

IL SIT DELL'AREA MARINA PROTETTA ISOLE CICLOPI COME STRUMENTO DI CONTABILITÀ AMBIENTALE

THE GIS OF 'CYCLOPS ISLANDS' MARINE PROTECTED AREA AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL ACCOUNTING

Laura BORZÌ^a, Antonio CONDORELLI^b, Luca G. COSTANZO^a, Emanuele MOLLICA^a

^a Area Marina Protetta "Isole Ciclopi", Via Provinciale, 5/D, 95021, Acitrezza (CT) – amp@isoleciclopi.it

^b Consulente GIS, Via Galermo n.166/B, 95123, Catania –acondor74@gmail.com

PAROLE CHIAVE: aree marine protette, visual census, tutela ambientale, contabilità ambientale

KEY WORDS: marine protected areas, visual census, environmental protection, environmental economy

RIASSUNTO

Le aree marine protette (AMP) rappresentano zone da salvaguardare e tutelare per la biodiversità ed il pregio paesaggistico. In particolare, l'AMP Isole Ciclopi, ambito cui è riferita l'applicazione che qui si presenta, si sviluppa nella Sicilia orientale nel tratto di mare antistante la località di Acitrezza (pochi chilometri a nord della città di Catania) noto per le sue bellezze naturalistiche e, pertanto, nel tempo oggetto di numerose attività scientifiche, finalizzate alla valutazione della qualità ambientale dell'area. Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) ha recentemente avviato un progetto di "Contabilità ambientale nelle aree marine protette italiane", che prevede di quantificare il valore, sotto differenti punti di vista quali quelli economici ed ambientali, del patrimonio naturalistico presente nelle aree marine protette. I software GIS (Geographic Information System) costituiscono validi strumenti di rappresentazione cartografica, di confronto e fruizione dei dati da utilizzare ai fini del progetto richiesto dal Ministero. Obiettivo del lavoro, dunque, è stata l'implementazione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) inserendo dati riferiti a flora, fauna e benthos presenti in numerosi lavori scientifici inerenti l'AMP Isole Ciclopi, al fine di confrontare i valori rilevati tramite campionamenti subacquei eseguiti nei diversi anni, in modo da poter tracciare un bilancio della qualità ambientale dell'area marina.

ABSTRACT

Marine Protected Areas (MPAs) represent marine areas to be safeguarded and protected for biodiversity and landscape value. In particular, Cyclops Islands MPA, to which the work presented in this paper is referred to, is located in the eastern Sicily, in the part of the sea in front of Acitrezza (that is a few kilometres north of the city of Catania) and it is known for its natural beauty so that numerous scientific activities were conducted in the last years to evaluate the environmental quality of the area. The Environment Ministry has started a project of "Environmental Accounting in Italian MPAs", which plans to quantify the value, from different points of view such as economic and environmental, of natural heritage present in marine protected areas. GIS (Geographic Information System) software are valuable tools for accessing, mapping and comparing data, very useful for the project required by the Ministry. Therefore, the aim was to implement a Geographic Information System entering data relating to flora, fauna and benthos acquired from many different scientific works related to the MPA Cyclops Islands, in order to compare the values detected by underwater sampling performed in several years, in order to make a balance of the environmental quality of the marine area.

1. INTRODUZIONE

Le aree marine protette (AMP) sono zone di mare di particolare pregio ambientale e paesaggistico che sono state create al fine di garantire una particolare tutela degli habitat naturali in esse presenti, grazie all'introduzione di una normativa che regolamenta ed, eventualmente, limita le attività che potrebbero arrecare danni alle specie e/o ai luoghi. I compiti istituzionali che l'ente gestore è tenuto a portare avanti sono numerosi e differenziati e spaziano dal monitoraggio continuo delle attività umane, degli inquinanti e delle specie presenti, fino alla promozione della fruibilità della zona attraverso modelli turistici orientati al rispetto ed alla tutela dell'ambiente.

È evidente che la maggior parte delle attività sopra sinteticamente descritte abbiano una forte connotazione geografica, per cui l'implementazione di un sistema informativo territoriale (SIT) comporta certamente una notevole serie di vantaggi per il caricamento, la gestione, l'analisi e la rappresentazione dei molteplici dati d'interesse in un unico ambiente di lavoro, offrendo strumenti di elaborazione evoluti che consentono di confrontare e

sovrapporre informazioni, anche fortemente eterogenee, dal punto di vista qualitativo, quantitativo, spaziale e temporale.

Le difficoltà nel portare avanti, con il pieno supporto di un SIT, le attività istituzionali tipiche di una AMP non sono, ad oggi, imputabili alle caratteristiche tecnologiche dei software disponibili, che hanno raggiunto un livello di evoluzione tale da soddisfare le esigenze della maggioranza degli utenti, ma devono essere, piuttosto, ricercate prevalentemente nelle ristrettezze economiche dei budget di gestione, che non permettono, il più delle volte, di istituire uffici ad hoc, con personale dedicato esclusivamente alla gestione ed al continuo aggiornamento del sistema informativo stesso.

Con queste premesse, si presenta il SIT dell'AMP Isole Ciclopi, che non rappresenta il risultato finale di un unico "progetto" appositamente finanziato per il raggiungimento di specifici scopi, quanto piuttosto un "metaprogetto" in continua evoluzione, avviato nel 1999 e via via arricchito ed aggiornato, grazie al contributo ed alla competenza dei diversi attori in gioco e che, a diverso titolo ed in diverse fasi, concorrono (o hanno contribuito) al funzionamento dell'ente. Dal punto di vista scientifico, l'aspetto più rilevante è legato al fatto che nel SIT sono stati implementati e normalizzati i dati di oltre un decennio di studi basati su osservazioni sperimentali sulla flora e sulla fauna nelle diverse biocenosi

presenti, ma il sistema rappresenta anche un significativo riscontro operativo e procedurale a precisi oneri istituzionali che sono stati recentemente affidati alle AMP da parte del Ministero, in termini di “contabilità ambientale”. Grazie alle procedure adottate, infatti, si persegue l’obiettivo primario di monitorare l’andamento dell’evoluzione temporale dei diversi habitat tenendo, al contempo, sotto controllo i cambiamenti in atto e verificando via via la coerenza delle classificazioni sinora acquisite con il riscontro oggettivo che nasce dai rilevamenti.

2. LE AREE MARINE PROTETTE IN ITALIA

2.1 Definizione, istituzione e gestione

L'area marina protetta è una zona di mare circoscritta, di particolare pregio ambientale e paesaggistico, all'interno della quale è in vigore una normativa finalizzata alla tutela degli habitat, delle specie e dei luoghi, per mezzo di specifiche regolamentazioni delle attività umane, che possono essere parzialmente o totalmente limitate.

Le aree marine protette sono istituite, ai sensi delle leggi n. 979 del 1982 (Ministero della Marina Mercantile, 1982) e n. 394 del 1991 (MATTM, 1991), con un decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, che contiene la denominazione e la delimitazione dell'area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione.

Attualmente, le aree marine protette istituite in Italia sono 27, più due parchi sommersi e un santuario dei cetacei, per una superficie a mare di circa 222.442 ettari; esse sono, di norma, gestite da enti pubblici (spesso i Comuni di competenza), da istituzioni scientifiche o da associazioni ambientaliste riconosciute, anche consorziati tra di loro.

2.2 Vincoli e zonizzazione

I vincoli e le limitazioni per le attività umane nelle AMP sono definiti nell'art.19 della legge 394/91 (MATTM, 1991), che individua le attività vietate, come ad esempio:

- ✓ cattura, raccolta e danneggiamento di specie animali e vegetali;
- ✓ asportazione di minerali e di reperti archeologici;
- ✓ alterazione dell'ambiente geofisico e delle caratteristiche chimiche e idrobiologiche delle acque;
- ✓ attività pubblicitarie;
- ✓ introduzione di armi, esplosivi e ogni altro mezzo distruttivo e di cattura;
- ✓ navigazione a motore;
- ✓ qualsiasi forma di discarica di rifiuti solidi e liquidi.

I decreti istitutivi delle AMP ovvero i regolamenti successivamente adottati, in base alla natura delle attività socio-economiche presenti nei luoghi, possono tuttavia prevedere alcune deroghe ai divieti fissati dalla legge, così come possono anche dettagliare in modo più esaustivo i vincoli. Inoltre, per raggiungere l'obiettivo di garantire la massima protezione agli ambiti di maggior valore ambientale, ed, al tempo stesso, assicurare una gradualità “geografica” nei livelli di tutela ammettendo anche usi diversi, purché sostenibili, dell'ambiente marino, le AMP, in genere, sono internamente suddivise in diverse zone, denominate A, B e C, con le seguenti caratteristiche:

- ✓ **Zona A, di riserva integrale**, il vero e proprio cuore della riserva, in cui sono applicati in modo rigoroso i vincoli stabiliti dalla legge e sono in genere consentite

unicamente le attività di ricerca scientifica e le attività di servizio.

- ✓ **Zona B, di riserva generale**, in cui sono regolamentate e autorizzate dall'organismo di gestione alcune attività con minimo impatto.
- ✓ **Zona C, di riserva parziale**, che rappresenta la fascia tampone tra le zone A e B e l'esterno dell'area marina protetta, dove sono consentite e regolamentate dall'organismo di gestione, ulteriori attività di fruizione ed uso sostenibile del mare con modesto impatto ambientale. La maggior estensione dell'area marina protetta in genere ricade in zona C.

2.3 Oneri e obblighi

L'art. 13, comma 1 del decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del dicembre 2004 (MATTM, 2004) prevede che l'ente gestore “effettui un monitoraggio continuo delle condizioni ambientali e socio-economiche dell'area marina protetta, secondo le direttive emanate dal Ministero dell'ambiente, e su tale base rediga annualmente la relazione sullo stato dell'area marina protetta.” Più in dettaglio, il soggetto gestore, sulla base dei dati acquisiti con il monitoraggio, “verifica, almeno ogni tre anni, l'adeguatezza delle disposizioni predisposte dal decreto che concernono la perimetrazione, la zonazione, i regimi di tutela e le finalità istitutive alle esigenze ambientali e socio-economiche dell'area marina protetta e, ove ritenuto opportuno, propone al Ministero dell'ambiente le necessarie modifiche.”

Più recentemente, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, in collaborazione con Federparchi, ha avviato un progetto di “Contabilità ambientale nelle Aree Marine Protette Italiane”, con l'obiettivo di quantificare il valore, anche da un punto di vista economico, del patrimonio ambientale di cui queste godono e dei processi che stanno alla base degli scambi di materia ed energia tra i diversi livelli trofici (flussi ecologici) che lo mantengono. Per patrimonio ambientale si intende “l'insieme di risorse naturali che stanno alla base delle attività antropiche e da cui si originano tutti i beni e i servizi che comportano un'utilità per l'essere umano” (MATTM e Federparchi, 2014). Il bilancio ambientale economico deriva quindi dalla possibilità di contabilizzare il valore sia ecologico che economico di tali risorse e di valutare i costi ambientali imputabili allo sfruttamento e alla perdita di tali beni. Il progetto ha una durata prevista di quattro anni ed ha come obiettivo quello di promuovere politiche di gestione che incrementino il patrimonio ambientale, bilanciando, da un lato, l'utilizzo delle risorse e, dall'altro, le disposizioni di tutela imposte dall'ente gestore. Le linee guida fornite dal Ministero e da Federparchi identificano alcune fasi fondamentali che ogni AMP deve seguire al fine di raggiungere lo scopo:

- ✓ **Fase 0.** Fotografia della disponibilità di dati relativi al rendiconto naturalistico;
- ✓ **Fase 1.** Contabilizzazione del valore ecologico ed economico del patrimonio ambientale;
- ✓ **Fase 2.** Individuazione delle funzioni e dei servizi ecosistemici;
- ✓ **Fase 3.** Contabilizzazione dei costi ambientali ed economici;
- ✓ **Fase 4.** Contabilizzazione dei benefici ambientali ed economici;
- ✓ **Fase 5.** Conto dei flussi ambientali e del beneficio netto dell'AMP;

- ✓ **Fase 6.** Informatizzazione gestione dei dati e sviluppo sistema contabilità.

Evidentemente, il punto di partenza per la contabilizzazione è, in primo luogo, il reperimento (o l'acquisizione) di dati adeguati che dovranno, successivamente, essere organizzati, analizzati ed elaborati per il raggiungimento degli scopi fissati. Infatti, ogni AMP deve individuare tutte le informazioni utilizzabili ai fini del rendiconto naturalistico ed inserirle all'interno di database di un SIT, facilitando in tal modo la comparazione tra campionamenti differenti e/o siti diversi e l'individuazione di variazioni al livello delle biocenosi e della correlazione di questi mutamenti con le attività antropiche. I passaggi successivi comportano l'applicazione di modelli e metodi sistemici, grazie ai quali è possibile attribuire un valore economico ai beni ambientali e formulare un bilancio costi/benefici che evidenzia se la gestione attuata sia efficace o meno, nell'ottica di mantenimento e crescita del patrimonio ecologico.

Il presente lavoro inquadra le metodologie adottate per affrontare la Fase 0 del progetto, dalla ricerca dei dati ambientali, relativi a flora e fauna presenti nel sito, all'implementazione del SIT preesistente, così arricchito e "trasformato" in strumento di analisi e monitoraggio dell'evoluzione delle biocenosi.

3. L'AREA MARINA PROTETTA ISOLE CICLOPI

3.1 Istituzione e localizzazione

L'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi" è stata istituita con decreto interministeriale del 7 dicembre 1989 (MATTM, 1989), emanato dal Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con il Ministro della marina mercantile, modificato con il D.M. del 17 maggio 1996 e sostituito dal D.M. del 9 novembre 2004 (MATTM, 2004). Essa è, ad oggi, gestita dal consorzio "Isole dei Ciclopi", costituito fra il CUTGANA (Centro Universitario per la Tutela e la Gestione degli Ambienti Naturali e degli Agrosistemi) dell'Università di Catania ed il Comune di Acicastello. L'area si estende da Punta Aguzza (Acicastello) a Capo Molini (Acireale), lungo la costa ionica siciliana, nella provincia di Catania (Figura 1).

Il nome deriva dal piccolo arcipelago di origine vulcanica - originatosi circa 500.000 anni fa - composto dall'Isola Lachea, dal Faraglione Grande (Faragghiuni di S. Maria), dal Faraglione di Mezzo (Faragghiuni 'i menzu), dal Faraglione degli Uccelli (Faragghiuni d'aceddi), detto anche Faraglione Piccolo, dai Faraglionetti (Faragghiuneddi) e da altri grandi scogli (do zu Janu, a longa, a petrudda). L'Isola Lachea è la maggiore fra le Isole Ciclopi; essa ha forma ellittica, è lunga 250 m e larga 150, ha un'altezza massima di 35 m ed una superficie pari ad un ettaro e mezzo. Di fronte l'arcipelago delle Isole Ciclopi, sulla terraferma, sorge il paesino di Acitrezza. L'AMP è caratterizzata da un'elevata biodiversità sia animale che vegetale: le specie animali e vegetali che popolano le sue acque rappresentano la quasi totalità dei gruppi viventi marini del Mediterraneo. Nelle acque dei Ciclopi, inoltre, vivono anche alcune forme rare ed endemiche.

L'AMP Isole Ciclopi è suddivisa in zone secondo la logica descritta nel paragrafo 2.2, come si può osservare dalla Figura 1. Relativamente a questo aspetto, sono numerose le esperienze che testimoniano come l'implementazione di un SIT possa giocare un ruolo determinante anche nel processo decisionale finalizzato alla zonazione delle aree marine protette (Davis, 2000), poiché, a differenza della cartografia

tradizionale, il SIT rappresenta a tutti gli effetti un sistema di supporto alle decisioni, permettendo una descrizione qualitativa e quantitativa delle risorse marine e degli usi antropici ed agevolando la comprensione delle reciproche interazioni (Villa *et al.*, 2002). Anche l'AMP Isole Ciclopi ricorse a questo strumento per ridefinire la perimetrazione della zona A, modifica richiesta dall'ente gestore nel giugno 2002 e approvata con il decreto istitutivo nel novembre 2004 (MATTM, 2004), di cui la cartografia della zonazione è parte integrante.

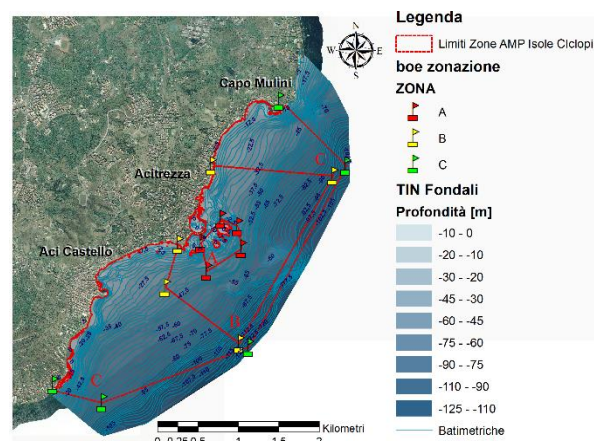


Figura 1. Inquadramento dell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi" e della suddivisione in zone

3.2 Scopi istituzionali

L'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi" mira a proteggere e mantenere la biodiversità dell'ecosistema delle Isole Ciclopi, ma anche a favorire e promuovere uno sviluppo socio-economico delle attività compatibili con il suo regime di tutela. Al fine di ottenere una migliore conservazione dell'AMP "Isole Ciclopi", si è inoltre ritenuto estremamente importante coinvolgere il pubblico con la diffusione di materiale a carattere divulgativo-educativo, che sensibilizzi l'animo ecologico, rendendolo più attento e responsabile nei confronti dei beni che la natura mette a disposizione e di cui piacevolmente tutti possono usufruire.

Nel decreto istitutivo sono riconosciuti i fini istituzionali dell'AMP Isole Ciclopi attraverso:

- ✓ tutela e valorizzazione delle caratteristiche naturali, chimiche, fisiche e della biodiversità marina e costiera, anche attraverso interventi di recupero ambientale;
- ✓ promozione dell'educazione ambientale e diffusione delle conoscenze degli ambienti marini e costieri dell'area marina protetta, anche attraverso la realizzazione di programmi didattici e divulgativi;
- ✓ realizzazione di programmi di studio, monitoraggio e ricerca scientifica nei settori delle scienze naturali e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica dell'area;
- ✓ promozione dello sviluppo sostenibile dell'area, con particolare riguardo alla valorizzazione delle attività tradizionali, delle culture locali, del turismo ecocompatibile ed alla fruizione da parte delle categorie socialmente sensibili.

4. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DELL'AMP ISOLE CICLOPI

4.1 Il contesto

L'organizzazione mondiale per la conservazione della natura (International Union for Conservation of Nature, IUCN) sottolinea il ruolo fondamentale dei sistemi informativi territoriali nella programmazione e nel monitoraggio dell'Aree Marine Protette mondiali, oltre all'importanza dell'inserimento di figure tecniche e specializzate nello staff delle stesse (Pomeroy *et al.*, 2004). I SIT sono infatti diventati una delle componenti essenziali nella gestione integrata delle aree marine protette, in quanto mediante essi è possibile non solo monitorare lo stato di fatto, ma definire anche strategie di intervento mirate, fornendo all'ente gestore uno strumento di grande ausilio (Gazale *et al.*, 2003). Le carte tematiche elaborate possono essere utilizzate per visualizzare e sovrapporre le informazioni ecologiche e socio-economiche (Recksiek & Hinchcliff, 2002); viene facilitata la comprensione delle complesse relazioni spaziali tra le variabili che indicano le vulnerabilità ambientali e le pressioni di origine antropica. Tuttavia, ciò implica non solo il reperimento delle informazioni (ad es. lista specie, dati statistici ecc.), ma anche l'individuazione della localizzazione spaziale di ciascuna variabile all'interno dell'area di studio (Di Nora & Agnesi, 2008). Sebbene siano evidenti i vantaggi di condurre un'analisi quantitativa su scala spaziale (ad esempio, per la possibilità di reiterare misure e campionamenti esattamente nello stesso sito in momenti diversi) si pongono anche alcune difficoltà legate alla necessità di acquisire e gestire ingenti quantità di dati, non sempre coerenti e supportati da protocolli universalmente riconosciuti, al notevole tempo richiesto per il caricamento, l'elaborazione, l'analisi e la rappresentazione degli stessi, e, non ultimo, alla conseguente esigenza di avere nel proprio organico personale specializzato con competenze GIS, che abbia conoscenze anche nel campo biologico (Lourie & Vincent, 2004).

Per quanto riguarda l'Italia, esistono diverse esperienze di sviluppo di SIT nell'ambito di AMP, ma è importante evidenziare che non sia mai stato codificato alcun progetto standardizzato e, dunque, immediatamente replicabile da un sito all'altro, in quanto ogni AMP ha caratteristiche (e, pertanto, esigenze) molto diverse, strettamente correlate al contesto territoriale. Inoltre, la predisposizione e l'implementazione del SIT non sempre è stata prevista ed avviata contestualmente all'attivazione dell'ente gestore, per cui ne sono conseguiti, inevitabilmente, approcci metodologici e scelte applicative anche parecchio differenti. A titolo esemplificativo, si illustrano due casi di elaborazione di SIT, uno creato in concomitanza con la nascita dell'area marina, l'altro definito anni dopo l'istituzione.

Per quanto riguarda il primo caso, già nella fase di attivazione dell'area marina protetta dell'Isola dell'Asinara (Provincia di Sassari) sono state poste le basi per lo sviluppo del sistema informativo geografico, visto che in esso sono stati inseriti dati appositamente rilevati mediante campagne di campionamento condotte nel periodo antecedente alla nascita della riserva, fondamentali per produrre carte tematiche utili ai fini della gestione, come quella della biocenosi. Nello specifico, si trattava di rilievi aerofotogrammetrici eseguiti nel 1997, con scala 1:4.000, georeferenziati e rettificati su base cartografica IGM 1:25.000. I fotogrammi, opportunamente interpretati ed analizzati nelle tre bande corrispondenti ai tre colori primari, sono stati il punto di

partenza per identificare le differenti tipologie di fondale, dato a partire dal quale sono stati successivamente predisposti campionamenti del bentos e censimenti della fauna ittica, che fornissero riscontro a quanto emerso dall'analisi spettrale. Le biocenosi così delineate sono state inquadrare in una carta, il cui database è stato costruito in modo da contenere informazioni relative alle dimensioni delle stesse (superficie e perimetro) e il campo identificativo della tipologia di biocenosi, denominata applicando i criteri di valutazione contenuti nell'annesso IV del documento UNEP(OCA)/MED WG 149/5 (United Nations Environment Program – Plan d'Action pour le Méditerranée, 1998), frutto di un'analisi del valore naturalistico, estetico, economico, della vulnerabilità e della rarità degli habitat. Questa scelta è stata dettata dalla necessità di attribuire alle diverse biocenosi un valore di rilevanza, sulla cui base sono state successivamente elaborate, mediante software GIS, mappe che hanno consentito di rappresentare tre habitat così classificati: determinante, rimarchevole e non rilevante. Dunque, per ciascuna categoria individuata, si è calcolata la superficie totale e la frazione percentuale ricadente nelle zone di riserva allora esistenti (Gazale *et al.*, 2003). In tal modo, è stato possibile valutare l'adeguatezza della zonizzazione inizialmente predisposta.

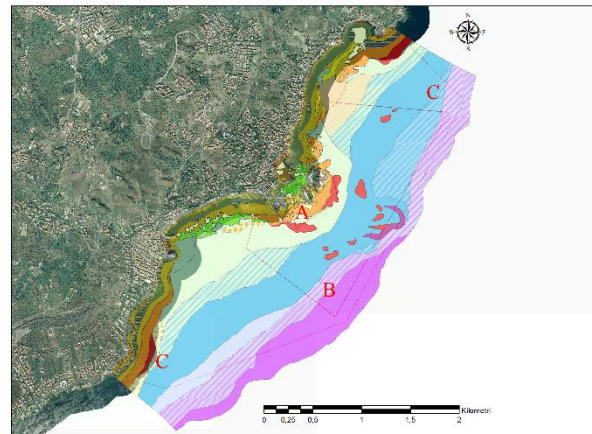
Differentemente dal caso precedente, l'AMP Isole di Ventotene e Santo Stefano (Provincia di Latina) si è dotata di un SIT successivamente alla sua costituzione, partendo, quindi, da una buona quantità di dati (numerosi progetti e campagne di studio) acquisiti nel corso degli anni senza l'obiettivo specifico della implementazione nel SIT. Il progetto e l'implementazione del SIT sono stati oggetto di un dottorato di ricerca dell'Università di studi di Napoli che ha portato alla costruzione di un geodatabase e di un data warehouse contenenti informazioni e dati di varia natura: dati geografici vettoriali in formato CAD, convertiti in file SHP e sottoposti a controllo e correzione topologica, dati geografici raster relativi alla profondità dei fondali, derivanti da un'interpolazione di curve batimetriche attraverso l'uso di un modello vettoriale (TIN), dati relativi ai campionamenti dei popolamenti bentonici, adeguati ai domini standard definiti in una fase iniziale di progettazione del database in modo da evitare incoerenze tra i diversi livelli. Le informazioni del geodatabase sono state esportate, mediante il pacchetto di strumenti ArcGIS "Systematic Conservation Planning", all'applicativo MARXAN (Marine Reserve EXplicit ANnealing), in grado di eseguire una pianificazione sistematica delle aree protette e di restituire file di output che possono essere importati su piattaforma GIS ed utilizzati per la costruzione di carte (Di Donato, 2008).

L'Area Marina Protetta Isole Ciclopi si dotò di un sistema informativo geografico successivamente alla sua nascita, come nel caso dell'AMP di Ventotene e Santo Stefano, ma, differentemente da questa, non disponeva di una base cartografica adeguata, ragion per cui avviò una campagna apposita per reperire dati ed informazioni dettagliate, che costituirono il punto di partenza per la costruzione di carte, come quella della biocenosi, confrontabili a quelle sviluppate dall'AMP dell'Isola dell'Asinara.

4.2 Le origini del SIT e le basi dati disponibili

Il SIT dell'AMP Isole Ciclopi ha avuto origine nel 1999, quando la Capitaneria di Porto di Catania, affidataria temporanea della gestione dell'Ente, stipulò una convenzione con il Dipartimento di Scienze Geologiche, Scienze Oceanografiche e di Paleocologia e con il Dipartimento di

Biologia animale della facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli studi di Catania, sotto l'egida del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, con la finalità di condurre studi ed analisi sui fondali duri e mobili dell'area. Questi studi, grazie ad una prima implementazione su piattaforma MapInfo 5.0, rappresentano una parte significativa dei contenuti informativi e delle relative carte tematiche che ancora oggi costituiscono il SIT dell'AMP Isole Ciclopi. Nello specifico, il lavoro è stato eseguito sotto la responsabilità scientifica della prof.ssa geol. Antonietta Rosso e della prof.ssa biol. Grazia Cantone, che hanno guidato il gruppo di studio che ha prodotto le carte dei sedimenti, la carta della topografia dei fondali, le carte bionomiche legate ai fondali duri e le carte delle biocenosi legate ai fondali mobili (Rosso, 2001 e Cantone, 2001). La base cartografica utilizzata era la carta tecnica regionale vettoriale alla scala 1:10.000, da cui sono stati estratti ed elaborati anche altri layer specifici relativamente al sistema idrografico, al sistema dei trasporti, agli insediamenti antropici; completavano il quadro l'ortofoto a colori della Regione Sicilia (scala nominale 1:10.000, pixel da 40 m) con i relativi modelli digitali del terreno (sempre con pixel da 40 m), le carte dei vincoli paesaggistici ed archeologici (sempre di derivazione regionale) ed, in particolare, un layer della batimetria di dettaglio (curve di livello ogni 2,50 m) specificamente sviluppato dall'AMP. Il layer della batimetria è stato realizzato utilizzando diverse fonti e tecniche di rilevamento: in primo luogo alcune carte topografiche fornite dal Comune di Aci Castello, ma soprattutto, considerato il dettaglio insufficiente a livello della fascia costiera, sono state realizzate apposite campagne di rilevamento aerofotogrammetrico (CICLOPI 2000) per integrare la cartografia con ortofoto digitali in scala 1:2.000 (Cantone, 2001) oltre a numerosi campionamenti a mare, eseguiti con ecoscandaglio lungo transetti condotti in direttrici costa-largo, con posizionamento satellitare dell'imbarcazione con GPS. I dati di dettaglio così acquisiti sono stati importati su piattaforma MapInfo, mediante cui è stato possibile costruire diversi layer vettoriali georeferenziati (Rosso, 2001). Il SIT, in una fase successiva, fu ulteriormente arricchito con dati estesi a tutto il territorio provinciale, utili ai fini di una gestione costiera integrata (carta geologica, carta vulcanologica, carta dei vincoli paesaggistici) (Di Pietro, 2009). Per quanto riguarda la realizzazione delle carte delle biocenosi, avendo acquisito dati più precisi inerenti la batimetria e la morfologia dei fondali, sono state predisposte specifiche campagne in mare per determinare le diverse tipologie di habitat presenti e le relative estensioni. Per lo sviluppo della carta e l'implementazione nel SIT è stata seguita la metodologia allora più utilizzata, ovvero quella di rappresentare le biocenosi non con simboli ma con colori quanto più corrispondenti a quelli presenti in natura, e in particolare: le biocenosi fotofile e le praterie di fanerogame vengono rappresentate con diverse gradazioni di verde, le associazioni semifotofile con il giallo, l'arancione e il rosso indicano quelle sciafile, il viola la roccia del largo (Figura 2). La tabella degli attributi, concettualmente simile a quella sviluppata dai tecnici dell'AMP dell'Isola dell'Asinara, include i campi: superficie, perimetro, denominazione della biocenosi, indicata mediante la terminologia proposta da Meinesz e tradotta in italiano da uno dei coautori, il prof. biol. Giaccone (Meinesz *et al*, 1983), e il codice numerico standard identificativo delle diverse tipologie, proposto sempre da Meinesz, per facilitare relazioni con altri database.



Legenda

Limiti Zone AMP Isole Ciclopi

CARTA BIONOMICA - BIOCENOSI

Tipologia

- Limiti Zone AMP Isole Ciclopi
- Biocenosi fotofila della roccia infralitorale in ambiente esposto (RIPB)
- Biocenosi fotofila della roccia infralitorale in ambiente esposto: zona degradata
- Biocenosi fotofila della roccia infralitorale di moda calma senza Cystoseira o Sargassum (RIPC/0)
- Biocenosi a Rodoficee calcaree incrostanti e ricci (RCEO)
- Prateria a Posidonia oceanica su fondale misto roccioso-sabbioso
- Biocenosi semifotofila della roccia infralitorale di moda calma (RIHC)
- Popolamenti dei substrati duri senza bioconcrezioni: Precoralligeno (pc)
- Fondi mobili con blocchi eterometrici colonizzati da precoralligeno
- Fondi mobili
- Prateria a mosaico Caulerpa/Posidonia su fondale misto roccioso-sabbioso
- Biocenosi dei fondali coralligeni (C)
- Biocenosi della roccia del largo (RL)
- Mosaico di roccia infralitorale di moda calma ed aree a Rodoficee calcaree incrostanti e Ricci
- Fondi mobili con blocchi eterometrici colonizzati da coralligeno
- Prateria a Posidonia oceanica su roccia
- Semiprateria a Posidonia oceanica su roccia
- Fondo Roccioso
- Biocenosi della Praterie di Posidonia
- Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate
- Ecotono fra le Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate e la Biocenosi delle Sabbie grossolane e Ghiaie fini sotto l'influenza delle Correnti di Fondo
- Biocenosi delle Sabbie grossolane e delle Ghiaie fini sotto l'influenza delle Correnti di Fondo
- Ecotono tra la Biocenosi delle Sabbie grossolane e delle Ghiaie fini sotto l'influenza delle Correnti di Fondo e la Biocenosi del Detritico Costiero
- Biocenosi del Detritico Costiero
- Ecotono tra la Biocenosi del Detritico Costiero e la Biocenosi del Detritico Fangoso
- Biocenosi del Detritico Fangoso
- Ecotono tra la Biocenosi del Detritico Fangoso e la Biocenosi del Detritico del Largo
- Biocenosi del Detritico del Largo

Figura 2. Carta bionomica dei fondali rocciosi e carta delle biocenosi dei fondali mobili

Negli anni successivi, l'Ente predispose il passaggio alla più diffusa piattaforma ESRI ArcGIS, ancora oggi utilizzata, e continuò ad implementare ed aggiornare il SIT, impiegando, periodicamente, anche personale esterno specializzato, ed aggiungendo ai contenuti originari anche informazioni d'interesse per la fruibilità pubblica dell'area; ne sono un esempio i layer inerenti gli itinerari turistici e la ricettività locale, relativi ad alberghi, ristoranti, diving center ecc., e quelli riguardanti la pubblica utilità (carabinieri, farmacie, ospedali ecc.).

In questa fase, nonostante fossero presenti contenuti informativi già rilevanti sia sul piano quantitativo sia su quello qualitativo, non trovavano ancora adeguato spazio, nel SIT sopra descritto, i dati scientifici desumibili dalle campagne di monitoraggio, dalle analisi e dagli studi effettuati nel tempo per l'adempimento agli obblighi descritti nel paragrafo precedente, dati che costituivano un consistente e dettagliato archivio informativo, in parte cartaceo ed in parte digitale, fondamentale per dare riscontro alle richieste di contabilizzazione più recentemente avanzate dal Ministero. Questi dati, il più delle volte legati a progetti o campagne di monitoraggio indipendenti tra loro e con finalità ed archi di applicazione temporale distinti, se, da un lato, costituivano infatti un prezioso ed esteso patrimonio informativo essenziale per il raggiungimento degli obiettivi ministeriali, dall'altro si presentavano affetti da una notevole eterogeneità di contenuti, cosa che ha creato consistenti difficoltà nella riorganizzazione sistematica e "normalizzata" delle informazioni all'interno del database che è stato predisposto per il presente lavoro. La progettazione e l'implementazione di questo database rappresentano il vero e proprio "cuore" del recente step evolutivo del SIT dell'AMP presentato in questo lavoro, che si propone, in primo luogo, come uno strumento tecnologico in grado di attuare concretamente una metodologia di contabilizzazione di beni ambientali, come richiesto dal Ministero.

A tal fine, si è resa necessaria anzitutto una approfondita ricerca bibliografica negli archivi, sia cartacei sia digitali, relativi agli studi di monitoraggio e campionamento all'interno dell'AMP Isole Ciclopi: sono stati individuati numerosi studi (Gullotta & Micalizzi, 2002; Seminara, 2005; Cristaudo, 2009) nell'ambito della ricerca biologica, riguardanti la fauna ittica, la fauna bentonica e la flora algale. La selezione si è orientata solo sugli studi che fossero posteriori all'anno 2000, secondo quanto indicato nel progetto ministeriale, e che possedessero i requisiti necessari per inserire dati "compatibili" con un SIT, quali:

- ✓ Indicazione dettagliata dei siti di campionamento (ubicazione della stazione, data, tipologia di fondale, condizioni meteo-climatiche e marine);
- ✓ Indicazione delle specie ritrovate e del numero puntuale o del numero medio o del numero di individui/m² degli organismi individuati.

Nel caso della fauna ittica viene frequentemente riportata anche la taglia degli esemplari avvistati, informazione aggiuntiva importante per comprendere la dinamica e l'evoluzione di questi popolamenti.

Una volta identificata la tipologia di dato da inserire e chiarite le differenze nelle metodologie di acquisizione adottate, si è proceduto con l'elaborazione e la successiva attuazione di un protocollo interno che fosse applicabile e comune a tutti i campionamenti. Per comprendere al meglio il protocollo elaborato è necessario fornire maggiori dettagli sulle metodologie di campionamento adottate. Negli studi disponibili in letteratura scientifica relativamente all'AMP Isole Ciclopi, l'analisi della fauna ittica viene eseguita mediante la tecnica standardizzata del **visual census**, che prevede tre metodologie di rilevamento diverse (Gambi & Dappiano, 2003):

- ✓ **punto fisso**, ovvero con operatore subacqueo fermo all'interno di una superficie, di dimensione nota (di norma un cilindro immaginario di altezza e raggio corrispondente a 5 m), che effettua il riconoscimento delle specie ed il conteggio di tutti gli individui che sono compresi nella superficie considerata;
- ✓ **percorso random**, ovvero un itinerario casuale che l'operatore esegue in un intervallo di tempo prestabilito;

- ✓ **transetto**, nel cui caso il sub si avvale di una sagola, che viene posizionata sul fondo, per tracciare le dimensioni del "corridoio" subacqueo (di norma lungo 25 m e largo 5) all'interno del quale effettuerà il censimento.

Le metodologie di campionamento della fauna bentonica e della flora algale a cui si è fatto ricorso sono differenti: in alcuni casi il rilevamento è stato eseguito con la tecnica del punto fisso, tipica del visual census, in altri si è fatto uso di un supporto quadrato di 1 m² conteggiando gli individui presenti all'interno di tale area, in altri ancora si è effettuata un'analisi in laboratorio di quantitativi standard di sedimenti raccolti e del loro contenuto.

4.3 Lo sviluppo recente del SIT

Ai fini del progetto "Contabilità ambientale nelle Aree Marine Protette", si sono rivelati utili i layer della carta bionomica dei fondi duri e dei fondi mobili (Figura 2), i quali mostrano l'estensione e le tipologie di associazioni biologiche legate rispettivamente ai substrati a fondo duro, come la biocenosi fotofila della roccia infralitorale in ambiente esposto (RIPB) e la biocenosi dei fondali coralligeni (C), e a quelli a fondo molle, come la biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate e la biocenosi del Detritico Fangoso. La separazione in due layer distinti permette di eseguire analisi più dettagliate, potendo così scegliere se focalizzare l'attenzione su alcuni aspetti specifici, o se confrontare informazioni relative ad entrambi i biotopi ottenendo indicazioni di più ampio spettro.

Per quanto riguarda i campionamenti, in questa fase, è stato implementato un gruppo di layer distinto per ciascuno studio scientifico inserito nel database, suddividendo in livelli indipendenti le diverse stazioni di osservazione realizzate con le diverse tecniche di rilevamento descritte poc'anzi (punto fisso, percorso, transetto). A causa di una non sempre ottimale accuratezza del posizionamento geografico delle stazioni di censimento, si è optato in tutti i casi di sviluppare, nei diversi layer, elementi puntuali con opportuna e distinta rappresentazione simbolica. In alcuni casi, quando le informazioni desumibili dal lavoro scientifico di riferimento hanno consentito di acquisire ulteriori dati rilevanti sul piano scientifico, sono state effettuate rappresentazioni, sempre a valenza simbolica, basandosi su layer di elementi lineari o poligonali: ad esempio, quando veniva espressamente esplicitato che il percorso random si era sviluppato lungo una o due ben precise dorsali batimetriche, ovvero quando i transetti venivano descritti con particolare rigore nella individuazione dei "vertici". Sempre sul piano della rappresentazione, si è stabilito, inoltre, di conferire ai diversi elementi simbolici relativi alle stazioni di rilevamento una colorazione differente a seconda della tipologia di substrato per avere un riscontro visivo immediato: giallo per fondali sabbiosi, marrone/nero per fondali rocciosi, verde per fondali dominati da *Posidonia oceanica* e grigio per substrati misti.

Seguendo questa tipologia di approccio, è stato possibile ottenere, complessivamente, l'implementazione di n°18 layer (rispettivamente punti di osservazione, percorsi o transetti) corrispondenti ad altrettanti lavori scientifici (Sciuto & Rosso, 2002; Beninato, 2002; Gullotta & Micalizzi, 2002; Sicurella, 2003; Strano, 2004; Seminara, 2005; Randieri, 2006; Randieri, 2007; Cristaudo, 2009), per un totale di 80 stazioni di osservazione (Figura 3), successivamente unificate in un solo layer relativo ai punti di stazione. Per ciascuno dei punti di stazione è stata dunque correlata, con relazione uno a molti, una tabella specifica delle effettive osservazioni effettuate, suddivise per tipologia di specie ed indicando per

ciascuna il numero di individui censiti di taglia regolare, ovvero (se disponibile) il numero di individui più grandi o più piccoli della norma. Un esempio dei contenuti di una tabella di questo tipo correlata alle stazioni di osservazioni è costituita dai seguenti campi:

- ✓ Nome specie (indicata con il nome scientifico);
- ✓ Numero di individui per taglia (piccola, media, grande)
- ✓ Data del campionamento;
- ✓ Nome del rilevatore.

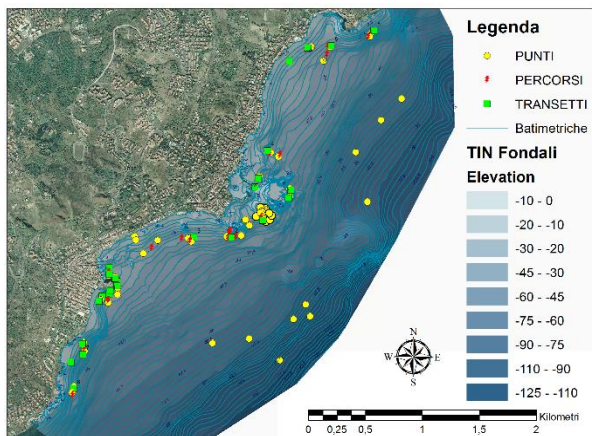


Figura 3. Stazioni di rilevamento rappresentate come punto fisso, percorso e transetto

Per permettere il confronto tra le diverse tabelle dei campionamenti, ciascuna in relazione con la propria stazione di osservazione del layer del SIT, è stata elaborata una tabella unica di normalizzazione, tramite cui i nomi scientifici di ogni specie (spesso leggermente variati nei diversi lavori scientifici utilizzati) e le relative caratteristiche biologiche (ad esempio il peso medio di ciascun individuo) sono stati uniformati. Questa soluzione, schematizzata nella Figura 4, si è resa necessaria a causa della notevole eterogeneità dei dati presenti nei diversi lavori scientifici di riferimento, soprattutto al fine di effettuare una stima della biomassa.

Per il calcolo della biomassa si è fatto riferimento alla metodologia applicata per valutare lo sforzo di pesca, che correla il peso medio delle specie alla taglia (lunghezza), variabile dipendente dal sesso e dall'età (Cataudella & Spagnolo, 2011). L'utilizzo della taglia come parametro di partenza è legata alla praticità e facilità d'uso della strumentazione necessaria per ottenere la misura, scelta ormai diffusa e applicata nelle campagne di studio. In numerosi studi relativi alla fauna ittica, condotti all'interno dell'AMP Isole Ciclopi mediante visual census, i dati indicati sono le specie ittiche rinvenute, la taglia ed il numero. Grazie alla disponibilità di dati relativi al peso medio delle diverse specie (Mojetta & Ghisotti, 1994), è stato possibile procedere al calcolo della biomassa dei popolamenti con una leggera semplificazione dalla metodologia standard, ovvero moltiplicando il numero di individui (per ciascuna taglia) per il relativo peso medio, grazie ad una opportuna relazione della tabella delle osservazioni con la tabella delle stazioni di censimento e con la tabella unica di normalizzazione. In virtù delle suddette correlazioni è stato, infatti, possibile calcolare, per ciascun punto di stazione ed anche per ciascuna specie osservata, la biomassa rilevata, moltiplicando il numero di individui conteggiati (per ciascuna taglia) con il relativo peso medio.

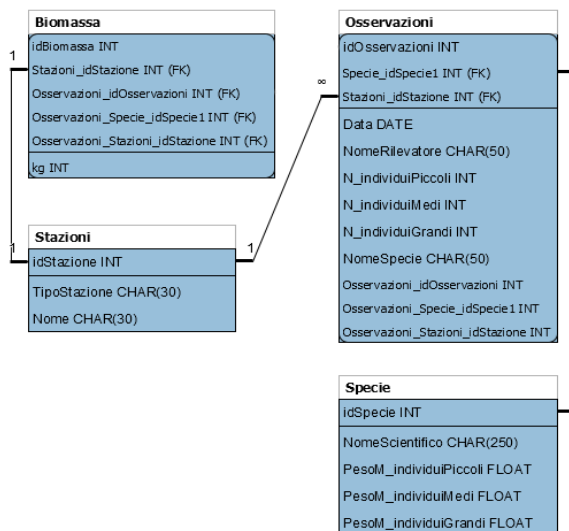


Figura 4. Estratto schematico della struttura dei dati del SIT relativa al calcolo della biomassa

Nell'ambito di questo tipo di elaborazioni, evidentemente, è anche possibile filtrare e selezionare i dati in funzione del periodo temporale d'interesse, o degli altri dati disponibili. Il confronto tra le differenti campagne di rilevamento effettuate con il visual census in fasi temporali distinte è, in ogni caso, significativo perché le metodologie e le tecniche utilizzate per le osservazioni sono standardizzate.

Dal punto di vista della rappresentazione su carte tematiche, utilizzando la funzione summarize di ArcGIS sulla tabella delle osservazioni in base al codice identificativo della stazione, è stato possibile ottenere carte tematiche come quella rappresentata nella Figura 5, in cui i diversi simboli rappresentano, con diverse dimensioni, il livello di concentrazione complessivo di biomassa ittica rilevato in una specifica campagna di osservazioni effettuata nel 2005. Realizzando diverse carte tematiche di questo tipo filtrando i dati per campagna o per periodo temporale di riferimento, è stato possibile creare un sistema di monitoraggio dell'andamento e delle variazioni delle biomasse nel tempo (Figura 6). A tal fine sono risultate molto utili funzionalità tipiche dei software GIS come il join spaziale, che consente di confrontare i dati correlati ai punti di osservazione reciprocamente più vicini e, nella fattispecie, riferiti ad osservazioni temporali distinte.

La struttura dei dati del Sistema Informativo Territoriale implementato ha consentito di raggiungere due importanti risultati: in primo luogo la georeferenziazione e la normalizzazione informatica di una ingente e differenziata mole di dati di rilevante interesse scientifico ed altrimenti poco fruibili; in secondo luogo la possibilità di sfruttare gli strumenti di elaborazione, analisi e rappresentazione tipici dei GIS per dare riscontro alle richieste del Ministero e confrontare, d'ora in avanti, lo stato dell'area in diversi periodi di osservazione su basi quantitative rappresentabili con specifiche carte tematiche sui cambiamenti avvenuti nelle dinamiche evolutive delle biomasse, con la possibilità di evidenziare eventuali situazioni critiche.

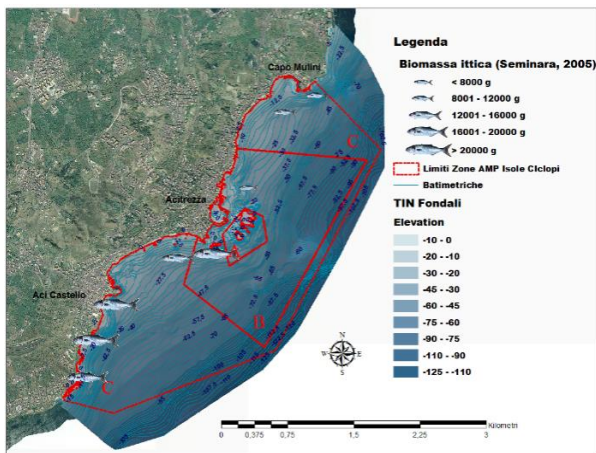


Figura 5. Carta tematica delle stazioni di osservazione e della relativa biomassa rilevata, rappresentata dalla diversa dimensione del simbolo

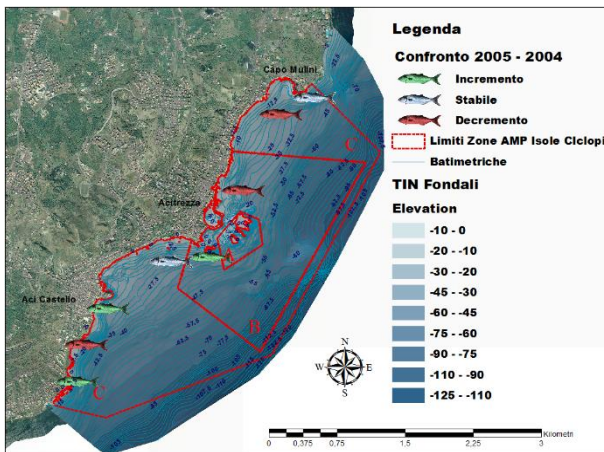


Figura 6. Carta tematica relativa alla variazione di biomassa nel confronto tra rilevamenti eseguiti in due anni diversi

5. CONCLUSIONI

Il presente lavoro è stato realizzato sfruttando, come base di partenza, un SIT realizzato, in diverse fasi temporali, dall'AMP Isole Ciclopi. Su questa base, il primo obiettivo è stato quello di aggiungere e normalizzare una ingente quantità di dati scientifici a disposizione dell'AMP, acquisiti in molti anni di osservazioni dirette delle biomasse marine, effettuate, secondo differenti metodologie, da operatori subacquei specializzati. La struttura dei dati implementata ha messo in evidenza le notevoli potenzialità di elaborazione, analisi e rappresentazione del SIT, strumento che si è rivelato particolarmente versatile ed utile anche nell'ottica di un continuo monitoraggio dell'evoluzione di sistemi complessi come gli ecosistemi naturali. La metodologia proposta consente, infatti, di realizzare specifiche carte tematiche in cui è possibile evidenziare lo stato della biomassa ittica correlato ad una determinata campagna di rilevamento, ovvero il trend evolutivo della stessa dal confronto tra acquisizioni effettuate in differenti periodi temporali. Grazie alla suddetta implementazione è stato possibile fornire un primo riscontro operativo alle richieste del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare,

relativamente al progetto di "Contabilità ambientale nelle Aree Marine Protette Italiane", finalizzato a quantificare il valore, anche da un punto di vista economico, del patrimonio ambientale delle stesse.

Le difficoltà che sono emerse nell'implementazione dei dati sono, in buona parte, imputabili al fatto che le campagne di rilevamento, seppur riferibili alla metodologia standardizzata del visual census, non erano state progettate con l'obiettivo dell'implementazione in un SIT, per cui è stato necessario un esteso e complesso lavoro di normalizzazione preliminare al caricamento dati vero e proprio. Non va, in ogni caso, trascurata l'esigenza di disporre di personale specializzato, non sempre disponibile nell'organico delle AMP, con competenze tanto nel settore dei GIS, quanto nel campo biologico, per garantire i continui aggiornamenti necessari. Dal punto di vista del software, il SIT qui presentato è stato sviluppato con ArcGIS, da diversi anni in dotazione all'AMP, che ha fornito pieno riscontro alle esigenze funzionali che sono via via emerse. Si ritiene, a riguardo, che non esistano particolari motivazioni per preferire questo prodotto commerciale ad altri oggi disponibili, considerando anche l'esistenza di software libero e open source nel settore in grado di soddisfare esigenze funzionali analoghe a quelle che si sono manifestate nel lavoro presentato in questa sede. Al fine del contenimento dei costi, tematica particolarmente attuale negli ultimi anni anche per gli enti gestori di AMP, si ritiene possibile l'implementazione di un SIT di caratteristiche simili a quello qui presentato anche mediante un software libero ed open source, ma rimane in ogni caso indifferibile la necessità di disporre di personale specializzato sia per acquisire periodicamente nuovi dati di monitoraggio, sia per il continuo aggiornamento del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Beninato D., 2002. Barrens, ruolo dei ricci nel denudamento del substrato marino dell'A.M.P. "Isole Ciclopi". Tesi sperimentale di laurea in biologia marina, Università degli studi di Catania.
- Cantone C. 2001. Cartografia topografica e biocenotica dei fondali duri della Riserva Marina "Isole Ciclopi". Ministero dell'Ambiente – Capitaneria di Porto – Università degli Studi di Catania. 119 pp. con 1 Carta Geologica e 1 Carta delle Biocenosi.
- Cataudella S., Spagnolo M., 2011. *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, "Programma per una pubblicazione sullo stato della Pesca in Italia – cod. 6G24" Dipartimento delle Politiche Europee e Internazionali – Direzione Generale della pesca e dell'acquacoltura, eseguito dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese tra IrepaOnlus, Società Italiana di Biologia Marina Onlus (SIBM) e Consorzio Unimar, pp. 719-762.
- Cristaudo R., 2009. Monitoraggio della popolazione ittica dell'Area Marina Protetta Isole Ciclopi mediante visual census. Tesi sperimentale di laurea, Università degli studi di Catania.
- Davis, 2000. Mapping and MPAs: Practitioners Face Challenges, View Opportunities. *MPA News*, 1 (8), pp. 1-3.
- Di Donato R., 2008. Sviluppo di basi di dati GIS e procedure d'analisi multicriterio per la pianificazione e la gestione di Aree Marine Protette. Tesi di Dottorato, Università degli studi di Napoli "Federico II, Scuola di Dottorato "Scienze della Terra – Giuseppe De Lorenzo", Dottorato in Scienze ed Ingegneria del Mare in consorzio con Seconda Università di Napoli di "Parthenope", in convenzione con l'Istituti per l'Ambiente Marino Costiero – C.N.R. Stazione Zoologica "Anton Dorn", XXI ciclo.
- Di Nora T., Agnesi S., 2008. Supporto decisionale per le aree marine protette mediante GIS. Aree Protette Costiere e Marine Pianificazione e forme di finanziamento. In: *Atti dei seminari AIDAP in "Benvenuto Parco"*, Area Marina Protetta Torre del Cerrano (TE), Italia, pp. 115-123.
- Di Pietro L., 2009. Valutazione di incidenza dell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi". Relazione sull'operato e sull'impatto territoriale, Area Marina Protetta "Isole Ciclopi", pp. 30-31
- Gambi M.C., Dappiano M., 2003. *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino Mediterraneo*. Biol. Mar. Mediterr., 10 (Suppl.), pp. 433-484.
- Gazale V., Pala D., Zanello A., Cossu A., 2003. Realizzazione di un sistema informativo geografico (GIS) per la gestione dell'area marina protetta dell'isola Asinara. In: *Atti del XIII Congresso nazionale della Società Italiana di Ecologia, Como, Italia. Contributo in congresso*.
- Gullotta M.C., Micalizzi M., 2002. *Censimento visivo della comunità ittica delle zone "B" e "C" dell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi"*, Area Marina Protetta Isole Ciclopi con il contributo del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.
- Lourie S.A., Vincent A.C.J., 2004. Using Biogeography to Help Set Priorities in Marine Conservation. *Cons. Biol.*, 18 (4), pp. 1004-1020.
- Meinesz A., Boudouresque F., Falconetti C., Astier J. M., Bay D., Blanc J. J., Bourcier M., Cinelli F., Cirik S., Cristiani G., Di Geronimo I., Giaccone G., Harmelin J. G., Laubier L., Lovrik A.Z., Molinier R., Soyer J., Vamvakas N., (1983). Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.* 59(2), pp. 155-172.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Ministero della Marina Mercantile, 1990. Istituzione della Riserva Naturale Marina "Isole Ciclopi. Decreto Interministeriale del 7 Dicembre 1989. In: *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n.86 del 12-4-1990.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 1991. Legge Quadro sulle Aree Protette. Legge n. 394. In: *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n.292 del 13-12-1991 - Suppl. Ordinario n. 83.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2001. Disposizioni in campo ambientale. Legge n. 93. In: *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n.79 del 4-4-2001.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2004. Istituzione dell'area marina protetta denominata Isole Ciclopi. In: *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n.16 del 21-1-2005.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Federparchi, "Contabilità delle Aree Marine Protette" (idea progettuale), aprile 2014.
- Ministero della Marina Mercantile, 1982. Disposizioni per la difesa del mare. Legge n. 979. In: *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n.16 del 18-1-1983. – Suppl. Ordinario n. 4.
- Mojetta A., Ghisotti A., 1994. *Fauna del Mediterraneo*. Mondadori Editore.
- Pomeroy R.S., Parks J.E., Watson L.M., 2004. *How is your MPA doing? A guidebook Of Natural and Social Indicators for Evaluating Marine Protected Area Management Effectiveness*. IUCN, Gland, Switzerland And Cambridge, UK. pp.216.
- Randieri A., 2006. Scheda rilevamento presenza specie aliene nell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi. In: *Report Network dell'Area Marina Protetta "Isole Ciclopi"*, in collaborazione con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e l'Istituto centrale per la ricerca scientifica e

tecnologica applicata al mare. Area Marina Protetta “Isole Ciclopi”, Acitrezza (CT), Italia.

Randieri A., 2007. Scheda rilevamento presenza specie aliene nell'Area Marina Protetta “Isole Ciclopi”. In: *Report Network dell'Area Marina Protetta “Isole Ciclopi”, in collaborazione con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e l'Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare*. Area Marina Protetta “Isole Ciclopi”, Acitrezza (CT), Italia.

Recksiek H., Hinchcliff G., 2002. Marine protected areas needs assessment. In: *Final report*. Prepared by the National Marine Protected Areas Center in cooperation with the National Oceanic and Atmospheric Administration Coastal Services Center (NOAA), pp. 91.

Rosso A. 2001. Cartografia topografica e biocenotica dei fondali mobili della Riserva Marina “Isole Ciclopi”. Ministero dell'Ambiente – Capitaneria di Porto – Università degli Studi di Catania. 119 pp. con 1 Carta dei Sedimenti e 1 Carta delle Biocenosi.

Sciuto F., Rosso A., 2002. Contributo alla conoscenza di tanatocenosi ad ostracodi di fondi circolatori al largo di Acitrezza (CT, Sicilia Orientale). *Bollettino Accademia Gioenia*, 35 (361), pp. 293 – 309.

Seminara M.C., 2005. Valutazione degli effetti della istituzione dell'area marina protetta “Isole Ciclopi” sul popolamento ittico costiero. Tesi sperimentale di laurea, Università degli studi di Catania.

Sicurella V., 2003. Intervento sperimentale per il controllo dei barrens nell'A.M.P. “Isole Ciclopi”. Tesi sperimentale di laurea, Università degli studi di Catania.

Strano A., 2004. Analisi del popolamento ittico dei percorsi subacquei dell'Area Marina Protetta “Isole Ciclopi”. Tesi sperimentale di laurea, Università degli studi di Catania.

Villa F., Tunesi L., Agardy T., 2002. Optimal zoning of marine protected areas through spatial multiple criteria analysis: the case of the Asinara Island National Marine Reserve of Italy. *Conservation Biology*, 16 (2), pp. 1-12.

United Nations Environment Program – Plan d'Action pour le Méditerranée, 1998. Rapport reunion d'experts sur le types d'habitats marins dans le region méditerranéenne. UNEP(OCA)/MED WG 149/5.