

and social aspects, through the implementation of 18 cases throughout Europe. This paper describes the first results achieved, and in particular those related to Work package 10 "Alternative strategies as a support tool for ICZM".

Keywords: *ICZM, Environmental monitoring, Sustainable development, System approach.*

Introduzione

La gestione sostenibile delle aree costiere rappresenta una delle principali priorità nell'ambito delle recenti azioni intraprese dalla Commissione Europea, soprattutto rispetto all'adeguamento dei progetti alle direttive dell'UE sullo Sviluppo Sostenibile (Unesco, 2006). La Gestione Integrata della Zona Costiera (GIZC) ha un lungo passato legislativo all'interno della Comunità Europea e, pur avendo trovato largo consenso nei settori d'interesse, non è ancora riuscita a realizzare un'integrazione reale tra scienza e politica. Questo implica, spesso, la mancata applicazione del GIZC nella gestione quotidiana del territorio costiero. E' peraltro evidente in base alle esperienze maturate a livello internazionale (Clark, 1992; Turner e Salomons, 1999; Vallega, 1999) che l'approfondimento della tematica GIZC è oggi prioritario per far sì che il mondo dell'Università e della Ricerca assista le Istituzioni (es. Regioni e Stati Costieri) nell'esecuzione delle direttive UE (DG XI, 1998).

Il raggiungimento di tali obiettivi, avrà come ricaduta principale l'accrescimento delle prospettive regionali e nazionali di sviluppo sostenibile sulla fascia costiera in linea con quanto richiesto dalle più recenti normative Europee [...espone la consapevolezza del fatto che i mari e le coste sono essenziali per il benessere e la prosperità dell'Europa in quanto costituiscono vie commerciali, regolatori del clima, fonti di risorse ittiche, energetiche e di materiali, oltre ad essere luoghi residenziali e ricreativi per le popolazioni.]. Infatti, come raccomandato dalla CE (COM2000/547, COM2006/275, COM2009/304) la pianificazione e la cooperazione a livello sovragregionale e internazionale rappresenta a tutt'oggi una delle principali azioni strategiche da perseguire per una prospettiva di sviluppo sostenibile delle regioni costiere d'Europa.

L'Italia, in tale contesto, sta muovendo i primi passi per poter attuare delle strategie di gestione mirate alla sostenibilità ed integrazione delle conoscenze acquisite sulle zone costiere. Le partecipazioni ad azioni progettuali di carattere interregionale sono abbastanza avanzate per quanto riguarda le regioni dell'Italia centrale come l'Emilia Romagna che è stata la prima a stilare un piano di GIZC (AA. VV., 2005), mediante l'attuazione di 18 progetti e la stesura di 9 schede tematiche oltre al tema trasversale della comunicazione (AA.VV., 2008). L'approccio italiano alla GIZC è tuttora molto frammentario a livello nazionale ovvero non esistono ancora delle linee guida ministeriali. A livello internazionale, l'Italia è coinvolta in azioni di coordinamento istituzionale volte alla gestione sostenibile delle aree costiere attraverso il progetto ENCORA (EU-FP6) che ha come obiettivo la creazione di una rete per superare la frammentazione e condividere pratiche e conoscenze tra ricercatori tecnici e politici, nonché, il trasferimento delle conoscenze nel settore stesso. La crescente sensibilità a problematiche di pianificazione e gestione sostenibile dell'ambiente e dei rischi, non solo in aree costiere, ma anche in zone offshore della nostra penisola si è tradotta nella forte partecipazione a progetti di ricerca come PLANCOAST (INTeRREG-IIIB) e EUROSION (DG-Env.) che hanno come obiettivo comune lo sviluppo di nuove tecniche e metodologie indirizzate a catalogare e supportare le azioni di GIZC. L'idea di dover necessariamente corredare l'approccio politico-gestionale con delle forti basi scientifiche si è consolidata con il progetto CONSCIENCE (FP6), collegato al progetto EUROSION, e dedicato prevalentemente allo sviluppo e test di tool per la gestione "sostenibile" di problematiche di erosione costiera.

Alle sopraccitate azioni si affianca il progetto SPICOSA (EU-FP6) che ha come obiettivo la creazione di una nuova metodologia interdisciplinare basata su un "approccio sistemico" a supporto della gestione costiera "sostenibile" per favorire il rafforzamento del ponte di comunicazione tra scienziati, tecnici e i politici che devono necessariamente tener conto delle modificazioni ambientali causate dall'uso delle risorse e dalle pressioni antropiche generate dalle attività umane (Cendrero et al., 1997; Clark, 1992).

A livello nazionale e internazionale il coinvolgimento dei principali Enti di ricerca sulle scienze del mare, come l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR e l'Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer IFREMER, quali coordinatori del progetto SPICOSA "Science and Policy Integration for Coastal System Assessment" rappresenta uno dei più grandi sforzi della comunità scientifica per l'implementazione di un nuovo approccio nell'applicazione della GIZC.

Il progetto SPICOSA, che ha una durata di quattro anni (2007-2011), coinvolge 55 partner tra cui Enti e Istituti di Ricerca, Università, Piccole e Medie Imprese, Grandi Imprese, e una rete di ricercatori e tecnici

specializzati (Fig.1 e Tab. 1). Per ciascun Ente o Università sono state coinvolte competenze specifiche che includono l'ingegneria, le scienze naturali, nonché le scienze sociali ed economiche. Il progetto, nell'ambito dell'iniziativa del VI Programma Quadro dedicata al Global Change and Ecosystems, è quello che coinvolge il più grande numero di partecipanti e che prevede il più alto importo finanziato dalla Comunità Europea. Il progetto si articola attraverso 5 nodi e 13 work packages che abbracciano tutte le tematiche inerenti le metodologie e tecnologie di gestione delle aree costiere nonché il trasferimento delle conoscenze acquisite nell'ambito del progetto e la disseminazione dei risultati (Fig. 2). Lo scopo generale del progetto SPICOSA è quello di concepire e sviluppare un solido approccio sistemico

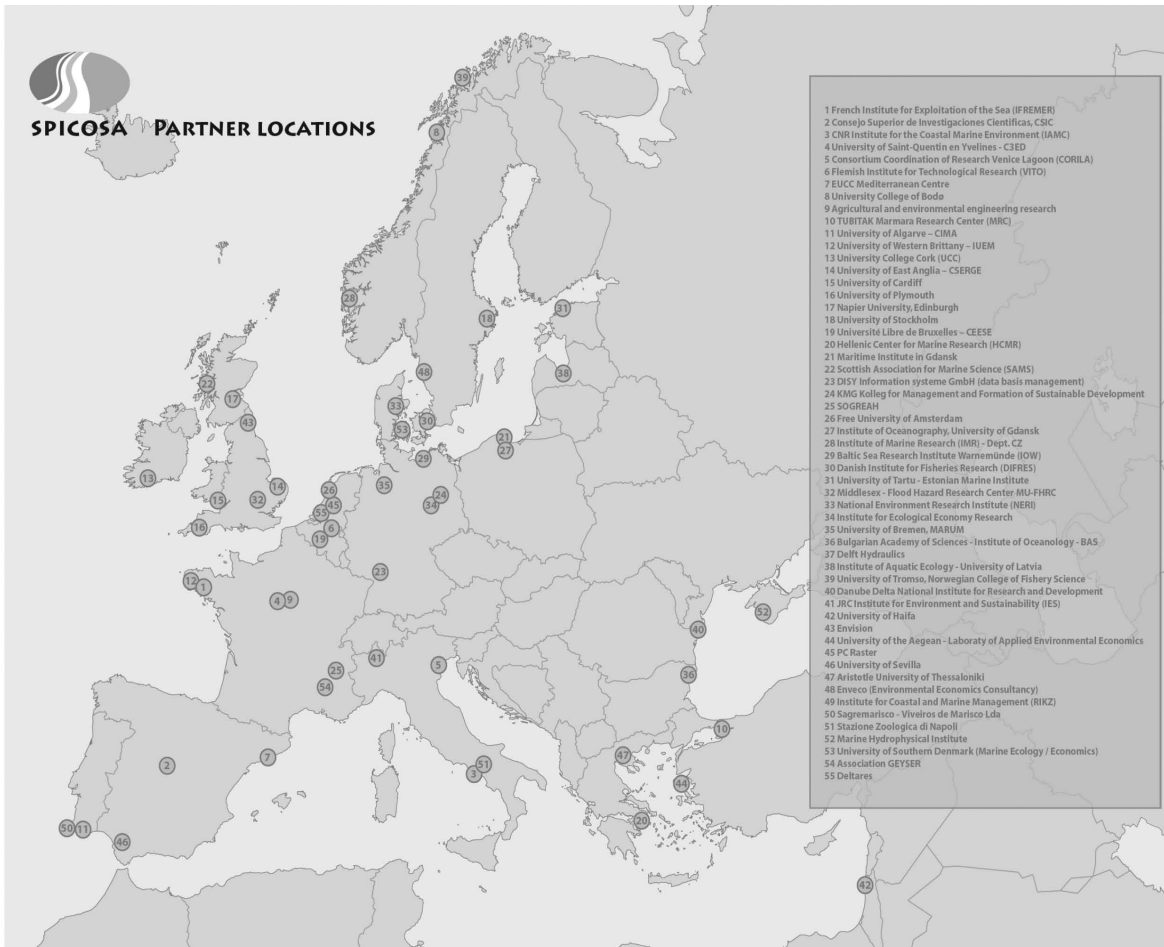


Figura 1- Location map dei Partner del progetto europeo FP6- SPICOSA (fonte: www.spicos.eu).

denominato “System Approach Framework (SAF)” che consenta di individuare gli strumenti politico-decisionali determinanti nella gestione dei sistemi costieri per garantire uno sviluppo equilibrato delle componenti ecologiche, sociali ed economiche. Il miglioramento della sostenibilità dei sistemi costieri significa un avanzamento delle conoscenze in tre settori:

- a) Ecologia: studio e analisi della riduzione del rischio di perdite irreversibili nella biodiversità degli ecosistemi e nella loro funzione, per aumentarne la salute e la produttività; sviluppo di nuove tecnologie e strategie di “remediation” non nocive per l'ambiente tese ad assistere gli Enti pubblici nell'utilizzo delle risorse percependo l'ambiente come sistema d'appoggio per la società.
- b) Società: sviluppo di strumenti di negoziazione che consentano la partecipazione nella procedura decisionale politica degli attori sociali e scientifici, creando così i presupposti per l'attuazione delle strategie di gestione



Consorzio Progetto SPICOSA		
		
ID	Istituzione Partecipante	Paese
1	French Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER)	FR
2	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, CSIC	ES
3	CNR Institute for the Coastal Marine Environment (IAMC)	IT
4	University of Saint-Quentin en Yvelines - C3ED	FR
5	Consortium Coordination of Research Venice Lagoon (CORILA)	IT
6	Flemish Institute for Technological Research (VITO)	BE
7	EUCC Mediterranean Centre	ES
8	University College of Bodo	NO
9	Agricultural and environmental engineering research	FR
10	TUBITAK Marmara Research Center (MRC)	TR
11	University of Algarve – CIMA	PT
12	University of Western Brittany – IUEM	FR
13	University College Cork (UCC)	IE
14	University of East Anglia – CSERGE	UK
15	University of Cardiff	UK
16	University of Plymouth	UK
17	Napier University, Edinburgh	UK
18	University of Stockholm	SE
19	Université Libre de Bruxelles – CEESE	BE
20	Hellenic Center for Marine Research (HCMR)	GR
21	Maritime Institute in Gdansk	PL
22	Scottish Association for Marine Science (SAMS)	UK
23	DISY Information systeme GmbH (data basis management)	DE
24	KMG Kolleg for Management and Formation of Sustainable Development	DE
25	SOGREAH	FR
26	Free University of Amsterdam	NL
27	Institute of Oceanography, University of Gdansk	PL
28	Institute of Marine Research (IMR) - Dept. CZ	NO
29	Baltic Sea Research Institute Warnemünde (IOW)	DE
30	Danish Institute for Fisheries Research (DIFRES)	DK
31	University of Tartu - Estonian Marine Institute	EE
32	Middlesex - Flood Hazard Research Center	UK
33	National Environment Research Institute (NERI)	DK
34	Institute for Ecological Economy Research	DE
35	University of Bremen, MARUM	DE
36	Bulgarian Academy of Sciences - Institute of Oceanology - BAS	BG
37	Delft Hydraulics	NL
38	Institute of Aquatic Ecology - University of Latvia	LV
39	University of Tromsø, Norwegian College of Fishery Science	NO
40	Danube Delta National Institute for Research and Development	RO
41	JRC Institute for Environment and Sustainability (IES)	EU
42	University of Haifa	IL
43	Envision	UK
44	University of the Aegean - Laboratory of Applied Environmental Economics	GR
45	PC Raster	NL
46	University of Sevilla	ES
47	Aristotle University of Thessaloniki	GR
48	Envenco (Environmental Economics Consultancy)	SE
49	Institute for Coastal and Marine Management (RIKZ)	NL
50	Sagremarisco - Viveiros de Marisco Lda	PT
51	Stazione Zoologica di Napoli	IT
52	Marine Hydrophysical Institute	UA
53	University of Southern Denmark (Marine Ecology / Economics)	DK
54	Association GEYSER	FR
55	Deltares	NL

Tabella 1 - Elenco dei partner del progetto Europeo SPICOSA (fonte: www.spicosa.eu).

e per l'attenuazione dei conflitti tra i decisori e gli utenti finali.

c) Economia: sviluppo di strumenti di analisi economica che migliorino la sostenibilità dei flussi di mercato derivanti da attività svolte nelle zone costiere stimolando contemporaneamente il mercato per lo sviluppo di tecnologie sostenibili.

L'applicazione della metodologia SAF si concretizza attraverso la modellizzazione contemporanea dei processi chiave di tipo Ecologico, Sociale ed Economico che avvengono nella zona costiera. Le componenti multidisciplinari del sistema devono essere osservate e analizzate in maniera adeguata sia in termini tecnologici sia in termini temporali, per tale motivo all'interno del progetto SPICOSA è stato previsto uno specifico *Work Package 10* denominato "Alternative Strategies".

Il *Work Package 10*, coordinato dagli autori, ricade nell'ambito del Nodo 4 del progetto (vedi Fig. 2) responsabile dei "Supporti e Servizi" ha un ruolo trasversale e di supporto alle sopraccitate attività generali di sviluppo di nuove metodologie. Infatti, oltre a fornire supporto su problematiche legate alle strategie politiche, opzioni tecnologiche e di monitoraggio il *Workpackage 10* si occupa di produrre degli output relativi alla classificazione ed integrazione di nuovi piani strategici che riguardano la metodologia SAF, che in questo momento è oggetto di test in 18 siti studio dislocati in tutta Europa (Fig. 3) così da garantirne un'ampia valutazione grazie alle molteplici problematiche trattate nei tanto diversificati sistemi costieri.

Il presente contributo, dopo una breve descrizione della metodologia SAF sviluppata nell'ambito del progetto, descriverà le strategie alternative di supporto all'ICZM sviluppate

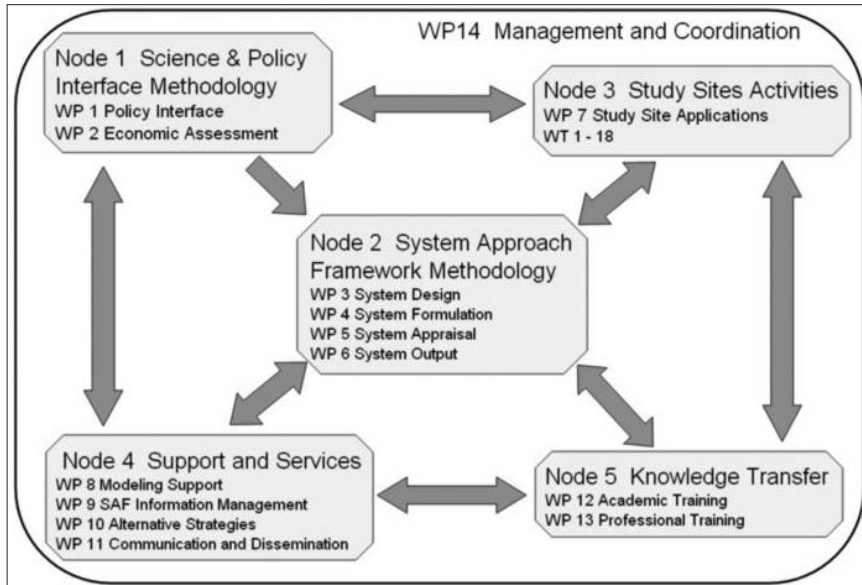


Figura 2 - Management e organizzazione del progetto SPI-COSA (fonte: www.spicosa.eu).



Figura 3 - Location Map e denominazione degli Study Sites (fonte: www.spicosa.eu).

dal gruppo di lavoro del WP10 su tematiche che riguardano la classificazione delle opzioni politiche, tecniche nonché di monitoraggio integrato della fascia costiera.

L'Approccio Sistemico (System Approach Framework, SAF)

La teoria dei sistemi (Von Bertalanffy, 1968), stabilisce che a causa delle complesse relazioni non-lineari che sussistono tra i vari elementi di un sistema naturale è necessario analizzare sia le proprietà dello stesso nella

sua interezza che rispetto alle sue parti. Per fare ciò, è necessario uno studio di carattere multidisciplinare che consenta di analizzare il sistema complessivo tenendo conto della sua organizzazione interna di natura gerarchica, ovvero dell'esistenza di più sottosistemi all'interno del sistema più ampio (AA. VV., 2003; Pickett et al., 2005).

L'obiettivo del SAF è quello di estrarre il maggior quantitativo possibile di informazioni sul funzionamento del sistema globale cosa che non può accadere studiando il fenomeno solo alla scala sub-sistemica (Hopkins and Bailly, 2006). La teoria della Biocomplexità (Kauffman, 1995) implica che l'auto-organizzazione delle componenti sistemiche è una funzione della diversità e della interazione delle componenti stesse, ovvero diverse parti possono interagire costruttivamente per evolvere verso una ottimizzazione delle risorse disponibili (Murray and Parslow, 1999). Questo suggerisce che le problematiche che riguardano la resilienza e la capacità di recupero di un sistema dipendono dall'intensità e dal numero di relazioni all'interno dello stesso (Patricio et al., 2004). Genericamente, possiamo immaginare un sistema come una scatola nera con ingressi (input) ed uscite (output) che rappresentano le funzioni/parametri d'ingresso e di uscita, mentre lo stato del sistema viene definito attraverso opportune "variabili di stato" in corrispondenza di un certo istante temporale. Gli input del sistema ne determinano lo stato e ne modificano le caratteristiche e queste modifiche vengono registrate dalle variabili di stato stesse che sono responsabili anche della intensità degli output.

Spesso, come accade per la maggior parte dei sistemi naturali, gli input esterni superano, in termini quantitativi o in termini d'intensità, la capacità naturale del sistema di rispondere ed auto-regolarsi. Pertanto, mentre i sistemi naturali reagiscono e si riorganizzano lentamente in funzione delle perturbazioni esterne, al contempo accade che si degradano in risposta a variazioni troppo intense andando incontro ad una cosiddetta spirale di degradazione (Marotta et al., 2001; Marotta e Vicinanza, 2001). Questo accade, per esempio, quando in risposta ad una mareggiata il tasso di erosione aumenta talmente velocemente da non consentire alla spiaggia di modificarsi morfodinamicamente in modo da ridurre naturalmente l'altezza dell'onda incidente. In seguito a ciò, l'ecosistema bentonico si danneggerà per erosione del fondo e tutto l'habitat e la catena trofica marina ne risentiranno e inoltre, la perdita di spiaggia porterà una conseguente degradazione anche a livello del sistema socio-economico.

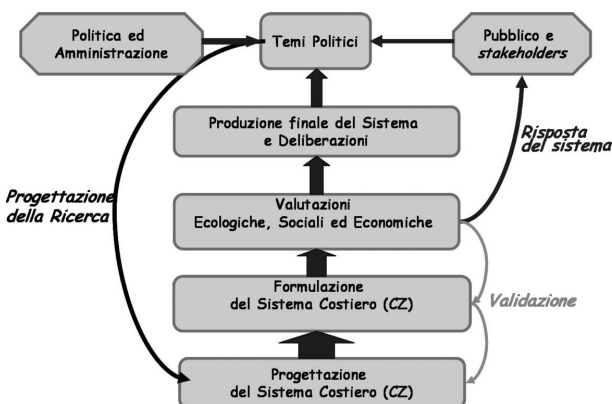
Quindi nell'ambito del SAF, l'integrazione tra ecologia e socio-economia è fondamentale per comprendere le catene di causa ed effetto esistenti all'interno del sistema e per poter agire in maniera correttiva. Per questo ultimo motivo, l'approccio SAF richiede un elevato livello di partecipazione da parte del pubblico ovvero "stakeholders", istituzioni pubbliche, utenti finali e decisori.

Chiaramente, l'approccio di cui stiamo discutendo, che è il principale esperimento condotto nell'ambito del progetto SPICOSA è in continuo aggiornamento grazie proprio al fatto che si stanno svolgendo test e applicazioni in diversi territori e su diverse tematiche che riguardano ben 18 paesi europei.

In linea di massima, gli step fondamentali della metodologia SAF sono:

il *Design* ovvero l'analisi delle problematiche che interessano un sistema costiero attraverso schematizzazioni e diagrammi causa-effetto;

la *Formulazione* del problema precedentemente evidenziato attraverso modelli matematici rappresentativi delle interazioni chiave e la formulazione di scenari;



l'*Appraisal* ovvero la valutazione dei risultati delle simulazioni e degli scenari di gestione e mitigazione adottati;

l'*Output* ovvero la preparazione dei modelli per gli utenti finali (decisori e politici in genere).

Nel diagramma (Fig. 4) che segue vi è una sintetica illustrazione del processo di studio, analisi e modellizzazione "SAF" che ovviamente coinvolge fortemente gli aspetti politici e amministrativi del sistema costiero (CZ).

Attualmente, il team di lavoro del progetto SPICOSA sta svolgendo l'ultima parte dell'esercizio

Figura 4 - Schema Metodologico del System Approach Framework (SAF) (fonte: Spicosa DOW, 2006).

SAF ovvero si sta occupando di terminare la fase di test sui siti di studio così da poter preparare gli *output* ovvero i modelli per l'utilizzo da parte degli utenti finali.

Bisogna comunque considerare che alla base di tutta la metodologia di studio, per poter comprendere e simulare le interazioni tra le componenti del sistema costiero, è necessario fornire delle caratterizzazioni adeguate del sistema stesso attraverso la considerazione del quadro normativo da un canto e dall'altro supportando metodologicamente le opzioni tecniche e di monitoraggio.

Le strategie alternative di supporto alla GIZC

Premesso che, lo scopo principale del progetto SPICOSA non è acquisire nuovi dati, ma riorganizzare, alla luce delle nuove strategie proposte, le banche dati già esistenti in modo da creare le basi per la generazione della cosiddetta "New-Knowledge". In questo contesto, il *Work Package 10*, articolato in tre principali *work task* multidisciplinari, ha come scopo il supporto trasversale della metodologia SAF e soprattutto dell'attività di modellizzazione effettuata nei 18 siti di studio del progetto. In tal modo, si potranno evidenziare e valutare i fenomeni rilevanti che condizionano lo stato ambientale e la sostenibilità nelle zone costiere mettendoli in relazione con quanto previsto dalla normativa vigente a livello internazionale e con le più recenti strategie tecniche e di monitoraggio.

Policy Options (WT10.1 - Leader: College di Bodo, Norvegia)

L'obiettivo di questo *Work Task* (WT), come strategia alternativa, è la classificazione, catalogazione e valutazione in termini di vantaggi e svantaggi, degli strumenti politici (es. strumenti di pianificazione del territorio, tasse e sussidi, strumenti di mercato, etc.) e dei relativi schemi (es. gestione centralizzata, decentralizzazione, approccio policentrico, etc.) riguardanti il quadro internazionale sulla gestione integrata della fascia costiera. L'attività del WT è focalizzata sia sulla pura ricerca bibliografica, sia sull'acquisizione di informazioni e materiale prodotto da istituzioni mondiali nell'ambito dello sviluppo del territorio, e per l'implementazione di politiche GIZC.

Il lavoro prodotto nell'ambito di questo WT acquista ancora maggior valore grazie alla condivisione delle esperienze maturate da ben 55 partner che hanno messo a disposizione le loro conoscenze per arricchire ulteriormente la catalogazione.

Il database prodotto contiene una raccolta generale della letteratura politico-legislativa sulla GIZC classificando il materiale secondo le seguenti categorie:

- Strumenti politici;
- Processi deliberativi e partecipativi;
- Controlli legislativi;
- Strumenti di pianificazione;
- Strumenti economici;
- Letteratura generale.

I dati bibliografici, le *Review* e le esperienze reperite sono stati opportunamente inseriti in un database in formato *MS-Access* che consente agli utenti di relazionare gli Issues ovvero le problematiche gestionali con le relative documentazioni normative. In particolare, sfruttando l'esperienza acquisita nell'ambito delle sperimentazioni condotte sui siti test, sono state evidenziate delle strategie di sostenibilità legate a 15 principali tipologie di *Issues* che possono interessare le zone costiere, ovvero:

- Conflitti di interessi;
- Mancanza di strategie politiche;
- Biodiversità;
- Erosione;
- Specie invasive;
- Eutrofizzazione;
- Contaminazione;
- Turismo;
- Fruibilità della costa;
- Pesca;
- Distruzione di habitat;

- Sversamento di inquinanti;
- Inquinamento dei sedimenti;
- Ciclo delle acque.

Oltre allo sviluppo del catalogo globale delle opzioni politiche e al collegamento con gli *Issues* e gli impatti ambientali considerati nell'ambito dell'applicazione delle metodologia SAF, il gruppo di lavoro si è occupato anche di:

- collaborare con i team di lavoro dei siti pilota in modo da scegliere appropriate parole chiave per produrre degli strumenti di ricerca operativa all'interno del database;
- provvedere alla preparazione e aggiornamento del database interattivo sul portale WEB in modo che esso sia disponibile non solo per gli utenti SPICOSA, ma anche per tutta la comunità che si occupa di GIZC.

Il database globale prodotto dal WT è attualmente in fase di pubblicazione sul portale dati del progetto SPICOSA (<http://www.spicosa.eu/dataportal/index.htm>) che ha lo scopo di promuovere la fruibilità degli strumenti da parte di utenti al di fuori del progetto.

Technical Options (WT10.2 - Leader: Università di Scienze e Tecnologie di Istanbul, Turchia)

Il WT "*Technical Options*" ha una funzione di supporto delle attività di progetto attraverso lo studio e la raccolta di tutte le informazioni relative agli avanzamenti tecnologici per la gestione integrata della fascia costiera (es. remediation di siti contaminati, riduzione dell'inquinamento, gestione dell'acquacoltura, rischio geologico, etc.) che possono ridurre gli impatti legati alle attività umane.

L'obiettivo principale del WT è quello di valutare tutte le alternative tecnologiche che possono essere considerate nell'ambito delle opzioni politiche per aumentarne la sostenibilità, includendo pertanto anche set di opzioni innovative che ancora non sono state integrate nell'ambito della GIZC come la *bio-remediation*, la riduzione dell'inquinamento con tecnologie eco-sostenibili o nuove metodologie per la difesa costiera a basso impatto. Pertanto, lo scopo immediato dell'attività è stato testare questi set di alternative su alcuni dei siti pilota perché molto spesso le tecnologie disponibili risultano essere ancora nella fase prototipale e non applicate in modo integrato nell'ambito di alcuna problematica GIZC. Questo ultimo aspetto, ha permesso non solo di costituire un valido supporto per la valutazione di scenari gestionali, ma anche di valutare gli effetti collaterali sul sistema marino costiero nell'ambito della implementazione della metodologia proposta dal progetto.

Alcuni esempi degli scenari valutati nei siti di studio sono:

- uso di tecnologie pulite in-situ che non provocano disturbo all'ecosistema (es. fitodepurazione)
- proposta di effettuare un'analisi dei rischi, dei costi e dei benefici legati agli interventi gestionali realizzati sul territorio;
- implementazione di opportune tecniche di mobilitazione/immobilizzazione per controllare la biodisponibilità dei contaminanti;
- design di nuove metodologie che consentono di aumentare la qualità delle aree marine protette;
- promozione di metodiche di gestione sostenibile delle acque e tecniche di riciclo in connessione con metodologie di gestione integrata della fascia costiera in particolare nelle aree soggette a desertificazione;
- uso di metodologie e piani di protezione di organismi ed ecosistemi ad elevato pregio;
- ingegnerizzazione di tecnologie dedicate alla riduzione del rischio di erosione dei litorali.

Tutte le informazioni inerenti la catalogazione delle alternative tecnologicamente avanzate connesse con le principali attività umane ed i relativi impatti ambientali sono state incluse in un database relazionale opportunamente documentato e pubblicato in rete sul portale del progetto (<http://www.spicosa.eu/dataportal/index.htm>). Il contributo fornito da questo WT rappresenta un grosso avanzamento soprattutto grazie al lavoro in cooperazione con i siti pilota dove è stato possibile discutere la pratica applicativa delle opzioni tecnologiche al fine di valutare concretamente il loro effetto sul sistema marino costiero.

Intelligent Monitoring (Leader: Istituto per l'Ambiente Marino Costiero IAMC-CNR, Italia)

Nell'ambito di questo WT vengono catalogate e recensite tutte le metodologie di monitoraggio e campionamento dati dedicate alla GIZC ed inquadrare nell'ambito della metodologia SAF.

Il ruolo di questa terza attività diviene fondamentale per il supporto della modellizzazione del sistema costiero condotta nei siti pilota, poiché spesso l'inadeguatezza degli schemi di campionamento e monitoraggio inficia

la performance dei modelli di simulazione che devono essere opportunamente calibrati su dati acquisiti con adeguata cadenza spaziale e temporale. L'attività condotta da questo WT ha riguardato non solo la realizzazione di un catalogo multimediale di tutto lo stato dell'arte delle tecniche di monitoraggio della fascia costiera, ma anche l'implementazione di opportuni pacchetti di monitoraggio personalizzati in base alle esigenze dei siti pilota rispetto alle fasi del SAF, ovvero design dei modelli, formulazione, calibrazione e validazione dei risultati.

I pacchetti di monitoraggio sono stati progettati tenendo conto di alcuni importanti fattori, ovvero:

- che le alternative tecnologiche di monitoraggio vanno valutate rispetto all'area da investigare, ai costi- e ai benefici, all'impegno economico-temporale e alla finalità del monitoraggio (es. calibrazione, validazione, etc.);
- che bisogna privilegiare le informazioni chiave richieste per l'analisi delle funzioni del sistema costiero (es. simulazione realtime, calibrazione, etc.).

Il prodotto di questo WT è indirizzato fortemente verso il supporto delle attività svolte nell'ambito dei siti pilota per corredare la metodologie SAF di strategie di acquisizione dati (pacchetti di monitoraggio) che siano collegate agli Issues politici e di conseguenza alle componenti impattate dell'ambiente marino costiero.

Le informazioni raccolte nell'ambito dei primi tre anni di progetto sono state inserite in un prototipo di database (<http://www.spicosa.eu/dataportal/index.htm>) che riporta non solo la classificazione di tutti gli impatti e gli Issues politici studiati in ogni sito pilota, ma anche un collegamento attivo tra impatti e dati necessari per lo studio dei processi chiave attraverso il SAF.

Nell'ambito della definizione dei pacchetti di monitoraggio sono stati individuati tre livelli in funzione di considerazioni di carattere strategico, ovvero:

- Livello A: acquisizione di dati a basso costo partendo da informazioni di letteratura, o da database pubblici (es. database condivisi nell'ambito di altri progetti), in modo da ottenere una approssimativa visualizzazione delle interazioni tra le componenti del sistema costiero rispetto alle strategie SAF;
- Livello B: è un livello di monitoraggio più complesso del precedente, sicuramente più costoso, che sfrutta non solo dati low-cost, ma include anche stazioni di monitoraggio, anche a misura automatica, riguardanti i parametri considerati critici nell'ambito dello studio dei processi e della modellazione del sistema;
- Livello C: Oltre a includere i due precedenti livelli (A e B) prevede un raffinamento del monitoraggio di alcune variabili includendo, ad esempio, un campionamento semi-automatico ed adeguato in termini spazio-temporali designato in funzione delle caratteristiche del sito di studio (es. dimensione spaziale, posizione geografica, caratteristiche geomorfologiche ed ecologiche, etc.). Questo livello di monitoraggio è quello più dispendioso in termini temporali ed economici, ma assicura una fedeltà a lungo termine dei dataset acquisiti soprattutto quando il target finale è la creazione di una rete di monitoraggio per simulazione in real-time e la previsione di scenari "what-if".

E' evidente che la scelta del livello di monitoraggio in relazione ad ogni pacchetto di monitoraggio è di importanza cruciale per poter scegliere non solo le tecniche, ma anche per poter comprendere le necessità in termini di accuratezza dei dati qualora si voglia implementare il SAF in relazione ad una specifica problematica.

Discussione e conclusioni

Nell'ambito della "filosofia" del progetto SPICOSA il ruolo delle strategie alternative è quello di supportare i siti pilota nello sviluppo ed applicazione della metodologia SAF proponendo dei set multidisciplinari di strumenti politici, tecnici e di monitoraggio. Ad esempio, partendo dall'individuazione di una problematica critica della fascia costiera ed individuando gli impatti di questa sull'ambiente, l'utente finale può facilmente determinare la schematizzazione dei processi chiave che controllano le proprietà del sistema e quindi adottare il giusto "set" di strumenti per affrontare la problematica. Questo set può essere utilizzato dall'utente in tutte le quattro fasi del processo SAF, quindi dalla fase iniziale di individuazione dell'Issue politico fino alla fase finale di modellizzazione delle componenti del sistema costiero e valutazione dei scenari. Nell'ambito di quanto appena presentato il team di lavoro WP10 ha fornito un supporto per lo sviluppo di metodologie complementari alla realizzazione di modelli e scenari gestionali, seguendo un processo logico che a partire dalla problematica, offre soluzioni di monitoraggio per aumentare le prestazioni dei modelli e per suggerire innovazioni tecnologiche da inserire negli scenari di simulazione.

L'approccio metodologico generale proposto nell'ambito del WP10 comprende l'applicazione degli strumenti software realizzati (database relazionali con interfacce grafiche) dopo aver valutato tutte le informazioni relative al design del sistema costiero studiato (identificazione della problematica di gestione) nonché dopo una analisi delle criticità evidenziate attraverso i risultati (scenari) preliminari delle simulazioni condotte dai team di lavoro nell'ambito dei casi studio.

A partire da queste informazioni il primo passo è stato quello di inquadrare il sito studiato in un contesto multidisciplinare più generale attraverso la cosiddetta "Cause-Effect-Chain-Analysis" che consente di mettere in relazione le pressioni sul sistema con le risposte dello stesso ai vari livelli funzionali (es. aumento dei nutrienti->eutrofizzazione->anossia->mortalità bivalvi->perdita economica delle imprese->perdita posti di lavoro).

Questo tipo di analisi qualitativa consente di avere un quadro chiaro ed indicativo delle interazioni a livello sistemico e sub-sistemico, sia di carattere bio-fisico che di carattere socio-economico, chiaramente per ognuna di queste saranno scelti opportuni indicatori di stato e di risposta che saranno di successivo aiuto per migliorare il livello di conoscenza del problema studiato.

Dopo aver evidenziato i fattori chiave in gioco, la metodologia proposta consiste nel passare all'applicazione degli strumenti prodotti nell'ambito dei tre WT, ovvero:

- interrogazione del database delle Opzioni Politiche (formulazione di una Query) sulla gestione ambientale sostenibile includendo dettagli sulla problematica gestionale e sulla classificazione del sistema costiero studiato (es. acquacoltura, erosione costiera, protezione delle coste, turismo ecosostenibile) in ambito locale, nazionale ed europeo;
- interrogazione del database sulle Opzioni Tecniche (formulazione di una Query) inserendo dettagli sulle attività umane considerate di impatto (es. industria metallurgica, estrazione di inerti, trasporti marittimi);
- interrogazione del database sul Monitoraggio introducendo in base ai risultati della "Cause-Effect-Chain-Analysis" gli elementi necessari all'individuazione delle tecniche di monitoraggio (es. monitoraggio con CTD, ADCP, remote sensing, lidar, etc.) più adeguate a rilevare i parametri di interesse;

L'applicazione ed interrogazione congiunta dei database in relazione ad un caso studio genera una serie di output che andranno sia a supporto della modellizzazione sia a supporto operativo di una eventuale pianificazione gestionale come riportato di seguito nel caso esempio della gestione delle attività di acquacoltura:

- opzione Politica: riferimenti legislativi inerenti la valutazione di scenari di gestione sostenibile delle attività di pesca e acquacoltura (es. riduzione/ridistribuzione delle aree in concessione, riduzione dei carichi inquinanti, cambiamento della struttura gestionale).
- opzione Tecnica: introduzione di depuratori di tipo naturale (es. fitodepurazione) e di tipo tradizionale per poter valutare costi e benefici della riduzione del carico di inquinanti che giungono al sistema costiero e che sono responsabili di un calo di qualità del prodotto dell'acquacoltura, nonché della riduzione generale della qualità ambientale. In questo caso il database fornisce all'utente finale anche delle schede tecniche utili per il dimensionamento "virtuale" nell'ambito della modellizzazione dell'opzione tecnica scelta per la mitigazione/riduzione dell'impatto sull'ambiente.

Opzione di Monitoraggio: alternative tecnologiche (metodi diretti ed indiretti) per il monitoraggio di parametri significativi della qualità delle acque e delle principali forzanti ambientali che interessano il bacino e che sono in grado di influenzare la produttività biologica (es. onde e correnti, venti, concentrazione di nutrienti, stima della TSM, clorofilla, etc.). Nel caso specifico viene fornito anche un pacchetto di monitoraggio realizzato ad-hoc (es. inclusivo delle alternative tecnologiche da adottare e suggerimento di un piano di campionamento spazio-temporale) per la valutazione dei parametri di base che consentono di effettuare sia una validazione del modello che una sua applicazione in real-time.

In questo momento, l'approccio metodologico basato sui database realizzati come strategie alternative è stato inglobato in diversi casi studio sotto forma di scenari per le simulazioni numeriche, in modo da poter valutare in maniera più efficace le diverse alternative gestionali. Dato il forte carattere di work-in-progress si riporta di seguito una breve descrizione dei più significativi casi studio del progetto SPICOSA a cui il WP10 ha fornito supporto per le strategie alternative:

- la Laguna Veneta (http://www.spicosa.eu/venice_lagoon/index.htm) la cui principale problematica gestionale individuata nell'ambito di SPICOSA è l'inquinamento dovuto alle numerose attività antropiche e al trasferimento dei contaminanti nella catena alimentare attraverso la coltivazione intensiva di

vongole che rappresenta attualmente il 60% della produzione nazionale;

- La Baia di Izmit (Turchia) (http://www.spicosa.eu/izmit_bay/index.htm) localizzata nell'area sud-occidentale del Mar di Marmara le cui principali problematiche sono legate all'intenso traffico marittimo, al run-off e allo scarico di inquinanti provenienti dalla terra ferma complicati dalla ristretta circolazione di bacino;

- il Mare Piccolo di Taranto (http://www.spicosa.eu/taranto_mare_piccolo/index.htm) localizzato nel Golfo di Taranto (Mare Ionio) centro importante per la mitilicoltura a livello nazionale e anche luogo dove si svolgono numerose attività umane (es. industria pesante, chimica e marina militare) che rilasciando contaminanti in acqua e nel sedimento incidono negativamente sull'ecologia delle specie marine ed in particolare sulla qualità dei mitili.

L'applicazione delle metodologie e delle informazioni raccolte nei database sviluppati nell'ambito del WP10 ha permesso di ottenere una serie di benefici nell'ambito del processo di modellizzazione del sistema costiero. Basti pensare all'importanza di poter visualizzare con una semplice query tutto il catalogo delle opzioni politiche adottate per la sostenibilità per poi poter relazionare queste ultime con le più recenti opzioni tecnologiche per la mitigazione e monitoraggio degli impatti derivanti da attività umane finalizzando il tutto alla gestione sostenibile della fascia costiera. Disporre di un tale tipo di supporto alla modellizzazione del sistema costiero significa ottenere ricadute a livello dell'interazione tra scienza e politica soprattutto nell'ottica di dover fornire un sistema di supporto alle decisioni che sia scientificamente valido ed applicabile a casi reali.

Chiaramente, le banche dati prodotte nell'ambito del WP10, oggetto di continuo aggiornamento da parte del team di lavoro, al termine del progetto saranno pubblicate on-line sul portale SPICOSA e grazie alla loro documentazione tecnica saranno interrogabili dagli utenti in rete ed ampiamente applicabili dalla comunità scientifica che si interessa di GIZC.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dr. Ennio Marsella Dirigente di Ricerca IAMC, il Prof. T.S. Hopkins coordinatore del progetto SPICOSA per l'IAMC, i Work Task leader Dr. Berit Skorstad (WT10.1), Dr. Ahmet Baban (WT10.2), Dr. Franco Decembrini (WT10.3) e lo staff del Work Package 10 "Alternative Strategies", la Dr. Carmela Caroppo (IAMC-Taranto) responsabile del sito di studio di Taranto Mar Piccolo, la Dr. Simona dalla Riva (CORILA) per il sito di studio della Laguna Veneta, la Dr. Leyla Tolun (MAM-TUBITAK) responsabile del sito di studio di Izmit Bay (Turchia) per il supporto e le informazioni fornite.

Bibliografia

- AA.VV., (2003) - *Systematic Approach to Coastal Ecosystem Restoration*. Coastal Services Center, Nation and Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA).
- AA.VV.(2008) - *The Plancoast Handbook on Integrated Maritime Spatial Planning*.(www.plancoast.eu)
- AA.VV. (2005) - *Linee Guida ICZM*. Regione Emilia Romagna.
- Commissione delle Comunità Europee Bruxelles (7.6.2006, COM(2006)) 275 - *Green Paper: Towards a future Maritime Policy for the Union: A European vision for the oceans and seas*. Volume II - annexe.
- Commissione delle Comunità Europee Bruxelles(24.6.2009, COM(2009)) 304 - *Riesame della politica ambientale 2008*.
- Commissione delle Comunità Europee Bruxelles (10.10.2007, COM(2007)) 575 - *Una politica marittima integrata per l'Unione Europea - versione finale*.
- Commissione delle Comunità Europee Bruxelles, (27.09.2000. COM(2000)) 547 - *Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo sulla gestione integrata delle zone costiere: una strategia per l'Europa*.
- Commissione delle Comunità Europee Bruxelles DG XI (1998) - *Implementing the EC Habitats Directive in marine and coastal areas*, pp. 1-68.
- Cendrero A.D. e Fisher W. (1997) - *A procedure for Assessing the Environment Quality of coastal Areas for planning and management*. Journal of Coastal Research, 13 (3), pp. 732-744.
- Clark G.R. (1992) - *Integrated Management of Coastal Zones*. FAO Fisheries Technical Paper, n. 327.
- Hopkins T.S., Bailly D. (2006) - SPICOSA (FP6 - Integrated Project) Priority 1.1.6.3 Global Change and Ecosystems Description of Work, 220 pp.

- Kauffman S.A.(1995) - *At Home in the Universe*. Oxford University Press.
- Marotta L., Cecchi A., Sierra J.P., Sanchez - Arcilla A. (2001) - *Integrated coastal zone management: indices and indicators for littoral zone. Application to the North Mediterranean Sea*. International Congress: Oceans III Millennium, Pontevedra (Spain), 24-27 of April of 2001.
- Marotta, L., Vicinanza, D. (2001) - *Indici di qualità ambientale nella gestione integrata della fascia costiera*. rivista Studi Costieri, Vol. 4, pp. 83-98, ISSN 1129-8588, Firenze.
- Montanari G., Giovanardi F., Melley A. (2000) - *Gli Indici trofici per le acque marine costiere*. Agenzia Nazionale per la protezione Ambientale, Roma.
- Murray A.G., Parslow J.S. (1999) - *The analysis of alternative formulations in a simple model of a coastal ecosystem*. In Ecological Modelling 119: 149-166.
- Patricio, J.R. Ulanowicz, M.A. Pardal, J.C. Marques (2004) - *Ascendency as an ecological indicator: a case study of estuarine pulse eutrophication*. Estuarine Coastal and Shelf Science, 60: 23-35.
- Pickett S. T. A., Cadenasso M. L. and Grove J. M. (2005) - *Biocomplexity in Coupled Natural-Human Systems: A Multidimensional Framework*. Ecosystems 8 (2005) pp. 225-232.
- Turner R.K., L. D. de Lacerda (eds) - *Perspectives on Integrated Coastal Zone Management*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 1-10.
- Turner R.K. e Salomons W. (1999) - *Coastal Management: Principles and Practice in Salomons*. W., K. Turner, L. D. de Lacerda (eds), Perspectives on Integrated Coastal Zone Management, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 1-10.
- UNESCO (2006) - *Visions for a sea changes. Report of the First International Workshop on Marine Spatial Planning*. Intergovernmental Oceanographic Commission and the Man and the Biosphere Programme, UNESCO Headquarters, Paris, France, 8-10 November 2006. See also http://ioc3.unesco.org/marinesp/files/FinalConclusionsNextSteps_041206.pdf.
- Vallega A., (1999) - *Fundamentals of Integrated Coastal Management*. Ed. Kluwer Academic Publishers
- Von Bertalanffy L. (1968) - *General Systems Theory*. George Braziller, New York: 295 pp.

Ricevuto il 13/3/2010, accettato il 18/7/2010.