

Analisi critica dei sistemi di monitoraggio e della tipologia di dati monitorati con valutazione costi benefici delle metodologie utilizzate

Component: T1: Analisi transfrontaliera delle misure e dei monitoraggi per la previsione dell'evoluzione morfodinamica dei sistemi costieri

Azione: T.1.1 - Valutazione dell'efficacia dei sistemi di monitoraggio dell'erosione costiera e analisi dei dati per la pianificazione e gestione della fascia costiera

Partner Responsabile: Università di Firenze

Data: Febbraio 2018



Premessa

MAREGOT è un progetto finalizzato alla prevenzione e gestione congiunta dei rischi derivanti dall'erosione costiera nell'area di cooperazione. Il progetto strategico intende avviare un'azione di pianificazione condivisa che, grazie a una migliore conoscenza dei fenomeni erosivi e della dinamica dei litorali, individui soluzioni di intervento ottimali per la gestione del territorio in relazione alle caratteristiche morfologiche e idrodinamiche dalla costa.

Da: MAREGOT, Formulario di candidature, A.2 Sintesi del progetto

La conoscenza dello stato del litorale, sia nelle coste basse sia in quelle alte, è un elemento fondamentale per la gestione dei rischi da erosione costiera, da inondazione da mare e da crollo delle falesie. Rischi che, con lo spostamento delle popolazioni dall'interno verso la costa, con i ritmi di sviluppo maggiori in questa parte del territorio e con la costante crescita del turismo balneare, espongono valori umani, ambientali ed economici sempre più importanti.

La riduzione della **resilienza** di questa fascia di territorio ha infatti determinato un incremento del rischio a cui questi territori sono esposti.

Resilienza costiera

La capacità intrinseca della costa di adattarsi ai cambiamenti indotti dalle variazioni del livello del mare, dagli eventi estremi e dagli occasionali impatti antropici, mantenendo inalterate le funzioni del Sistema costiero sul lungo termine.

EuroSION, 2007

Il monitoraggio costiero è attività svolta dagli Enti territoriali spesso in modo disomogeneo e discontinuo, talvolta producendo dati che non vengono poi utilizzati a pieno per la pianificazione e la gestione della fascia costiera. Ciò è dovuto a più fattori: dalla scarsa confidenza degli attori con i dati prodotti, all'inadeguatezza dei

dati a rappresentare i fenomeni in atto nella scala spaziale e temporale opportuna, o alla non attualità dei dati.

Ciò nonostante che le tecniche di rilievo consentano oggi l'acquisizione dei dati in modo efficiente e relativamente economico e che, se prodotti nell'ambito di un protocollo di monitoraggio ben strutturato, permetterebbero una conoscenza in tempo quasi reale dei processi costieri, come dimostrato da alcuni progetti europei a cui hanno partecipato anche alcuni partner di MAREGOT come ResMar per esempio.

ResMar

Il Progetto ResMar, con il filone "Coste e litorali", dedicato ai temi dell'erosione costiera e stato dei litorali ha sviluppato attività quali:

- *la realizzazione di una rete per il monitoraggio dell'erosione costiera;*
- *la realizzazione e la fattibilità di un centro transfrontaliero per lo studio della dinamica dei litorali.*

Tuttavia se i dati del monitoraggio non sono stati raccolti con metodi, protocolli e finalità ben definite e se l'utilizzatore non è stato coinvolto fin dall'inizio ed ha collaborato alla definizione degli obiettivi, raramente i dati prodotti avranno una piena utilizzazione e saranno efficaci ai fini della **Gestione Integrata della Zona Costiera (ICZM)** e della **Marine strategy**.

Integrated Coastal Zone Management (ICZM)

È un processo dinamico, multidisciplinare e iterativo per promuovere la gestione sostenibile delle zone costiere. Esso copre l'intero ciclo della raccolta delle informazioni, pianificazione (nel suo significato più ampio). La presa di decisioni, la gestione e il monitoraggio dell'implementazione. [...]

"Integrato" in ICZM si riferisce all'integrazione degli obiettivi ed anche all'integrazione dei vari strumenti necessari per raggiungerli. Ciò significa integrazione di tutte le azioni (policy) nelle aree, settori e livelli dell'amministrazione. Significa anche integrazione delle componenti terrestri e marine del territorio interessato, sia nel tempo che nello spazio.

Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on Integrated Coastal Zone Management: a strategy for Europe. Brussels, 27.09.2000, COM(2000) 547 final

Il progetto MAREGOT vede quindi, come prima fase, un'analisi delle modalità (tempi e protocolli) con le quali sono stati effettuati nel passato i monitoraggi nei territori transfrontalieri ed una verifica sull'utilizzazione dei risultati per la pianificazione e la gestione della fascia costiera, analizzando anche quali risultati positivi abbiano prodotto e quali criticità siano emerse.

Scopo della Component T1 è rappresentato dall'esigenza di definire una proposta metodologica di progettazione dei piani di monitoraggio della costa, a partire da attività riguardanti:

- analisi critica dei piani di monitoraggio eseguiti precedentemente;
- valutazione di efficacia dei piani di monitoraggio (anche in termini di analisi costi/benefici), e di efficienza nei termini delle modalità del loro utilizzo (se e come) dagli Enti preposti alla gestione della costa.

In riferimento alla prima attività (T1.1. Report metodologico) con il contributo di tutti i Partner, è stata predisposta la Scheda/Questionario allegata, nella quale, per ciascuna area transfrontaliera, sono confluite tutte le informazioni necessarie per le successive elaborazioni da parte del coordinamento dell'attività. In una fase successiva sono state messe a confronto le informazioni provenienti da tutti i Partner organizzate in un'unica scheda regionale. (Sardegna, Liguria, Toscana, VAR e Corsica).

Partendo, inizialmente, da una macroscheda comprendente 5 Sezioni aggregate, si è giunti ad una ulteriore suddivisione per "attività" riferite a:

- Clima ondoso/meteo marino
- Coste alte
- Spiagge
- Bacini versanti
- Habitat marino costieri

Le schede sono state compilate anche confrontando le conoscenze acquisite al momento della pianificazione sia in merito agli interventi di difesa dei litorali, sia nei piani regolatori comunali, fino ai piani di gestione degli arenili.

Sulla base dei risultati, anche in considerazione del rapporto costi/benefici dei monitoraggi e di una strategia condivisa con tecnici, pianificatori, gestori e *stakeholders*, verrà proposto un protocollo metodologico (T1.2.2 - *Protocollo metodologico transfrontaliero*) per il monitoraggio specifico che tenga conto delle diverse tipologie costiere (es. tratti lineari in erosione non difesi, pocket beach, aree

con difese consolidate, aree con nuove difese, coste alte con falesie a strapiombo, coste alte orlate alla base da spiagge fruibili, ecc.).

Quanto segue costituisce il risultato di un'indagine effettuata tramite un questionario sulle attività di monitoraggio condotte nei cinque territori e relative alle cinque tematiche indicate. I Partner responsabili di ciascuna area tematica hanno analizzato e commentato le relative schede, dando così vita ai 5 capitoli del presente Rapporto, a cui si aggiunge un sesto capitolo di conclusioni.



1. Clima meteomarinò

Generalità

Ai fini della gestione integrata della fascia costiera, la conoscenza e la caratterizzazione dei fenomeni meteomarini (vento, onde) e meteo-oceanografici (correnti, variazioni di livello, ecc.) che incidono sulle coste è importante per tre motivi principali:

- 1) valutazione della dinamica dei litorali e del trasporto solido (erosione);
- 2) previsione del rischio costiero legato agli eventi estremi;
- 3) progettazione di opere di difesa costiere.

Questa conoscenza può essere fornita da dati storici (misurati tramite strumenti di osservazione, o stimati tramite modelli di analisi o appositi hindcast) oppure acquisita da modelli numerici di previsione dello stato del mare per esigenze di protezione civile o di pianificazione di attività in mare. Certamente le due fonti principali di informazione (misure *in-situ* e modelli di calcolo) non sono alternative le une alle altre, ma sono complementari:

- le misure *in-situ* sono normalmente più affidabili, ma hanno una validità solo locale e pertanto richiedono l'utilizzo di modelli per poter essere spazializzate, regionalizzate o comunque rese rappresentative delle condizioni di moto ondoso incidenti lungo la costa, nei vari segmenti di costa caratterizzati da diversa orientazione ed esposizione ai venti e alle onde.
- i modelli, a loro volta, richiedono di essere calibrati e validati tramite misure di verità, e quindi è possibile valutarne la precisione e l'affidabilità previsionale solo per confronto con osservazioni qualitativamente e quantitativamente robuste.

Analisi critica delle modalità con cui le Regioni svolgono l'attività di monitoraggio meteomarinò ed oceanografico lungo la costa

Tutte le Regioni coinvolte nel programma si sono dotate di strumenti e metodi per rispondere all'esigenza di monitorare lo stato del mare lungo le loro coste, e hanno completato la scheda proposta relativa al clima meteo-marino.

Quest'ultima è articolata in varie domande, e in schede di ricognizione relative agli strumenti, ai metodi e ai modelli utilizzati da parte delle varie Regioni, e infine ai costi relativi all'attività di monitoraggio.

In tutte le Regioni vengono misurati dati ondametrici (onde al largo e sottocosta), venti e dati di livello del mare. Le correnti superficiali vengono misurate tramite radar costieri, mentre dati correntometrici puntuali sono ottenuti dalle misure di correntometri doppler acustici (ADCP), installati in alcuni punti dalla Toscana e dalla Liguria e inseriti all'interno delle reti istituzionali delle Regioni. Questi correntometri sono particolarmente importanti perché spesso corredati da sensori per la misura del moto ondoso. Difatti questi strumenti sono spesso riferiti come correntometri/ondametri con frequenze caratteristiche di 600 kHz idonee per misure di corrente lungo la colonna d'acqua per profondità fino a 10-15 m. I dati di corrente superficiale ottenuti da radar ad alta frequenza si ritiene che abbiano un'importanza solo secondaria per quanto riguarda lo studio delle dinamiche costiere (anche se possono influenzare il trasporto di sedimenti provenienti dai fiumi). Riguardo agli altri parametri fisici:

- le reti di *misura del moto ondoso* sono sia a carattere nazionale che regionale; in Italia il servizio Ondametrico nazionale (ex Rete Ondametrica Nazionale RON, poi sotto APAT), è stato recentemente acquisito da ISPRA ed è in questa fase largamente deficitario (di fatto è stato smantellato negli anni recenti). Questo è fonte di problemi specialmente per una regione come la Sardegna, che non dispone di una rete ondametrica regionale autonoma.
- i *venti* (e anche altri parametri meteorologici) sono acquisiti da strumenti di misura posizionati normalmente a terra o al massimo lungo la costa, tranne rare eccezioni; il questionario non permette di comprendere se il dato di vento sia rappresentativo della situazione in mare o lungo la costa;

- i *livelli del mare* sono normalmente misurati da reti nazionali (RMN, Rete Mareografica Nazionale, in Italia gestita da ISPRA, in Francia da SHOM); localmente questi dati possono essere integrati da reti di misura regionali (ad esempio in Toscana)

La situazione italiana e francese appare molto diversa, in quanto in Francia il monitoraggio istituzionale è affidato a enti nazionali quali MeteoFrance, SHOM, Ifremer, CEREMA. Questi enti hanno compiti istituzionali ben definiti, e sono coadiuvati, per aspetti scientifici, di sviluppo tecnologico e di ricerca, da laboratori universitari quali il MIO, UMR Lops, e da enti di ricerca quali il CNRS. In generale, gli enti francesi che operano il monitoraggio istituzionale, svolgono la propria attività da più di 30 anni.

In Italia, l'assenza di una struttura nazionale civile responsabile della meteorologia (sia nella parte modellistica che nella gestione di una rete di misura meteorologica omogenea a scala nazionale) ha determinato una situazione ibrida, in cui molti parametri vengono misurati, in maniera disomogenea e in modalità non coordinata, da enti nazionali quali ISPRA, dalle agenzie di protezione ambientale (quali ARPAS E ARPAL), dalle Regioni stesse (è il caso della Regione Toscana che gestisce le reti di misura, anche in mare, tramite il Servizio Idrologico regionale, e il servizio di previsione meteomarina tramite il Consorzio LaMMA). Le Regioni italiane che hanno il compito istituzionale del monitoraggio meteomarino svolgono questa attività da tempi relativamente brevi (da 10 a 20 anni, o anche meno). Le reti di monitoraggio, i modelli e i metodi utilizzati, appaiono complessivamente anche di notevole valore, ma la consistenza dei dati a disposizione (ovvero, la lunghezza delle serie storiche) è ancora troppo breve per permettere l'utilizzo corretto di questi dati per scopi legati, ad esempio, alla progettazione delle opere a mare.

Analisi critica dei dati a disposizione

Misure in-situ o remote

Boe e sensori ondametrici

Tutte le Regioni, tranne in questo momento la Sardegna (che pure disponeva in passato di misure derivanti dalla RON), dispongono di misure ondametriche *in-situ* tramite boe. Al largo la situazione più comune è rappresentata da boe ancorate

(Corsica, Var e Toscana), che permettono misure dirette dello stato del mare e danno dati in tempo reale.

A scala costiera, Liguria e Toscana sono dotate anche di correntometri/ondametri (ADCP) che, dal punto di vista del funzionamento, hanno manifestato alcune criticità in passato, legate a problemi di manutenzione e alla resistenza dei supporti alle situazioni più energetiche.

Mareografi e sensori di livello

Le misure sono gestite a livello nazionale, in Italia da ISPRA, in Francia dallo SHOM. In Toscana le misure nazionali sono state integrate anche con alcuni punti di misura gestiti a livello regionale.

Radar Costieri

Questi radar sono normalmente utilizzati per la stima delle correnti superficiali su larga scala, con risoluzione tipica da alcune centinaia di metri a qualche chilometro, e range da pochi chilometri a 80-90 km (quindi poco adatte agli usi litoranei-costieri). Dall'analisi di dati radar è possibile ricavare, su range molto più ridotti e prossimi a costa, misure ondametriche. Queste ultime sono ancora a carattere sperimentale e non appaiono ancora sufficientemente affidabili per poter integrare, né tantomeno sostituire, le misure *in-situ* dirette. Va tuttavia sottolineato come la presenza di importanti iniziative all'interno del programma di cooperazione marittimo Italia-Francia (quali i progetti SICOMAR della passata programmazione, e i progetti IMPACT e SICOMAR+ della presente programmazione), permetteranno di estendere notevolmente la rete di radar esistenti a tutte le Regioni del programma, con benefici soprattutto sui temi del monitoraggio ambientale e della sicurezza in mare.

Dati satellitari

Esplicitamente menzionati nel questionario, le Regioni sono consapevoli dell'esistenza di questi dati. Tuttavia non sembra che le Regioni utilizzino ancora i prodotti da questi derivati ai fini del monitoraggio dello stato fisico del mare (es. onde, livelli, venti, ecc.), e questo è probabilmente motivato dai noti limiti dei dati satellitari, legati alla risoluzione delle informazioni, ai problemi legati all'analisi del segnale remoto (dati

rumorosi in prossimità della costa), ai tempi di rivisitazione (ad esempio per quanto riguarda i dati altimetrici).

Altro

Le misure tramite strumenti mobili, quali veicoli marini autonomi, boe alla deriva, o altri metodi di misura non menzionati (es. misure automatiche da nave tramite appositi sensori), sono a carattere sperimentale e non ancora adatte per finalità di monitoraggio istituzionale. Tuttavia è interessante la possibilità di misurare il mare tramite strumenti di facile posizionamento, per avere dati localmente più rappresentativi in corrispondenza di periodi brevi (da qualche settimana a pochi mesi) in cui sono in atto attività di monitoraggio (ad esempio *pre e post operam*).

Modelli atmosferici, meteomarini ed idrodinamici

Modelli meteorologici

Tutte le Regioni hanno a disposizione dati di previsione derivanti dai propri centri di previsione regionali (ARPAL, ARPAS, Consorzio LaMMA) o nazionali (MeteoFrance). I modelli utilizzati includono ARPEGE e AROME (MeteoFrance), Bolam e Moloch (ARPAL e ARPAS), WRF (Consorzio LaMMA e ARPAS), implementati su differenti aree regionali e con diverse risoluzioni. Le strategie modellistiche adottate dai vari centri appaiono non condivise e, in riferimento al caso italiano, marcatamente disomogenee.

Modelli meteomarini

Anche in questo caso, le Regioni hanno normalmente a disposizione dati di previsione del moto ondoso, forzato dai modelli atmosferici, derivanti dai propri centri di previsione regionali (ARPAL, Consorzio LaMMA) o nazionali (MeteoFrance, SHOM). I modelli di previsione utilizzati includono WaveWatch III, WAM, TOMAWAC. Alcune Regioni (VAR, Liguria tramite l'Università di Genova) hanno già a disposizione dati prodotti tramite procedure di hindcast per la ricostruzione di dati meteomarini relativi alle ultime decadi.

Modelli idrodinamici costieri

Questi dati sono stati descritti in dettaglio da quasi tutte le Regioni, ma il loro utilizzo ai fini dello studio delle dinamiche litoranee è piuttosto discutibile, specie se non è

spinto all'alta risoluzione costiera e non accoppiato ad una componente di stima delle onde sotto costa, ovvero laddove onde e correnti interagiscono dinamicamente tra loro. I modelli utilizzati a scala regionale sono: ROMS (Consorzio LaMMA), MARC (ex MARS-3D), HYCOM3D. A scala costiera sono anche utilizzati Delft3D (Consorzio LaMMA) e MIKE3 (ARPAL).

Analisi dei costi e utilizzo dei dati

Le risposte alla parte di questionario relativa ai costi sono state fornite solo dai partner italiani.

Per quanto riguarda il costo delle reti di misura, si hanno importanti costi sia di installazione che di manutenzione degli strumenti. I primi sono dell'ordine di 100k€, o talvolta superiori, ed occorre sottolineare come una componente non secondaria del costo sia rappresentata dalle modalità di installazione degli strumenti (ad esempio tramite *mooring* o appositi pali). Nel caso di correntometri/ondametri sotto costa la Liguria e la Toscana hanno preferito soluzioni che prevedono il supporto di una meda elastica che supporta anche impianti di comunicazione del dato a terra, soluzione più robusta e durevole nel tempo, ma più costosa. I costi di manutenzione sono dell'ordine di 30-40 k€ l'anno.

Più difficile è la stima dei costi della componente previsionale, perché è legata all'utilizzo di modelli che sono normalmente *open source*, ma che richiedono in ogni caso l'elaborazione dei dati da parte di centri di calcolo ad alta prestazione e di personale specializzato per l'implementazione dei modelli e delle procedure di pre e post elaborazione dei dati, la realizzazione di archivi, ecc. I modelli stessi sono diversificati (atmosfera, onde, idrodinamica marina), trattano spesso scale differenti, e richiedono pertanto competenze anche molto diversificate. Una stima compiuta del costo di questi dati non può pertanto prescindere da un'analisi accurata di tutti i costi associati.

D'altra parte, come sottolineato in premessa, questi dati hanno un utilizzo molto ampio da parte di vari settori e attività in mare, e sarebbe sbagliato attribuirne i benefici alle sole istituzioni che si occupano di problemi di protezione costiera.

Dal questionario non si evince quali dati sono effettivamente utilizzati o richiesti da parte delle Regioni per gli studi costieri e per la progettazione.

Non è nemmeno chiaro qual è il livello di fruibilità dei dati da parte delle varie Regioni. Molto spesso i dati sono a disposizione degli uffici regionali o dei centri che li producono, ma il loro utilizzo avviene solo tramite apposite procedure di richiesta, e in ogni caso non è immediato.

Si rimanda alla successiva componente di elaborazione della proposta metodologica del progetto una discussione tecnica più approfondita relativa a questi aspetti.



2. Coste alte

Generalità

Le aree costiere rocciose costituiscono ambienti erosionali influenzati fortemente dalla natura geologica delle forme che li costituiscono. In base all'acclività dei versanti che arrivano al mare, possono essere distinte diverse tipologie di ambienti costieri in roccia: le coste alte in roccia con versanti con acclività da circa 30° a subverticali, di cui fanno parte le falesie, ovvero pareti sub verticali con forte impostazione strutturale e arretramento verticale subparallelo, e quelle coste che invece vengono definite rocciose basse, dove la natura geologica non consente lo sviluppo di importanti pareti. La dinamica di evoluzione di questi ambienti è molto veloce e principalmente legata a fenomeni di crollo o di scivolamento gravitativo sia per erosione alla base che per variazioni delle condizioni di carico dell'ammasso roccioso.

Il progetto MAREGOT ha voluto mettere un focus sull'analisi delle coste alte in quanto sono sede di potenziali condizioni di instabilità e quindi di pericolo per la fruizione da mare e per l'utilizzo dei promontori costieri da parte dell'uomo. L'approccio metodologico che è stato scelto in questo progetto e che è alla base della comprensione dei fenomeni di instabilità delle coste alte sia necessaria la conoscenza dei fenomeni di interazione fisica e chimica tra le componenti geologiche (litologia, anisotropie, stato di alterazione, ecc.) e gli agenti esogeni e tra questi, in particolare il moto ondoso e i fattori meteo-climatici (vento, pioggia, temperatura).

Analisi critica delle modalità con cui le regioni svolgono l'attività di monitoraggio delle COSTE ALTE e dei fattori che ne influenzano la stabilità

Delle Regioni coinvolte nel programma, solo la Liguria e la Sardegna hanno completato la scheda relativa al monitoraggio delle coste alte.

La scheda/questionario sui sistemi di monitoraggio dedicata all'attività "COSTE ALTE" è strutturata in due sezioni principali:

- 1) Monitoraggio a scala regionale;
- 2) Monitoraggio su opere di difesa dei versanti e delle falesie.

Per ogni sezione sono state proposte una serie di domande che mirano a raccogliere informazioni, sia per quanto riguarda il fenomeno di instabilità che le opere di difesa dei versanti e delle falesie, sui sistemi di monitoraggio esistenti, sugli enti competenti per la raccolta dati, sui processi monitorati, sugli investimenti effettuati, sulla trasferibilità dei risultati ottenuti agli ambiti della pianificazione territoriale e sull'esistenza di protocolli di monitoraggio consolidati.

1) Monitoraggio a scala Regionale

Per la Regione Liguria gli enti competenti per le attività di monitoraggio delle Coste Alte sono i Settori Ecosistema Costiero e Acque, Difesa del Suolo e Assetto del Territorio del Dipartimento territorio, Ambiente, Infrastrutture e Trasporti della Regione Liguria e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure ARPAL (Unità Tecnica Complessa di Livello Regionale). Le attività di monitoraggio vengono condotte da circa 10-20 anni e precedentemente a tale periodo non esisteva alcun ente deputato a tali attività.

Per la Regione Sardegna l'Ente competente per il monitoraggio è il Servizio tutela del suolo e politiche forestali (oggi Servizio tutela della natura e politiche forestali) dell'Assessorato dell'ambiente della Regione Autonoma della Sardegna. Il Servizio, impegnato nelle attività di monitoraggio da meno di 10 anni, si è occupato di realizzare alcuni sistemi conoscitivi tra i quali l'IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia, 2005) ed il PAC (Programma di Azione Coste, 2013).

Il Progetto IFFI ha avuto lo scopo principale di fornire un quadro sinottico e omogeneo sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e di offrire uno strumento conoscitivo ai fini della valutazione del rischio da frana, della programmazione degli interventi di difesa del suolo e della pianificazione territoriale, su scala nazionale e locale. A questo proposito è stato realizzato un sistema informativo geografico con una cartografia informatizzata su scala 1:25.000 e il relativo database alfanumerico e iconografico, aggiornato con i dati del censimento sulle frane in Italia.

Il censimento in Sardegna ha caratterizzato oltre 1500 fenomeni franosi, di cui circa 100 nelle aree costiere.

PAC

Il PAC nasce dall'esigenza di redigere uno strumento snello in ordine al quale individuare pragmaticamente linee programmatiche per le aree costiere a maggiore criticità di dissesto ed erosione e indirizzi applicativi di gestione costiera integrata.

Il PAC ha evidenziato un quadro regionale costiero nel quale, su un contorno totale analizzato pari a 2.241 km (compresi 105 km dell'Isola di Sant'Antioco), la costa rocciosa ha uno sviluppo complessivo di 1.529 km (68%) di cui 127 km in falesia, la costa sabbiosa si attesta a 582 km (26%) e la costa artificiale a 130 km (6%), con 33 km di opere portuali e 99 km di opere di difesa.

Il PAC ha individuato e classificato le aree costiere a maggiore criticità geomorfologico-ambientale e ha posto le basi affinché le problematiche della tutela, salvaguardia e difesa dei litorali vengano inquadrati all'interno di una impostazione complessiva di gestione costiera integrata, mediante interventi organici non solo di tipo strutturale ma anche con sfondo regolamentatorio e gestionale.

La Regione Liguria, in seguito all'istituzione della REte di Monitoraggio dei VERSanti (REMOVED), ha individuato tre siti in area costiera dove sono presenti coste rocciose alte con frane attive e quiescenti e accumulo mobilizzabile dall'azione del moto ondoso (Comuni di Vernazza, Moneglia e Camogli).

REte di Monitoraggio dei VERSanti (REMOVED)

La rete è stata istituita ai sensi dell'art. 32 della legge regionale n.20 del 2006 della Regione Liguria con lo scopo di monitorare i fenomeni di instabilità di versante ai fini della programmazione e del controllo degli interventi di difesa del suolo.

La "rete" comprende diversi siti di monitoraggio distribuiti sul territorio regionale, oggetto di interventi di consolidamento dei versanti, con oltre un centinaio di postazioni inclinometriche. La continuità sistematica della lettura della strumentazione perfeziona il controllo tecnico dei siti affetti da problematiche di

carattere geomorfologico consentendo di verificare l'efficacia e l'efficienza delle opere eseguite e fornendo elementi oggettivi per le valutazioni in merito al livello di mitigazione del rischio conseguito.

In tali siti, dove sono presenti strumenti inclinometrici e piezometri, vengono monitorati l'evoluzione morfologica del versante, le caratteristiche geotecniche dei corpi di frana e l'escursione piezometrica della falda, dove presente. La rete è gestita da ARPAL che raccoglie dagli enti attuatori degli interventi di difesa del suolo (comunità montane, comuni e province) i dati relativi ai monitoraggi in corso, pregressi e quelli funzionali alla gestione ed ottimizzazione della rete. I risultati del monitoraggio vengono utilizzati dai Settori Ecosistema Costiero e Acque, Settore Difesa del Suolo, Settore Assetto del Territorio della Regione Liguria, oltre che dagli uffici tecnici dei Comuni.

La Regione Sardegna, attraverso le azioni del PAC e il progetto IFFI, ha posto le basi di partenza per il monitoraggio dell'evoluzione morfologica delle coste e il controllo delle Strutture/attività interessate da processi di frana. Un database dedicato tiene aggiornato l'elenco dei provvedimenti di interdizione al transito di aree litorali soggette a frane.

I risultati degli studi condotti vengono utilizzati dall'Agenzia Regionale di Distretto Idrografico della Presidenza della Regione Sardegna per le attività connesse con l'attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, e dal Servizio tutela della natura e politiche forestali dell'Assessorato Difesa dell'ambiente della Regione Sardegna per la programmazione degli interventi finanziabili.

Per entrambe le Regioni non esistono dati strutturati per risalire agli investimenti dedicati ai monitoraggi attuati né è stato emanato un protocollo di indagine standardizzato a cui gli enti deputati al monitoraggio e controllo debbano attenersi.

Tuttavia, nell'ambito del PAC, la Regione Sardegna ha proposto di un modello metodologico di riferimento per la descrizione delle criticità nelle coste rocciose.

Le procedure di monitoraggio adottate dalla Regione Liguria allo stato attuale comprendono:

- Analisi multi-temporale (rilievo topografico di dettaglio, cartografia, foto aeree, immagini satellitari, altro)
- Rilevamento e analisi dati stazioni meteo climatiche (ARPAL, Limet, altro)

- Monitoraggio superficiale tramite il Sistema GNSS
- Prove in sito, prove di laboratorio
- Monitoraggio profondo (sondaggi, inclinometri, piezometri, altro)
- Indagini di terreno (rilevamenti geostrutturali)
- Prove in sito, prove di laboratorio

Nella Regione Sardegna le procedure di monitoraggio adottate sono:

- Analisi multi temporale (rilievo topografico di dettaglio, cartografia, foto aeree, immagini satellitari, altro)
- Monitoraggio superficiale (acquisizione documentazione fotografica da mare - georiferita).

Da evidenziare che tra le procedure adottate dalla Regione Sardegna non sono previste indagine di terreno, né prove sui materiali interessati dal fenomeno franoso come invece previsto dalla Regione Liguria, che seppure non prevede un protocollo d'indagine standard, comunque sembra essere attiva sul territorio in merito ai dissesti che interessano le coste alte.

2) Monitoraggio su opere di difesa dei versanti e delle falesie

I risultati del questionario hanno evidenziato che la Regione Liguria, nelle zone interessate da interventi di difesa costiera, effettua il rilevamento e l'analisi dei dati delle stazioni meteo climatiche (ARPAL, Limet, altro), il monitoraggio profondo attraverso la rete di piezometri e inclinometri ed effettua indagini di terreno. Tutti i dati raccolti sono utili a definire la suscettività al dissesto e vengono utilizzati ai fini della programmazione e progettazione di interventi di mitigazione del rischio.)

I rilievi effettuati dalla Regione Sardegna sono stati svolti principalmente nell'ambito del PAC e dell'IFFI. Essi hanno compreso l'analisi multi-temporali della linea di riva per l'intero periplo della Regione negli ultimi 10 anni (cartografia, foto aeree, immagini satellitari, altro) e il rilevamento dei fenomeni franosi in campo. E' stato inoltre costituito un database con la segnalazione dei dissesti effettuate dagli Enti locali e una banca dati georeferenziata con la raccolta delle Ordinanze, sindacali o delle Capitanerie di porto, di interdizione al transito in aree terrestri e marine interessate da dissesti. Tali segnalazioni e ordinanze vengono considerate come base dati per la programmazione di interventi di mitigazione del rischio.

Analisi critica dei risultati e delle risposte dei vari territori

Dall'analisi dei questionari emerge che solo la Regione Liguria e la Regione Sardegna hanno in atto dei limitati processi di monitoraggio del sistema costiero roccioso e hanno risposto con alcune indicazioni. E' evidente l'assenza di protocolli di indagine e di monitoraggio, ma con alcune differenze. Infatti, mentre dalla Regione Sardegna non sono previste indagini di terreno, se non quelle occasionali realizzate nell'ambito dell'IFFI), né prove sui materiali interessati dal fenomeno franoso, questo approccio risulta previsto dalla Regione Liguria, che quindi pare più attiva sul territorio in merito a questa tipologia di dissesti seppure senza un protocollo d'indagine standard. L'aspetto è significativo in quanto l'operatività sul territorio è comunque la base per una corretta progettazione e realizzazione di sistemi di monitoraggio.

Inoltre emerge uno degli aspetti focali del progetto, che è la definizione di una metodologia condivisa di monitoraggio e di registrazione dei dati.

In ogni caso, essendo pervenuti solo dati in merito a due esperienze locali, ammettendo che la mancata risposta al questionario da parte di altri partner indichi di fatto un'assenza di interventi strutturati d'indagine e monitoraggio nelle altre aree costiere, si sottolinea l'importanza strategica del progetto MAREGOT sul tema dell'instabilità delle coste alte rocciose.



3. Spiagge

Generalità

Le schede di monitoraggio, relative alla tematica dedicata alle spiagge, mostrano un quadro disomogeneo tra Italia e Francia per quanto riguarda gli Enti territoriali di riferimento, mentre le indagini svolte durante le attività di monitoraggio sono sostanzialmente comuni a tutti i Partner, aspetto che deriva da una convergenza delle ricerche a livello scientifico.

Gli Enti coinvolti

I Partner italiani, in accordo con la legislazione vigente, individuano l'Ente regionale quale organismo competente al monitoraggio delle spiagge. Al contrario, in Francia

emerge una situazione più complessa dove, a vario titolo, concorrono a svolgere questa attività sia Enti territoriali che Organismi di ricerca.

Analisi critica delle modalità con cui le regioni svolgono l'attività di monitoraggio delle spiagge

L'utilizzo del monitoraggio per la valutazione dell'efficacia degli interventi di recupero e difesa dei litorali è una prassi presente in tutte le Regioni ad eccezione del Var, dove viene effettuata occasionalmente ad opera di Enti di ricerca. Ciononostante, il numero di interventi effettivamente monitorati negli ultimi trent'anni è decisamente basso. Costituiscono un'eccezione la Liguria, dove si raggiunge una percentuale di monitoraggio del 40%, e la Toscana, dove questa attività ha accompagnato quasi tutti i progetti realizzati fin dall'inizio degli anni '80 del secolo scorso.

Le Regioni coinvolte nel progetto hanno o si stanno dotando di un documento di riferimento per le attività di monitoraggio.

La Liguria ha un proprio protocollo redatto dall'Ente stesso, la Toscana è in procinto di emanarlo.

La Sardegna non ha un proprio protocollo di monitoraggio tuttavia, con Delibera di Giunta regionale, ha emanato i indirizzi per la gestione della fascia costiera, relativamente ai campi dunali, stagni costieri, campi boe e, in particolare, a dato indirizzi in materia di movimentazione della posidonia.

Si dovrà verificare la congruenza con quanto indicato dalle recenti *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici* del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, alla cui elaborazione hanno collaborato tutte le Regioni costiere italiane.

La Corsica ed il Var fanno riferimento a delle linee guida redatte dal BRGM e da CEREMA.

L'oggetto del monitoraggio

I controlli ed i rilievi sono generalmente affidati a strutture esterne all'Ente, in particolare a società private o Enti di ricerca. La tipologia dei rilievi effettuati e dei dati raccolti è piuttosto comune a tutti i Partner e risente dell'impostazione metodologica data inizialmente dalle attività di ricerca, che, per loro natura trovano una più rapida condivisione internazionale rispetto a quella che caratterizza gli atti amministrativi; ciò

vale per questa attività, mentre per altre la regia dell'Unione Europea ha favorito la standardizzazione quando ha imposto l'obbligo di effettuare monitoraggi.

In tutti i casi viene determinata la posizione della linea di riva, vengono realizzati rilievi topo-batimetrici della spiaggia emersa e sommersa, e in molti casi vengono effettuate indagini sedimentologiche. Le informazioni raccolte vengono utilizzate nella pianificazione della fascia costiera e nella progettazione di interventi di difesa e riequilibrio. La Corsica diffonde i risultati attraverso rapporti pubblici e con un sito Internet dedicato.

Tutti i Partner impiegano le informazioni ottenute per la pianificazione e la progettazione d'interventi in ambito costiero, anche se sembra prevalere l'utilizzo progettuale.

L'impatto delle strutture portuali sulla dinamica dei litorali risulta monitorato, con ricerche specifiche, solo in Toscana. Le altre Regioni fanno riferimento unicamente agli studi propedeutici alla realizzazione dell'opera e alcuni Partner, ove necessario, impongono ai gestori della struttura interventi di mitigazione dei fenomeni erosivi.

Analisi critica dei dati a disposizione

Le attività di monitoraggio, per molto tempo, non sono state svolte sistematicamente ed a scala regionale. esse sembrano piuttosto derivare da studi puntuali realizzati in seno a progetti nazionali ed internazionali, o condotti nell'ambito di interventi di recupero del litorale. Queste attività sono state avviate da diversi anni in tutte le regioni Partner di MAREGOT, ma un monitoraggio sistematico a scala regionale è presente solo in alcune regioni e con un numero molto limitato di parametri analizzati. Il solo parametro considerato da tutti i Partner è quello relativo all'evoluzione della linea di riva. Questa è infatti di facile acquisizione e fornisce una buona stima del trend evolutivo della spiaggia; inoltre si tratta di un dato facilmente comprensibile ai vari livelli dell'amministrazione dagli stakeholders. L'utilizzo di altri parametri e/o misure (evoluzione dei fondali, valutazione del budget sedimentario, ecc.) risulta disomogeneo e soprattutto a carattere puntuale.

Analisi dei costi e utilizzo dei dati

Non sono invece presenti informazioni sufficienti per quanto riguarda le spese relative a queste attività.

In sintesi

I dati raccolti sulle attività di monitoraggio dell'evoluzione morfologica delle spiagge mostra risultati disomogenei. Alcune Regioni svolgono da tempo questa attività a scala regionale, mentre altre solo recentemente l'hanno avviato in modo sistematico, mentre altre la effettuano solo su alcuni siti specifici. La situazione è più critica per quanto riguarda la morfologia dei fondali a scala regionale, poiché nessun partner ha previsto un monitoraggio periodico. In un solo caso tutta la fascia costiera è stata indagata 2 volte negli ultimi trent'anni, mentre nella maggior parte dei casi non è mai stato fatto un rilievo totale sincrono.

In definitiva, l'analisi delle schede fornite dai Partner mostra un quadro alquanto variegato.

In primo luogo i differenti ambiti nazionali presentano una disomogeneità legislativa in relazione alle competenze sulla fascia costiera. Analogamente, risultano essere disuniformi, su tutto il territorio transfrontaliero, le azioni intraprese per il monitoraggio dei fenomeni dinamico – sedimentari.

Costituisce invece una buona base di partenza comune l'aspetto relativo ai documenti di riferimento per le attività di monitoraggio. Infatti tutte le Regioni hanno adottato o sono in via di adozione, protocolli o manuali di riferimento per lo svolgimento di queste attività.

Questa documentazione potrà costituire la piattaforma iniziale da cui sviluppare la metodologia comune all'area transfrontaliera prevista nell'attività T2.2 e in armonia con le Linee guida nazionali.



4. Habitat marino costiero

Autorità responsabili del monitoraggio dei habitat

In generale, in Francia come in Italia, le attività di monitoraggio hanno esordito tardivamente, negli anni 2000. Sembra che l'inizio di certe attività di monitoraggio sia legato direttamente all'emanazione di leggi in adozione di direttive europee (*Direttiva habitat faune/flore, Direttiva quadro sull'acqua, Direttiva quadro per la strategia marittima*).

Storicamente, il monitoraggio degli habitat marini e costieri in Francia si basa su varie entità, e poggia quindi su partnership inter-attori: si nota un forte investimento dello Stato e dei suoi Istituti pubblici in questa missione. Contrariamente in Italia, il livello regionale sembra essere il più attivo sulla attività di monitoraggio, attraverso le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA).

Francia

Dal lato francese, il monitoraggio si è strutturato progressivamente: dal 1984 al 2012, era attiva solo una rete di monitoraggio delle praterie di Posidonia oceanica da parte della Regione PACA, in collaborazione con lo Stato. Questo ultimo coesisteva con partnership multi-attori, prevalentemente associazioni, investiti nel monitoraggio di habitat particolari. E' l'attuazione di direttive europee che ha permesso di fare emergere un coordinamento identificato nella Direzione Interregionale del Mare Mediterraneo (DIRM Mediterraneo - servizio decentrato dello Stato posto sotto l'autorità del Prefetto di Regione che rappresenta il dipartimento incaricato dell'ambiente naturale e del mare) che interviene al livello della fascia marittima Mediterraneo (Regioni PACA + Languedoc-Roussillon + Corsica).

Il DIRM è incaricato dell'implementazione e del monitoraggio dell'attuazione del Piano di Azione per l'Ambiente Marino (PAMM), strumento che mira a raggiungere gli obiettivi posti dalla Direttiva Strategia per l'Ambiente Marino. Il PAMM contiene un stato iniziale, un programma di sorveglianza ed un programma di misure, con obiettivo il raggiungimento di un buon stato ecologico delle acque marine. Talvolta, vi sono dei passaggi metodologici importanti da effettuare prima di potere mettere in opera le misure di sorveglianza considerata: infatti, certe misure si inseriscono in tempi lunghi e possono essere scaglionate nel tempo su parecchi cicli di PAMM, tutti i 6 anni. Il programma di sorveglianza del PAMM per il Mediterraneo Occidentale è stato adottato nel 2015.

Diversi specifici Enti pubblici dello Stato intervengono anche nel monitoraggio degli habitat marini e costieri, come l'Istituto Francese di Ricerca per lo Sfruttamento del Mare (IFREMER), l'Istituto di Radioprotection e di Sicurezza Nucleare (IRSN), e ancora l'Agenzia dell'acqua Rodano-Mediterraneo-Corsica (*Agence de l'Eau RMC*). Quest'ultima ha sostenuto il programma RHOMEO, che ha portato allo sviluppo di una serie di azioni (raccolta di indicatori, protocolli e metodi di interpretazione) che permettono di seguire l'evoluzione dello stato delle zone umide e delle pressioni che vi impongono (<http://rhomeo-bao.fr/>). Molti interventi sono stati realizzati anche su aree Natura 2000 da parte dei promotori dei siti di questa rete (autorità locali, associazioni, ecc.).

Differenti partnership intervengono infine per l'istituzione di osservatori: è possibile citare l'Osservatorio Regionale della Biodiversità PACA, creato ed animato sia per i servizi dello Stato in Regione (Direzione Regionale dell'ambiente naturale, della pianificazione e dell'alloggio PACA - DREAL PACA) che per il Consiglio Regionale. Il portale dei dati naturalistici SILENE è sostenuto anche da questi due organismi, ed è amministrato dai Conservatori, Conservatorio Botanico di Mediterraneo, Conservatorio Botanico Nazionale Alpino e Conservatorio Regionale degli Spazi Naturali PACA. Altre iniziative multipartenariali permettono infine di assicurare un monitoraggio specifico (es. *Pôle relai Lagune Méditerranée*).

Italia

Dal 1997, lo Stato italiano fissa gli obiettivi in materia ambientale, ma la pianificazione strategica è sostenuta interamente dalle Regioni.

In materia di attività di monitoraggio, sono le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente naturale che intervengono (ARPAS in Sardegna, ARPAT in Toscana, ARPAL in Liguria): queste possono delegare il monitoraggio degli habitat marini e costieri ad altri organismi grazie a convenzioni.

Le Regioni intervengono anche nel quadro di Natura 2000, a fianco degli organismi locali quando questi sono designati come gestori di siti.

La Regione Sardegna con Delibera di Giunta regionale n. 45/27 del 12.11.2012 ha approvato l'istituzione dell'Osservatorio regionale permanente per la biodiversità, il paesaggio rurale e lo sviluppo sostenibile con funzioni di coordinamento a livello regionale di tutte le iniziative di conservazione e di monitoraggio degli elementi della biodiversità e dei servizi eco sistemici. Tale struttura non è a tutt'oggi operativa.

Protocollo di monitoraggio degli ecosistemi

Un protocollo di monitoraggio degli habitat e degli ecosistemi sembra essere stato definito sull'insieme dei territori del programma Interreg. Un certo numero di questi è connesso con le direttive europee, come il Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna Monitoraggio e classificazione delle acque superficiali (collegato alla Direttiva quadro sull'acqua); oppure il Piano di azione per l'Ambiente Marino del Mediterraneo Occidentale - programma di misure (collegato alla Direttiva quadro per la strategia per l'ambiente marino).

Habitat ed ecosistemi marini

Tutti i partner sembrano disporre di protocolli di monitoraggio sui habitat marini.

Habitat ed ecosistemi terrestri

Considerando gli altri habitat acquatici ed umidi salmastri, gli habitat dunali e quelli rocciosi, i protocolli di monitoraggio sembrano più rari.

Tuttavia, in Italia, la Regione Sardegna con l'ARPA Sardegna, in raccordo con ISPRA, nell'ambito dell'iniziativa countdown 2010 della Strategia Nazionale per la Biodiversità, ha contribuito alla implementazione di un inventario nazionale delle Zone umide secondo la metodologia sviluppata nell'ambito del progetto *MedWet INTERREG_III_SOUTH_CODDE* popolato con riferimento ai dati di monitoraggio in applicazione delle direttive comunitarie "Uccelli", "Habitat" e "Acque". In particolare

poi, l'Arpas cura il rilievo di dati e informazioni sui corpi idrici in attuazione della Direttiva Acque.

In Francia, un importante lavoro è stato realizzato sulle zone umide, in legame con l'Agenzia dell'acqua ed il *Pôle relai Lagune Méditerranée* e lo sviluppo dei metodi di monitoraggio provengono soprattutto dal ricorso ai progetti di ricerca, nazionali o europei, o alle reti. Esempi sono le reti RECOR (Rete di monitoraggio 2D e 3D degli habitat coralligeni), SURFSTAT (Rete di analisi superficiale dei habitat marini), o TEMPO (Rete di monitoraggio delle praterie di Posidonia oceanica), ed il progetto RESPIRO (Sorveglianza del passaggio fra lo stato larvale e quello giovanile nel Mediterraneo).

Utilizzazione dei risultati

Tutti i Partner concordano nell'affermare che i risultati dei monitoraggi vengono utilizzati nella pianificazione o nella formulazione di progetti. In Italia come in Francia, gli Enti pubblici (Regioni e Comuni) sembrano appoggiarsi su questi risultati per l'elaborazione di carte di habitat, di strategie/piani di gestione, e per la realizzazione delle indagini pre-esecuzione dei lavori in terra o in mare.

Accessibilità dei dati

I dati vengono condivisi su di una piattaforma GIS.

Per esempio la Toscana, la Liguria e la Sardegna dispongono di un Portale del Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente (SIRA):

<http://sira.arpat.toscana.it/sira/info.php>;

<http://www.ambienteinliguria.it/lirgw/eco3/ep/linkPagina.do?canale=/Home/010svilupposostenibile/070informazioneambientale/010sistemasiral>

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=611&s=18&v=9&c=4916&na=1&n=10>

In Francia, la Regione PACA si appoggia sul Centro Regionale della Informazione Geografica (CRIGE - <http://www.crige-paca.org/>) e sulla piattaforma SILENE (<http://www.silene.eu/index.php?cont=accueil>).

Esistono molti altri portali, particolarmente nel campo dell'acqua: il Centro di Documentazione sull'acqua (CEDOC) in Sardegna, la piattaforma Medtrix messa in posto dall'Agenzia dell'acqua Rodano-Mediterraneo-Corsica, ecc. Spesso, le richieste devono essere inviate agli organismi depositari dei dati per ottenerli al formato GIS.

Controlli e rilievi

Le frequenze e la natura dei tabulati sembrano variare secondo i rispettivi territori. Solo ARPA Sardegna ha fornito una risposta dettagliata su questa domanda (i suoi termini variano, da un trimestre a 6 anni secondo l' habitat considerato).



5. Trasporto solido dai bacini idrografici

Monitoraggio a scala regionale

Il primo aspetto considerato riguarda la ripartizione delle competenze tecnico-amministrative degli Enti, da quanto tempo svolgono tale competenza, quali elementi e processi geomorfologici vengono monitorati, i costi, l'utilizzo dei dati e l'esistenza/adozione o meno di metodologia e protocolli per il monitoraggio.

Per quanto riguarda le competenze, dalle schede si evince che nessun Ente assume competenze specifiche a livello statale, né direttamente né indirettamente; viceversa tutti i Partner riferiscono una ripartizione che prevede un'organizzazione decentrata a livello regionale:

Regione Liguria: Settore ecosistema costiero e acque, Settore difesa del suolo, Settore assetto del territorio;

Regione Sardegna: Agenzia del Distretto Idrografico della RAS – Servizio Tutela e Gestione delle risorse idriche - Servizio Difesa del suolo;

Regione Toscana: Centro Funzionale Regionale;

Département du Var: Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de PACA - Service de Prévision des Crues Méditerranéenne Est; Direction Départementale des Territoire et de la Mer, (DDTM): plan de prévention du risque inondation; Conseil régional de PACA: Financement des actions de surveillance des bassins versants.

Corsica: Oec (Comitè de Bassin de Corse). Sono altresì evidenziati ulteriori livelli territoriali di competenza, provinciali (CORSE - Conseil Départemental 2a) e a livello comunale (CORSE - EPCI - GEMAPI a partire dal 1 Gennaio 2018).

Dalle schede risulta inoltre che, in Italia, svolgono attività di monitoraggio delle acque

superficiali e degli elementi idromorfologici le Agenzie per la Protezione dell’Ambiente (ARPA SARDEGNA, ARPA LIGURIA), l’Autorità di Bacino dell’Appennino Settentrionale, il Consorzio LAMMA per l’elaborazione dei dati in Toscana.

In Francia, tra gli altri Enti competenti vengono segnalati/citati l’Établissements Publics à Coopération Intercomunale (EPCI - GEMAPI a partire dal 1 Gennaio 2018) à fiscalité propre.

Tutte le Regioni hanno evidenziato nello schema proposto nel questionario le diverse tipologie di elementi e aspetti morfologici sottoposti al monitoraggio periodico, pur specificando, ciascuna, tipologie, modalità e tempistiche differenti.

Nelle varie Regioni il monitoraggio riguarda processi e parametri differenti ed essi interessano esclusivamente i bacini idrografici compresi nelle “reti di monitoraggio” e non tutta la rete idrografica regionale.

Per quanto riguarda il monitoraggio della stabilità dei versanti e dei livelli idrometrici e/o delle portate, esso è stato segnalato soltanto da Liguria, Toscana e VAR.

L’erosione laterale del corso d’acqua viene evidenziata nella scheda di Sardegna e VAR, mentre incisione e aggradazione dell’alveo risultano rilevate dalla Liguria, dalla Sardegna e dal VAR.

Il monitoraggio del trasporto solido al fondo e in sospensione sembra attività esclusiva della Regione Toscana, seppur effettuata con poca frequenza e nel territorio regionale, compila il campo.

L’uso e copertura del suolo è soggetto a monitoraggio da parte di Sardegna, Toscana e VAR.

Comune con le altre attività, è la non conoscenza di quanto viene speso a livello regionale per il monitoraggio delle attività analizzate in questa scheda, mentre tutti i Partner affermano che i risultati del monitoraggio vengono utilizzati nell’ambito della Pianificazione e/o Progettazione.

In Liguria sono la Regione ed i Comuni ad utilizzare i dati, mentre per la Sardegna si citano gli Enti e Uffici Regionali, Province e Comuni, Agenzie e liberi professionisti.

In Toscana utilizza i dati chiunque si occupi di progettazione, compresi i Comuni e i Consorzi di Bonifica.

In VAR è il *Syndicats mixtes pour la prévention des inondations et de gestion des milieux aquatiques, Établissement Public de Coopération Intercommunale e l’État,*

mentre in Corsica sono *Etat, Agence de l'eau, Comité de bassin, Collectivités locales, EDF*.

In Sardegna e in Liguria le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente per il Monitoraggio morfologico dei corsi d'acqua hanno adottato il protocollo IDRAIM (Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua), messo a punto da ISPRA nell'ambito dell'implementazione della Direttiva Europea 2000/60/EC.

La stessa Direttiva ha orientato la Corsica che ha adottato il metodo CARHYCE (*CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'EAU*), redatto da un gruppo di esperti (*Onema, Agences de l'eau, ministère chargé de l'écologie, Irstea, CNRS*).

VAR e Toscana non evidenziano l'adozione di un protocollo, ma elencano una serie di indagini che effettuano sul terreno.

Monitoraggio dello stato e degli effetti sulle opere in alveo e nei versanti

Per quanto riguarda il monitoraggio dello stato delle opere fluviali in alveo e sui versanti e dei loro effetti, la Corsica utilizza il metodo CARHYCE (*CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'EAU*) affidando a gruppi/società private.

In Sardegna tale attività è contemplata nelle fasi e procedure autorizzative (procedure di VIA, autorizzazioni ai progetti di manutenzione degli alvei, etc.) che prevedono, per ogni opera, la stesura di un Piano di monitoraggio degli impatti e degli effetti ambientali, mentre in Liguria si fa riferimento agli impatti generati dalle opere trasversali in alveo, con particolare riferimento al "trasporto solido fluviale".

Controlli e rilievi

Il Controllo viene qui inteso come "acquisizione di dati ripetuta nel tempo con cadenza casuale e senza una programmazione originaria", mentre il Rilievo consiste in una "acquisizione occasionale di dati".

In Toscana vengono raccolti dati con le diverse metodologie elencate nel questionario (Rilievi topografici, Rilievi geomorfologici, Remote sensing, Analisi sedimentologiche, Misure dirette di portata liquida, Misure trasporto solido), Nel Var le prime quattro e in Liguria le prime due; in Sardegna e in Corsica non si fanno rilievi di questo tipo.

I dati raccolti, in Liguria vengono utilizzati i dati ai fini di pianificazione e progettazione, in Toscana per la progettazione, per la verifica e l'efficacia delle opere e monitoraggio dell'evoluzione del terreno. Non si hanno informazioni per le altre Regioni.

Anche in questo caso non è possibile sapere il costo di questa attività.

Si tratta di dati raccolti occasionalmente, come abbiamo visto, e negli ultimi 30 anni in Sardegna è stato fatto almeno due volte, a scala regionale nell'ambito della Pianificazione di Bacino (PAI-, PSFF, PGRA), mentre in Toscana viene fatto in media 1 - 2 volte ogni trent'anni. Nel Var i rilievi vengono fatti a seguito di eventi estremi o in funzione della progettazione di opere. Liguria e Corsica non rispondono.

L'analisi del trasporto solido con relativo bilancio sedimentario in uno o più bacini idrografici del territorio regionale, negli ultimi trent'anni, è stato fatto in 4 bacini in Liguria e una sola volta in Toscana nei bacini di maggior interesse.

Nel Var anche questa attività viene svolta in relazione agli eventi estremi e in funzione della progettazione.

In Sardegna è stata effettuata, una volta una valutazione del trasporto solido medio annuo (ossia del valore annuo di materiale potenzialmente erodibile) dei principali corsi d'acqua utilizzando il Metodo Gavrilovich, a scala regionale, nell'ambito del PSFF (Piano Stralcio delle fasce fluviali). La Corsica non risponde.

Questa attività è stata svolta dall'Ente regionale in Liguria, dall'Università in Toscana, da un RTI in Sardegna.

Analisi critica dei risultati e delle risposte dei vari territori

L'articolazione delle schede in 3 sezioni distinte ha permesso di definire schematicamente il quadro relativo ai sistemi di monitoraggio adottati nelle 5 Regioni transfrontaliere, attraverso la compilazione di 18 domande.

Dall'analisi generale della sezione **Monitoraggio a scala regionale** emerge una differente modalità di compilazione della scheda; pur tuttavia, per tutti i territori interessati le risposte fornite permettono di definire con sufficiente chiarezza il quadro generale.

In riferimento alle competenze si evidenzia un'organizzazione decentrata a livello regionale e per alcuni un ulteriore sotto ordinamento provinciale e comunale ed una complessa articolazione delle competenze sia gestionali che tecnico-amministrative in tema di Pianificazione di Bacino Idrografico, spesso generatrice di sovrapposizioni di

compiti e responsabilità.

In riferimento al tempo di attribuzione ed esercizio delle competenze sul monitoraggio, mai inferiori al decennio, si evidenziano tempistiche molto differenti nelle diverse amministrazioni e pertanto diversa "esperienza" nei territori.

In merito alla tipologia degli elementi e processi morfologici da monitorare risulta evidente un buon ed omogeneo approccio tecnico, con chiare indicazioni sulla qualità e quantità di indicatori comuni da utilizzare nella predisposizione di protocolli sul monitoraggio. Fa eccezione, probabilmente a causa della complessità e dell'onerosità, il tema del "trasporto solido", affrontato specificatamente dalla sola Regione Toscana con progettazione dedicata.

Per quanto riguarda la spesa annuale per il monitoraggio, il fatto di non aver ottenuto da nessuna Regione alcuna risposta appare esemplificativo della difficoltà di reperimento di tale informazione, anche per la già sottolineata articolazione e sovrapposizione delle competenze, che non consente di estrapolare il dato sulle attività di monitoraggio specifiche rivolte ai bacini idrografici versanti.

Un punto di forza riscontrato è rappresentato dal fatto che i dati del monitoraggio vengono utilizzati sia per la Pianificazione che per la Progettazione da parte di tutti gli stakeholders, pubblici e privati.

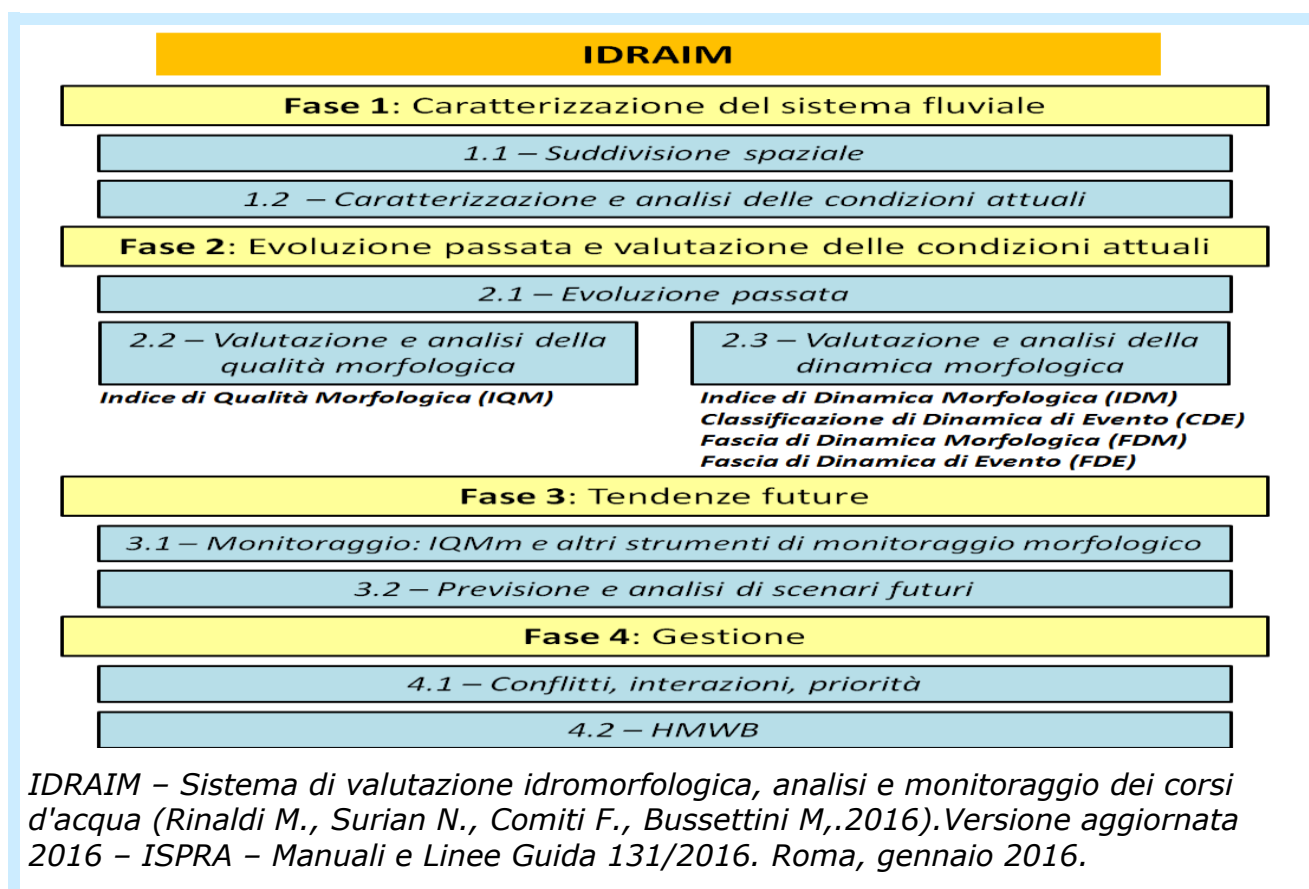
Si evidenzia però il contrasto fra la consapevolezza dell'importanza di questi dati (che infatti vengono utilizzati) e la loro scarsa copertura areale e temporale; cosa che può portare a decisioni non consone con lo stato del territorio e con le tendenze evolutive in atto.

Pur tuttavia, un recente e importante impulso verso la conoscenza degli aspetti e delle dinamiche fluviali e della gestione dei sedimenti fluviali, anche nell'ottica di una riqualificazione finalizzata al ripristino del trasporto solido alle foci e conseguentemente nelle zone litorali, è rappresentata dalla Legge 28 Dicembre 2015, n.221, *Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali*.

Tale disposto legislativo modifica -l'articolo 117 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 con l'aggiunta del comma 2-quater che recita: "al fine di coniugare la prevenzione del rischio di alluvioni con la tutela degli ecosistemi fluviali, nell'ambito del Piano di gestione, le Autorita' di bacino, in concorso con gli altri enti competenti, predispongono il programma di gestione dei sedimenti a livello di bacino idrografico, quale strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione di interventi relativo

all'assetto morfologico dei corridoi fluviali”.

In riferimento all'indicazione sull'uso/adozione di protocolli specifici) da parte dei Partner Italiani e Francesi è importante evidenziare l'adozione di un'analogia metodologia (IDRAIM in Italia e CARHYCE in Francia) che si applica con l'obiettivo di rispondere all'esigenza di caratterizzare e monitorare gli aspetti idromorfologici dei corsi d'acqua ai sensi della Direttiva Acque 2000/60 EU con la finalità di definirne lo stato ecologico complessivo.



Tale fattispecie potrebbe rappresentare un efficace punto di partenza per l'estensione del metodo alla caratterizzazione e alla conoscenza delle dinamiche e dei processi fluviali che condizionano il bilancio sedimentario dei litorali che sottendono il bacino.

La criticità più rilevante che emerge dall'analisi della sezione **Monitoraggio sulle opere in alveo e sui versanti** è rappresentata dalla scarsità di informazioni e risposte: la realizzazione di opere, sia in alveo che sui versanti, seppur soggette ad autorizzazione, nulla osta, procedure di verifica ambientale (screening) o VIA da parte dei numerosi Enti competenti, di rado è seguita da attività di monitoraggio dedicate

all'efficacia e agli effetti ambientali degli interventi (men che meno a quelli correlabili alle coste), cosa che richiederebbe maggiori investimenti tecnici e risorse finanziarie dedicate.

In riferimento alla domanda sulla tipologia dei **Controlli e dei rilievi** e alla qualità dei dati raccolti, trattandosi di attività occasionali e non programmate, si evidenzia la difficoltà nell'analisi di tale dato, spesso disomogeneo e non utilizzabile se non nelle fasi di acquisizione dati e di analisi bibliografica propedeutiche alla progettazione; anche in questo caso non è stato possibile conoscere l'impegno finanziario sostenuto.

In riferimento ai rilievi topografici in alveo e all'analisi e misure del "trasporto solido" e del relativo bilancio sedimentario, si evidenzia la poca attenzione da parte delle Regioni nell'acquisizione di tali informazioni a scala regionale e di distretto idrografico; in mancanza di una vera e propria pianificazione e programmazione prevale la tendenza ad effettuare tali misure in coincidenza di eventi estremi o in funzione della progettazione, men che meno in riferimento al bilancio sedimentario e agli apporti sedimentari nei litorali.

Altresì si rileva una certa eterogeneità degli approcci seguiti, unita ad una discreta frammentazione delle competenze, sia gestionali che tecnico-amministrative in tema di Pianificazione di Bacino Idrografico, in alcuni casi ulteriormente decentrate a scala regionale.

Fanno eccezione le attività di monitoraggio che tuttavia, eseguite secondo processi e parametri diversi, di rado riguardano l'efficacia degli effetti ambientali degli interventi e in un solo caso, il « trasporto solido ». Lo studio di quest'ultima problematica si rivela peraltro piuttosto deficitario, soprattutto per quel che riguarda le riconosciute implicazioni con la tematica dell'erosione costiera.

Appare inoltre piuttosto chiaro come nessuna Istituzione riesca pervasivamente a svolgere in modo sistemico l'analisi a scala di singolo bacino connesso col litorale che lo sottende. Ragione per cui anche l'attività cognitiva parcellizzata che ne consegue permane per lo più sfilacciata ed autoreferenziale, piuttosto che essere parte di un approccio pienamente integrato. Parrebbe fare eccezione il solo caso della Toscana, ma limitatamente ad un bacino idrografico.

Si ricorda altresì che la quantificazione dell'input sedimentario, perseguita con decenni di ricerche su piccoli bacini sperimentali, non ha mai portato a dati certi per bacini di ordine superiore, ai quali è affidato il compito dell'alimentazione dei litorali.



6. Conclusioni

Nell'area transfrontaliera il monitoraggio dell'ambiente costiero viene fatto da livelli amministrativi diversi, spesso senza protocolli prestabiliti o comunque con protocolli non uniformi.

Solo in quei campi nei quali si è dovuto recepire Direttive europee si hanno protocolli standardizzati.

Nonostante le Regioni solo in alcuni casi e solo in alcuni settori abbiano messo a punto veri sistemi di monitoraggio, ai dati prodotti si guarda, in tutta l'area transfrontaliera, per l'impostazioni di piani di gestione e per la redazione dei progetti. In altre parole si può dire che ad una dichiarata necessità dei dati non sempre fa fronte un impegno per acquisirli. Piani di gestione e progetti possono quindi essere basati su dati non raccolti in modo casuale e non aggiornati.

I settori che maggiormente soffrono di questa situazione sono quelli della gestione dei litorali, siano essi bassi sia rocciosi, in modo particolare questi ultimi.

Per quanto riguarda i bacini idrografici, gli aspetti puramente idraulici sono generalmente monitorati, mentre vi è una carenza pressoché completa di informazioni relative agli apporti sedimentari alla foce.

Il moto ondoso soffre della carenza di serie storiche su dati misurati ed anche della loro scarsa risoluzione spaziale, data dall'esiguo numero di boe ondometriche, problema accresciuto dalla variabilità delle coste di tutta l'area transfrontaliera. A questa carenza in alcune Regioni si fa fronte con modelli di *hindcasting* e di *forecasting*.

Il campo nel quale il sistema di monitoraggio è più sviluppato e standardizzato è quello relativo agli habitat costieri e lagunari, grazie anche al recepimento di Direttive

europee. E' questo forse l'unico settore nel quale non appare necessario produrre un nuovo protocollo.

Nei settori Bacini versanti e Spiagge, l'esistenza di Protocolli o di Linee guida nazionali sta indirizzando le Regioni verso protocolli uniformi e in questa direzione dovrebbero andare il Protocolli di sviluppare nella Fase T1.2.

Il monitoraggio nelle coste alte, anche per i problemi di sicurezza posti da questo ambiente, richiede un impegno decisamente più forte e, in considerazione dei complessi aspetti tecnici e legislativi, lo sforzo comune del Partenariato potrebbe portare a metodi di analisi e a normative comuni.