

USO DI STRUMENTI MULTIMEDIALI PER UNA PIU' EFFICIENTE
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: IL CASO STUDIO DELLA
PROVINCIA DI LECCE

Dr.ssa Antonella Perrone

Tutor: Dr. Luciano Onori

Prefazione

Nel nostro Sistema Solare, il terzo pianeta a partire dalla stella centrale si differenzia dagli altri per la presenza della vita e, caratteristica ancora più sorprendente, per la sua diversità. Fino ad oggi sono state classificate circa 1,7 milioni di specie, quale risultato di più di 3 milioni di anni di selezione naturale, anche se per alcuni naturalisti e biologi il totale delle specie potrebbero essere dai 5 ai 10 milioni, mentre per altri ricercatori il numero potrebbe essere addirittura di qualche decina di milioni.

Queste stime hanno però poco valore; importante è ricordare come nel corso dell'evoluzione si siano verificate, per cause naturali, almeno 5 grandi estinzioni di massa e che oggi siamo in presenza della sesta, la più grave in termini qualitativi e quantitativi.

L'uomo spesso dimentica che la biodiversità ha carattere sistemico e che nasce dai rapporti che si sono instaurati nel tempo tra tutti i componenti, fattori naturali e, da ultimo, le attività antropiche; spesso interviene sugli ecosistemi alterandone i processi funzionali, con la conseguente considerevole riduzione della diversità specifica al loro interno.

Anche se non siamo perfettamente sicuri se la ricchezza in specie possa avere un effetto positivo sulla stabilità dell'ambiente, rendendolo più resiliente a livello ecosistemico, possiamo però constatare come un ecosistema soggetto a stress sia in grado di mantenere l'aspetto funzionale più di quanto possa mantenere la propria composizione specifica ed ammettere che la diversità dipende dalle relazioni tra i vari componenti del sistema, che tendono ad avere il carattere di vincolo o a costituire anelli di feedback.

Per questo l'interesse per la biodiversità e per la sua tutela è aumentato nel tempo, fino a diventare una delle tre emergenze, a livello globale, individuate dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo di Rio de Janeiro del 1992.

La biodiversità è l'assicurazione sulla vita del nostro Pianeta.

Solo attraverso strategie e azioni nazionali e internazionali è possibile stabilire un equilibrio tra il necessario sfruttamento delle risorse naturali e l'ancora più necessaria tutela di tutte le forme di vita e degli ambienti che le ospitano. Alla luce di queste considerazioni, il presente lavoro di tesi ha previsto una ricerca ed elaborazione di dati e informazioni relativi ai pSIC (proposti Siti di Importanza Comunitaria) della provincia di Lecce, con lo scopo di individuare nuovi elementi analitici delle relazioni tra protezione dell'ambiente e pianificazione territoriale. La stretta e proficua collaborazione avviata tra il Laboratorio di *Ecologia del Paesaggio* dell'Università degli Studi di Lecce con il Servizio *Parchi, Ecosistemi e Biodiversità* prima, e dopo il suo azzeramento, con il Servizio *Difesa delle Coste* di APAT ha consentito di ottenere importanti risultati.

Ai dati raccolti infatti, sono state applicate le metodologie di analisi dei cambiamenti (*Change Detection*) che permettono di individuare non solo dove è avvenuto un cambiamento, ma anche la sua direzione e intensità; contemporaneamente utilizzando indici standard per valutare gli stress vegetazionali e i conseguenti impatti sull'ambiente, è stato possibile stimare, in termini spaziali, il rischio di impatto a cui è sottoposto il territorio in esame. Con immagini satellitari e con ortofoto della zona costiera leccese, sono state infine prodotte delle speciali "carte" relative a tali cambiamenti e all'impatto dell'erosione costiera.

I risultati ottenuti con questo lavoro di tesi, riaffermano come sia utile e necessario uno sforzo comune di acquisizione delle conoscenze ancora mancanti attraverso lo sviluppo di condivise attività di ricerca tra Enti pubblici diversi, per elaborare metodologie operative scientificamente valide e per individuare indicatori che siano sensibili, facilmente quantificabili e confrontabili, per una migliore protezione dell'ambiente in rapporto alla pianificazione territoriale.

Luciano Onori

Abstract

L'evoluzione, cioè il meccanismo che ha permesso alla vita di adattarsi ai mutamenti ambientali che si sono succeduti sulla Terra e che permetterà questo adattamento anche in futuro, non potrà continuare ad operare senza un ricco serbatoio di biodiversità.

Non c'è dubbio che l'uomo sta distruggendo questa diversità ad un tasso allarmante; l'alterazione umana dell'ambiente globale ha portato al sesto evento di estinzione più grande della storia della vita e causato cambiamenti molto estesi nella distribuzione globale degli organismi.

Gli effetti dell'uomo sul clima, sui cicli biogeochimici, sull'uso del suolo e sulla possibilità di spostamento degli organismi, hanno cambiato la diversità locale e globale del pianeta, con importanti conseguenze sugli ecosistemi e sulla società.

Tilman e Downing (1994) hanno concluso che la ricchezza in specie sembra avere, complessivamente, un effetto positivo sulla stabilità dell'ecosistema studiato, rendendolo più resiliente a livello sistemico, anche se un ecosistema soggetto a stress è in grado di mantenere l'aspetto funzionale più di quanto possa mantenere la propria composizione specifica (Holling, 1992).

Solo attraverso strategie e azioni internazionali è possibile stabilire un equilibrio tra lo sfruttamento delle risorse naturali e la tutela di tutte le forme di vita e degli ambienti che le ospitano.

Da questa conoscenza deve derivare la valutazione dello stato di conservazione della biodiversità, l'identificazione delle pressioni in atto nei suoi confronti, l'individuazione delle aree critiche o sensibili alle attività antropiche che possono produrre impatti sulla biodiversità.

In questo contesto nasce questo lavoro di tesi che ha avuto come obiettivo principale quello di delineare un approccio innovativo per indicare all'interno di una pianificazione territoriale, quali possano essere i criteri per scegliere eventuali pSIC da istituire prioritariamente come aree protette, vista la loro maggiore sensibilità e il loro rischio di cambiamento.

Nel perseguire tale obiettivo sono stati ricercati ed analizzati, con l'ausilio del GIS (*Geographical Information Systems*), i dati e le informazioni relativi al valore conservazionistico, in funzione del numero di specie degne di conservazione e di habitat prioritari, dei pSIC (proposti Siti di Importanza Comunitaria) della Provincia di Lecce. La penisola salentina, a livello nazionale, è uno dei luoghi a più alto indice di naturalità e di

interesse ambientale, ma anche uno tra i più minacciati soprattutto se si considera che gli ambienti costieri salentini (all'interno dei quali ricade la maggior parte dei pSIC) sono terre relativamente giovani e che solo a partire dall'inizio del secolo ventesimo sono stati prima recuperati dalle paludi e dagli allagamenti e, successivamente, messi a coltura e occupati da case e infrastrutture.

Inoltre per studiare la sensibilità di tali siti, è stata elaborata una “Carta del cambiamento”, che permette di esprimere in termini spaziali il rischio di impatto a cui è sottoposto un territorio, rilevabile come variazione di NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

Tale indice è considerato dalla comunità scientifica uno standard per valutare lo stress vegetazionale e conseguenti impatti socio-economici sull'agricoltura.

In particolare sono state elaborate due immagini acquisite dal sensore Landsat TM 5, rilevate nel giugno 1998 e nel giugno 2001 per l'intera regione Puglia.

In fine è stata anche analizzata una carta della variazione della linea di costa per mettere in evidenza quali fossero le aree che stanno subendo maggiore erosione.

Dall'analisi di tutti questi dati sono scaturite alcune conclusioni. In particolare si può sottolineare come all'interno di una pianificazione territoriale, i pSIC che più di altri necessitano di priorità nell'essere istituiti come Zone Speciali di Conservazione (in quanto solo allora le Autorità in forza dell'art. 6 della Direttiva Habitat dovranno non tanto prevedere forme di gestione e conservazione, ma anche sottoporre a forme di valutazione eventuali opere e/o attività nei pressi o interne alle zone), sono:

- quelli più sensibili di altri all'impatto antropico, come evidenziato dalla Carta del cambiamento;
- quelli che presentano un elevato numero di specie degne di conservazione, perché rare o a rischio di estinzione;
- quelli con un maggior numero di habitat prioritari;
- quelli che evidenziano una maggiore erosione della linea di costa.

In questo modo è stato possibile evidenziare sull'area di studio interessata le probabili *driving forces* che spazialmente producono impatti (turismo e agricoltura) fornendo un contributo a quella che viene definita la “gestione informata” del territorio.

Si ringraziano per la cortese collaborazione fornita, la Dr.ssa Angela Barbano e l'Arch. Angelo Lisi dell'APAT.

Indice

Capitolo 1

Introduzione

- 1.1 La biodiversità
- 1.2 Perché conservare la biodiversità
- 1.3 La pianificazione territoriale
- 1.4 Il modello DPSIR
- 1.5 Il contesto legislativo

Capitolo 2

La metodologia utilizzata

Capitolo 3

- 3.1 L'area di studio
- 3.2 La carta CORINE Land Cover
- 3.3 La carta del cambiamento
- 3.4 Gli habitat prioritari
- 3.5 Le specie degne di conservazione

Conclusioni

Bibliografia

Capitolo 1

INTRODUZIONE

1.1 La biodiversità

La più sorprendente caratteristica del pianeta Terra è l'esistenza della vita, e la più sorprendente caratteristica della vita è la sua diversità.

Le specie che oggi abitano la Terra sono il risultato di 3 milioni di anni di selezione naturale. Alcuni di questi organismi sono i “catalizzatori” che catturano e trasformano energia e materia, producendo cibo, combustibile, fibre e medicinali. Queste specie riciclano i rifiuti, depurano l'acqua, guidano i cicli biogeochimici, regolano il clima globale attraverso effetti diretti sui gas serra e quello locale tramite effetti sulla evapotraspirazione, inoltre generano fertilità nel suolo e forniscono altri servizi importanti alla sopravvivenza degli ecosistemi (Tilman, 2000).

L'azione dell'uomo sugli ecosistemi ha considerevolmente ridotto la diversità delle specie all'interno di molti habitat e ne ha accelerato l'estinzione, creando un elevato numero di disagi considerando che la perdita di diversità stessa può alterare i processi ecosistemici.

Numerose sono state, e tuttora continuano ad essere, le controversie all'interno della comunità scientifica sul significato e sull'importanza della biodiversità. Si attribuisce all'evoluzionista Edward O. Wilson il merito di aver coniato il termine “biodiversità” riferendosi *“alla varietà degli organismi a tutti i livelli, da quello delle varianti genetiche appartenenti alla stessa specie, fino alla gamma delle varie specie, dei generi, delle famiglie e ai livelli tassonomici più alti; comprende anche la varietà degli ecosistemi, ossia la varietà delle comunità degli organismi presenti in un particolare habitat, e delle condizioni fisiche in presenza delle quali essi vivono”* (Wilson, 1999).

Definire la *biodiversità* in modo semplice e comprensivo dei suoi molteplici aspetti non è facile (Noss, 1990); con questo termine gli ecologi fanno riferimento alla molteplicità dei vari esseri attualmente viventi sul nostro pianeta, quale risultato dei complessi processi evolutivi della vita in più di tre miliardi di anni.

E' facile constatare come il termine inglese *biodiversity* riesce a cogliere i concetti di *varietà* e *molteplicità*, al contrario della traduzione letterale in italiano, che assume un significato differente, una connotazione negativa legata al *concetto di qualcuno o di*

qualcosa che devia dalla norma, da uno standard di riferimento. Pur essendo più corretto usare il termine biovarietà, continueremo a usare il lemma biodiversità per riferirci a una problematica ambientale che negli ultimi anni ha sempre più coinvolto l'interesse degli studiosi (Onori, 2002).

Holling, (1992) definisce la biodiversità come il risultato del complesso dei processi di adattamento alla continua variazione di ambienti non in equilibrio. In altre parole la biodiversità è il risultato dei processi di adattamento, ovvero di un *trade off* che le specie oppongono ai vincoli ambientali ed al regime del disturbo (Tilman, 1993).

La biodiversità ha carattere sistemico, nasce dai rapporti che si sono instaurati nel tempo tra tutti i componenti, fattori naturali e le attività umane. Essa è caratterizzabile attraverso attributi primari quali la composizione, la struttura e le funzioni (Noss, 1990); Tilman e Downing (1994), hanno concluso che, la ricchezza in specie sembra avere, complessivamente, un effetto positivo sulla stabilità dell'ecosistema studiato, rendendolo più resiliente a livello sistemico. Un ecosistema soggetto a stress è in grado di mantenere l'aspetto funzionale più di quanto possa mantenere la propria composizione specifica (Holling, 1992).

Tuttavia la ricerca su questo argomento si è sviluppata soprattutto sulle relazioni tra la diversità e il grado di maturità, oppure di stabilità degli ecosistemi, ammettendo che la diversità dipenda dalle relazioni tra i vari componenti del sistema, che tendono ad avere il carattere di vincolo o a costituire anelli di feedback.

L'interesse per la biodiversità, e per la sua tutela, è così aumentato nel tempo da diventare una delle tre emergenze, a livello globale, individuate dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo sviluppo di Rio de Janeiro del 1992 (UNEP, 1992) e, come tale, oggetto di apposita Convenzione. Quest'ultima, ratificata e resa esecutiva nel nostro paese dalla Legge n. 124 del 14/2/1994, ribadisce la *“consapevolezza del valore intrinseco della diversità biologica e dei suoi componenti ecologici... e ...l'esigenza fondamentale della conservazione in situ degli ecosistemi e degli habitat naturali e del mantenimento e ricostruzione delle popolazioni e delle specie vitali nei loro ambienti naturali”*. Secondo l'articolo 7 della suddetta Convenzione, anche l'Italia, come gli altri paesi contraenti, deve *“identificare le componenti della biodiversità, importanti per la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse naturali, ... i processi e le categorie di attività che hanno o possono probabilmente avere impatti negativi significativi sulla conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità...”*.

Nel 2005 la *Royal Society*, in accordo con la Convenzione per la Diversità Biologica, definisce la biodiversità nel modo seguente: “...variabilità tra gli organismi viventi di qualsiasi origine, includendo, tra l'altro, ecosistemi terrestri, marini e delle acque interne, ed i complessi ecologici di cui essi sono parte. Questo include la diversità entro le specie, tra specie ed ecosistemi. E' il risultato di un processo, lungo e complesso, di evoluzione della vita, ed include tutti i prodotti di questa storia, molti dei quali sono già scomparsi da molto tempo”.

Infatti, siamo ben lontani dal conoscere tutte le piante, gli animali e i microrganismi che popolano la Terra, infatti ad oggi sono state classificate appena un milione e settecento mila specie, mentre le stime elaborate dai naturalisti e dai biologi, vanno dai 5 ai 10 milioni, anche se alcuni ricercatori hanno calcolato che le specie viventi, potrebbero essere addirittura alcune decine di milioni. Certamente questo dipende dal metodo con cui viene effettuata la stima; resta tuttavia il fatto che esse sono sicuramente molte di più di quelle attualmente note alla scienza. Diventa quindi ancor più urgente ed importante occuparsi della conservazione di specie che rischiano di scomparire per sempre a causa dell'uomo, ancor prima di essere scoperte dalla scienza.

Il nostro Paese, grazie alla posizione geografica, all'intenso sviluppo orografico e all'evoluzione ecologica che ha subito nel tempo, vanta livelli di biodiversità ineguali a livello europeo.

La conseguenza di ciò è una ricchezza floristica e faunistica, in termini quantitativi e qualitativi, meritevole d'attenzione e, purtroppo, ancora non interamente valorizzata, sia a livello di conoscenza, sia di risorsa ecologicamente utilizzabile.

La conoscenza sistematica del patrimonio naturale del Paese è una condizione fondamentale per una politica nazionale dei controlli che è stata già da tempo sviluppata negli altri Paesi europei.

Da questa conoscenza deve derivare la valutazione dello stato di conservazione della biodiversità, l'identificazione delle pressioni in atto nei suoi confronti, l'individuazione delle aree critiche o sensibili alle attività antropiche che possono produrre impatti sulla biodiversità.

1.2 Perché conservare la biodiversità

Quanto precedentemente detto, ci porta ad affermare che la biodiversità è sicuramente una risorsa non rinnovabile. Da quando esistono, gli esseri umani se ne sono nutriti, ne hanno tratto cibo, farmaci, sostanze coloranti, prodotti tessili, utensili, ecc. La biodiversità, d'altra parte, non è rinnovabile semplicemente perché la variabilità genetica inter e intraspecifica viene trasmessa di generazione in generazione solo se la riproduzione non è impedita o ridotta (Buiatti, 2005). In natura le estinzioni avvengono per varie ragioni sia interne alle specie ed alle popolazioni, che esterne ad esse come grandi eventi naturali, cambiamenti climatici ed altre pesanti modificazioni del Pianeta effettuate dall'uomo.

L'evoluzione, cioè il meccanismo che ha permesso alla vita di adattarsi ai mutamenti ambientali che si sono succeduti sulla Terra e che permetterà questo adattamento anche in futuro, non potrà continuare ad operare senza un ricco serbatoio di biodiversità.

La biodiversità è in altre parole l'assicurazione sulla vita del nostro Pianeta. Solo attraverso strategie e azioni internazionali è possibile stabilire un equilibrio tra lo sfruttamento delle risorse naturali e la tutela di tutte le forme di vita e degli ambienti che le ospitano. A questo motivo di fondo bisogna aggiungere che la biodiversità può offrire vantaggi diretti e immediati per l'uomo come è dimostrato dalle tantissime ricerche ecologiche che sottolineano l'importanza dei cosiddetti *Ecosystems Services* (i servizi degli ecosistemi) grazie ai quali la nostra specie riesce a vivere (WWF Italia, 2003).

Gli *Ecosystems Services* sono fondamentalmente:

- la moderazione degli estremi climatici e dei loro impatti,
- la dispersione dei semi,
- la mitigazione di siccità ed inondazioni,
- la protezione dell'umanità dai raggi ultravioletti,
- il ciclo dei nutrienti,
- la protezione delle sponde fluviali e delle zone costiere dall'erosione,
- la detossificazione e la decomposizione dei rifiuti,
- il controllo delle specie dannose all'agricoltura,
- il mantenimento della diversità della vita sul pianeta,
- la generazione e la preservazione dei suoli ed il rinnovamento della loro fertilità,
- il contributo alla stabilità climatica,
- la regolazione degli organismi portatori di morbilità,

- l'impollinazione delle piante coltivate per l'agricoltura e della vegetazione naturale.

Non c'è dubbio che l'uomo sta distruggendo questa diversità ad un tasso allarmante; l'alterazione umana dell'ambiente globale ha portato al sesto evento di estinzione più grande della storia della vita e causato cambiamenti molto estesi nella distribuzione globale degli organismi. Una questione molto importante che deve essere fronteggiata è come questa perdita può pregiudicare la funzionalità degli ecosistemi.

I principali fattori ambientali come il clima, il tipo di suolo e il disturbo (MacGillivray *et al.*, 1995 e Wardle *et al.*, 1997) influenzano considerevolmente la funzionalità degli ecosistemi, ma nello stesso modo gli organismi possono avere effetto sull'ambiente stesso in cui vivono (Jones *et al.*, 1997). Alcune delle prime idee su come la biodiversità potrebbe influenzare la funzionalità degli ecosistemi sono attribuiti a Darwin e Wallace i quali affermarono che una varietà di più piante potrebbe essere più produttiva di una monocoltura.

La biodiversità, e il suo collegamento con le proprietà degli ecosistemi, ha un valore culturale, intellettuale, estetico e spirituale che è importante per la società. Inoltre, cambiamenti alla biodiversità che alterano il funzionamento degli ecosistemi hanno impatti anche a livello economico. Tali cambiamenti possono direttamente ridurre risorse di cibo, combustibile, medicinali o risorse genetiche. Queste variazioni possono spesso alterare anche l'abbondanza di altre specie che controllano i processi ecosistemici, portando ad ulteriori cambiamenti nella composizione della comunità e nella vulnerabilità all'invasione da parte di specie aliene (Chapin *et al.*, 2000).

La combinazione di perdite di specie e feedback positivi tra perdita di biodiversità e processi ecosistemici sono possibile causa di aumenti non lineari di costi per la società nel futuro, particolarmente quando le soglie di resilienza degli ecosistemi sono superate (Schlesinger *et al.*, 1990). Infatti le comunità con più specie sono spesso più resistenti all'invasione, probabilmente per la stessa ragione per cui sono più produttive (Purvis *et al.*, 2000).

Inoltre la perdita di biodiversità, oltre ad alterare i processi degli ecosistemi, modifica la resilienza degli stessi ai cambiamenti ambientali (Chapin *et al.*, 2000).

Con ciò possiamo dire che ad oggi, siamo nel mezzo di uno dei più grandi esperimenti nella storia della Terra. Gli effetti dell'uomo sul clima, sui cicli biogeochimici, sull'uso del suolo e sulla possibilità di spostamento degli organismi, hanno cambiato la diversità locale e globale del pianeta, con importanti conseguenze sugli ecosistemi e sulla società (Fig.1).

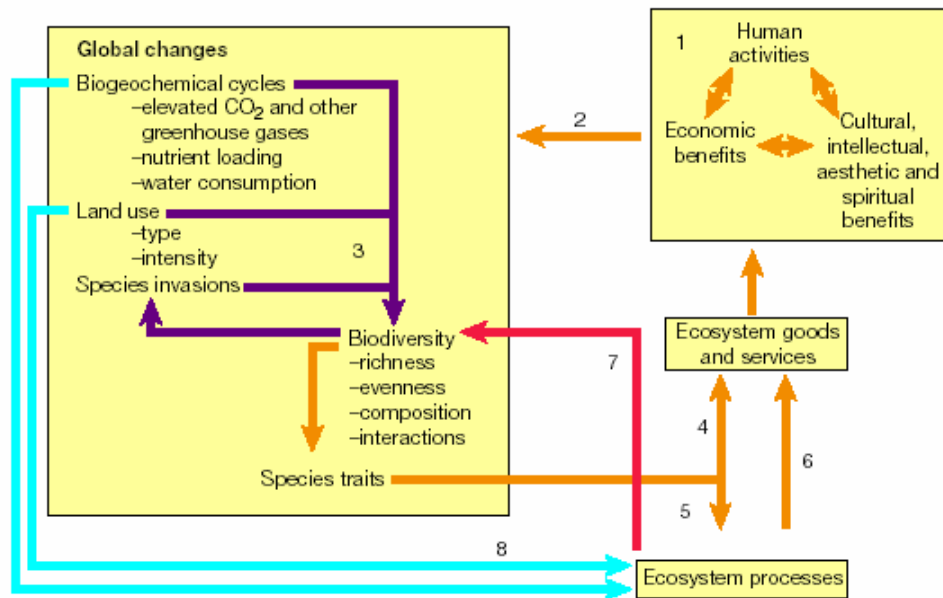


Figura 1: Il ruolo della biodiversità nel cambiamento globale. Le attività umane che sono motivate da scopi economici (1), culturali, intellettuali, estetici e spirituali stanno provocando cambiamenti ambientali ed ecologici di significato globale (2). Attraverso una serie di meccanismi, questi cambiamenti globali contribuiscono ad un ulteriore mutamento, quello della biodiversità, e a sua volta tale variazione è suscettibile all'invasione di specie (3). Alterazioni nella biodiversità possono avere conseguenze dirette sugli *Ecosystems Services* e, di conseguenza, sulle attività economiche (4) e sociali. Quindi, cambiamenti in biodiversità possono influenzare i processi dell'ecosistema (5). Questi a loro volta possono influenzare gli *Ecosystems Services* dai quali trae profitto l'umanità (6) che come reazione può ulteriormente alterare la biodiversità (7). Inoltre i cambiamenti globali possono colpire anche direttamente i processi dell'ecosistema (8) (Chapin *et al.*, 2000).

Man mano che forme di vita si estinguono, la biodiversità sarà sempre più ridotta, le catene alimentari saranno interrotte, l'equazione della vita si semplificherà. Un numero sempre minore di fattori costituirà la "vita" e ognuno di essi diventerà sempre più importante e la sua perdita sarà sempre più significativa. Alla fine arriveremo ad un punto in cui l'influenza stabilizzante di un'ampia biodiversità scomparirà poiché così tante specie saranno state sottratte dall'equazione. La vita sulla Terra diverrebbe estremamente precaria. Forse, solo allora ci ricorderemo che anche noi siamo parte di questa equazione e che, se essa non funziona, ne subiremo anche noi le conseguenze (WWF Italia, 2003).

Quanto detto rappresenta l'insieme dei motivi che sostengono le attività di conservazione in tutto il mondo.

Da quanto finora esposto, emerge come la biodiversità non può alla lunga essere conservata solo in modo "passivo", è essenziale invece che si formi una rete complessa di attori, ("stakeholders") che la promuove dimostrandone, alla luce di tutto ciò, l'utilità anche economica nel quadro di un nuovo indirizzo delle politiche di gestione e utilizzo sostenibile delle risorse.

1.3 La pianificazione territoriale

La scomparsa di molte specie animali e vegetali o di particolari habitat è senza dubbio favorita, oltre che dalla distruzione o dalle trasformazioni degli ambienti naturali, dalla loro "frammentazione".

La disciplina della "Biologia della Conservazione" ha infatti nel tema della "frammentazione" degli ambienti naturali per cause antropiche ed i suoi effetti sulle componenti naturali (fauna, flora, vegetazione, ecosistemi) uno dei filoni di ricerca più fecondi ed innovativi, da porre in stretta connessione con il tema della "pianificazione territoriale" e quindi delle "Reti ecologiche".

Le reti ecologiche possono in realtà rappresentare l'incontro e la sinergia tra la conservazione della biodiversità e la gestione "urbanistica" del territorio.

La pianificazione di rete ecologica si basa su alcuni assunti di base (Battisti *et al.*, 2003):

1. le analisi sul valore di conservazione delle aree e sul ruolo da queste svolte nelle dinamiche biologiche vengono condotte sulla base di una definizione, il più possibile accurata ed oggettiva, del loro valore ecologico e conservazionistico, indipendentemente dalla configurazione e articolazione dell'attuale sistema di aree protette istituite;
2. le componenti della biodiversità oggetto di indagine sono sia il fine ultimo delle strategie di conservazione, che il mezzo con il quale si vogliono elaborare indirizzi di pianificazione territoriale generale;
3. l'ottica di indagine non è statica (limitata, cioè, ad elementi definiti come "sito" nel territorio; vedi, ad es., le unità ecosistemiche o le aree protette istituite), ma dinamica, focalizzando l'attenzione sui processi dinamici e sul ruolo degli elementi del paesaggio, naturali o di origine antropica, rispetto a tali dinamismi. In tale ottica, aree marginali o degradate, se determinanti in merito alle dinamiche di alcune specie/habitat, possono svolgere un ruolo altrettanto determinante, se non superiore, rispetto alle aree protette, nei confronti del mantenimento della biodiversità a diverse scale, e specialmente a quella provinciale.

A livello normativo, la legge 149/1990 ha demandato alle Regioni le competenze di carattere maggiormente operativo in termini di pianificazione del territorio attraverso i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP) ed i Programmi pluriennali sia di carattere generale, che settoriale. Il Piano Provinciale si configura, pertanto, come lo strumento di possibile ricomposizione, in un approccio olistico, delle pianificazioni

settoriali, (soprattutto per lo sviluppo agricolo, la salvaguardia dell'ambiente, l'assetto idrogeologico, etc.) che mal si prestano ad una analisi su scala regionale o comunale.

Il PTCP è lo strumento di esplicazione e di raccordo delle politiche territoriali di competenza provinciale, nonché d'indirizzo e di coordinamento della pianificazione urbanistica comunale. Definisce criteri d'indirizzo sugli aspetti pianificatori di livello sovracomunale e fornisce indicazioni sui temi paesistici, ambientali e di tutela, coniugando gli aspetti riguardanti l'evoluzione del territorio nelle sue diverse componenti con gli obiettivi di sviluppo sostenibile sul piano ambientale e di competitività dell'intero contesto socioeconomico (PTCP Provincia di Milano).

Seguendo questa ottica di pianificazione territoriale, per la presente tesi è stato preso a riferimento il PTCP della Provincia di Lecce, dove vengono analizzate le problematiche relative all'energia solare ed eolica, ai programmi energetici connessi al governo del ciclo delle acque e dei rifiuti, agli impianti puntuali e alle piccole reti tra loro ancora debolmente connesse, in un progetto di valorizzazione che è al contempo tecnologico, territoriale, ambientale ed economicamente rilevante perché capace di sollecitare un indotto di piccole imprese innovative e di risparmi soprattutto nel lungo periodo.

Obiettivo generale del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lecce è:

“la costruzione di un quadro di coerenze entro il quale singole Amministrazioni ed Istituzioni possano definire, eventualmente attraverso specifiche intese, le politiche per il miglioramento della qualità e delle prestazioni fisiche, sociali e culturali del territorio provinciale. Sono principi ispiratori del Piano e fondatori dell'azione pubblica per quanto riguarda la sua realizzazione un riconoscimento esteso dei diritti di cittadinanza, del valore della partecipazione nella costruzione e gestione di ogni politica territoriale, la tutela del patrimonio storico e la salvaguardia dell'ambiente naturale. Più in particolare i principali obiettivi del Piano Territoriale di Coordinamento sono quelli di uno sviluppo del benessere e dei redditi individuali e collettivi, dell'espansione delle attività produttive e dell'occupazione coerentemente alla diffusione della naturalità, del miglioramento dell'accessibilità e della mobilità nel Salento, di un'articolazione dei modi di abitare nelle diverse situazioni concentrate e disperse, della salvaguardia e recupero dei centri antichi e di un immenso patrimonio culturale diffuso, di uno sviluppo turistico compatibile. Questi obiettivi sono collocati entro una specifica ipotesi di organizzazione spaziale ed insediativa, quella del Salento come parco, nella quale i due termini di concentrazione e dispersione sono assunti come compresenti ed integrati. Abitare un parco comporta l'utilizzo di nuove infrastrutture che consentano allo stesso Salento di non dover ripetere

in ritardo vicende di modernizzazione non adeguate e distanti e di proporre un diverso e nuovo modello di sviluppo”.

In tal modo il PTCP propone un “salto tecnologico” che consenta al Salento di evitare alcuni gradini che altre Regioni hanno dovuto superare in passato, trasformandolo in un’area, da questo punto di vista, all’avanguardia.

Ulteriore obiettivo all’interno del PTCP è quello legato a una maggiore diffusione della naturalità, ovvero favorire l’espansione di nuova naturalità a partire dalla salvaguardia di quella esistente, coinvolgendo l’intero territorio inteso come un mosaico ambientale nel quale tutte le componenti (aree agricole, reticolo stradale, insediamenti dispersi, centri urbani e aree della produzione) possano svolgere un ruolo significativo.

Per raggiungere questo obiettivo il PTCP, a partire dalla delimitazione di specifiche aree già soggette a vari gradi di protezione, propone una serie di azioni tese, sia alla salvaguardia dei luoghi e delle aree con evidenti qualità ambientali e paesistiche, sia soprattutto alla diffusione della naturalità, nella sua diversità di forme, fino ad investire, in tempi medi e lunghi, vaste parti del territorio salentino.

Seguendo questa ottica di pianificazione territoriale infatti, il PTCP, pur sottolineando il ruolo delle aree protette già istituite e di quelle della Rete Natura 2000, risulta essere attento alla valutazione di ogni altra tipologia di vincolo già esistente (ad es., poligoni militari, aziende faunistico-venatorie, siti archeologici), al fine di ridurre i cosiddetti "gap di conservazione" territoriali.

1.4 Il contesto legislativo

Sebbene le prime importanti direttive apparentemente a favore della natura sono nate nell'Ottocento (da un lato per proteggere porzioni di territorio e farne riserve di caccia per le famiglie reali, dall'altro per la preoccupazione della scomparsa di molte specie selvatiche), solo alla fine degli anni sessanta del ventesimo secolo, ci si comincia a rendere conto che il modello imperante di crescita economica, basato sullo sfruttamento indiscriminato delle risorse naturali, stava producendo danni irreparabili alla biosfera in termini di inquinamento e depauperamento degli ecosistemi.

All'inizio del Novecento un illustre difensore della natura, Aldo Leopold ha affrontato il tema dell'importanza di conservare gli ambienti naturali e di salvaguardare il loro stato. Leopold sostiene che "la conservazione non è una cosa da tener chiusa nel museo dell'aperto, ma un modo di vivere sulla terra" (Leopold, 1933). Parallelamente ai primi movimenti conservazionisti, Gifford Pinchot (1987), insigne forestale americano, elabora l'idea della natura come fonte di materie prime e beni di prima necessità, ma anche di ambienti incontaminati, diversità biologica, bellezze del paesaggio naturale.

Contemporaneamente però, l'evoluzione tecnica, lo sviluppo economico e la coscienza sociale hanno reso pienamente visibile il problema ambientale e hanno dato corrispondente rilievo a categorie vecchie e nuove di soggetti, beni ed interessi giuridici (Provini *et al.*, 1998).

Attualmente il quadro legislativo italiano in materia di tutela ambientale si presenta complesso e articolato. E' caratterizzato da numerosi provvedimenti, generalmente riferiti a problemi specifici, ma non riconducibili ad un piano generale di programmazione per l'uso e la salvaguardia delle risorse e, tanto meno, fanno riferimento esplicito all'uso di indicatori per la pianificazione, la gestione e il monitoraggio dell'ambiente.

Le leggi urbanistiche, che hanno lo scopo di provvedere a uno sviluppo ordinato del territorio, di fatto finora sono riuscite a disciplinare e pianificare le città, mentre il cosiddetto "territorio aperto" è stato quasi sempre considerato dall'urbanistica solo in quanto area potenzialmente urbanizzabile. Solo recentemente alcuni strumenti urbanistici di scala vasta si sono posti il problema di individuare strumenti valutativi, soprattutto in riferimento alla "sostenibilità ambientale". Mancano ovunque strumenti che permettano valutazioni oggettive della situazione ambientale urbana e non urbana e che fungano da supporto alla programmazione e pianificazione territoriale.

La conservazione della natura, come tutti gli aspetti della protezione ambientale è un traguardo che però non può essere raggiunto dalle singole nazioni da sole. Essa coinvolge in maniera uguale tutti gli abitanti della Terra. A partire dagli anni '80 le problematiche relative alla progressiva perdita di diversità biologica a causa delle attività umane sono diventate oggetto di numerose convenzioni internazionali (Direttorato Generale per l'Ambiente, 2002), il cui obiettivo cardine era quello di *"anticipare, prevenire e attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica in considerazione del suo valore intrinseco e dei suoi valori ecologici, genetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici"* (Consiglio dell'Unione Europea, 1993):

- Convenzione di Ramsar sulla Conservazione delle Zone Umide (1971);
- Convenzione di Helsinki sul Mar Baltico (1974);
- Convenzione di Barcellona sul Mar Mediterraneo (1976);
- Convenzione di Bonn sulle specie migratorie (1979);
- Convenzione di Berna sugli *"European Wildlife and Natural Habitats"* (1979);
- Convenzione sulla Protezione delle Alpi (1991);
- Convenzione di Rio sullo Sviluppo sostenibile (1992).

A partire da qui la nascita di Natura 2000, nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea (UE) ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una rete) di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente sul territorio dell'Unione stessa ed, in particolare, alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva Habitat e delle specie di cui all'allegato I della Direttiva Uccelli e delle altre specie migratrici che tornano regolarmente in Italia.

Natura 2000 si compone di due tipi di aree spazialmente relazionate: le "Zone di Protezione Speciale" (ZPS), previste dalla Direttiva Uccelli (79/409/CEE), e le "Zone Speciali di Conservazione" (ZSC), previste dalla Direttiva Habitat (92/43/CEE). Queste ultime assumeranno tale denominazione solo al termine del processo di selezione e designazione; fino ad allora vengono indicate come "proposti Siti di Importanza Comunitaria" (pSIC). Le ZPS sono aree destinate alla conservazione delle specie di uccelli inserite negli allegati della Direttiva. Pertanto, per esse, facendo già parte della Rete Natura 2000, non sono richiesti gli adempimenti di valutazione comunitaria previsti per i pSIC.

Le due direttive comunitarie, Uccelli e Habitat, risultano estremamente innovative nel campo della legislazione sulla conservazione della natura: l'importanza di tutelare gli habitat per proteggere le specie, recependo pienamente i principi dell'ecologia, che vede le

specie animali e vegetali come un insieme con l'ambiente biotico e abiotico che le circonda, si accompagna all'obiettivo di costruire una rete ecologica organica che tuteli la biodiversità in Europa.

Con Natura 2000 si sta costruendo un sistema di aree strettamente relazionato dal punto di vista funzionale, non inteso come un semplice insieme di territori isolati fra loro. Essa attribuisce importanza non solo alle aree ad alta naturalità, ma anche a quei territori contigui, anello di collegamento tra ambiente antropico e ambiente naturale, e in particolare ai corridoi ecologici, territori indispensabili per mettere in relazione aree spazialmente distanti, ma prossime per funzionalità ecologica. L'isolamento di habitat e di popolazioni di specie è pericoloso perché ne compromette la loro sopravvivenza.

Per giungere all'individuazione delle ZSC da parte dei singoli Stati, è stato delineato il seguente percorso. Gli Stati membri hanno individuato i Siti d'Importanza Comunitaria contenenti le specie e gli habitat d'interesse, previsti dalla Direttiva Habitat. Il termine per il completamento del lavoro di verifica e selezione era giugno del 1998, in seguito prorogato al 1 giugno 2002, in quanto si era resa necessaria una revisione tecnica delle perimetrazioni dei siti.

L'Italia ha svolto il proprio lavoro di identificazione e proposta dei siti entro i tempi stabiliti. I siti sono stati individuati dalle Regioni e dalle Province Autonome con il coinvolgimento sul campo di numerosi esperti; la lista è stata poi trasmessa al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e da questo alla Commissione Europea come proposti Siti d'Importanza Comunitaria. I pSIC sono o meno confermati come Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) nell'ambito di seminari biogeografici organizzati dalla Commissione Europea; è poi compito degli Stati membri la rapida designazione dei SIC come ZSC.

Le ZSC e le ZPS costituiranno la Rete Natura 2000.

In attesa della designazione delle ZSC, gli Stati devono conservare gli habitat e le specie dei pSIC. Pur non essendoci norme specifiche di salvaguardia, la Direttiva prevede che piani, programmi e progetti non connessi e non necessari alla tutela del sito, ma che incidono sugli habitat e sulle specie del pSIC, siano sottoposti a specifica valutazione di tale incidenza. In Italia la procedura di valutazione di incidenza è sancita dall'articolo 5 del D.P.R. 357/97 (modificato ed integrato dal D.M. Ambiente del 20 gennaio 1999 e dal D.P.R. 120/2003), in Puglia dalla Legge Regionale 11/01 (Norme sulla valutazione dell'impatto ambientale).

Il lavoro d'identificazione dei Siti di interesse comunitario ha riguardato, logicamente, anche la Regione Puglia.

L'insieme dei dati e delle conoscenze emersi ha consentito di elaborare cartograficamente l'individuazione e la delimitazione di 77 pSIC, di cui 6 designati come ZPS. Per ogni sito è stata compilata una scheda che riporta informazioni sulla sua identificazione e localizzazione, sui tipi di habitat, specie animali e vegetali presenti, sullo stato di protezione, sulle attività antropiche e sulla vulnerabilità.

Con deliberazione n. 3310 del 23 luglio 1996, la Giunta Regionale ha preso atto del lavoro di censimento degli habitat naturali e seminaturali, delle specie selvatiche animali e vegetali, dei relativi SIC e ZPS, trasmettendo successivamente al Ministero dell'Ambiente-Servizio Conservazione della Natura le schede dei pSIC e delle ZPS unitamente alle delimitazioni cartografiche.

L'analisi per le cinque province pugliesi ha evidenziato alcune peculiarità nelle tipologie e caratteristiche dei siti. Il maggior numero di pSIC è stato individuato nella provincia di Lecce (32, di cui 1 ZPS), mentre al secondo posto si attesta quella di Foggia con 20 pSIC, di cui 2 ZPS. La provincia di Taranto ne ha 8 (1 ZPS), Brindisi 8 (1 ZPS) e Bari 9 (1 ZPS).

1.5 Il Modello DPSIR

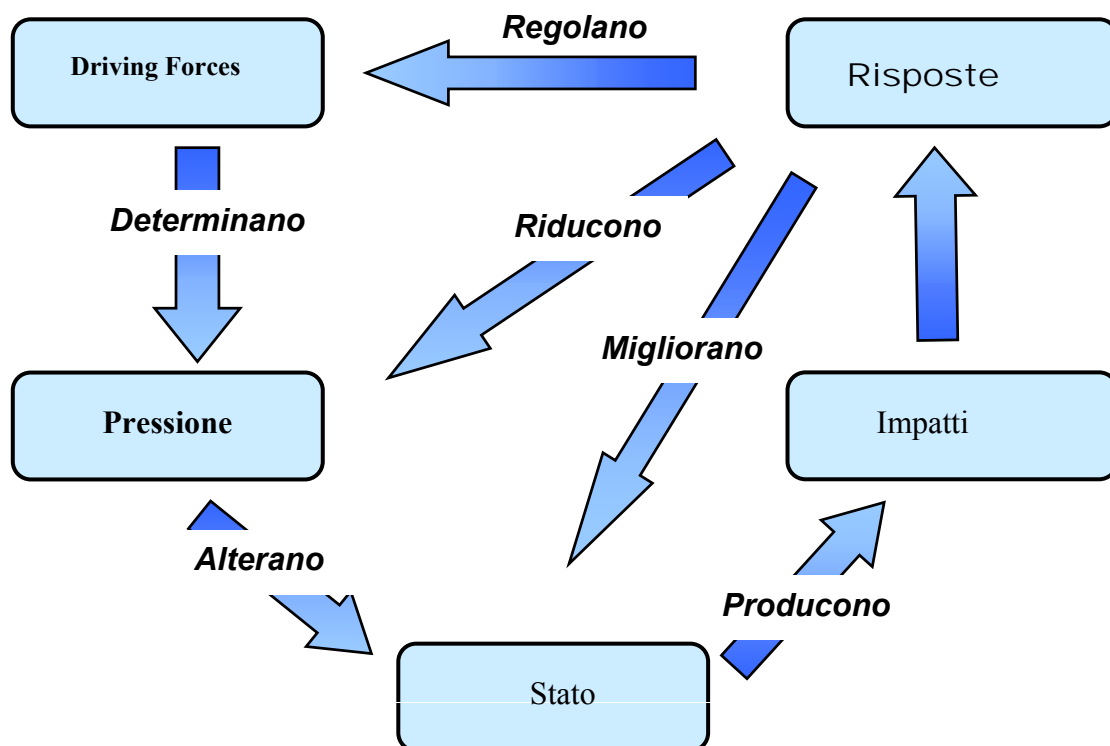
Per uno studio omogeneo e comparabile della situazione ambientale è stata vista la necessità di introdurre un modello di riferimento come punto fermo per una migliore presa di coscienza e responsabile conoscenza del patrimonio naturale.

Nel 1993, l'OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), per sopperire a tale necessità ha ideato il modello PSR (*Pressure, State, Response*); come frutto di una successiva articolazione di tale modello è stato elaborato il più articolato modello DPSIR (*Drivers, Pressure, State, Impact, Response*).

Attualmente la maggior parte dei ricercatori è orientata verso l'impiego di questo modello che per lo sviluppo di indicatori ecologici, economici e sociali lo ha adottato per rispondere alla maggior parte delle esigenze ed è diventato un vero e proprio standard operativo per il settore ambientale.

Il modello DPSIR è stato elaborato nel 1995 dall'EEA (European Environmental Agency) come metodologia per analizzare le consequenzialità tra pressioni ambientali, stato dell'ambiente che ne deriva e risposte che occorre mettere in atto per mitigare e/o prevenire gli impatti negativi sull'ambiente.

Lo schema DPSIR è un modello relazionale comunemente utilizzato per analizzare le cause, gli effetti e le risposte relativi alle problematiche ambientali ed alle azioni umane in un territorio.



Tale modello si basa sulla comprensione delle reazioni e dei meccanismi domanda-risposta e catene causa-effetto illustrati nella Figura 2.

La struttura dello schema DPSIR è costituita dai seguenti blocchi:

Forze Guida (*Driving Forces*): descrivono gli sviluppi sociali, demografici e economici nella società e i corrispondenti cambiamenti negli stili di vita, nei livelli di consumo e di produzione complessivi. Forze guida primarie sono la crescita della popolazione, i fabbisogni e le attività degli individui. Tali forze guida primarie provocano cambiamenti nei livelli complessivi di produzione e nei consumi. Attraverso questi cambiamenti le forze guida esplicano pressione sull'ambiente.

Pressioni (*Pressure*): descrivono le emissioni di sostanze, di agenti fisici e biologici, l'uso delle risorse e l'uso del terreno. Le pressioni esercitate dalla società sono trasportate o trasformate in una quantità di processi naturali fino a manifestarsi con cambiamenti delle condizioni ambientali. Esempi di indicatori di pressione sono le emissioni di anidride carbonica per settori, l'uso di rocce o di sabbie per costruzioni e la quantità di terreno usato per le strade.

Stato (*State*): gli indicatori di stato danno una descrizione quantitativa e qualitativa dei fenomeni fisici (come ad esempio la temperatura), biologici (come la quantità di pesci in uno specchio d'acqua), e chimici (ad esempio la concentrazione di anidride carbonica in atmosfera) in una certa area. Gli indicatori di stato possono, ad esempio, descrivere lo stato delle foreste e della natura presente, la concentrazione di fosforo e zolfo in un lago oppure il livello di rumore nelle vicinanze di un aeroporto.

Impatti (*Impact*): gli impatti descrivono i cambiamenti significativi dello stato dell'ambiente e si possono manifestare come alterazioni negli ecosistemi nella propria capacità di sostenere la vita, garantire le condizioni adeguate per assicurare la salute, la disponibilità di risorse e la biodiversità.

Gli impatti rappresentano, quindi, gli effetti delle pressioni sullo stato (cambiamento dell'uso del suolo, variazione o perdita di habitat, raggiungimento delle capacità assimilative delle discariche) ed assumono rilevanza in funzione della sensibilità del sistema, cioè a parità di pressione, l'effetto o il cambiamento (impatto) sarà diverso a seconda della sensibilità.

Risposte (*Response*): gli indicatori di risposta si riferiscono alle risposte date da gruppi sociali (o da individui), così come ai tentativi governativi di evitare, compensare mitigare o adattarsi ai cambiamenti nello stato dell'ambiente. Ad alcune di queste risposte si può far riferimento come a forze guida negative, poiché esse tendono a reindirizzare i trend prevalenti nel consumo e nella produzione. Altre risposte hanno come obiettivo quello di elevare l'efficienza dei processi e la qualità dei prodotti attraverso l'uso e lo sviluppo di tecnologie pulite. Sono, quindi, quelle misure prese al fine di salvaguardare le risorse dell'ambiente senza danneggiarle in modo irreversibile.

Capitolo 2

LA METODOLOGIA UTILIZZATA

L'uomo è l'unica specie vivente in grado di apportare sostanziali modificazioni all'ambiente che lo circonda. Questa capacità oltre a causare importanti ripercussioni sugli equilibri ecologici e sulla sopravvivenza di moltissime specie animali e vegetali, conferisce all'umanità una enorme responsabilità nei confronti della conservazione della natura.

Per poter affrontare in modo analitico i fattori che influenzano la biodiversità, limitandola o favorendola, possiamo suddividere le attività umane in quattro grandi categorie:

- la trasformazione del territorio;
- lo sfruttamento non sostenibile della biodiversità;
- l'immissione di specie animali e vegetali alloctone;
- l'inquinamento.

La prima riassume le principali cause di trasformazione del territorio, ovvero quelle attività umane che cambiano parzialmente o totalmente la destinazione d'uso di una determinata area; la seconda comprende i fattori legati allo sfruttamento non sostenibile della biodiversità e delle risorse naturali; la terza è costituita dal problema delle immissioni di specie aliene al mondo vegetale e animale; l'ultima, non per importanza, comprende tutte le forme di inquinamento. Queste categorie non sono certo esaustive per un'analisi dei fattori che influenzano la biodiversità, soprattutto se consideriamo, correttamente, la biodiversità come l'insieme del patrimonio naturale costituito da specie animali e vegetali, ma anche dal paesaggio, dalle bellezze naturali e dagli spazi selvaggi (WWF Italia, 1996).

La capacità dell'uomo di trasformare gli ambienti naturali, in altri termini la sua capacità di interagire e di modificare il territorio, adattandolo alle proprie esigenze di vita, è sicuramente il fattore che maggiormente compromette l'esistenza di un complesso di forme di vita ricco e differenziato. Consideriamo poi anche il fatto, non trascurabile, che le trasformazioni territoriali causano non solo alterazioni dei sistemi biologici, ma stravolgono spesso anche i paesaggi, le funzioni ed i processi ecosistemici.

Alla luce di queste osservazioni, la prima fase del presente lavoro di tesi, ha previsto una ricerca di dati e di materiale relativo al PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) della provincia di Lecce e ai pSIC (proposti Siti di Importanza Comunitaria), con lo scopo di analizzare il ruolo delle aree protette all'interno della pianificazione territoriale.

Parte della raccolta dati è stata effettuata attraverso l'analisi dei data base nazionali ed internazionali relativi a pubblicazioni scientifiche in formato cartaceo ed elettronico presso l'Università di Lecce e l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici).

Una volta acquisiti tali dati, messi a disposizione dalla Provincia di Lecce, dai laboratori di Ecologia del Paesaggio e di Botanica sistematica dell'Università degli Studi di Lecce e dal Servizio Parchi, Ecosistemi e Biodiversità di APAT, si è proceduto ad una fase di ricerca bibliografica che ha avuto come obiettivo individuare i vari indici di biodiversità disponibili in letteratura, in modo da poter integrare, tramite tecnologie GIS¹ (*Geographical Information Systems*), la stima di uno di questi con altri parametri ritenuti di particolare interesse (impatti quali cambiamenti del suolo, rete stradale ed altro).

Per perseguire l'obiettivo precedentemente indicato, la ricerca su Internet ha avuto un ruolo fondamentale: inserendo nei vari motori di ricerca le parole chiave relative all'argomento in oggetto, sono stati selezionati e visitati numerosi siti. Relativamente alla ricerca su rete è stato utilizzato il sistema informativo telematico SIBA (Servizi Informatici Bibliotecari di Ateneo) dell'Università di Lecce che consente l'accesso ad un sistema coordinato di risorse bibliografiche e documentarie on-line e su CD-ROM.

Una ricerca analoga è stata effettuata sui periodici disponibili interamente on-line dall'emeroteca virtuale del SIBA.

Da questa ricerca è emerso che già nella prima metà del secolo scorso, per quantificare la biodiversità, sono stati sviluppati diversi indici, a partire dal 1943 con un indice proposto da Fisher e colleghi. Successivamente, per cercare di precisare meglio il concetto di diversità, sono stati compiuti numerosi sforzi, che hanno portato indici, ritenuti ormai classici, quali (Onori, 1992):

- H = Indice della diversità generale di Shannon-Weaver (del 1949);
- I = Indice di diversità di Gini-Simpson (del 1949);
- J = Indice di equiripartizione o Evenness;

¹ I GIS sono strumenti informatici che permettono la realizzazione dei sistemi informativi automatizzati. Un GIS deve essere in grado di:

- acquisire dati territoriali da fonti diversificate;
- archiviare in modo coerente i dati territoriali;
- aggiornare puntualmente i dati archiviati;
- manipolare spazialmente i dati;
- selezionare e rendere disponibili i dati per analisi di tipo matematico e statistico, nonché per la modellizzazione di fenomeni.

L'elaborazione statistica dei dati caratterizzanti i popolamenti rinvenuti in un eventuale studio, ha condizionato, molto spesso, l'utilizzazione di altri indici quali:

- f = frequenza relativa (frequenza degli individui di una singola specie rispetto al totale degli individui rilevanti);
- d = ricchezza di specie di Simpson del 1949 (numero complessivo di specie rivelate);
- D = indice di Dominanza sempre di Simpson (somma dei valori di frequenza delle specie più abbondanti) e le varianti di Margalef del 1958 (su base logaritmica), di Odum del 1960 ($S/1000$ individui), di Menhinick del 1964 (rapporto tra numero di specie e radice quadrata del numero di individui);
- N. D. = Numero di specie Dominanti (numero di specie in cui $f > 0.05$).

Numerose sono state, in passato, le revisioni di questi indici e molteplici sono gli studi che si ritrovano in letteratura relativamente alla sperimentazione di nuovi indici di biodiversità che siano più semplici da utilizzare. Uno degli ultimi è un innovativo indice sintetico denominato *Biodiversity Intactness Index (BII)* (indice intatto di biodiversità), che propone una metodologia operativa per il monitoraggio delle variazioni nel tempo dei livelli di biodiversità (Scholes *et al.*, 2005).

A causa dell'insufficienza dei dati non è stato possibile applicare nessuno degli indici citati, poiché essi fanno riferimento al numero totale di specie presenti in un territorio delimitato, nonché al numero di individui per specie. Pertanto è stato necessario, sulla base dei dati a disposizione, impostare il lavoro utilizzando un approccio sistemico, soffermandosi sulla presenza di specie degne di conservazione, suddivise nei 5 taxa ritenuti più significativi per il territorio della provincia di Lecce, all'interno di ogni pSIC e degli habitat prioritari riconosciuti all'interno degli stessi (Marchiori *et al.*, 2000).

I dati e le informazioni relativi al valore conservazionistico sono stati integrati permettendo di evidenziare la sensibilità dei pSIC in funzione del numero di specie degne di conservazione e della presenza di habitat prioritari. Il software utilizzato per fare ciò è stato ArcView GIS[®] 3.2 (ESRI, 1998) che implementa una serie di procedure e strumenti propri dei GIS e che permette l'archiviazione, la manipolazione, l'elaborazione e la restituzione di informazioni geografiche ed ambientali.

Per studiare la sensibilità di tali siti, è stata creata una "Carta del cambiamento", che permette di esprimere in termini spaziali il rischio di impatto a cui è sottoposto un territorio, rilevabile come variazione di NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

Tale indice è considerato dalla comunità scientifica uno standard per valutare lo stress vegetazionale e conseguenti impatti socio-economici sull'agricoltura.

Anche per quanto riguarda gli indici della vegetazione, numerosi sono quelli finora elaborati, la maggior parte dei quali si basa sulle interazioni tra vegetazione ed energia elettromagnetica nelle lunghezze d'onda del rosso e del vicino infrarosso.

In particolare, l'NDVI è un indice normalizzato della differenza di vegetazione (Rouse *et al.*, 1974), ed è calcolato sulla base della seguente formula:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

dove NIR è il valore nella banda del vicino infrarosso (banda numero 4 del sensore Landsat) e R è il valore nella banda del rosso (banda numero 3 del sensore Landsat).

Il vantaggio nell'utilizzo di questo indice sta nel fatto che consente il confronto tra immagini riprese in tempi diversi.

NDVI può essere usato come indicatore di biomassa relativa e del verde (Boone *et al.*, 2000; Chen, 1998). Se i dati al suolo sono sufficientemente disponibili, l'NDVI può essere usato per calcolare e predire la produzione primaria, la specie dominante, l'effetto del pascolo e dei tassi di stoccaggio (Ricotta *et al.*, 1999; Oesterheld *et al.*, 1998; Paruelo *et al.*, 1997; Peters *et al.*, 1997; Diallo *et al.*, 1991).

La “carta dei cambiamenti” è stata realizzata dal Laboratorio di Ecologia del Paesaggio dell'Università di Lecce, attraverso l'applicazione di metodologie di “*Change Detection*” (CD), analisi dei cambiamenti (Singh, 1989), su immagini satellitari Landsat TM 5.

Per analisi del cambiamento si intende “[...] *the process of identifying differences in the state of an object or phenomenon by observing it at different times*”² (Singh, 1989). La CD è un'insieme di metodologie di analisi che valuta e quantifica i cambiamenti dei pattern, all'interno del paesaggio al tempo T₁, rispetto al tempo T₀. Essa permette di individuare non solo dove è avvenuto un cambiamento, ma anche la sua direzione e la sua intensità.

In particolare sono state elaborate due immagini acquisite dal sensore Landsat TM 5, rilevate nel giugno 1998 e nel giugno 2001 per l'intera regione Puglia. Le immagini sono state corrette per gli effetti di assorbimento dell'atmosfera e quindi georeferite utilizzando un set comune di punti a terra noti con un errore medio inferiore a 0.3 pixels. Per le due date si è ricavato un'immagine dell'andamento della variabile ecologica NDVI.

² “[...] il processo di identificare differenze nello stato di un oggetto o di un fenomeno attraverso la sua osservazione in tempi diversi”.

E' stata poi ottenuta un'immagine differenza sottraendo i valori dell'immagine NDVI per il 1998 ai valori dell'immagine NDVI relativa al 2001. Il "cambiamento" è stato individuato come l'insieme dei valori estremi (più alti e più bassi), rilevabili nella distribuzione dell'immagine differenza sulla base dei percentili del 10% (Zurlini *et al.*, 2004). Si è infine estratta, dalla mappa dell'intera regione Puglia, l'area di competenza della Provincia di Lecce.

In questo modo l'approccio innovativo vuole essere quello di indicare all'interno di una pianificazione territoriale quali possano essere i criteri per scegliere eventuali pSIC da istituire prioritariamente come aree protette, vista la loro maggiore sensibilità e il loro rischio di cambiamento. E' stato così evidenziato il ruolo che la conservazione della biodiversità assume all'interno della pianificazione territoriale di una determinata area di studio.

Capitolo 3

3.1 Area di studio

La Provincia di Lecce occupa la parte più meridionale della penisola Salentina, é costituita da 97 comuni ed occupa una superficie di circa 2760 kmq. L'area è racchiusa tra due "punti" geografici, la Punta Palascia, presso il Capo d'Otranto e la Punta Ristola presso il Capo di S. Maria di Leuca (Fig.3).



Figura 3: Inquadramento geografico della Provincia di Lecce

La Provincia di Lecce è abitata da circa 800.000 persone; al suo interno sono insediate circa 40.000 imprese ed è visitata ogni anno da circa 2.200.000 turisti (PTCP). E' uno dei tanti *finisterrae* del continente europeo, un territorio nel quale il processo di modernizzazione è avvenuto e sta avvenendo seguendo modalità spesso distanti da quelle dello sviluppo occidentale.

Lo sviluppo salentino si regge prevalentemente sull'industria manifatturiera in alcuni settori tradizionali del "made in Italy allargato", sullo sfondo di un'attività agricola anch'essa in via di specializzazione e di un turismo con grandi potenzialità. I contorni sono quelli di un territorio in rapida transizione da una forte dipendenza agricola ad un'evidente affermazione industriale e terziaria (PTCP, provincia di Lecce, 2006).

Trainata dalle esportazioni, la crescita industriale salentina ha rafforzato una sostanziale distinzione tra settori legati al mercato interno, in contrazione, e settori orientati alle esportazioni in sviluppo come è mostrato, ad esempio, dall'interessante integrazione del settore manifatturiero con un'attività agricola specializzata, quale quella legata alla produzione viti-vinicola.

La ripartizione delle unità locali per i rami di attività economica vede una netta prevalenza del settore terziario, seguito dai settori secondario e primario. Le aree maggiormente industrializzate sono quelle intorno al comune di Lecce e al polo calzaturiero di Casarano e nella zona Nord-Occidentale della penisola salentina, mentre la costa Adriatica, mostra un basso numero di attività produttive.

L'area della Provincia di Lecce si estende tra il mar Jonio ed il mar Adriatico con un perimetro costiero caratterizzato dal susseguirsi di paesaggi diversi a seconda delle caratteristiche geologiche e morfologiche. In particolare, l'area leccese si distingue sia per i suoi 240 chilometri di costa, mantenuti nei loro caratteri originari, con grotte, dune, alternanza di tratti sabbiosi e rocciosi, sorgenti terapeutiche, sia per la varietà del paesaggio, con stagni costieri, laghi di interesse naturalistico, zone umide e oasi di protezione, riserve faunistiche.

Dal punto di vista geologico il territorio rispecchia lo schema generale della penisola Salentina, caratterizzato da un basamento calcareo dolomitico cretaceo, su cui poggiano in trasgressione sedimenti calcarenitici e sabbioso-argillosi di età terziaria e quaternaria.

Questa condizione di peninsularità ha interessanti risvolti per la distribuzione della naturalità. In una biogeografia più vasta, il Salento è, come Sicilia e Calabria, una "zattera" tesa tra il Mediterraneo Occidentale e quello Orientale.

Il Salento ha un legame con il mare più forte che con le terre continentali. Lo attestano i corteggi floristici: la sua naturalità anticipa sul litorale di Gallipoli specie del deserto tunisino e, sul versante opposto, specie presenti solo in Albania e nell'isola di Creta (PTCP).

Il Salento, come i paesaggi peninsulari che hanno forme allungate e protese nel mare, presenta modelli particolari di distribuzione della diversità e della configurazione dei mosaici ambientali. Il suo margine assume il ruolo di una fascia ecotonale complessa, un habitat vero e proprio con specie e tipi di paesaggi di transizione.

La costa salentina, a livello nazionale, è uno dei luoghi a più alto indice di naturalità e di interesse ambientale, ma anche uno tra i più minacciati soprattutto se si considera che gli ambienti costieri salentini sono terre relativamente giovani e che solo a partire dall'inizio

del secolo ventesimo sono stati prima recuperati dalle paludi e dagli allagamenti e, successivamente, messi a coltura e occupati da case e infrastrutture.

A fronte della elevata permeabilità degli ecotoni naturali, caratterizzati dall'elevato gradiente ambientale proprio delle interazioni mare-coste, gli insediamenti umani tendono a produrre cambiamenti bruschi e discontinui.

La variabilità ecologica costiera ed i differenti morfotipi, grotte sommerse e semisommerse, lagune salmastre, dune e ambienti retrodunali, boschi costieri e orti, fanno sì che la costa sia un'immensa risorsa da tutelare e preservare affinché diventi occasione di sviluppo.

Il territorio oggetto di studio è costituito dalle aree dei “proposti Siti di Importanza Comunitaria” (pSIC) nel territorio della Provincia di Lecce. Come si può notare in figura, la maggior parte dei pSIC è localizzata lungo l'intero perimetro costiero della provincia, ed è caratterizzata da un variabilità di ambienti quali ad esempio boschi, zone umide, litorale ed altri. I pSIC localizzati nell'entroterra invece sono pochi (Figura 4).

I siti proposti hanno mediamente estensioni molto piccole, di pochi ettari. Questo dipende dalle caratteristiche ambientali del Salento che, data l'alta densità abitativa e la notevole estensione delle colture agricole, ha conservato molte, ma piccole, aree naturali. La provincia leccese presenta però un'elevata ricchezza in habitat prioritari (25), molti associati alle zone umide costiere ed il più alto valore di specie di Rettili (5) per la presenza contemporanea di due specie ad areale medio orientale: il Colubro leopardino (*Elaphe situla*) e il Geco di Kotschy (*Cyrtopodion kotschy*) e per la nidificazione, lungo le coste ioniche, della rarissima Tartaruga marina comune (*Caretta caretta*). Eccezionale la presenza di una colonia di Gabbiano corso (*Larus audouinii*), specie prioritaria endemica del Mediterraneo, fortemente minacciata d'estinzione. Si tratta dell'unica colonia presente in tutto il versante Adriatico-Ionico italiano.

Numerosi sono i siti costieri caratterizzati principalmente dalla presenza di habitat umidi e da particolari associazioni vegetazionali. Nelle aree interne sono state individuate principalmente piccole formazioni boschive caratterizzate dalla presenza di latifoglie quali: Leccio (*Quercus ilex*), Vallonea (*Quercus macrolepis*) e Quercia spinosa (*Quercus calliprinos*).

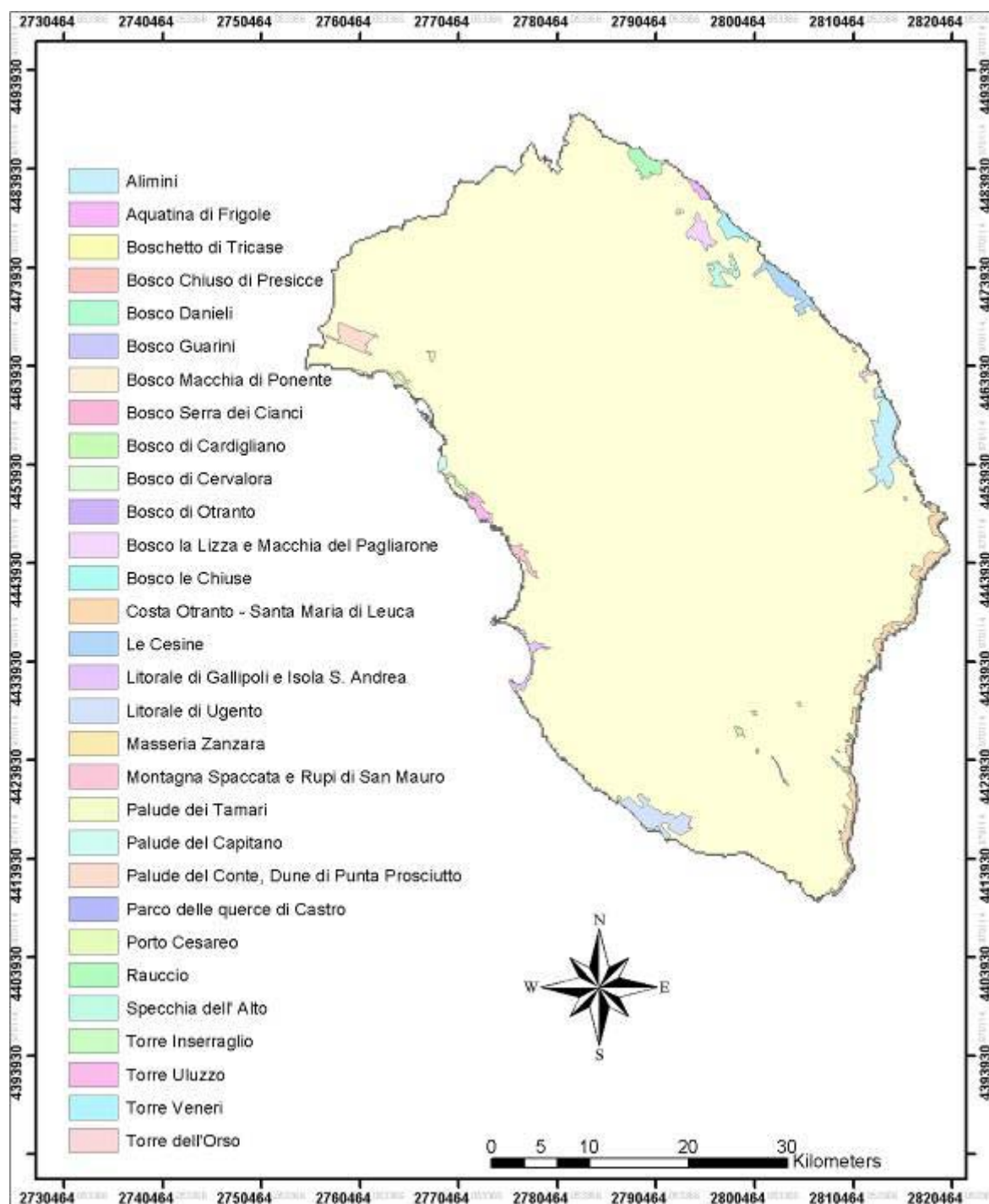


Figura 4: Carta dei pSIC della Provincia di Lecce

Per la realizzazione del tematismo che descrive la perimetrazione delle aree dei Siti, si sono utilizzati i file messi a disposizione dalla Provincia di Lecce-Settore Ambiente, realizzati nell'ambito del PTC; tali dati sono poi stati elaborati e resi spazialmente espliciti grazie alle competenze presenti nel laboratorio di Ecologia del Paesaggio dell'Università degli studi di Lecce.

3.2 La carta *CORINE Land Cover*

L'uso del suolo, del territorio e delle risorse naturali, da parte dell'uomo, rientrano tra gli elementi attorno ai quali ruotano parte dei problemi ambientali che hanno assunto carattere di globalità quali: il problema dei cambiamenti climatici, quello della desertificazione e quello della biodiversità.

Un cattivo utilizzo del territorio può provocare, in tempi più o meno lunghi, la perdita della fertilità, la predisposizione ai fenomeni erosivi, l'ingresso di sostanze estranee alla catena alimentare e, infine, l'alterazione di altri comparti ambientali. L'uso del suolo e le sue implicazioni nelle dinamiche territoriali rendono necessario la produzione di cartografie tematiche che diventano importanti strumenti di pianificazione territoriale. La necessità di una migliore conoscenza dello stato presente dell'ambiente, della sua evoluzione e delle ragioni del suo cambiamento, ha spinto l'Unione Europea a promuovere programmi come il programma CORINE (*CooRdination de l'INformation sur l'Environnement*, Coordinamento dell'Informazione sull'Ambiente) varato dal Consiglio nel 1985, con lo scopo principale di ottenere informazioni ambientali armonizzate e coordinate a livello europeo (Comunità Europea, 1985). Il Programma CORINE, oltre raccogliere i dati geografici di base in forma armonizzata (coste, limiti amministrativi nazionali, industrie, reti di trasporto, ecc.), prevede l'analisi dei più importanti parametri ambientali quali la copertura e uso del suolo (CORINE Land cover), emissioni in atmosfera (CORINEair), la definizione e l'estensione degli ambienti naturali (CORINE Biotopes), la mappatura dei rischi d'erosione dei suoli (CORINE Erosion).

All'interno dei progetti che compongono la totalità del programma CORINE, il Land Cover costituisce il livello di indagine sull'occupazione del suolo. L'obiettivo primario del progetto consiste nella creazione di una base dati vettoriale omogenea relativa alla copertura del suolo classificata secondo una legenda di 44 classi suddivisa in 3 livelli gerarchici definiti da una nomenclatura unitaria per tutti i Paesi della Comunità Europea.

In questo lavoro di tesi è stata analizzata la copertura del suolo della penisola salentina secondo il programma CORINE LAND COVER 4° livello (Fig.5). Le classi più rappresentative, a livello visivi, sono: 223-oliveti, 221-vigneti, soprattutto nella zona più a nord; 2111- colture intensive (Allegato I). Ciò a dimostrazione della già evidenziata attività agricola specializzata quale quella legata alla produzione viti-vinicola.

CORINE LAND COVER 4° LIV. DEL SALENTO

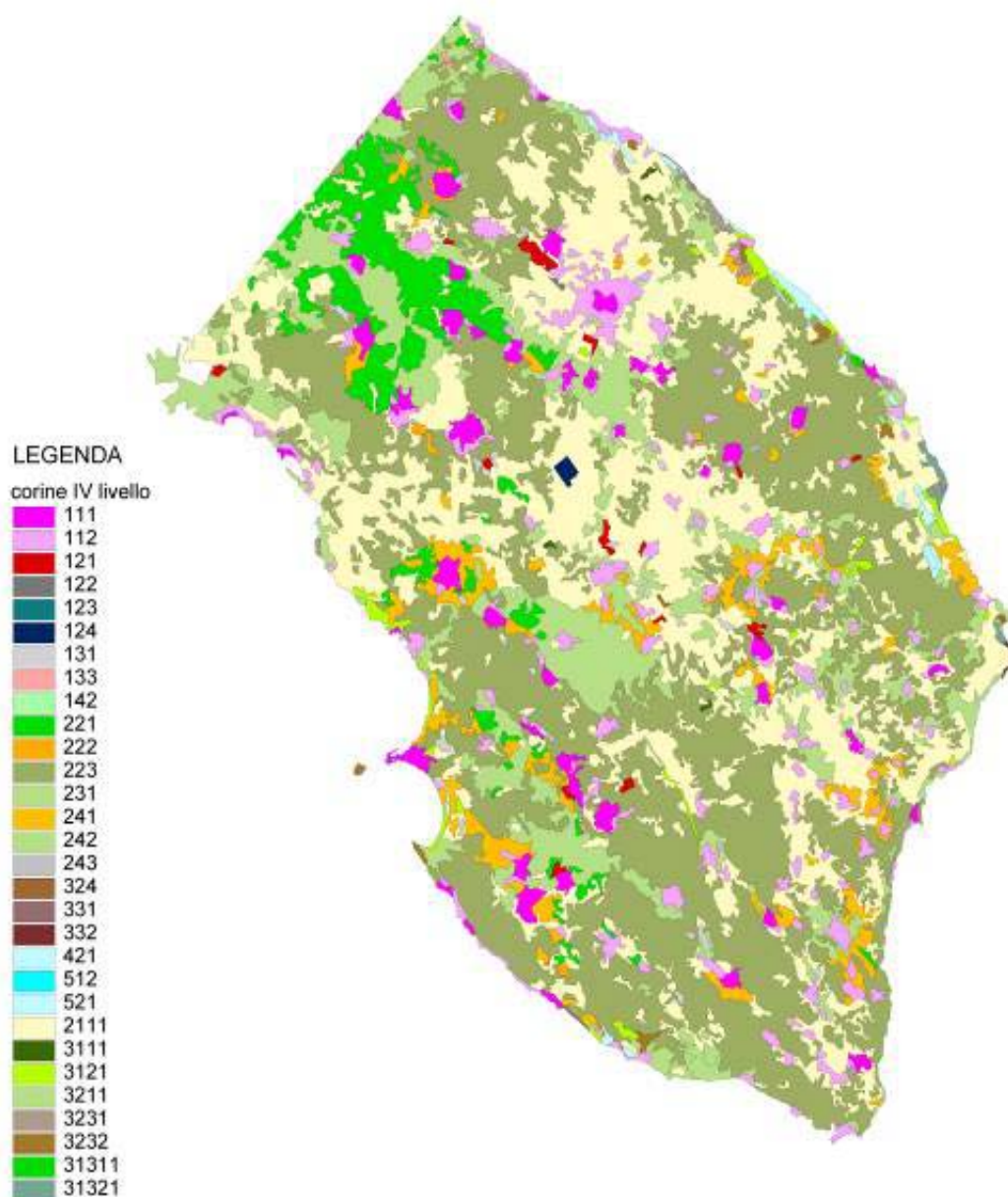


Figura 5: Applicazione del CORINE Land Cover IV livello alla Penisola Salentina

3.3 Carta del cambiamento

La “carta del cambiamento” ottenuta è stata, in una seconda fase, utilizzata per evidenziare i cambiamenti avvenuti tra il 1998 e il 2001 all’interno dei pSIC ed in una area circostante i vari pSIC per un raggio di 1000 m; in questo modo abbiamo delineato una zona buffer utile per un esame del contesto e per la possibile individuazione delle direzioni preferenziali del disturbo sui vari siti.

Una volta quantificata la densità di cambiamento all’interno di ogni singolo sito, (calcolata come il rapporto tra l’area che ha subito il cambiamento e l’area del pSIC in questione), con l’ausilio di ArcView, i valori tabulati sono stati suddivisi in tre classi, corrispondenti a tre diversi colori (FIG.6):

- Colore verde: valore di densità di cambiamento basso;
- Colore giallo: valore di densità di cambiamento medio;
- Colore rosso: valore di densità di cambiamento alto.

Dalla figura si può notare un risultato abbastanza eterogeneo della distribuzione della densità di cambiamento, con i valori più alti presenti lungo la zona centrale della costa Adriatica (Alimini e Bosco di Otranto) e Ionica (Torre Uluzzu e Torre Inserraglio); mentre i valori più bassi sono riscontrabili nell’entroterra del sud della Provincia e nella zona intorno al capoluogo. E’ molto probabile che i cambiamenti avvenuti in un arco di tempo così breve (3 anni), siano dovuti all’impatto antropico e non ai normali cambiamenti legati ai processi ecologici, che richiedono indubbiamente tempi più lunghi; pertanto, comprenderne le *driving forces*, ossia le cause generatrici primarie, risulta di notevole importanza.

Se consideriamo un paesaggio esposto a una serie di *driving forces*, ci accorgiamo che alcuni posti, detti “*attractors*”, cambiano più velocemente di altri poiché la potenzialità al cambiamento differisce da un sito all’altro. In quest’ottica, un attrattore di cambiamento è un sito specifico che attrae una *driving force* la quale induce cambiamento (Bürgi *et al.*, 2004).

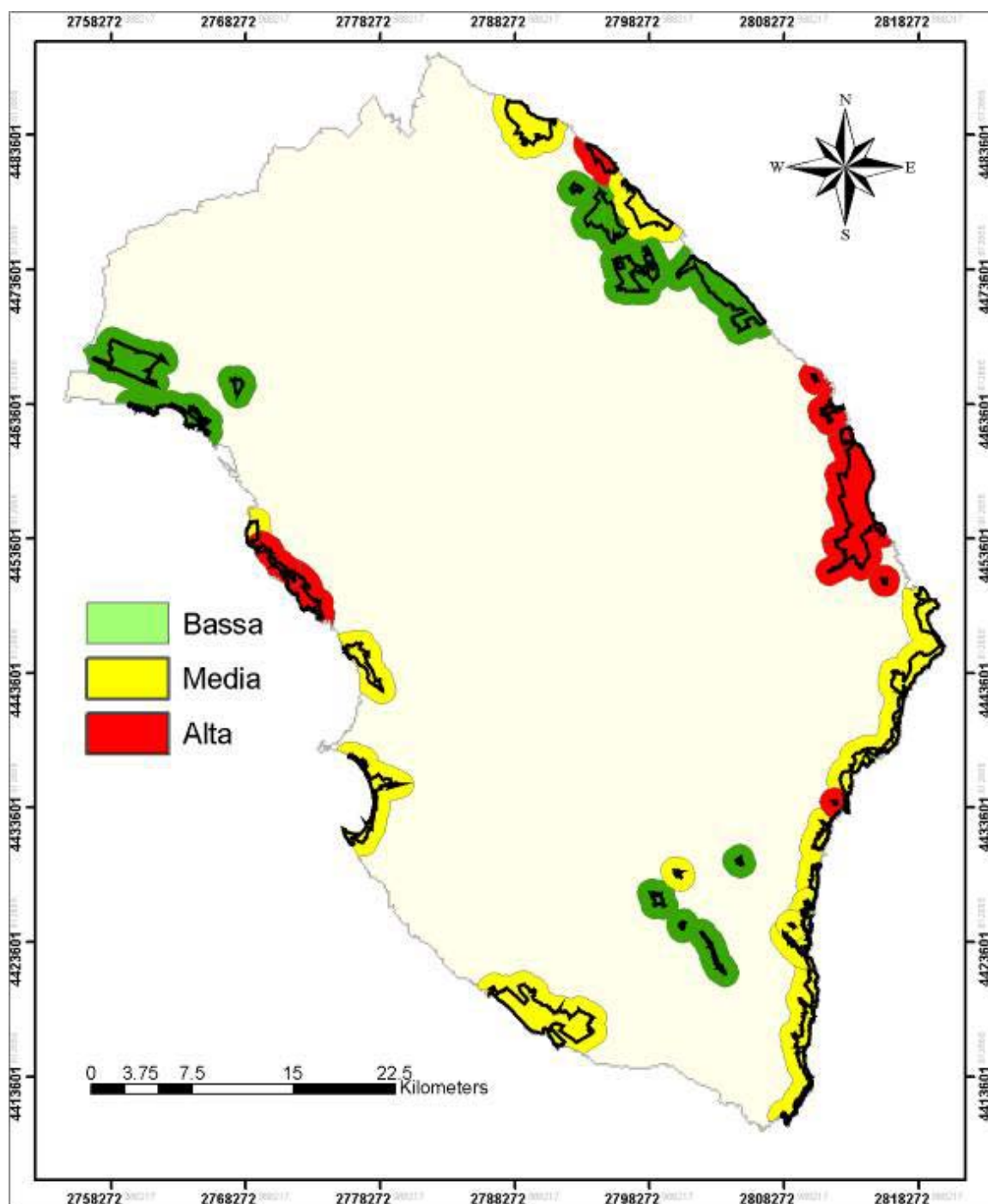


Figura 6: Carta della densità dei cambiamenti all'interno dei pSIC ed in una zona buffer di 1000m intorno

La principale *driving force* che agisce nelle zone relative ai pSIC della Provincia di Lecce ed in particolare intorno a quelli contraddistinti da una maggiore densità di cambiamento e quindi più esposti al disturbo, è il turismo. D'altra parte, le località balneari hanno rappresentato e rappresentano tuttora la principale risorsa attrattiva del Salento. Tutto ciò grazie ad una strategia unitaria di marketing territoriale basata su una politica di promozione e valorizzazione del territorio da parte degli Enti Locali. A testimonianza di

Un altro fattore che può influire sulla stabilità di questi ecosistemi e che è direttamente



Figura 7: carta della variazione della linea di costa della penisola salentina. In rosso viene evidenziata l'erosione; in verde l'avanzamento ed in giallo la stabilità

L'impatto relativo a questa *driving force*, sicuramente prolungato nel tempo, non è stato preso in considerazione nel presente lavoro, preferendo concentrare l'attenzione sull'ultimo breve periodo (1998-2001) così come illustrato dalla Carta del cambiamento (Figura 6). Risulta comunque chiaro che, lo sviluppo e la crescita di strutture ricettive e di servizi realizzati principalmente lungo le coste per far fronte ad un numero sempre crescente e sempre più esigente di turisti rappresenta, un forte fattore di modificazione fisica, ma anche sociale e culturale del territorio.

Altri impatti che possono essere presi in considerazione sono quelli derivati dalla pastorizia, ancora molto presente nel territorio, dalle cattive pratiche agricole e dai frequenti incendi che strappano appezzamenti di terreno ai già ridotti habitat naturali per renderli idonei alla produzione agricola.

3.4 Presenza di habitat prioritari

Gli habitat prioritari, vengono definiti nell'articolo 1 della Direttiva 92/43/CEE come: “... *i tipi di habitat naturali che rischiano di scomparire nel territorio di cui all'articolo 2 e per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale compresa nel territorio di cui all'articolo 2...*”.

All'interno dei pSIC della Provincia di Lecce sono stati individuati 25 habitat prioritari (Marchiori *et al.*, 2000); anche in questo caso, tali dati sono stati spazializzati all'interno di ciascun sito con l'ausilio di ArcView, tabulando il numero di habitat prioritari presenti all'interno di ogni pSIC e suddividendoli in tre categorie che corrispondono ai tre colori presenti sulla mappa (Figura 8):

- verde un numero basso di habitat prioritari;
- giallo un numero medio di habitat prioritari;
- rosso un elevato numero di habitat prioritari.

In particolare, il sito con il maggior numero di habitat prioritari (10) risulta essere quello di Rauccio. Il bosco di Rauccio rappresenta uno degli ultimi lembi residui della medioevale “Foresta di Lecce”, casualmente scampato alla definitiva distruzione poiché esso è ubicato su un substrato roccioso non utilizzabile a fini agricoli. Il bosco di Rauccio è costituito da una lecceta pura, caratterizzata da piccole radure acquitrinose al suo interno. Nell'area sono presenti i cosiddetti “aisi”, cioè piccole vore di origine carsica, nelle quali affiora l'acqua di falda. Non a caso tale sito risulta essere uno dei primi pSIC regionali ad essere stato sottoposto a vincolo, in particolare è divenuto un Parco Naturale Regionale, con L.R. n.25 del 23.12.2002 con denominazione “Bosco e Paludi di Rauccio” visto il suo importante valore conservazionistico (Marchiori *et al.*, 2000).

Dalla Figura 8 si può notare che il maggior numero di pSIC che presentano un numero alto di habitat prioritari, sorgono lungo un'area costiera a forte richiamo turistico, e quindi, risultano esposti al rischio di una valorizzazione impropria.

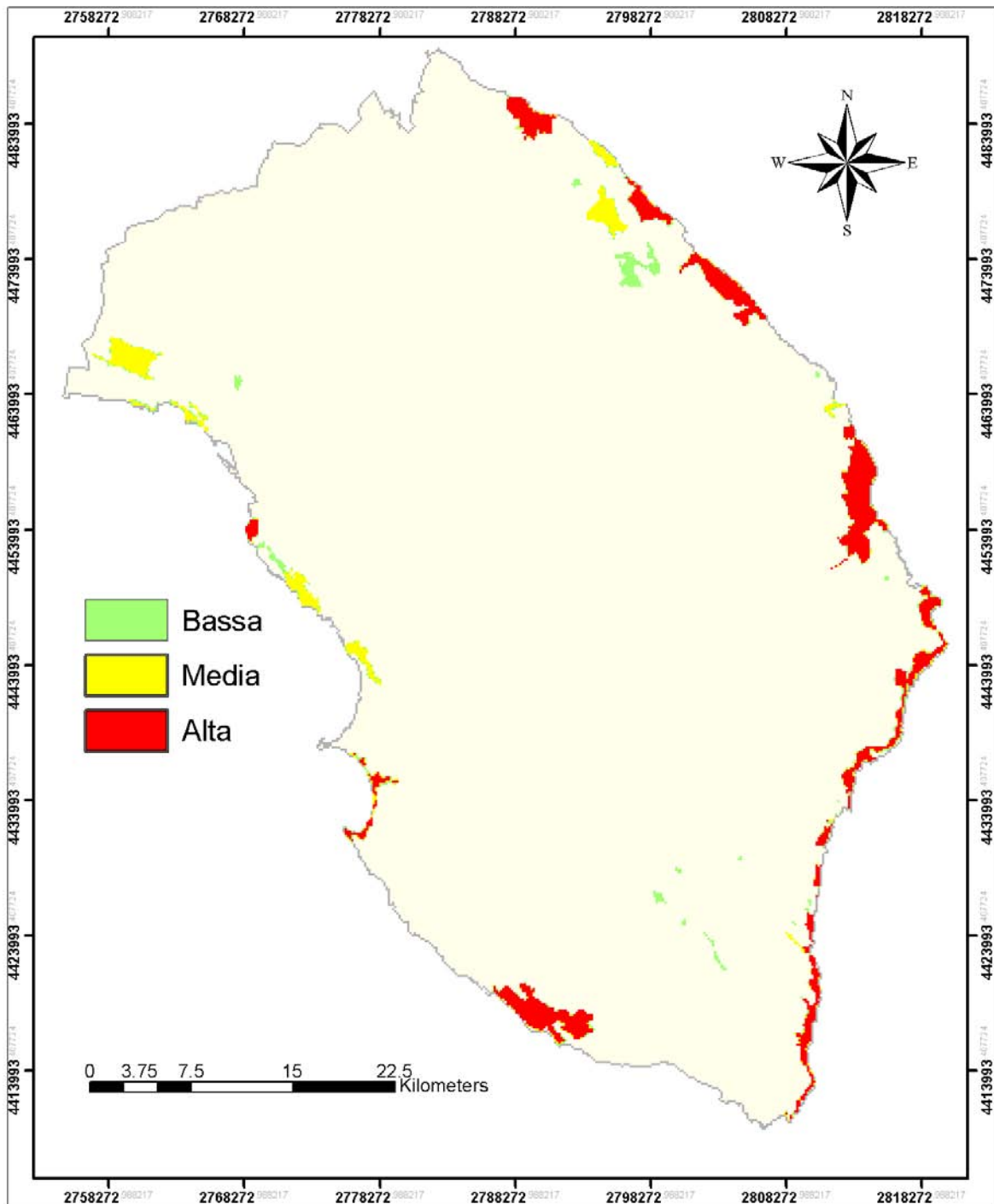


Figura 8: Carta degli habitat prioritari presenti nei pSIC della Provincia di Lecce

Anche se molti di questi pSIC sono caratterizzati da una superficie decisamente piccola, risulta estremamente elevata la loro importanza da un punto di vista conservazionistico, come ad esempio, il Boschetto di Tricase (anch'esso con un solo habitat prioritario), che costituisce un minuscolo lembo boschivo e rappresenta uno degli ultimi lembi boschivi italiani di *Quercus ithaburens* Decaisne subsp. *macrolepis* Kotschy, specie in Italia

esclusiva del salento, dal controverso indigenato, ma ad elevato rischio di estinzione in natura.

Un altro pSIC che evidenzia un numero alto di habitat prioritari, e la cui importanza è elevata, è Alimini. L'attuale stato di protezione di tale sito lo indica come oasi di protezione della fauna (50%); presenta vincoli idrogeologici (100%); inoltre è stato incluso fra le aree della L.R. 19/97.

Tale sito è particolarmente complesso. Il nucleo principale è rappresentato da due bacini: Alimini Grande e Fontanelle. Alimini Grande rappresenta un ambiente lagunare originatosi per graduale chiusura di una antica insenatura marina, caratterizzato da una vegetazione sommersa a *Ruppia maritima*, mentre Fontanelle è un vero e proprio laghetto di acqua dolce alimentato da polle sorgive sotterranee e con vegetazione fluttuante a *Miriophyllum*; rappresenta l'unico vero laghetto naturale pugliese e costituisce l'unica località di presenza di specie lacustri quali *Nymphaea alba*, *Utricularia vulgaris*, *Hydrocotyle vulgaris* ecc.

In particolare l'ecosistema di Fontanelle è ad elevata fragilità a causa del prelievo idrico a scopi irrigui, che causa un forte abbassamento del livello idrico nel periodo estivo e conseguente avanzata della vegetazione di elofite che tende progressivamente ad invadere lo specchio d'acqua. La distruzione delle aree a macchia intorno a Fontanelle per messa a coltura dei terreni crea, per pendenza, un dilavamento del suolo che accumulandosi sul fondo del bacino causa la chiusura delle polle sorgive e facilita l'interrimento di Fontanelle (Marchiori *et al.*, 2000).

Un altro aspetto molto importante da evidenziare è il visibile arretramento della linea di costa e la conseguente scomparsa di spiagge (Figura 9), nella zona limitrofa ad Alimini, dovuta ad un'erosione costiera probabilmente accentuata dalla forte pressione turistica verificatasi negli ultimi anni.



Figura 9: Carta dell'erosione (in rosso) di una parte della costa salentina

Tutto ciò a dimostrazione della elevata sensibilità di tale sito e della necessità di interventi a favore della sua conservazione e della tutela della sua biodiversità.

3.5 Presenza di specie degne di conservazione

La Provincia di Lecce e più in generale l'intera regione pugliese, è caratterizzata dalla presenza di elevata biodiversità. Tale caratteristica e' probabilmente dovuta a vari fattori che possono essere così riassunti (<http://www.parchi.regione.puglia.it>):

- la posizione biogeografica della Puglia, ponte nel Mediterraneo tra l'Europa, l'Asia minore e l'Africa. Questa posizione ha probabilmente permesso la colonizzazione della nostra Regione da parte di specie appartenenti a varie aree geografiche;
- la variabilità e la complessità delle condizioni climatiche regionali. Sono infatti presenti climi molto diversi a distanze ravvicinate: da quello quasi montano delle alture del Sub Appennino dauno, a quello semidesertico del Tavoliere. Questo determina la coesistenza di vari microclimi in ambiti ristretti con conseguente diversificazione di habitat e quindi di specie;
- la complessa storia geologica della Puglia, che ha determinato a più riprese collegamenti terrestri con la penisola balcanica permettendo numerosi scambi grazie ai quali la Puglia presenta attualmente popolamenti floro-faunistici composti con specie di origine appenninica, dinarica ed egeica;
- la superficie regionale è compresa in fasce altitudinali basse o medie, fasce a maggiore biodiversità. Monte Cornacchia, la vetta più alta della Puglia, raggiunge appena 1151 m.;
- la presenza di una notevole diversità di nicchie ambientali;
- l'isolamento di alcune aree, ad esempio il Gargano, che precludendo scambi con altre popolazioni, ha determinato l'evoluzione di popolazioni locali in specie endemiche, presenti cioè unicamente in quel sito.

Anche in questo caso, come per i cambiamenti e per gli habitat prioritari, si è proceduto all'analisi della distribuzione spaziale delle specie degne di conservazione all'interno dei pSIC della Provincia di Lecce, tramite l'ausilio di ArcView, e tabulando il numero di specie di fauna (suddivise in 5 taxa quali: mammiferi, uccelli, rettili e anfibi e invertebrati) presenti all'interno di ogni pSIC. La successiva suddivisione in tre categorie, è stata ottenuta in base al più o meno elevato numero di specie degne di conservazione al loro interno (Fig.10):

- il colore verde sta ad indicare la presenza all'interno del sito di un basso numero di specie riconosciute degne di conservazione;

- il giallo indica un valore medio del numero di specie degne di conservazione;
- il rosso indica un elevato numero di specie degne di conservazione.

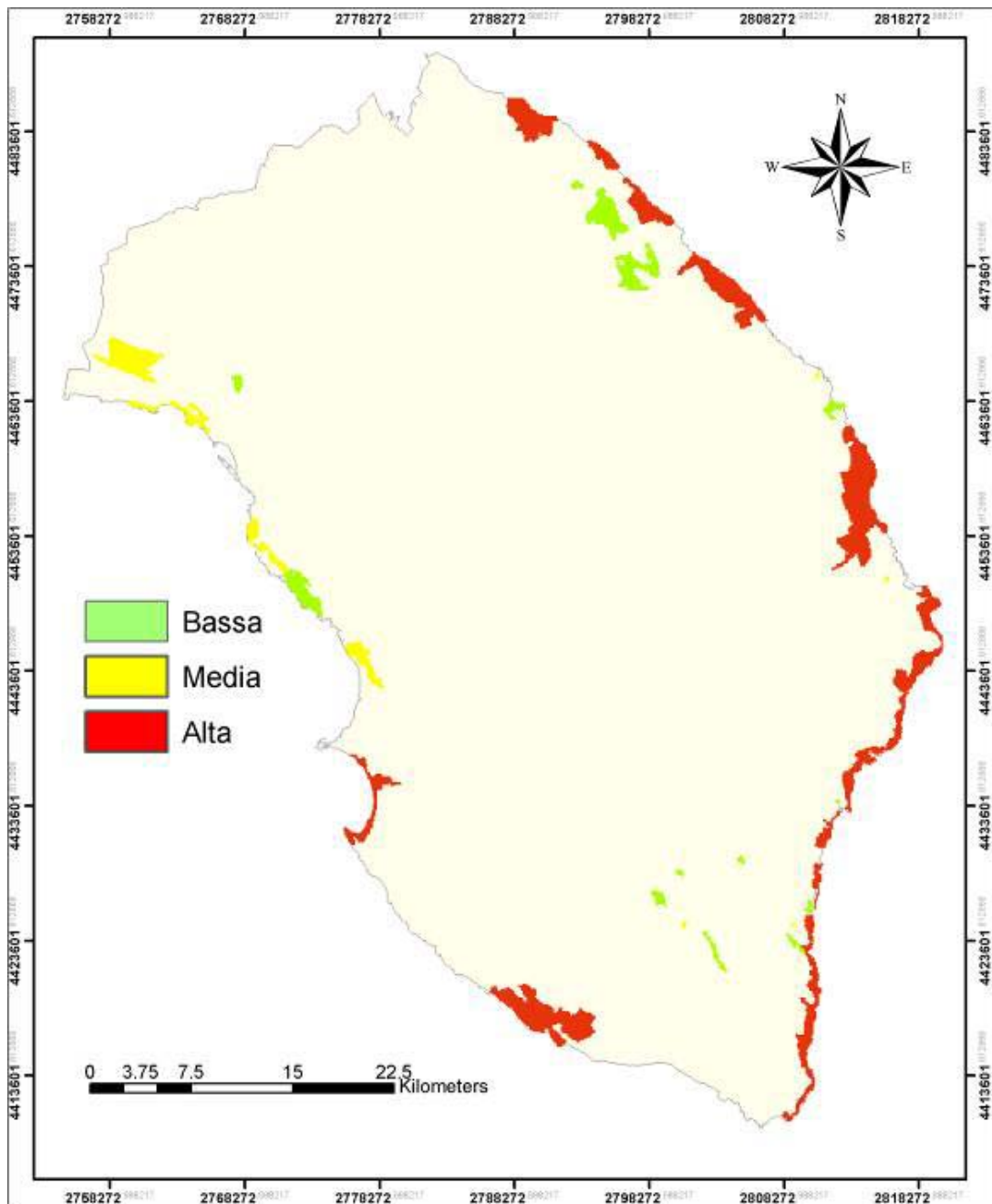


Figura 10: Carta della presenza di specie degne di conservazione nei pSic della Provincia di Lecce

I pSIC con un elevato numero di specie degne di conservazione si trovano soprattutto lungo la costa Adriatica, come ad esempio Alimini, Costa Otranto - Santa Maria di Leuca ecc. In particolare quest'ultimo sito è di grande valore biogeografico e paesaggistico, in quanto costituito da falesie rocciose a strapiombo sul mare con substrato geologico rappresentato prevalentemente da calcare cretacico. Si tratta del tratto più orientale della

penisola italiana e le pareti rocciose sono impreziosite da una vegetazione rupestre ricca di specie vegetali endemiche esclusive del sito quali: *Centaurea leucadea*, *Centaurea nobilis*, *Centaurea japgigica*, *Dianthus japgigicus*, *Vicia giacomini* e da specie ad areale mediterraneo orientale aventi in quest'area l'estrema propaggine occidentale del loro areale come: *Ephedra campylopoda*, *Echinops spinosissimus*, *Umbilicus cloranthus* ecc (Marchiori *et al.*, 2000).

La effettiva tutela del sito potrà divenire realtà solo se si riuscirà a trovare un giusto equilibrio tra le azioni di tutela e la necessità di soddisfare il crescente interesse turistico dell'area.

Il sito con il maggior numero di specie degne di conservazione risulta essere Le Cesine che è sia una zona umida di interesse internazionale a seguito della Convenzione di Ramsar, sia una ZPS (Zona di Protezione Speciale). Il sito è costituito da due stagni costieri retrodunali di natura salmastra, separati dal mare da un'esile cordone dunale a tratti eroso (Figura 9). Vaste superfici sono ricoperte da una vegetazione costituita da pinete di *Pinus halepensis* dovute a rimboschimento. Interessanti sono le formazioni aloigrofile a *Juncus maritimus* e le formazioni igrofile a *Erianthus ravennae*. Nelle aree più interne prevalgono acquitrini con acque completamente dolcificate. Il sito è di elevato interesse principalmente per la presenza degli specchi d'acqua retrodunali che rappresentano un luogo ideale di sosta e di svernamento per l'avifauna migratoria (Marchiori *et al.*, 2000). L'area è interessata da delicati equilibri idrogeologici che occorre preservare al fine di mantenere le condizioni idonee al perdurare della zona umida. Fra i problemi più grossi vi è l'emungimento anche abusivo dai pozzi e nelle aree coltivate l'uso di anticrittogamici che si accumulano nelle acque stagnanti.

I siti all'interno dei quali non è stata riconosciuta nessuna specie degna di conservazione, sono invece il Bosco Macchia di Ponente e il Posidonieto di Capo S. Gregorio-Punta Ristola. Il primo rappresenta un interessante nucleo boschivo puro di quercia spinosa (*Quercus calliprinos*) con qualche sporadico esemplare di *Q. ithaburensis* subsp. *macrolepis*. Il sottobosco è fitto e impenetrabile. All'interno del bosco è presente una piccola raccolta d'acqua artificiale che consente la riproduzione del rospo comune.

La prateria di Posidonia, invece, rappresenta uno degli habitat prioritari presenti nella provincia ed è ubicata in un tratto di mare prospiciente Punta Ristola, in prossimità del Capo di Santa Maria di Leuca. Si presenta rigogliosa, con buona densità ed indice di ricoprimento compreso tra 70-90%. Attualmente sembra trovarsi in buone condizioni vegetazionali.

Conclusioni

L'attività di raccolta e di elaborazione delle conoscenze disponibili sugli aspetti naturalistici della Provincia di Lecce, svolta nell'ambito di questo lavoro di tesi, ha consentito di trarre alcune conclusioni.

L'applicazione delle metodologie di *Change Detection* con dati satellitari telerilevati ha permesso di caratterizzare le dinamiche territoriali all'interno dell'area di studio nell'intervallo temporale 1998–2001.

L'uso di una cartografia del cambiamento, per come percepito dalle variazioni dell'indice NDVI, permette di individuare in maniera spazialmente esplicita le sorgenti di variazione principalmente legate all'attività antropica, visto il ridotto intervallo temporale indagato. Nelle zone agricole questi cambiamenti sono dovuti principalmente ai cicli agronomici e alle comuni pratiche agricole, mentre la maggior parte dei cambiamenti localizzati lungo le coste e all'interno del tessuto urbano sono il risultato dell'azione della *driving force* turismo nell'area di studio.

All'interno dei pSIC le zone indicate come cambiate interessano habitat ad elevato valore conservazionistico. Questi cambiamenti possono essere da un lato giustificati, in parte, prendendo in considerazione la dinamica degli stessi sistemi naturali, e dall'altro principalmente, per l'effetto della dinamica territoriale in stretto rapporto con le attività antropiche.

Dal punto di vista della conservazione della natura, emerge che il territorio provinciale non è ancora adeguatamente tutelato da un sistema integrato di azioni. Il censimento qualitativo, sia della flora che della fauna è piuttosto deficitario e ciò impedisce di verificare, se non attraverso progetti mirati e localizzati, la presenza e l'entità di numerose specie incluse nelle liste rosse nazionali e regionali.

Sarebbe necessario quindi orientare le attività di conservazione non nella direzione di una protezione diretta delle singole entità specifiche di animali e vegetali, quanto in una protezione indiretta di tali specie tutelando il territorio che le ospita, attraverso una riduzione della frammentazione del paesaggio e una gestione di queste aree secondo i canoni della "conservazione attiva" (equilibrio fra gli interessi dell'uomo e della natura).

Le linee guida per la selezione di aree prioritarie per la conservazione hanno puntato, in passato, principalmente sulla protezione di specie e particolarmente di specie rare o in pericolo (Bibby et al., 1992; Stattersfield et al., 1998; Myers et al., 2000). In verità l'estesa letteratura sullo sviluppo di metodi per la selezione di aree prioritarie si è focalizzata sulla

ricerca di un set minimo di aree che rappresentino tutte le specie endemiche (Williams, 1998; Cabeza e Moilanen, 2001) o, recentemente, sulla ricerca di appropriate aree che massimizzino la probabilità di persistenza delle specie (Rodrigues *et al.*, 2000; Williams e Araujo, 2000; Araujo *et al.*, 2002; Bonn *et al.*, 2002).

L'identificazione di aree prioritarie per la tutela esige l'integrazione di dati biofisici con quelli relativi alle pressioni antropiche e alle varie operazioni di pianificazione territoriale. Dati attendibili e comprensibili però sono raramente disponibili per identificare dove il bisogno di azioni è più urgente e dove possono essere massimizzati i benefici di una strategia di conservazione (Balram *et al.*, 2004).

Nell'ambito di questo lavoro di tesi, si è voluto sottolineare, tramite i risultati ottenuti, che all'interno di una pianificazione territoriale, i pSIC che più di altri necessitano di priorità nell'essere istituiti come ZSC (in quanto solo allora le Autorità in forza dell'art. 6 della Direttiva Habitat dovranno non tanto prevedere forme di gestione e conservazione, ma anche sottoporre a forme di valutazione eventuali opere e/o attività nei pressi o interne alle zone), sono quelli che hanno subito il maggior impatto antropico relativamente alla carta della densità del cambiamento e che quindi risultano più sensibili di altri; quelli che presentano un elevato numero di specie degne di conservazione, perché rare o a rischio di estinzione, e quelli con un maggior numero di habitat prioritari. Dall'analisi delle tre carte precedentemente descritte, si può notare che i siti maggiormente impattati e più sensibili, risultano Alimini e Bosco di Otranto e sulla costa ionica il litorale di Gallipoli e Isola di S.Andrea, che risulta già per il 70% un'oasi faunistica; inoltre tale sito sorge in un'area di forte impatto turistico nella quale sussistono forti interessi per nuovi investimenti per infrastrutture di tipo turistico.

Un'ulteriore analisi ha permesso di evidenziare l'uso del suolo all'interno dei pSIC e di un'area di interesse di 1000m così come era stata presa per analizzare la densità di cambiamento precedentemente chiarita.

La sovrapposizione delle due mappe permette di evidenziare, in particolare, all'interno dei siti che hanno subito maggiore cambiamento, quali sono le classi più rappresentative (Figura 11).

Un'altra considerazione può essere fatta prendendo lo studio delle tre carte esaminate: quella degli habitat prioritari, quella delle specie degne di conservazione, e quest'ultima, in modo da evidenziare quali sono i pSIC che hanno subito maggiore cambiamento e quindi quelli più sensibili ad impatti e più necessari da sottoporre a vincoli. Parliamo in

particolare di Alimini, del Bosco di Otranto e quindi di tutta la zona che circonda l'importante città di Otranto.

CORINE LAND COVER 4° LIV. DEL SALENTO

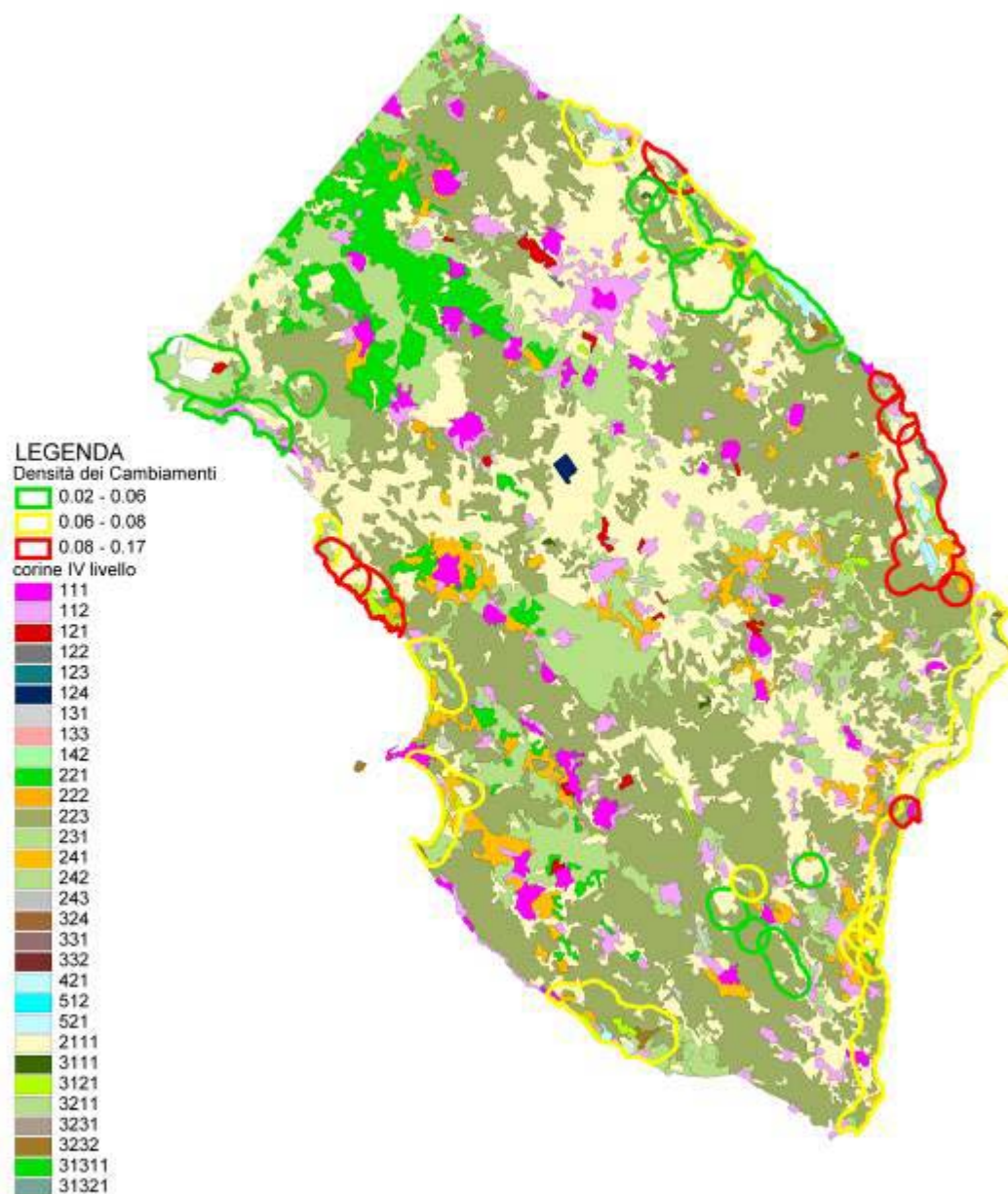


Figura 11: Sovrapposizione della carta della densità di cambiamento con la carta del Corine Land Cover

L'individuazione di aree nel paesaggio confinanti con habitat di elevata sensibilità in cui è presente una maggiore dinamismo risulta fondamentale ai fini della gestione del paesaggio naturale e dei pSIC che ricadono in esso.

In questo contesto, la conservazione della biodiversità ha un ruolo estremamente importante in quanto, contemporaneamente, si conserva la stabilità degli ecosistemi e la loro produttività. Infatti, in letteratura, sono presenti un gran numero di studi di natura ecologica, che mettono in evidenza come elevati livelli di biodiversità siano in grado di tutelare gli ecosistemi da perturbazioni di origine naturale o antropica. E' ben noto che la stabilità e la produttività di un ecosistema sono componenti fondamentali dell'integrità biofisica del pianeta (Bonn *et al*, 2005).

Purtroppo, l'analisi ha messo anche in evidenza che i diversi pSIC sono elementi isolati nel territorio. Per la loro efficace conservazione ed il potenziamento del loro ruolo nel più generale contesto del paesaggio dell'area di studio sarebbe necessario individuare o favorire la creazione di elementi di connessione fra le aree. Questo può realizzarsi attraverso il mantenimento o il rafforzamento di elementi paesistici di legame, come ad esempio la presenza di elementi lineari quali siepi e muretti a secco, o la presenza di elementi estensivi come l'uliveto e le steppe. Tali elementi, infatti, possono favorire la dispersione di organismi nel territorio e mitigare la propagazione del disturbo nel paesaggio.

I risultati mostrati si prestano ad essere di supporto per la realizzazione di linee guida per la gestione del territorio della Provincia di Lecce ed in particolare dei pSIC presenti al suo interno.

La gestione delle attività umane all'interno della nostra area di studio rappresenta una sfida difficile e complessa. Inoltre è possibile evidenziare quali siano le probabili *driving forces* che spazialmente producono impatti, quali l'agricoltura e il turismo. In questo modo si va verso una "gestione informata" del territorio, poiché è possibile fornire delle risposte agli impatti generati da tali *driving forces*. In particolare:

1. Dal punto di vista ambientale abbiamo sottolineato come le attività agricole siano una variabile importante dei più complessi equilibri del territorio stesso. Ad esempio, da un lato, la coltivazione dell'oliveto ha rappresentato storicamente l'elemento che ha impedito la desertificazione del territorio; dall'altro l'eccessivo emungimento delle falde ha esposto ed espone ancora il territorio a nuovi rischi di salinizzazione e di alterazione degli equilibri idrogeologici.

Inoltre in alcune aree più intensamente coltivate l'utilizzo di fertilizzanti e antiparassitari si riflette (quasi sempre negativamente) sugli ecosistemi circostanti, producendo ricadute nei biotopi adiacenti le colture. Le nuove forme di governo del territorio non possono prescindere dal considerare l'agricoltura nella sua duplice attitudine, quella produttiva e quella spaziale, a seconda che si esaminano rispettivamente i rapporti tra agricoltura ed attività produttive ad essa correlate e le relazioni tra spazio agricolo e processi di trasformazione del territorio

Le azioni che si possono realizzare per ridurre gli impatti dell'agricoltura sull'ambiente comprendono, tra le principali, l'agricoltura biologica e la promozione di tecniche ecocompatibili.

Con il recepimento a livello regionale del Reg. CEE 2078/92 sull'agricoltura ecocompatibile, che ha istituito un regime di aiuti e premi annuali agli imprenditori che assumono e mantengono per almeno 5 anni uno o più degli impegni previsti dal Programma Agroambientale Regionale (P.A.R.), l'applicazione delle misure agroambientali ha interessato, nella Provincia di Lecce, superfici via via crescenti. Inoltre è interessante evidenziare come, tra agricoltura biologica ed integrata, oltre il 12% dell'intera superficie provinciale risulta sottoposta a metodi produttivi rispettosi dell'ambiente e della salute dei produttori e dei consumatori, idonei ad esaltare le caratteristiche qualitative dei prodotti più qualificanti: olio, vino, grano duro e ortaggi (Provincia di Lecce, 2003). Tali risultati potrebbero senza dubbio, con volontà e buon senso, essere migliorati nel corso degli anni alla luce del tanto auspicato sviluppo sostenibile.

2. Una risposta concreta alle molte problematiche ambientali legate al turismo nella provincia di Lecce, ed in particolar modo nei pSIC presenti al suo interno, potrebbe derivare dall'adozione di sistemi di gestione ambientale da parte delle imprese turistiche, consentendo di avviare l'attivazione di piccole, ma concrete misure per limitare nel tempo i molteplici impatti sull'ambiente. Le trasformazioni in atto dal lato della domanda indicano come tale territorio abbia tutte le carte in regola per incrementare la sua forza di attrazione turistica. Il mercato turistico, se da una parte è attraversato da una progressiva riduzione della domanda proveniente da particolari categorie di clienti, dall'altra vede un incremento costante del turismo tematico (turismo culturale, "verde", d'avventura, ecc.). In questo scenario, i siti oggetto di studio possono essere avvantaggiati potendo contare su di una pluralità di fattori di attrazione (risorse ambientali, resti archeologici, ecc.), non facile da

ritrovare in altri contesti territoriali. Ecco perché sarebbe interessante puntare su una nuova forma di turismo, ossia l'ecoturismo.

Tale concetto va distinto però da quello di turismo naturale, il quale consiste nel visitare attrazioni naturali, ma senza alcun esplicito obiettivo di protezione ambientale o sociale. Boo (1992) definisce l'ecoturismo come: "turismo naturale che promuove la conservazione e lo sviluppo sostenibile", introducendo nuovi elementi, ossia quello di conservazione attiva e di sviluppo economico.

Il WTO (*World Tourism Organization*) definisce l'ecoturismo come un turismo in aree naturali che deve contribuire alla protezione della natura e al benessere delle popolazioni locali. Possiamo riassumere così alcune sue caratteristiche;

1. comprende aspetti pedagogici e di interpretazione della natura;
2. generalmente, ma non necessariamente, è organizzato da piccole imprese locali o da operatori stranieri che organizzano e offrono circuiti ecoturistici per piccoli gruppi;
3. minimizza gli impatti negativi sul paesaggio naturale e sull'ambiente socio-culturale;
4. sostiene la protezione delle zone naturali:
 - generando benefici economici per la comunità locale, le organizzazioni e le autorità che gestiscono le zone naturali con l'obiettivo di proteggerle;
 - costituendo una fonte di impiego e di reddito alternativo per le comunità locali, sensibilizzando allo stesso tempo le popolazioni locali ed i turisti alla protezione della natura e della cultura."

Nel contesto della tutela dell'ambiente, l'ecoturismo è uno strumento popolare di attività basate sulla strategia della conservazione della biodiversità (Salafsky *et.al.*, 2001), ed è un elemento comune per integrare la conservazione ed i vari progetti di sviluppo presenti sul territorio in questione, in base al principio secondo cui la biodiversità potrebbe creare dei benefici economici, soprattutto per le popolazioni locali.

L'ecoturismo riduce la minaccia locale di perdita della biodiversità così come l'espansione agricola, la raccolta insostenibile di piante e animali selvatici. La premessa è che l'ecoturismo si basa sul mantenimento di paesaggi naturali e della ricchezza di flora e fauna (Kiss, 2004).

Casi di studio di progetti basati sull'ecoturismo, vantano successi in comunità motivate a ridurre il loro sfruttamento di specie di piante e animali selvatici, ad aiutare il controllo della caccia o ad accantonare parte del proprio podere o terra da pascolo per poterla inserire come area da tutelare (Alexander, 2000 e Watkins, 2002).

Concludendo questo lavoro di tesi, emerge come sia necessario uno sforzo di acquisizione di conoscenze attualmente mancanti, ma richiede anche uno sviluppo di attività di ricerca di base sui pSic della provincia di Lecce per individuare indicatori che siano sensibili, facilmente quantificabili e confrontabili, per una migliore gestione degli stessi all'interno di una pianificazione territoriale.

Bibliografia

- Alexander S.E., 2000 Resident attitudes towards conservation and black howler monkeys in Belize: the Community Baboon Sanctuary. *Environ. Conserv.* 27:341–350.
- Araujo M.B., Williams P.H. and Fuller R.J., 2002. Dynamics of extinction and the selection of nature reserves. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 269: 1971–1980.
- Balram S., Dragicevic S., Meredith T., 2004. A collaborative GIS method for integrating local and technical knowledge in establishing biodiversity conservation priorities, *Biodiversity and conservation* 13: 1195-1208.
- Battisti C. *et al.*, 2003 in II conferenza nazionale delle aree protette, disponibile alla URL <http://www.regione.piemonte.it/parchi/conferenza2002>.
- Bibby C.J. *et al.* 1992. Putting Biodiversity on the Map: Global Priorities for Conservation. ICPB, Cambridge, UK.
- Bonn A., Gaston K.J., 2005. Capturing biodiversity: selecting priority areas for conservation using different criteria, *Biodiversity and conservation* 14: 1083-1100.
- Bonn A., Rodrigues A.S.L. and Gaston K.J. 2002. Threatened and endemic species: are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale?, *Ecology Letters* 5: 733–741.
- Boo E., 1992. The ecotourism boom: planning for development and management. WHN Technical Paper Series Paper 2, World Wildlife Fund.
- Boone, R. B., K. A. Galvin, *et al.* 2000. Generalizing El Nino effects upon Maasai livestock using hierarchical clusters of vegetation patterns. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 66(6): 737-744.
- Buiatti M., 2005. Conservazione e valorizzazione della biodiversità in Biodiversità e aree naturali protette. Ed. ETS, Pisa: 191-217.
- Cabeza M. and Moilanen A., 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Ecology and Evolution* 16: 242–248.
- Chapin F.S., 2000. Consequences of changing biodiversity, *Nature*, 405: 234-242.
- Chen, D. and Brutsaert W., 1998. Satellite-sensed distribution and spatial patterns of vegetation parameters over a tallgrass prairie. *Journal of the Atmospheric Sciences* 55(7): 1225-1238.
- Comunità Europea, 1985. Council Decision 85/338/EEC del 27 giugno 1985, *Official Journal of the European Communities*, L 176, 6.7.1985, pp. 14-17.
- Consiglio dell'Unione Europea, (1979) Direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 Aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici, *Gazzetta Ufficiale* L. 103 del 25/04/1979.

- Royal Society, 2005 A user's guide to biodiversity indicators, EASAC (European Academies Science Advisory Council) policy report 04, The Royal Society, London (pp. 41).
- Consiglio dell'Unione Europea, (1992) Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 Maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, *Gazzetta Ufficiale* L. 206 del 22/07/1992.
- Consiglio dell'Unione Europea, (1993) Decisione del Consiglio 93/626/CEE, del 25 ottobre 1993, Relativa alla conclusione della Convenzione sulla diversità biologica, *Gazzetta Ufficiale* L. 309 del 13/12/1993.
- Darwin C., Wallace A., 1858. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *J. Proc. Linn. Soc. Lond., Zool.*, 3: 45-62.
- Diallo, O., A. Diouf, et al. 1991. AVHRR monitoring of savanna primary production in Senegal, West Africa: 1987-1988. *International Journal of Remote Sensing* 12(6): 1259-1279.
- Direttorato Generale per l'Ambiente, (2002) *EU Focus on nature protection*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, disponibile alla URL http://europa.eu.int/comm/comm./environment/natura/nature_conservation.
- Environmental System Research Institute, 1998. *ArcView User's Guide, ArcView Version 3.2*, Environmental System Research Institute, Redlands, California.
- Fisher R.A., Corbet A.S., Williams C.B., 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Anim. Ecol.*, 12: 42-58.
- Holling C.S., 1992. Cross scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems, *Ecological monographs*, 62 (4): 447 – 502.
- Jones C.J. *et al.*, 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers, *Ecology*, 78: 1946-1957.
- Kiss A., 2004. Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds?. *Ecology and Evolution* 19(5): 232-237.
- Leopold A.S., 1933. The conservation ethic, *Journal of Forestry*, 31:634-643.
- MacGillivray C.W. *et al.*, 1995. Testing predictions of the resistance and resilience of vegetation subjected to estreme events, *Funct. Ecol.*, 9: 640-649.
- Marchiori S., Medagli P., 2000. Aggiornamento delle schede dei p.SIC della Puglia. Progetto P.O.M.A. Società Botanica Italiana – Ministero Ambiente
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B. and Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.

- Noss R.F., 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach, *Conservation Biology*, 4:355-364.
- OECD (1993) *Core set of indicators for environmental performance reviews*, OECD Publications, Paris.
- Oosterheld, M., DiBella C.M., *et al.*, 1998. Relation between NOAA-AVHRR satellite data and stocking rate of rangelands. *Ecological Applications* 8(1): 207-212.
- Onori L., (a cura di), 2002. Un nuovo approccio per la valutazione della biodiversità- APAT-Manuali e Linee guida: 14/2002.
- Onori L., 1992. L'uso degli indici di diversità negli Studi di Impatto Ambientale. S.IT.E. Atti,14.
- Paruelo, J. M., H. E. Epstein, *et al.*, 1997. ANPP estimates from NDVI for the Central Grassland Region of the United States. *Ecology* 78(3): 953-958.
- Peters, A. J., M. D. Eve, *et al.* 1997. Analysis of desert plant community growth patterns with high temporal resolution satellite spectra. *Journal of Applied Ecology* 34: 418-432.
- Pinchot G.P., 1987. *Breaking new ground*, Island Press, Washington, D.C., (Reprint dalla pubblicazione originale edita da Harcourt, Brace &Co., New York, 1947).
- Provincia di Lecce –Settore Ambiente, 2006. PTCP della Provincia di Lecce. Disponibile alla URL: <http://www.provincia.le.it>
- Provincia di Lecce, 2003. Primo rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Lecce; disponibile alla URL <http://www.provincia.le.it>.
- PTCP Provincia di Milano disponibile alla URL http://www.temi.provincia.mi.it/pianificazione/ptcp/Home_ptcp.htm il 30/01/2006.
- Purvis A. *et al.*, 2000. Getting the measure of biodiversity, *Nature*, 405: 212-219.
- Ricotta, C., G. Avena, *et al.* 1999. Mapping and monitoring net primary productivity with AVHRR NDVI time-series: statistical equivalence of cumulative vegetation indices. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 54(5): 325-331.
- Rodrigues A.S., Cerdeira J.O. and Gaston K.J., 2000. Flexibility, efficiency, and accountability: adapting reserve selection algorithms to more complex conservation problems, *Ecography* 23: 565–575.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Shell, J.A., Deering, D.W., Harlan, J.C., 1974. *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation*, Final Report, NASA/GSFC, Greenbelt, MD.
- Salafsky, N. *et al.* (2001) A systematic test of an enterprise strategy for community-based biodiversity conservation, *Conserv. Biol.* 15:1585–1595

- Schlesinger W.H. *et al.*, 1990. Biological feedbacks in global desertification, *Science*, 247: 1043-1048.
- Scholes R.J. and Biggs R., 2005. A biodiversity intactness index. *Nature* 434: 45-49.
- Shannon C.E. and Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbans.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Singh A., 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data, In M.J. Eden e J.T. Parry (Eds), *Remote Sensing and Tropical Land Management*, Wiley & Sons, London, pp. 237-254.
- Smith, F. (1996) Biological diversity, ecosystem stability and economic development,
- Statterseld A.J., Crosby M.J., Long A.J. and Wege D.C., 1998. Endemic bird areas of the world. Priorities for conservation. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Tilman D., 1993. Community Diversity and Succession: The Roles of Competition, Dispersal, and Habitat Modification in Schulze, E. D. E Mooney, H. (Eds), *Biodiversity and Ecosystem Functions*, Springer- Verlag, Berlin, pp: 327-344.
- Tilman D., 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity, *Nature* 405: 208-211.
- Tilman, D., Downing J.A., 1994. Biodiversity and stability in grasslands, *Nature*, 367: 363– 365.
- UNEP, 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Programme, Nairobi, Kenya.
- Wardle D.A. *et al.*, 1997. The influence of island area on ecosystem properties, *Science*, 277: 1296-1299.
- Watkins J.R., 2002. The evolution of ecotourism in East Africa: from an idea to an industry. Summary of Proceedings of the East African Regional Conference on Ecotourism, Nairobi, Kenya. Wildlife and Development Series, International Institute for Environment and Development.
- Williams P.H. and Araujo M.B., 2000. Using probability of persistence to identify important areas for biodiversity conservation. Proceedings of the Royal Society London B 267: 1959–1966.
- Williams P.H., 1998. Key sites for conservation: area-selection methods for biodiversity. In: Mace G.M., Balmford A. and Ginsberg J.R. (eds) Conservation in a Changing World Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 211–249.
- Wilson E.O., 1999. Biodiversità. La violenza della natura, la resistenza della vita, Biblioteca Scientifica Sansoni, Milano.

WWF Italia, 1996. Settore Diversità Biologica, Ecosistema Italia, (prima stesura). WWFItalia, Roma disponibile on-line sul sito www.yepa.it.

WWF Italia, 2003. Dossier Biodiversità, disponibile alla URL <http://www.wwf.it>.

Zurlini, G., Zaccarelli, N., Petrosillo, I., (2004) Multi-Scale Resilience Estimates for Health Assessment of Real Habitats in a Landscape, in: Jorgenssen, S., Costanza, R., Xu, J. (Eds.), *Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*, CRC – Lewis Publ., Boca Raton, FL, pp. 303-330.