Il monitoraggio delle opere di difesa in Puglia ed il SIMOC

Uricchio Vito Felice (*), De Carlo Dario (*), Bruno Delia Evelina (*), Lopez Nicola (*)

(*) Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca sulle Acque, viale Francesco De Blasio, n.5, 70125 Bari, tel. 0805820511, fax 0805313365, e-mails vito.uricchio@ba.irsa.cnr.it, dario.decarlo@ba.irsa.cnr.it, delia.bruno@ba.irsa.cnr.it, nicola.lopez@ba.irsa.cnr.it

Riassunto:
L'accresciuta sensibilità ai temi dell'erosione costiera, motivata da esigenze di tutela del territorio, di fruizione turistica e valorizzazione economica, ha determinato lo sviluppo di strumenti idonei per la gestione integrata delle aree costiere. In particolare il contrasto all'erosione costiera è stato realizzato attraverso interventi ed opere di difesa, condotti a partire dagli anni '90.
Le azioni di monitoraggio dei fenomeni di erosione, consentono di verificare l'efficacia degli intervento allo scopo di porre in essere eventuali correttivi.
La Regione Puglia, con tali obiettivi si è dotata di un sistema di monitoraggio estremamente sofisticato i cui dati riferiti a rilievi a terra ed in mare, sono implementati nel Sistema Informativo di MOnitoraggio Costiero - SIMOC.

Abstract:
Increased sensitivity to coastal erosion problems, motivated by protection of territory for a tourist use and economic value, has led to development of appropriate instruments for the integrated management of coastal areas. In particular, the contrast to coastal erosion has been achieved through defense actions conducted since the '90s. Monitoring erosion actions allow to verify the effectiveness of interventions in order to put in place any remedial actions. With these objectives, the Apulia Region a highly sophisticated monitoring system has developed where sea and surface data are implemented in the Information System for Coastal Monitoring - SIMOC.

Il sistema di monitoraggio presentato ha inteso valutare gli effetti delle opere realizzate con i Fondi Strutturali ed in particolare con il POP 1994-99 ed il POR 2000-2006. Tale azione è nata dall'esigenza di verificare l'efficacia delle opere di difesa nel contrasto ai fenomeni di erosione costiera. Al fine di sintetizzare e gestire in maniera più immediata i dati relativi a ciascun intervento di mitigazione, sono state predisposte le strutture dei 5 archivi delle opere da implementare nel SIMOC. Gli interventi realizzati sulle coste pugliesi, sono stati divisi per tipologia e georeferenziati, associando ad essi un insieme di informazioni utili ai fini del monitoraggio fisico. Di seguito, sono elencati i tratti di costa di particolare interesse e importanza nello studio del regime del litorale pugliese. Per ogni tratto di costa con relativa opera sono state specificate le azioni previste (Fig. 1).

Zona monitorata	*Azioni di monitoraggio*
Saccione - Fortore	Voli intermedi, Misura subsidenza, Topografia spiaggia emersa, Rilievo strutture *laserscan* Rilievo strutture Transetti SB ogni 100 m con infittimento sui pennelli (20m) Prelievo sedimenti + analisi
Laguna di Lesina	Voli intermedi, *Webcam*
Capoiale - Foce varano	Voli intermedi, *Webcam*
Rodi Garganico - San Menaio	Voli intermedi
Peschici	Voli intermedi
Vieste	Voli intermedi
Mattinatella	Rilievi fotografici e sopralluoghi, Rilievi geostrutturali, Transetti SB ogni 50 m
Mattinata - Punta Rossa	Rilievi spiaggia emersa e falesia, Integrazione PIS
Punta Rossa - Manfredonia	Rilievi fotografici e sopralluoghi, Rilievi geostrutturali
Foce Carapelle - Porto Margherita	Voli intermedi, Topografia spiaggia emersa, Batimetria MB (fino a 5-6m includendo le strutture), Rilievo strutture, Rilievo strutture *laserscan*, Prelievo sedimenti + analisi, Misura subsidenza
Porto Margherita - Barletta	Voli intermedi, Misura subsidenza, Rilievo strutture *laserscan* Rilievo strutture, Topografia spiaggia emersa, Transetti ogni 100 m con infittimento sui pennelli (20m), Prelievo sedimenti + analisi
Trani da Capo Colonna a Capo S. Giovanni	Batimetria MB, Topografia spiaggia emersa, Rilievo strutture Rilievo strutture *laserscan*, Prelievo sedimenti + analisi, SSS, SBP, Rilievi geostrutturali, Integrazione PIS esterno area protetta
Giovinazzo	Misura subsidenza
Polignano	Rilievi geostrutturali (attività interna)

Fig. 1 - Elenco delle zone monitorate e delle relative azioni previste.

Nel SIMOC, sono confluiti tutti i dati di monitoraggio acquisiti per relazionarli con altre informazioni derivate da attività sviluppate a livello regionale, nazionale e comunitario. Per tale motivazione la progettazione del SIMOC ha previsto una forte integrazione con il SIPA (Sistema Informativo Pugliese dell'Ambiente), a sua volta integrato con il SINAnet (www.sinanet.apat.it) e con EIOnet (www.eionet.europa.eu).
Nel SIMOC convergono le funzioni di conoscenza dell'ambiente costiero, quelle di monitoraggio e controllo, nonché le informazioni ambientali utili alla comprensione delle dinamiche evolutive in atto e delle pressioni antropiche esercitate sull'ambiente costiero. Tali finalità, riguardano il monitoraggio degli interventi realizzati lungo la costa, allo scopo di individuare le tipologie di opere che hanno fatto registrare o meno un riscontro positivo.
Il SIMOC ha consentito il confronto delle informazioni, ricavate dal monitoraggio, con dati presenti anche in altri sistemi informativi. Tale condivisione "bidirezionale" delle informazioni ha richiesto la definizione di archivi conformi alle indicazioni SINAnet ed EIOnet (www.eionet.europa.eu) e l'implementazione di un Modulo Comune e di un Modulo Specialistico. Monitorare l'equilibrio in trasformazione costante tra pressioni antropiche e dinamiche ambientali, ha richiesto la disponibilità di condivisione di un elevato numero di informazioni fruibili nel S.I.P.A.
Il Modulo Comune (MC), realizzato con un modello dei dati conforme a quanto definito da SINAnet, è destinato alla gestione delle informazioni da condividere con i sistemi informativi esterni (SIPA, SINAnet ed EIOnet); il Modulo Specialistico (MS), realizzato con un modello dei dati funzionali alle esigenze specifiche del progetto, è destinato alla gestione delle informazioni specialistiche e specifiche dell'ambiente costiero, tenute fuori dal Modulo Comune e ritenute rilevanti ai fini dell'espletamento delle attività istituzionali dell'Assessorato alle Opere Pubbliche della Regione Puglia.

Il SIMOC si configura come un Sistema Informativo distribuito, in cui ciascun *partner* gestisce i propri archivi condivisi e consultabili in *intranet*, rendendo disponibili in internet informazioni generali, opportunamente validate, utili alla Regione Puglia ed alle Amministrazioni provinciali e comunali (Fig. 2).

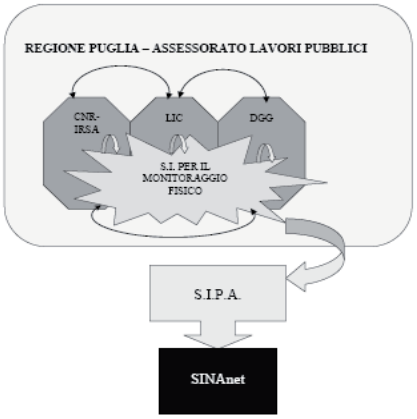

Fig. 2 –Struttura Informativa del SIMOC

Nel MC sono state inserite componenti strutturate a loro volta in tre sistemi integrati, ciascuno dei quali tratta informazioni concernenti tre diverse porzioni della realtà oggetto del sistema, denominate rispettivamente: Base Conoscenza Realtà di Governo (GKB); Base Conoscenza Realtà di Intervento (IKB); Base Conoscenza Realtà Ambientale (EKB).
Alle basi GKB, IKB ed EKB appartengono rispettivamente: tutti i piani e i programmi in cui sono coinvolti enti, istituti o organismi; le informazioni provenienti dai singoli progetti che sono stati realizzati; tutti i dati e le informazioni sullo stato delle coste. Queste informazioni sono state ricavate sia dal monitoraggio effettuato, che dalla fotointepretazione.
Al livello inferiore appartiene invece un'area che svolge un ruolo di piattaforma di sostegno strumentale ed infrastrutturale per almeno una delle tre aree applicative elencate in precedenza e denominata conseguentemente area delle Infrastrutture Informatiche e Tecnologiche (IIT).
Nel SIMOC le forme assunte come *standard* di fatto nell'organizzazione dei dati, nella gestione delle funzioni informative e nel disegno dell'architettura logica del sistema e delle sue componenti, sono costituite dal Modello Multi Dimensionale *Data Warehouse* (MDDW) e dal Modello Relazionale di Gestione dei Dati (RDBMS).
L'utilizzo del Modello Multi Dimensionale (MDDW) è stato preferito in quelle sezioni e componenti del sistema di conoscenza che sono caratterizzate da rilevazioni di tipo "*snapshot*", da "fotografie" discrete e sincrone dello stato della realtà, da dati uniformi, completi e contestuali concernenti i fatti di interesse della realtà oggetto e dalla connessa necessità di sostenere ed effettuare su di essi processi generalizzati di interrogazione e di ricerca (modello qualificato come "*query oriented*").
Invece, l'approccio indicato come Modello Relazionale (RDBMS) è stato privilegiato in quelle sezioni e componenti del sistema di conoscenza che sono caratterizzate da rilevazioni di più fenomeni distinti, che presentano dinamiche evolutive diverse, rilevazioni di fatti e fenomeni, guidate più dal fatto o fenomeno che dal processo di osservazione complessivo di esso.

Regole e modello multidimensionale
Come precedentemente accennato il modello multidimensionale ha fornito l'approccio più razionale e flessibile nel momento in cui è stato necessario gestire informazioni costituite da valori assunti da determinate grandezze caratteristiche di fenomeni che si manifestano in determinati contesti di tempo e di luogo.
In esso gli indicatori, indici e parametri, con le misure e valori da essi assunti, costituiscono gli argomenti interni di una serie di matrici che sono intestate ai diversi fenomeni di interesse del sistema costiero, a oggetti, soggetti, strutture della realtà di riferimento, appartenente anche al S.I.P.A. o/e al SINAnet. Queste matrici sono denominate, nella terminologia DW, "tabelle dei fatti" o *Fact table* (FT).
Ad esempio un'opera a mare come un pennello, con i suoi dati identificativi e descrittivi, è stato rappresentato nel modello come DT. L'insieme degli interventi realizzati fornisce una struttura di riferimento per tutte le possibili misure di parametri riferiti all'opera. Il giorno, il mese, l'anno, dell'inizio dei lavori o del temine dell'opera, costituiscono DT che definiscono, con diversi livelli di scansione o risoluzione, i contesti temporali di qualsiasi misura di qualsiasi indicatore.

Regole e modello RDBMS
Gli oggetti che emergono come elementi indipendenti della realtà, caratterizzandola in modo significativo e rilevante per i processi di controllo e governo di essa, sono rappresentati e gestiti attraverso il modello RDBMS. Si tratta di un *software* per la gestione del database che memorizza i dati come una collezione di tabelle. Le relazioni ed associazioni che possono intercorrere tra oggetti diversi sono state definite nel modello RDBMS attraverso il diagramma Entità/Relazioni, che descrive gli oggetti informativi e le associazioni che li legano a mezzo di un grafo, nei cui nodi sono collocati gli oggetti e i cui rami descrivono le relazioni tra essi. Interessante è il rapporto di cooperazione che può essere instaurato tra modello relazionale e modello dimensionale; rapporto che permette di vederli come un modello integrato, adatto a rappresentare le diverse modalità con cui la conoscenza comune è gestita, resa accessibile e fruibile nello spazio SIMOC.

***Software* d'ambiente**
Il sistema informativo è, inoltre, provvisto di *software* in grado di interfacciare gli archivi di dati ed incrociare i differenti tematismi, generando mappe tematiche ed elaborando grafici di sintesi. Il sistema informativo utilizzato nel SIMOC è un GIS dotato di potenti funzionalità per la visualizzazione, l'interrogazione, l'analisi, l'integrazione e la distribuzione di tutte le tipologie di dati geografici. Particolare attenzione è stata dedicata all'analisi spaziale che ha permesso di elaborare dati geografici e descrittivi per rispondere a specifiche *query*.
Nel SIMOC sono state riclassificate le unità presenti secondo classi attinenti al sistema; si possono aggregare e selezionare singoli elementi; effettuare delle interrogazioni per evidenziare particolari elementi caratteristici di un intervento e operare su essi; si può effettuare una selezione spaziale che permette di evidenziare o estrarre elementi geografici che soddisfano determinate condizioni.
Nel SIMOC sono state evidenziate anche aree di rispetto (*buffer*) intorno ad oggetti o lungo un'opera realizzata. Anche l'analisi di rete, che consente di collocare degli oggetti e correlarli con altri, risulterà un ottimo supporto al sistema informativo. Il modulo GIS del SIMOC ha consentito di effettuare analisi spaziali di qualsiasi natura ed analisi tridimensionali. Il sistema può gestire e generare DEM (Digital Elevation Model) e modelli vettoriali quali i TIN (*Triangular Irregualr Network*). I dati cartografici generati sono stati pubblicati attraverso l'interfaccia del *Web browser* mediante trasferimento diretto "*data streaming*" del dato vettoriale da lato *server* verso *client*, anche appoggiandosi ad altri sistemi informativi sviluppati in Puglia.
Il sistema ha consentito l'elaborazione dei dati disponibili per la produzione di cartografie derivate e di elaborazioni statistiche egualmente utili ai fini del progetto.
L'implementazione del SIMOC ha tenuto conto di alcuni criteri generali come: considerare le informazioni grafiche ed alfanumeriche sviluppate nell'ambito dei Programmi e progetti regionali;

valorizzare la base conoscitiva realizzata nell'ambito del programma SINAnet; considerare il progetto del Sistema cartografico di riferimento, al fine di promuovere un'azione di raccordo con gli Enti Locali operanti sul territorio regionale, favorendo sinergie positive per la diffusione dell'informazione territoriale ed ambientale; assicurare, in coerenza con il Sistema Informativo Territoriale Regionale e con i principali Sistemi Informativi sviluppati nella Regione Puglia, l'allineamento degli archivi, l'omogenea validazione dei dati e le modalità *standard* di interoperabilità; assicurare attraverso l'adesione agli *standard* SINAnet e SIPA il raccordo con il sistema informativo ambientale dell'Agenzia Europea (EIOnet) ed i sistemi informativi regionali e delle province autonome.

Architettura Fisica

Gli *standard* utilizzati nel disegno dell'architettura fisica sono legati alla utilizzazione di una rete di comunicazione affidabile, protetta, scalabile e di elevate prestazioni in termini di velocità di trasferimento dati e sono orientati al crescente utilizzo di tecnologie in ambiente *Intranet/internet*. Le elevate prestazioni in termini di velocità sono state garantite dalla eventuale connessione alla RUPAR e dalla definizione di formati di dati grafici idonei alla trasmissione telematica. La dislocazione territoriale delle diverse sedi dei *partners* impone la creazione di una LAN (*Local Area Network*), eventualmente suddivisa in sottoreti virtuali, collegate in WAN (*Wide Area Network*) (Fig. 3).

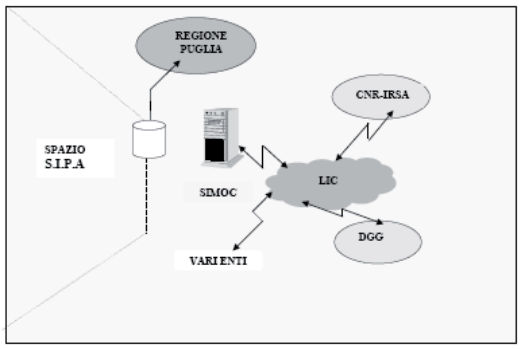

Fig. 3 – Suddivisione di sottoreti virtuali

LAN (*Local Area Network*)

Un insieme di *computers* interconnessi fisicamente tra loro costituisce una rete locale o LAN. Presso il Laboratorio di Ricerca e Sperimentazione per la Difesa delle Coste è stata installata una LAN le cui caratteristiche sono state di elaborazione e di servizio. Il supporto di comunicazione deve consentire la connessione efficiente di tutti i dispositivi già presenti nel LIC.

WAN (*Wide Area Network*)
Le reti locali sono tra loro interconnesse tramite apparati di instradamento (*router*) in area geografica, realizzando quindi una WAN. Gli apparati ed il *software* di supporto consentono di "vedere" le singole reti locali ed i *computers* ad essi connessi come facenti parte di una unica grande rete, anche se dislocate sul territorio. Gli apparati di connessione in rete geografica sono configurati così da risolvere, tramite opportuni servizi di *directory*, gli indirizzi delle singole macchine in modo univoco e unitario rispetto all'intero parco installato. Le caratteristiche e le prestazioni degli apparati di connessione e la tecnologia fisica dei collegamenti sono strettamente in funzione del *throughput* medio e massimo previsto che differisce nodo per nodo. Infatti la Sede Centrale riesce a colloquiare contemporaneamente con tutte le sedi provinciali, disponendo di una larghezza di banda sufficiente ad evitare rallentamenti e degrado nelle prestazioni. Il disegno globale delle *directory* dell'intera WAN è stato rigorosamente progettato pensando agli spazi delle singole reti locali, per evitare conflitti ed onerose riconfigurazioni delle LAN e dei *routers*.

Panorama dei paradigmi delle architetture *software*
Per lo sviluppo del SIMOC sono state considerate due architetture *software* maggiormente confacenti: *Client/Server; Browser (Internet/Intranet)*.
Il primo paradigma utilizza un *server* dati centralizzato ed ubicato presso il LIC e stazioni *Client* connesse in rete sia a livello locale che remoto.
A livello di *Client* sono disponibili strumenti per le interrogazioni, il *reporting*, le analisi, l'estrazione di caratteristiche per studi di tendenza, previsioni e decisioni; questo livello utilizza il *database server*, dotato di ampie *utility* per la gestione ed il monitoraggio e di sofisticati modelli dei dati. La necessità di coinvolgere più *partners* operanti in tre distinte sedi, nella imputazione e manutenzione dei dati, determina la necessitare di ricorrere ad un'architettura *software* di tipo distribuito garantendo una maggiore flessibilità, modularità, scalabilità e resistenza ai guasti. Pur essendo maggiormente esposti ai guasti per la loro maggior complessità strutturale, sono infatti capaci di rispondere ai guasti con una degradazione delle prestazioni, ma senza un blocco completo.
La tecnologia *Browser* è stata utilizzata per la pubblicazione di dati ed informazioni da condividere in *Internet* ed è consistita nello sviluppo di applicazioni *software* basate sull'interfaccia tipica di accesso ad *Internet* ed il protocollo di comunicazione ed accesso TCP/IP. Nel SIMOC, le tecnologie *client/server e browser* sono state fortemente integrate.
La strategia globale del progetto ha consigliato, quindi, di adottare un approccio di tipo integrato *Internet-Intranet* e *Client/server-Browser* nello sviluppo dei sottosistemi. Tale scelta presenta numerosi vantaggi come il funzionamento delle applicazioni in maniera indifferente su una *Intranet*, su di una *Extranet* ed ovviamente su *Internet;* un'applicazione a pagine *Web* è facilmente installabile: le pagine non devono essere installate individualmente sui singoli *client* poiché è il *Web browser* che le richiede al *Web server*; l'interfaccia utente è unica (quella del *Web browser*); le applicazioni sono indipendenti dalla piattaforma *hardware* poiché il *Web browser*, gira indifferentemente sia su *Windows* che su *Unix.*
In conclusione, il SIMOC non si è limitato ad organizzare i dati, ma ha valutato prioritariamente il potenziale di indicatività e di conoscenza che essi veicolano, oltre a stimare il contributo che possono dare alla costituzione, al mantenimento e allo sviluppo della conoscenza stessa. Un carattere che manifesta questo potenziale è l'espressività del dato, ossia la sua capacità di rappresentare realtà complesse ed articolate, quale è la realtà ambientale.

Bibliografia
www.eionet.europa.it
www.sinanet.apat.it