoli. Scala 1:9.000.

3.1 Le superfici delle spiagge molisane

Sono state ottenute trasformando gli elementi dello shapefile “Perimetro delle spiagge.shp” da tipo lineare a tipo poligono, utilizzando quale espediente per tale conversione la funzione “Buffer”.

In figura 20 è illustrata una parte dello shapefile poligonale e apparentemente sembra non esserci differenza con il file “Perimetro delle spiagge.shp”. Per notare differenze sostanziali si deve scendere su scale molto piccole inferiori di 1:1 (figura 21), dove è possibile notare la differenza sostanziale tra i due tipi di file.



Fig. 20: Parte di file di tipo poligono generato dal file “Poligono delle spiagge” con la funzione Buffer.

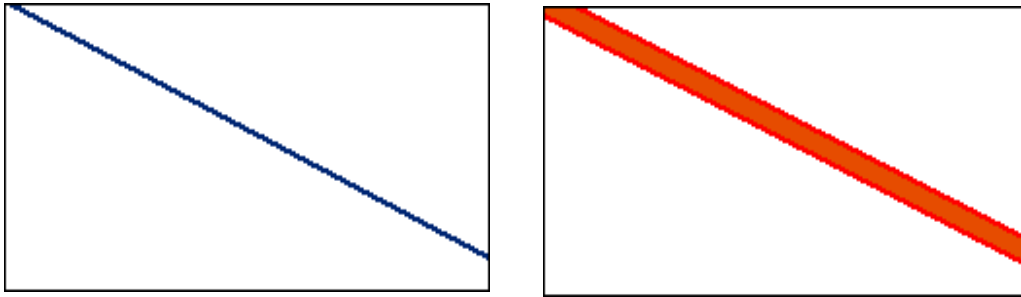


Fig. 21: Rappresentazione lineare e poligonale di uno stesso tratto di costa su scala inferiore a 1:1

Ottenuto il file di tipo poligono, con ArcCatalog, è stato generato un nuovo shapefile, chiamato “poligono costa del Molise.shp”, composto di un poligono che contiene tutta la costa molisana (Fig. 22).



Fig. 22: File “poligono costa del Molise”. Scala 1:150.000.

Le superfici delle spiagge del Molise, come illustrato in figura 23, sono state ricavate con la funzione “Union”, disponibile con il “Geoprocessing Wizard”, applicata ai due shapefile “poligono costa del Molise” e “Perimetro delle spiagge”.

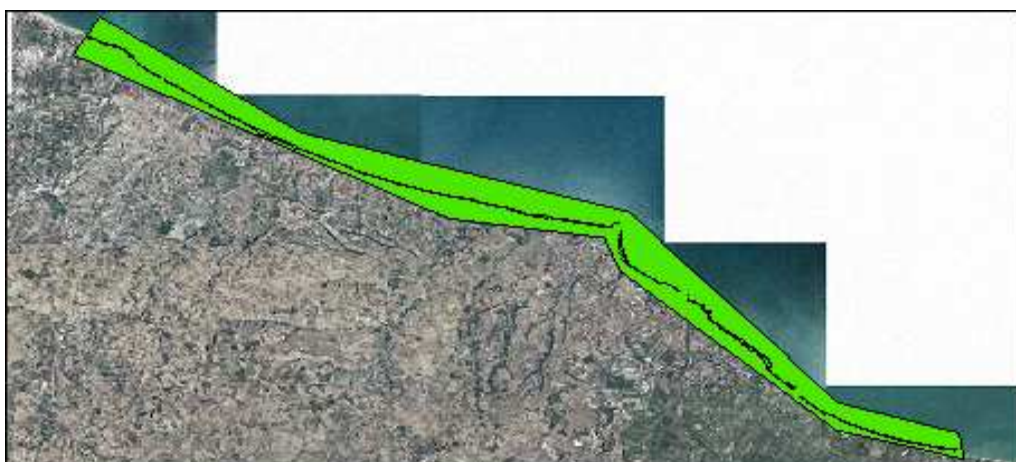


Fig. 23: Unione dei File “poligono costa del Molise” .“Perimetro delle spiagge”
Scala 1:150.000.

Nelle Fig. 24 e 25 sono riportate alcune spiagge dei comuni del Molise.



Fig. 24: Spiagge dei comuni di Montenero di bisaccia e Petacciato Scala 1:50.000.



Fig. 25: Spiagge del comune di Termoli Scala 1:50.000.

CONCLUSIONI

La mappa vettoriale delle spiagge, oggetto del presente lavoro, è la base cartografica su cui è possibile calcolare alcuni parametri dimensionali delle spiagge, quali:

- superficie
- lunghezza
- ampiezza.

Essi sono parametri semplici ma che possono descrivere significative caratteristiche geomorfologiche delle spiagge.

La lunghezza consente una classificazione delle spiagge in “lunghe” (long beach) o “corte” (short beach)

L’ampiezza di una spiaggia, intesa come la distanza media tra la linea di riva e quella di retrospiaggia, consente una classificazione, rispetto ad una ampiezza media, in spiaggia “stretta”, “media” o “ampia”. La misura dell’ampiezza di una spiaggia è inoltre un parametro significativo nella valutazione del tasso di erosione e comunque della dinamica evolutiva dei litorali, al pari delle variazioni dell’assetto della linea di riva. L’erosione di una spiaggia “stretta” genera esiti distruttivi e spesso irreversibili in tempi più brevi rispetto ad una spiaggia ampia.

Per la determinazione dello stato di conservazione dei litorali è quindi necessario misurare periodicamente oltre alla superficie persa e a quella residua, anche la variazione dell’ampiezza di superficie emersa nel periodo.

La rappresentazione vettoriale delle spiagge del Molise ricavata in questo lavoro consente,

unitamente alle ortofoto a colori, di fare osservazioni relative al contesto ambientale e all'influenza dell'azione antropica su questo territorio di confine tra terra e mare, ma obiettivi del presente lavoro sono stati

- la fotointerpretazione e digitalizzazione della linea di retrospiaggia
- l'elaborazione della mappa delle spiagge

e come esempio sono state calcolate solo le superfici delle spiagge del Molise, riportate nella Tabella 2.

Dalle elaborazioni cartografiche eseguite per delimitare le spiagge e dalla tabella degli attributi dello shapefile "Spiagge del Molise.shp" segue che il Molise ha 12 spiagge.

Tabella 2

FID	Comune	Area m2
0	Campomarino	184811,00
1	Campomarino	307800,71
2	Termoli	2941,37
3	Termoli	7864,02
4	Termoli	4995,96
5	Termoli	2069,03
6	Termoli	3475,58
7	Termoli	117392,49
8	Termoli e Petacciato	480913,93
9	Petacciato e Montenero di bisaccia	95832,28
10	Montenero di bisaccia	30318,58
11	Montenero di bisaccia	57780,24

Le spiagge di piccola superficie sono posizionate tutte nel comune di Termoli (Figura 25), con superficie che varia da un minimo di 2.941 m2 ad un massimo di 7.864 m2.¹

Negli altri tre comuni del Molise e a nord del comune di Termoli ci sono "lunghe" spiagge, con estese superfici che vanno da 30.318 m2 fino a spiagge 480.918 m2 nel comune tra Petacciato e Termoli.

Il risultato del lavoro svolto è stato la definizione del limite di retrospiaggia, utilizzando la procedura già adottata per la definizione della linea di riva sulla base delle ortofoto volo IT2000, e la successiva elaborazione della mappa delle spiagge, utilizzando la linea di retrospiaggia ricavata e la linea di riva disponibile.

¹In realtà si tratta di spiagge contigue che si sviluppano a sud del porto, originariamente appartenenti ad una spiaggia di maggior dimensione. Dopo la realizzazione del porto di Termoli la spiaggia a sud ha subito una forte erosione e le spiagge di piccola superficie delimitate nella mappa sono ciò che resta: sono ormai piccole spiagge contigue, intervallate da opere di difesa aderenti la riva realizzate ove la spiaggia è completamente scomparsa.

BIBLIOGRAFIA

Franco Ricci Lucchi – 1980, Sedimentologia Parte III, Ambienti sedimentari e facies, Clueb. Bologna.

SIGC - Sistema Informativo Geografico Costiero <http://www.sinanet.apat.it/coste>,