

Progetto MAREGOT: La banca dati dei sedimenti costieri della Regione Toscana

Francesco Bianco¹, Filippo Bonciani¹, Luigi E. Cipriani^{2,4}, Irene Cinelli^{3,4},
Enzo Pranzini^{3,4}, Daniele Simoncini¹

¹CGT Engineering, San Giovanni Valdarno (AR)

²Regione Toscana, Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile, Settore Tutela Acqua, Territorio e Costa

³Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, enzo.pranzini@unifi.it

⁴Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero

Riassunto

La Banca Dati dei Sedimenti Costieri della Toscana (BDSCT), realizzata nell'ambito del Progetto INTERREG Marittimo-IT FR-Maritime "MAREGOT – Management des Risques de l'Erosion cotière et actions de Gouvernance Transfrontalière" è uno strumento di archiviazione, gestione e consultazione delle informazioni geografiche, batimetriche, tessiturali e colorimetriche dei sedimenti di spiaggia emersa e sommersa di gran parte della costa toscana, che contiene attualmente i dati relativi a 2000 campioni raccolti ed analizzati negli ultimi decenni. La BDSCT consente la condivisione di questi dati tramite un portale dedicato che, di fatto, costituisce un museo virtuale e interattivo, implementabile nel futuro con informazioni aggiuntive che via via si renderanno disponibili e che sarà in futuro parte integrante del Portale regionale dedicato alla fascia costiera. Attraverso un codice QR ed un programma di visualizzazione cartografica appositamente realizzato, ogni campione è collegato al portale del progetto Maregot?, o psammoteca virtuale, dove sono riportate, oltre alla posizione geografica del campione e la profondità di prelievo, i parametri tessiturali di Folk e Ward (1957): Media, Classazione, Asimmetria, le Dimensioni del Primo percentile, la Percentuale di frazione fine, mentre il colore è determinato nello spazio CIEL*a*b*; è presente anche la fotografia del campione ad alta risoluzione. La Banca Dati, se interfacciata con quella dell'evoluzione della linea di riva e della topografia della fascia costiera, consente la ricostruzione della dinamica morfosedimentaria del litorale, sia per fini puramente scientifici sia per l'impostazione di progetti di difesa costiera e per il monitoraggio della risposta delle spiagge agli interventi strutturali realizzati lungo la costa.

Nell'ambito del Progetto MAREGOT queste elaborazioni sono state effettuate per il tratto costiero del Comune di San Vincenzo e condivise con i Partner del Progetto e con gli Enti coinvolti nella gestione di questo litorale.

Fra gli obiettivi della BDSCT vi è inoltre quello di costituire un archivio informativo avente anche valenza storica, poiché conserva le informazioni relative alle caratteristiche dei sedimenti naturali originari di spiagge che oggi, a seguito della realizzazione di opere di difesa, e ancor più di ripascimenti artificiali, sono state progressivamente alterate.

Premessa

Nell'ambito della Gestione Integrata della Fascia Costiera, la conoscenza delle caratteristiche dei sedimenti che costituiscono la spiaggia emersa e quella sommersa è fondamentale sia nella fase di studio dei processi in atto sia nella definizione dei progetti di difesa dei litorali.

Le caratteristiche granulometriche dei sedimenti forniscono indicazioni sull'energia del moto ondoso, sui flussi litoranei - e quindi aiutano nell'identificazione delle celle litoranee, sull'impatto delle opere costiere, e sono essenziali per identificare la granulometria idonea dei materiali di ripascimento e l'evoluzione di questi sotto l'attacco del moto ondoso. Il colore dei sedimenti aiuta nella determinazione delle direzioni del flusso sedimentario ed è un parametro ambientale fondamentale della spiaggia, nonché un elemento essenziale del paesaggio costiero e quindi soggetto a tutela.

Granulometria e colore della spiaggia sono caratteristiche variabili con il tempo, in particolare a seguito dell'impatto antropico sui processi di alimentazione delle spiagge, con la variazione dell'input fluviale, e sulla distribuzione dei sedimenti lungo riva ad opera delle strutture costiere. Più recentemente, il ripascimento artificiale dei litorali ha modificato, talvolta in modo sostanziale, le caratteristiche originali dei sedimenti, a tal punto che può diventare impossibile ricostruire come fosse costituita la spiaggia naturale nel passato, dato fondamentale per interpretare i processi innescati dall'azione antropica.

Lungo la costa toscana sono stati fatti studi sedimentologici fin dai primi anni '70 e i dati raccolti sono ancora oggi disponibili dopo cinquant'anni, anche se la loro consultazione non è agevole, se non per chi ha effettuato quelle ricerche.

Oltre al valore storico-scientifico di quelle informazioni, ve ne è oggi uno assai più operativo ed è legato alla gestione dei sedimenti della fascia costiera, sia per refluenti lungo riva sia per spostamenti ortogonali alla costa per interventi stagionali o più strutturali.

La Regione Toscana si era già dotata nel 2015 di un Piano Regionale di Gestione dei Sedimenti Costieri (PRE-GESC) grazie ad una collaborazione scientifica con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, in cui venivano calcolati i bilanci sedimentari dei vari settori costieri e definite granulometria e colore dei sedimenti nell'ottica di una loro utilizzazione per il ripascimento dei tratti in erosione. Queste informazioni non erano però strutturate per essere gestite in un sistema informativo e si limitavano a descrivere i sedimenti di spiaggia emersa, salvo rari approfondimenti in aree di particolare interesse, e per intervalli temporali limitati. Si rendeva quindi necessario organizzare le informazioni ancora disponibili sui sedimenti costieri raccolte negli anni passati e renderle fruibili a tutti, sia per scopi di ricerca che per i futuri progetti di riequilibrio del litorale. Inoltre, era opportuno organizzare e rendere accessibile il patrimonio materiale costituito dai campioni ancora conservati presso l'Università, per consentire a tutti il loro studio, anche con analisi a suo tempo non eseguite e con le future tecnologie che si renderanno utilizzabili.

Il Progetto INTERREG Marittimo IT-FR MAREGOT, finalizzato allo sviluppo di tecniche di monitoraggio costiero nello spazio transfrontaliero, ha consentito l'inizio della costruzione di questo sistema informativo, che affianca una "psammoteca" che per il momento raccoglie i campioni dei sedimenti di quattro aree pilota del Progetto, ma che può essere estesa a tutti i campioni di sedimenti raccolti nel passato e che verranno prelevati in futuro nell'ambito delle attività di gestione e difesa del litorale della Regione Toscana. I dati archiviati si riferiscono alla data, posizione geografica del campione, profondità di prelievo, parametri tessiturali di Folk e Ward (1957): Media, Classazione, Asimmetria, nonché Dimensioni del Primo percentile e Percentuale di frazione fine, mentre il colore è determinato nello spazio CIEL*a*b* (Pranzini et al., 2011); è presente anche la fotografia del campione ad alta risoluzione.

La realizzazione di questa psammoteca virtuale e materiale è stata affidata con evidenza pubblica dall'Università di Firenze, Partner del Progetto MAREGOT, a CGT Engineering, Spin off dell'Università di Siena, ed è ora consultabile online, mentre i campioni fisici sono momentaneamente ospitati presso il Centro di GeoTecnologie nella sede di San Giovanni Valdarno dove è possibile ispezionarli.

La struttura della Banca Dati

I dati sui quali la Banca è stata strutturata si riferiscono a 575 campioni fisici e informazioni associate provenienti dalle 4 aree pilota toscane del Progetto MAREGOT (San Vincenzo, Pratoranieri, Senzuno, Parco Regionale della Maremma). A questi sono stati uniti quelli relativi ad altri 267 campioni di cui erano disponibili i dati geografici e tessiturali, ma mancava il campione fisico, che quindi non è presente nella psammoteca materiale. In una fase successiva sono stati archiviati altri 1500 campioni di diversi tratti del litorale toscano, di cui si hanno i dati tessiturali, e che si spera poter inserire in futuro nella BDSCT.

Una parte di ciascun campione disponibile è stata utilizzata per creare la psammoteca attraverso la preparazione e la sistemazione, in appositi scaffali, di 575 raccoglitori per esposizione riempiti di sedimento e sui quali è stata applicata un'etichetta con il nome del campione, l'area di riferimento ed il codice QR per la consultazione, tramite apposita Progressive Web App, utilizzabile sia in ambiente Android che IOS, dei dati sedimentologici e colorimetrici. Le *features* contenute nella banca dati di progetto consistono pertanto in 842 stringhe di entità per le quali è segnalata, in un apposito campo, la presenza o meno del campione fisico nella psammoteca o nell'area di stoccaggio. È stato quindi avviato un processo di informatizzazione di dati spaziali e tabellari relativi alle analisi fisiche, sedimentologiche e colorimetriche disponibili.

La banca dati geografica è stata realizzata secondo il modello dati shape file *.shp e georiferita al sistema di riferimento Gauss Boaga– Roma40, Fuso Ovest (Monte Mario/Italy zone 1, codice EPSG:3003) poi resa standard World Geodetic System 1984 (EPSG:4326) per la sua pubblicazione online tramite un connettore dinamico in Cloud sviluppato appositamente per la generazione di flussi GeoJSON.

Come è noto, il formato shape file è stato sviluppato da ESRI per accrescere l'interoperabilità tra i sistemi GIS, e la struttura fisica per l'immagazzinamento dei dati è costituita da diversi files ognuno avente una specifica funzione. Il modello concettuale si presenta organizzato secondo uno strato informativo unico (s.i.) puntuale contenente in tabella tutte le informazioni disponibili per il campione. La tabella informativa dei dati del campione è strutturata secondo i campi di Tabella 1.



Figura 1. Psammoteca dove sono conservati e liberamente consultabili i campioni di sedimenti delle spiagge toscane classificati nell'ambito progetto MAREGOT.

Tabella 1. Indice dei campi della tabella di attributi e caratteristiche degli stessi.

NOME CAMPO	TIPO	NUM CARATTERI/ PRECISION	DESCRIZIONE
fid	Object ID	-	Numero identificativo unico progressivo
shape	Geometry	-	Identificativo geometrico
campione	String	20	Nome campione (es.7A/1)
insieme	String	20	Insieme di campioni (es. 7)
data_prelievo	Date	-	Data prelievo campione
X	Double	18	Coordinata X in metri
Y	Double	18	Coordinata Y in metri
quota	Double	18	Quota / profondità di prelievo (m)
media	Double	18	Valore delle dimensioni medie (Mz) in phi
Classazione	Double	18	Valore della Classazione (σI) in phi
Asimmetria	Double	18	Valore dell'Asimmetria (SkI)
frazione_f	Double	18	Percentuale della frazione fine (<63 μm)
primo_perc	Double	18	Valore del 1° percentile (phi)
peso_g	Double	18	Peso del campione in grammi
L*(D65)	Double	18	Valore del parametro L* (Nero – Bianco)
a*(D65)	Double	18	Valore del parametro a* (asse Verde – Rosso)
b*(D65)	Double	18	Valore del parametro b* (asse Blu – Giallo)
zona	String	20	Macroarea (es. Golfo di Follonica)
località	String	20	Area pilota di riferimento (es. Pratoranieri)
psammoteca	String	20	SI/NO (presente/assente in archivio)

La struttura dei dati permette interrogazioni spaziali (es. identificazione di tutti i campioni raccolti in un determinato tratto di litorale (Fig. 2), o a una determinata profondità, interrogazioni cronologiche (es. tutti i campioni raccolti in un certo intervallo temporale, Fig. 3), interrogazioni basate su dati sedimentologici (es. tutti i campioni con un determinato valore della Media; Fig. 4) e, ovviamente, interrogazioni multiple per la costruzione di specifiche mappe tematiche.

Attraverso l'utilizzo dei dati sedimentologici interpretati su base morfologica e con tecniche geostatistiche di spazializzazione dei dati sono state realizzate le carte dei parametri tessiturali dei sedimenti del litorale di San Vincenzo (in Fig. 5 quella della Media (Mz) relativa alla selezione dei campioni raccolti nell'anno 2014).

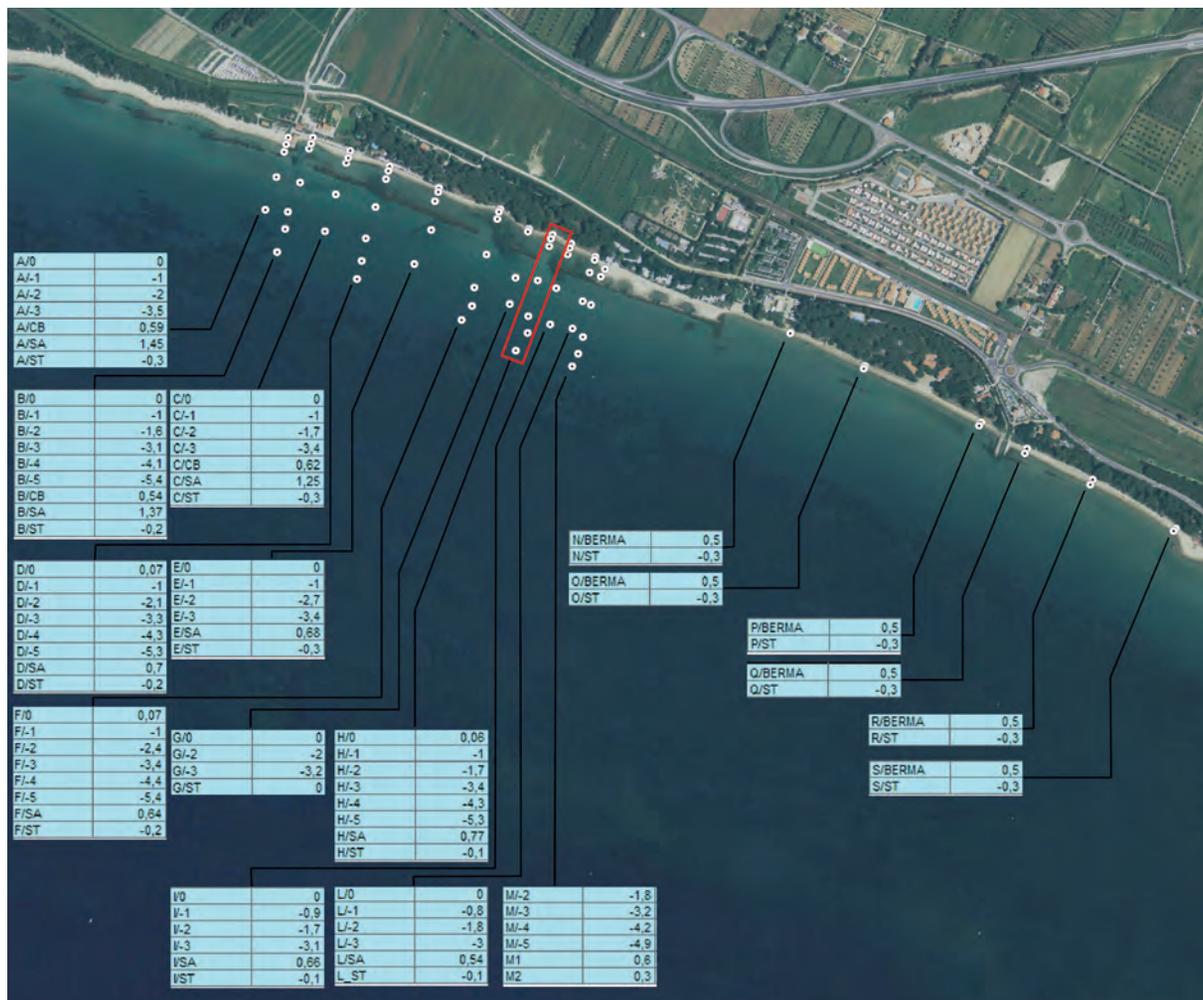


Figura 2. Identificazione dei campioni presenti nella Banca dati per un tratto del Golfo di Follonica (Nome Campione e Profondità).



Figura 3. Esempio di rappresentazione cartografica dei campioni classificati per data di raccolta.



Figura 4. Esempio di rappresentazione cartografica dei campioni classificati per dimensioni media (Mz) dei sedimenti.

Descrizione della psammoteca e della psammoteca virtuale

La psammoteca con la raccolta di tutti i campioni di sedimenti disponibili per le aree pilota è stata allestita in un locale appositamente attrezzato con armadi e scaffalature all'interno del Centro di GeoTecnologie, dell'Università di Siena sito in San Giovanni Valdarno (AR) (Fig. 1).

Ogni campione è stato suddiviso in una porzione per la psammoteca, contenuta in apposita scatolina da esposizione dotata di etichetta riportante: Nome campione, Località, Data e codice QR (Fig. 6), e in una porzione residua che viene conservata in sacchetto di plastica sigillato per eventuali successive analisi.

Attraverso il codice QR ed il gestionale in Cloud di gestione e visualizzazione cartografica realizzato, è possibile accedere al portale del progetto, o psammoteca virtuale, dove sono riportate tutte le informazioni disponibili per ogni campione classificato.

Tramite applicazione per smartphone o tablet, inquadrando il codice QR (Fig. 7a), si accede all'URL di



Figura 5. Carta delle dimensioni medie (Mz) dei sedimenti dell'area di San Vincenzo prodotta con i dati della BDSCT (riproduzione non in scala).



Figura 6. Scatoline per esposizione campioni con Nome campione, Località, Data e QR Code per collegamento alla scheda dati online.

riferimento del campione (Fig. 7b) e quindi alla scheda dati (Fig. 7c), consultabile anche direttamente sul portale tramite browser accedendo dalla *home page*.



Figura 7. Consultazione della scheda campione tramite smartphone o tablet.

Nella finestra della localizzazione, dove i campioni sono clusterizzati in funzione della scala di visualizzazione, è possibile andare a cercare un particolare campione di interesse ed accedere quindi alla scheda tecnica tramite il collegamento “visualizza scheda”.

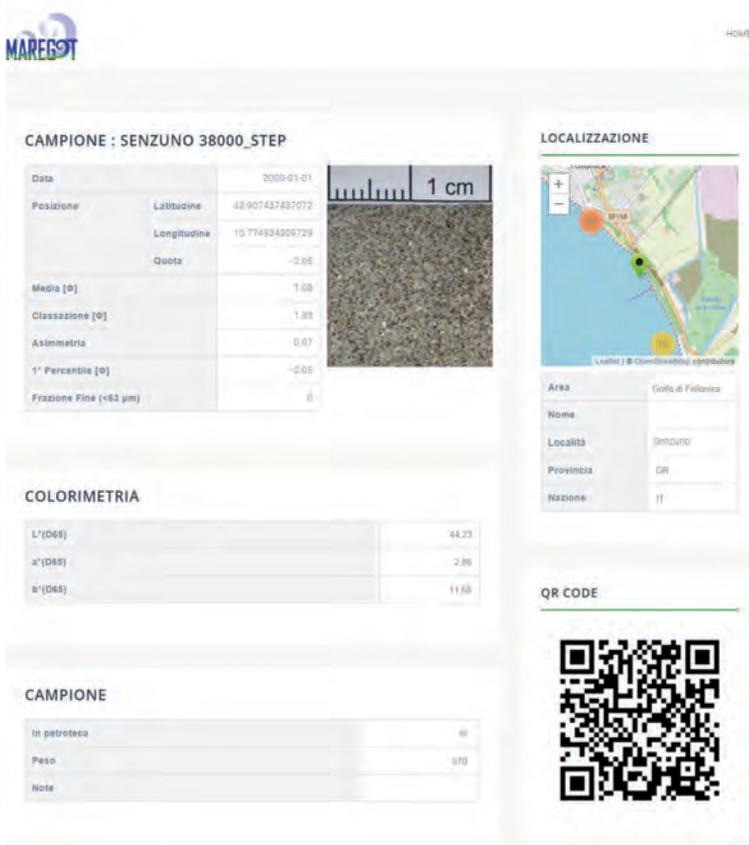


Figura 8. Scheda campione riportante tutte le informazioni disponibili.

Il collegamento apre la scheda campione mostrata in Figura 8, che riporta, oltre ai dati di localizzazione, tutte le caratteristiche sedimentologiche e colorimetriche disponibili per il campione, nonché una immagine della sabbia realizzata in macrofotografia e fornita di scala grafica.

Conclusioni

Il Progetto MAREGOT ha fornito l'occasione per raccogliere, organizzare e rendere accessibili alla consultazione circa 2000 campioni di sedimenti raccolti lungo la costa toscana dal 1984 al 2019, sia nella loro forma fisica sia per quanto riguarda i parametri tessiturali e colorimetrici che li caratterizzano. Per altri campioni sono disponibili i dati tessiturali che risalgono anche al 1975.

La possibilità di accesso a questi dati ne consente una libera utilizzazione a fini didattici, scientifici e per l'impostazione di progetti di difesa costiera.

L'interrogazione multipla permette inoltre elaborazioni di livello superiore e l'estrazione di informazioni che possono essere confrontate con dati relativi all'evoluzione della linea di riva e della morfologia della spiaggia emersa e sommersa, come fatto per l'area pilota MAREGOT di San Vincenzo (Bianco et al., 2020).

Nell'ambito della gestione dei sedimenti costieri, queste informazioni possono risultare determinanti per l'impostazione di piani di refluento, sia cross- che longh-shore.

Vista come archivio storico, la BD consente anche di evidenziare le trasformazioni tessiturali subite dalle spiagge a seguito di interventi di difesa costiera strutturali e di ripascimenti artificiali.

La conservazione dei campioni originali lascia spazio ad analisi (es. petrografiche) che non sempre sono state eseguite, cosa che consente di determinare le reali province petrografiche, ormai non più delimitabili a seguito dei ripascimenti artificiali.

I campioni che sono entrati nella BD sono solo una parte di quelli che è stato possibile reperire, sia fisicamente sia solo tramite i loro descrittori tessiturali. La speranza è che questo lavoro di archiviazione possa arrivare a interessare tutti i campioni che è stato possibile 'salvare' e ospitare quelli che verranno raccolti in futuro dai vari attori coinvolti nello studio e nella gestione della fascia costiera toscana e dello spazio transfrontaliero.

Bibliografia

- Bianco F., Conti P., Garcia-Ayllon S., Pranzini E., 2020. An integrated approach to analyze sedimentary stock and coastal erosion in vulnerable areas: Resilience assessment of San Vincenzo's coast (Italy). *Water*, 2020, 12, 805.
- Folk, R.L., Ward, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1), 3-26.
- Pranzini E., Simonetti D., Vitale G., 2011. Sand colour rating and chromatic compatibility of borrow sediments. *Journal of Coastal Research*, 26: 798-808.