



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE, ALIMENTARI E AGRO-AMBIENTALI

Corso di Laurea Magistrale in Progettazione e Gestione
del Verde Urbano e del Paesaggio

Studio floristico vegetazionale della spiaggia di Lacona (Capoliveri) Isola d'Elba, ai fini di un'ipotesi di riqualificazione ambientale.

Candidato:

Lorenzo Flamini

Relatore: **Dott. Andrea Bertacchi**

Correlatore: **Dott. Bruno Foggi**

Anno accademico 2014/2015

Era il 1952 quando Braun-Blanquet, riferendosi agli *Ammophiletea*, scriveva:
“...la distruzione delle dune e la costruzione di strade e di stabilimenti ne hanno fatto sparire una buona parte, e c'è da temere che un raggruppamento interessante da tutti i punti di vista possa scomparire definitivamente in un avvenire poco lontano, se le autorità e i gruppi per la protezione della natura non interverranno...”
(Braun-Blanquet & Roussine Nègre, 1952).

*"Tra vent'anni sarai più infastidito dalle cose che non hai fatto che da quelle che hai fatto.
Perciò molla gli ormeggi, esci dal porto sicuro e lascia che il vento gonfi le tue vele.
Esplora. Sogna.Scopri."
(Mark Twain, 1883)*

INDICE

1 Introduzione	3
1.1 Formazione della duna	4
1.1.1 Struttura di un sistema dunale	5
1.2 La problematica dell'antropizzazione di habitat dunali	9
1.3 Parco Nazionale Arcipelago Toscano	14
1.3.1 Inquadramento territoriale del Parco	15
1.3.2 La <i>mission</i> del Parco	16
2 Materiali e metodi	17
2.1 Localizzazione geografica	17
2.2 Interventi del Parco su Lacona	19
2.3 Lineamenti climatici	20
2.4 Lineamenti pedologici e sedimentologici	24
2.5 Lineamenti vegetazionali	28
2.6 Metodologia adottata	31
2.6.1 Analisi diacronica	31
2.6.2 Analisi della vegetazione	32
3 Risultati	35
3.1 Analisi diacronica	35
3.2 Analisi floristico vegetazionale	37
3.2.1 Flora	37
3.2.2 Spettro biologico	40
3.2.3 Spettro corologico	42
3.3 Vegetazione	43
3.4 Analisi della vegetazione	49
4 Conclusioni	53
4.1 Discussione	53
4.2 Criticità individuate legate alla presenza antropica	53
4.3 Proposte progettuali per la riqualifica del sistema dunale	57
4.4 Considerazioni conclusive	66
Riferimenti bibliografici	68
Riferimenti sitografici	71

1. INTRODUZIONE

Le spiagge, le dune costiere e subcostiere, gli ambienti ad esse associati, risultano essere tra gli ecosistemi più vulnerabili e più seriamente minacciati su scala mondiale (*Ispra, 2009 a*). In merito a quanto affermato, attorno a questo ambiente gravitano numerosi e diversi interessi dell'uomo: da quello di tipo turistico, passando poi per quello urbanistico ed arrivando, infine, a quello di tipo naturalistico-ambientale.

Assai spesso i processi diretti o indiretti legati alle attività umane sono causa di importanti alterazioni dell'ambiente su cui insistono. Questi fenomeni hanno avuto una tale diffusione che è ormai difficile incontrare sistemi dunali veramente ancora integri (*Gehu e Biondi, 1994*).

Per diversi secoli la colonizzazione delle aree costiere d'Italia ha interessato per lo più le foci dei principali fiumi, le adiacenti fertili pianure e le insenature più protette. Al contrario, agli inizi del secolo scorso, la realizzazione di grandi infrastrutture, quali strade e ferrovie, ha dato il via al processo di urbanizzazione delle coste e del loro conseguente sfruttamento. Ed è proprio in tempi più recenti che questi ecosistemi sono stati esposti a molteplici e spesso combinati fattori di disturbo (*Fierro, 1999*). In prossimità di questi, infatti, sono sorti nuovi edifici, strade e strutture varie ad uso civile, si è assistito ad un aumento del traffico marino e la necessità di costruire nuovi porti. Queste stesse cause, in maniera progressiva, hanno contribuito, insieme ai fenomeni naturali, al processo di erosione costiera che interessa foci fluviali e spiagge. A tutto ciò dobbiamo aggiungere anche l'abbandono delle campagne, gli interventi di bonifica, l'estrazione di materiale dai fiumi e gli interventi di regimazione dei corsi d'acqua (tal volta inutili e dannosi). Difatti l'intenso sviluppo urbano, infrastrutturale e turistico, che ha interessato i litorali italiani nell'ultimo secolo, ha determinato un deterioramento generale della loro componente più delicata: le dune costiere (*Macchia et al., 2005*).

Numerosi studi basati sul confronto dei dati cartografici storici con le immagini aerofotografiche e satellitari, oltre ai dati di campo, hanno dimostrato che a fronte di uno sviluppo costiero di circa 7500 km, in cui i litorali sabbiosi rappresentano circa il 50% , il 58% dell'intero litorale nazionale è soggetto ad occupazione antropica intensiva, il 13% è interessato da occupazione estensiva, mentre solo il 29% della costa è libero da insediamenti (*WWF Italia, 2012*).

Se consideriamo il fatto che parte del litorale comprende anche coste rocciose, non idonei ai sistemi dunali, possiamo facilmente arrivare alla conclusione che i litorali sabbiosi non antropizzati sono in netta minoranza (*Fierro, 1999*).

Nei sistemi dunali fortemente degradati, come quelli che si possono ritrovare sulle coste sabbiose del Mediterraneo, è notevole l'attività antropica legata soprattutto all'urbanizzazione ed al turismo balneare, fortemente aumentato negli ultimi decenni, come d'altronde nel resto della penisola.

Il presente elaborato tratta di un'indagine sulla flora e sulla vegetazione dell'unico ambiente dunale residuo proprio presso una nota ed ambita meta turistica della Toscana: l'Isola d'Elba.

Qui il cambiamento nell'uso del suolo, con il passaggio da aree terrazzate e coltivate a vegetazione di macchia, con la conseguente riduzione dell'erosione e quindi del materiale che alimenta le spiagge, e soprattutto lo sfruttamento e le sistemazioni a scopi urbanistici e balneari delle coste, ha eliminato l'ambiente dunale quasi ovunque (Foggi *et al.*, 2006). In tutta l'Isola, infatti, l'unico area che ancora presenta una vegetazione ascrivibile a quella di un sistema dunale è la spiaggia denominata "Lacona", presso il comune di Capoliveri.

1.1 Formazione della duna

Il termine "duna" deriva dall'olandese medio "dune" che significa piccolo rilievo, collina, altura. Le dune sono corpi sabbiosi di origine eolica la cui forma, altezza ed estensione dipendono dalla direzione del vento, dal rifornimento di sabbia e dalla vegetazione che insiste su di essa.

Si distinguono vari tipi di dune, a seconda dell'orientamento e della loro disposizione relativa rispetto alla direzione dei venti dominanti. Le dune costiere sono di norma dune trasversali, cioè disposte ortogonalmente ai venti dominanti e si muovono lentamente man mano che la sabbia viene spinta in salita fino alla cresta per poi ricadere sul lato opposto per gravità (Figura 1).



Figura 1 - Processo di formazione di una duna.

Le dune litoranee rispetto a quelle mobili dell'entroterra si differenziano per la presenza di vegetazione che ne blocca, tramite un effetto siepe, l'avanzamento verso l'entroterra.

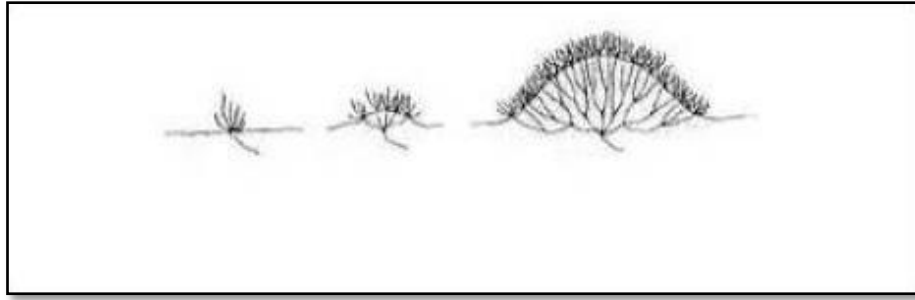


Figura 2 - Ruolo delle piante nella formazione della duna.

Considerando il fatto che la vegetazione può instaurarsi soltanto ad una certa distanza dalla linea di costa, le dune corrono generalmente parallele a questa, indipendentemente dalla direzione dei venti dominanti.

I cordoni dunali costituiscono ambienti con caratteristiche ecologiche difficili per la vita:

- Substrato incoerente, povero di nutrienti, mobile e altamente drenante;
- Esposizione a venti salsi;
- Forte irraggiamento;

Pertanto le piante adatte a questo tipo di ambiente sono poche ed estremamente specializzate e la vegetazione tipica è detta *psammofila*.

1.1.1 Struttura di un sistema dunale

La vegetazione tipica di un ambiente dunale si definisce come '*psammofila*' ovvero quel complesso di popolamenti vegetali composto da specie che si adattano alla vita su substrati fortemente incoerenti, prevalentemente sabbiosi di norma litoranei. Le caratteristiche principali di questo ambiente sono le seguenti:

- forte carenza di elementi nutritivi;
- elevato deficit idrico;
- elevata ventosità;
- presenza ciclica di aerosol marino;
- basse temperature invernali;
- alte temperature estive;
- substrati tendenzialmente salini.

Si tratta di un tipo di ambiente che seleziona specie ad alto grado di specializzazione sia dal punto di vista morfologico che fisiologico, dando luogo a popolamenti che si differenziano per composizione floristica al minimo variare delle caratteristiche ecologiche (Gratani et al., 2013).

In assenza di disturbi antropici, la vegetazione psammofila, composta prevalentemente da entità erbacee, si organizza su fasce di vario spessore di norma parallele alla linea di costa, seguendo una dinamica di zonazione strettamente legata alla formazione e alla morfologia della duna stessa (Figura 3).

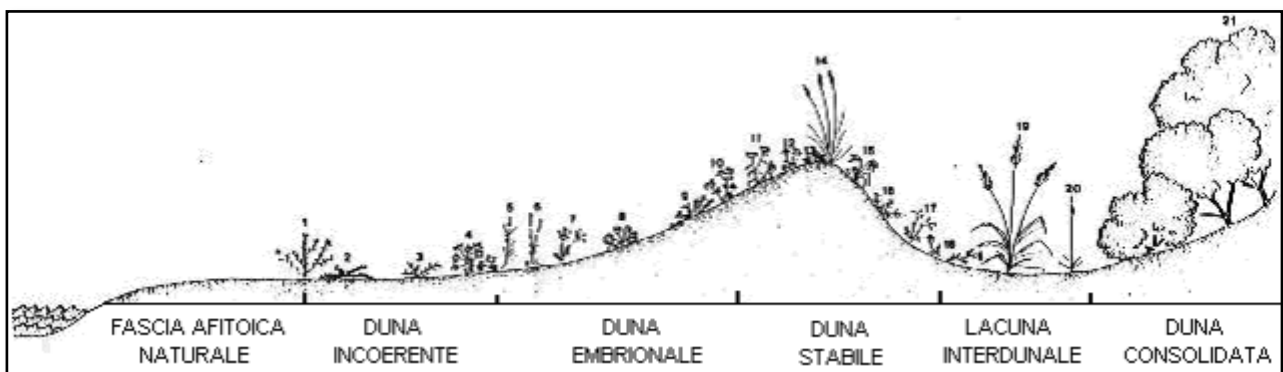


Figura 3 – Dinamica di zonazione tipica di un sistema dunale.

Dalla linea di costa fino al livello massimo di alta marea, non è possibile la vita per nessun tipo di vegetale terrestre in quanto il substrato è saturo di sale, proprio perché soggetto all'alternanza delle maree e al moto ondoso; tale tratto è denominato fascia afitoica; subito dopo questa fascia, di norma a circa 50 metri dalla linea di costa, le specie pioniere iniziano la colonizzazione dell'arenile: si tratta di piante a ciclo annuale (terofite), che germinano in autunno oppure inverno e che a volte hanno un periodo vegetativo di appena uno o due mesi; all'inizio dell'estate i frutti si aprono, fanno cadere i semi e coperti dalla sabbia rimangono quiescenti fino all'autunno successivo.

Le specie più comuni sono *Cakile maritima* Scop., associata talvolta con altre specie a ciclo breve quali *Euphorbia peplis* L. e *Salsola kali* L. .

Pur essendo specie di piccole dimensioni, in alcuni casi con portamento prostrato e con modesta copertura del suolo, queste specie rappresentano già una barriera per la sabbia trasportata dal vento, che vi si accumula, dando origine alla duna incoerente; inizia un processo di auto-organizzazione in cui la vegetazione si costruisce il proprio ambiente (Pignatti, 2002).

Su questi piccoli cumuli di sabbia più stabili si insedia quindi una graminacea perenne: *Elymus farctus* Viv., questa ha rizomi orizzontali che strisciano sotto circa 5 cm di sabbia, consolidando il cumulo che si va formando, mentre i culmi fioriferi alti fino 30-40 cm intrappolano sempre più

granelli di sabbia formando accumuli più alti, talvolta, anche pochi decimetri, ma che danno la possibilità ad altri semi di germinare.

In questo contesto si possono rinvenire anche *Echinophora spinosa* L., *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.P. Guo, *Anthemis maritima* L., *Sporobolus pungens* Schreber; *Euphorbia peplis* L., questa fascia è denominata: duna embrionale.

Internamente a questa fascia si inserisce un'altra graminacea perenne: *Ammophila arenaria* L.; la principale differenza fisionomica tra le due graminacee è la straordinaria capacità di accostamento di *Ammophila* che spesso da origine a coperture estremamente elevate rappresentate da pochi individui policormici. Questo complesso costituisce un ostacolo ben più difficile da oltrepassare per la sabbia trasportata dal vento, e mentre questa rimane intrappolata tra le foglie e i culmi dell'*Ammophila*, quest'ultimi si accrescono creando nuovi spazi per la sabbia; la duna si accresce e permette ad altre specie di affermarsi.

La morfologia dunale assume aspetti più importanti e si viene così a formare la duna stabile (in altro modo chiamata anche duna bianca o, paradossalmente, talvolta, duna mobile. Il substrato è anche qui sabbioso ma con una certa componente in sabbia più fine così da risultare più compatto. Ad *Ammophila* si associano *Echinophora spinosa* L., *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia paralias* L., *Pancratium maritimum* L.

Da questa fascia procedendo verso l'interno, la deposizione di sabbia da parte del vento è quasi completamente cessata e anche i processi erosivi sono limitati; qui, sulle coste mediterranee, si sviluppano associazioni di specie psammofile camefite come: *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, *Achillea maritima* L., *Anthemis maritima* L., *Ononis variegata* L. e, alle latitudini più meridionali *Crucianella maritima* L.; tale fascia è denominata duna consolidata.

		Dune embrionali	Dune mobili	Dune consolidate
Associazioni tipiche a partire dal mare	Associazione pioniera a terofite alo-mitrofile <i>Salsolo-Cakiletum aegyptiaceae</i>	<i>Sporoboli arenarii-Agropyretum juncei</i>	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae</i>	Vegetazione camefitica del <i>Crucianelletum maritimae</i> Associazioni della macchia mediterranea <i>Pistacio-Rhammetalia</i>
Specie dominanti	<i>Cakile maritima</i> <i>Salsola kali</i> <i>Euphorbia peplos</i>	<i>Agropyron junceum</i> <i>Sporobolus pungens</i> <i>Cyperus kalli</i>	<i>Ammophila littoralis</i> <i>Echinophora spinosa</i> <i>Eryngium maritimum</i> <i>Anthemis maritima</i>	<i>Crucianella maritima</i> <i>Pancreatium maritimum</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>J. phoenicea</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Myrtus communis</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Calicotome spinosa</i> <i>Phyllirea angustifolia</i> <i>Cistus salvifolius</i> <i>C. monspeliensis</i>

Figura 4 - Esempio di un sistema dunale tipico del litorale tirrenico.

Spesso, In questa dinamica morfologica, come successione a questa fascia si vengono a formare delle fasce interdunali, ovvero depressioni che si vengono a creare tra una duna e quella successiva. In questi ambienti si ha una differenziazione del suolo in quanto vi si deposita il materiale limoso e i resti organici del sistema dunale.

La lacuna interdunale tende così ad abbassarsi sempre più, mentre avviene un processo di selezione delle particelle che si depositano, in favore di materiali più fini, in questo modo anche l'acqua di falda può risalire più facilmente (anche se, data la vicinanza del mare, spesso la falda è costituita da acqua salmastra). In questo ambiente la flora è completamente diversa da quella dunale, infatti non vi sono i fattori limitanti costituiti dall'azione eolica e dall'incoerenza del substrato e il principale fattore selettivo diventa la capacità di captare acqua e quindi l'approfondimento dell'apparato radicale. Qui si insedia una vegetazione di tipo meso-igrofilo con specie spesso alotolleranti.

Proseguendo lungo la linea di un transetto ideale, nella fascia successiva si posiziona la duna consolidata interna. In questa fascia di transizione all'ambiente continentale, la copertura si compone di specie legnose. Generalmente la fase pioniera è costituita da una macchia arbustiva composta da *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (S&S.) Neilr, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman, *Phillyrea angustifolia* L. *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L. .

Questa tipologia vegetazionale, tuttavia non riesce ancora ad evolvere in foresta per la concomitante azione limitante del vento e dello scarso spessore del suolo e dunque le specie che la compongono hanno un portamento arbustivo. Talvolta si può gradualmente evolvere dalla macchia arbustiva in

una “lecceta” ad alto fusto, in cui lo strato dominante è costituito da *Quercus ilex* L. (Audisio et Muscio, 2002).

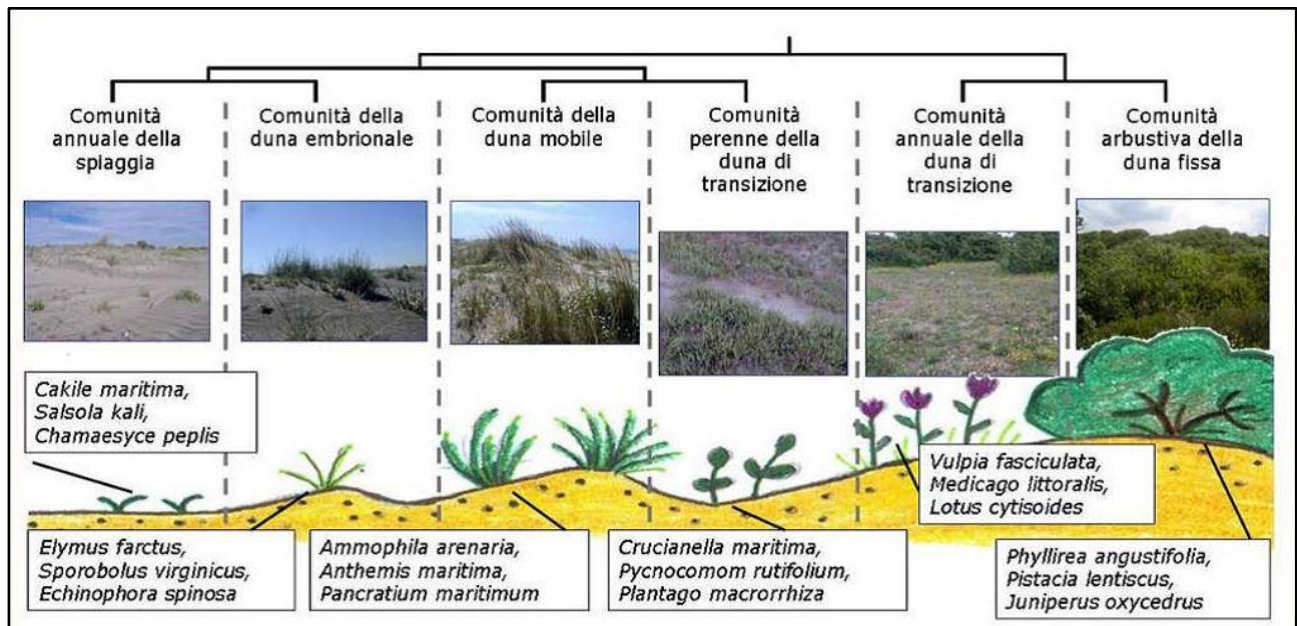


Figura 5 – Distribuzione spaziale delle comunità vegetali (Ispra, 2009 b).

Sebbene in Italia, la selva litoranea sia spesso costituita da pinete, non si deve dedurre che la vegetazione dei litorali tenda naturalmente a questa tipologia forestale, generalmente, infatti, si tratta di pinete impiantate dall’uomo. Questo è deducibile anche dalle specie che compongono tali formazioni: *Pinus pinea* L., largamente impiantato dal ‘600 per il seme; *Pinus pinaster* Aiton, impiantato per il legname o a protezione delle pinete da pinoli (Tomei et al., 2004); *Pinus halepensis* Mill, con popolamenti antichi seminaturali nei litorali tirrenici ma presente prevalentemente in ambiente costiero rupestre (Arrigoni et al., 2006-2014).

1.2 La problematica dell’antropizzazione di habitat dunali

Come già affermato in precedenza, le spiagge in tutto il Mediterraneo, e particolarmente in Italia, da alcuni decenni sono esposte ad un impatto antropico generalizzato, che in molti casi ha portato ad un’alterazione irreversibile, che ne ha snaturato la funzione ecologica: una delle cause principali di questo processo di degradazione è da ricercare proprio nell’attività antropica e nelle sue conseguenze. Di seguito si riportano alcune di esse:

- *Urbanizzazione e abusivismo.* In molti ambienti litorali del nostro paese, le spiagge sono state spesso completamente urbanizzate, addirittura nel Sud Italia vengono tollerate

costruzioni sino a pochi metri dal mare, realizzando una sorta di privatizzazione di fatto, ovviamente eseguite in maniera del tutto abusiva. Questi insediamenti impediscono di raggiungere la costa, che in teoria dovrebbe essere un bene di tutti. Nelle località turistiche, le aree di campeggio hanno invece invaso le dune arretrate e la selva litoranea, soprattutto dove prevale solitamente la pineta (Pignatti, 2002).

- *Presenza di rifiuti.* Una conseguenza legata all'attività umana è anche l'accumulo di rifiuti sulla spiaggia, che possono essere abbandonati dallo stesso turista indisciplinato oltre che esser portati dal mare (Figura 6). In generale i rifiuti sono composti da materiale organico, e finendo sulla spiaggia divengono causa di eutrofizzazione nell'ambiente dunale, ciò favorisce la diffusione di piante ed animali a carattere invasivo (Figura 7).



Figure 6 e 7 - Rifiuti organici e non spiaggiati (a sx). Ingressione di *Carpobrotus acinaciformis* (a dx) nei pressi di stabilimenti balneari (Foto Ispra, 2009 b).

- *Barriere ed infrastrutture.* Un elemento di disturbo antropico sono la realizzazione di strutture lineari artificiali (come muri, siepi, strade, edifici, etc.) (Figura 8) frapposte ai singoli frammenti di ambienti dunali e funzionano proprio come barriere ostili ai movimenti, interferendo con le dinamiche dispersive degli individui di specie più sensibili (Wiens, 1989; Trombulak et Frissell, 2000).



Figura 8 - La barriera rappresentata dalla strada costiera nel sistema dunale del Parco Nazionale del Circeo (Foto Ispra, 2009 b).

- *Turismo di massa*. Lo sfruttamento turistico delle spiagge è avvenuto in maniera incontrollata ed al di fuori di ogni pianificazione, spesso quindi con risultati distruttivi. Durante la stagione estiva si ha una grande concentrazione di bagnanti, che in generale rimangono sull'arenile senza vegetazione. La semplice presenza di bagnanti su questa fascia non sarebbe un danno per le dune, che stanno in una posizione più arretrata, tuttavia le abitudini dell'uomo sono esigenti e normalmente sono richieste grandi aree di parcheggio con percorsi rapidi per arrivare alla spiaggia e che generalmente vengono fatti passare attraverso le dune stesse (*Figura 9*). Inoltre, durante le ore calde, talvolta i bagnanti si rifugiano tra le dune accentuando il fenomeno del calpestio. Queste motivazioni sono causa di danni all'ambiente dunale, per di più la vegetazione tipica può essere danneggiata anche dalla semplice sistemazione di sedie ed ombrelloni. Addirittura in molti casi i bagnanti e le stesse concessioni balneari, per disporre di maggior spazio, arrivano ad occupare la spiaggia fino al fronte dunale (*Figura 10*).



Figura 9 - Vie preferenziali dei bagnanti ed effetto dell'erosione eolica su di esse (Foto Ispra, 2009 b).



Figura 10 - Interfaccia fronte dunale e pressione antropica (Bovina, 2009; Ispra, 2009 b).

- *Passaggio di veicoli.* Un impatto ulteriore è provocato dal passaggio di veicoli (Figura 11 e 12), infatti sono assai frequenti i casi in cui auto, fuoristrada e moto attraversano le dune e lasciano solchi profondi nella sabbia. Questi solchi vengono poi approfonditi anche dall'azione del vento che dà inizio all'erosione. Dunque la permanenza dei bagnanti ed il passaggio dei mezzi a motore sono in grado di distruggere in pochi momenti il delicato equilibrio tra sabbia e vegetazione, che aveva richiesto anni per stabilizzarsi.



Figure 11 e 12 - Transito e sosta di veicoli in ambiente dunale a Torregrande, Oristano (Foto Gruppo d'Intervento Giuridico Onlus, 2011).

- *Pulizia meccanizzata.* Un'altra problematica tipica di ambienti litoranei sabbiosi, che si verifica in ogni stagione estiva e non, è la pulizia meccanizzata della spiaggia (Figura 13 e 14) che in genere è causa dei seguenti danni:

- danni legati alla demolizione delle forme embrionali di deposito;
- danni legati all'alterazione del grado di addensamento del sedimento di spiaggia che rende più efficace l'azione erosiva delle onde;
- danneggiamento della vegetazione pioniera;
- danni legati alla sottrazione delle biomasse vegetali spiaggiate (essenziali nella dinamica trofica ed ecologica dell'ambiente spiaggia-duna oltreché marino-costiero).



Figura 13 e 14 – Preparazione dell'arenile per la stagione balneare (a sx) e livellamento dei mezzi meccanici sulla spiaggia (a dx) (Foto Ispra, 2009 b).

Nei litoranei sabbiosi che ricadono in un'area protetta, pur considerando le necessità di pulizia imposte dalla fruizione turistica, non possono essere tollerate azioni grossolane. Spesso tali interventi, del tutto incuranti della fragilità e la vulnerabilità dei sistemi spiaggia-duna, vengono attuati anche al di fuori della stagione balneare e in inverno, proprio quando le spiagge sono meno profonde e le mareggiate più intense, aumentando i fattori di degrado descritti in precedenza (Bovina, 2004).

Questi fattori appena elencati, insieme ad altri di origine antropica, congiunti ai naturali processi di erosione ed al consistente aumento del livello marino, conseguenza del cambio climatico, stanno mettendo in ginocchio gli habitat dunali. Il risultato è che su ampie fasce costiere aperte alla balneazione, questi ambienti risultano essere in degrado, alcuni di essi sono già scomparsi ed altri sono a forte rischio.

La condizione odierna dei litorali è molto lontana da quella naturale e questo può sembrare sconcertante: malgrado ciò, non tutto è perduto, perché ancora esistono le vie per il recupero di tali ecosistemi, che sono parte essenziale dell'identità ambientale e culturale del nostro paese (Pignatti, 2002).

1.3 Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano

Il Parco Nazionale Arcipelago Toscano è l'Ente incaricato del coordinamento del Progetto LIFE13 NAT/IT/000471 "*Island conservation in Tuscany, restoring habitat not only for birds*" - RESTO CON LIFE.

Il progetto, che coinvolge numerosi partner associati, ha tra i suoi obiettivi anche la riqualifica del sistema dunale della spiaggia di Lacona, presso Capoliveri.

Il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano attualmente è considerato il parco marino più grande del Mediterraneo in quanto comprende sette isole, diversi isolotti e scogli che emergono nell'ampio tratto del Mar Tirreno.

L'Ente è stato istituito nel 1996 e si estende su un'area di circa 79.160 ha tra le province di Livorno e Grosseto. Si tratta di uno dei Parchi Nazionali italiani con la più forte integrazione tra terra e mare, rispettivamente con 22% e 78% .

1.3.1 Inquadramento territoriale del Parco (Figura 15)

Il territorio incluso nel perimetro dell'area tutelato dall'Ente Parco include circa il 50% dell'Isola d'Elba e il 40% dell'Isola del Giglio, l'80% dell'Isola di Capraia e il 100% delle isole minori. Sono inclusi 11 Comuni:

- sull'Elba: Portoferraio (che comprende anche Montecristo), Porto Azzurro, Capoliveri, Campo nell'Elba (che comprende Pianosa), Marciana, Marciana Marina, Rio Elba e Rio Marina;
- il Comune di Capraia;
- il Comune del Giglio (valido anche per Giannutri);
- Livorno (valido anche per Gorgona).

Superficie a tutela: s. marina 60.000 ha – s. terrestre 18.000 ha

Popolazione insediata: circa 31.000 abitanti

Popolazione estiva: superiore a 200.000, con elevato turnover

Dal punto di vista amministrativo l'Ente afferisce alle due province più meridionali della Toscana: l'Elba, Gorgona, Capraia, Pianosa, Montecristo ricadono sotto Livorno. Invece sotto la Provincia di Grosseto ricadono il Giglio e Giannutri.

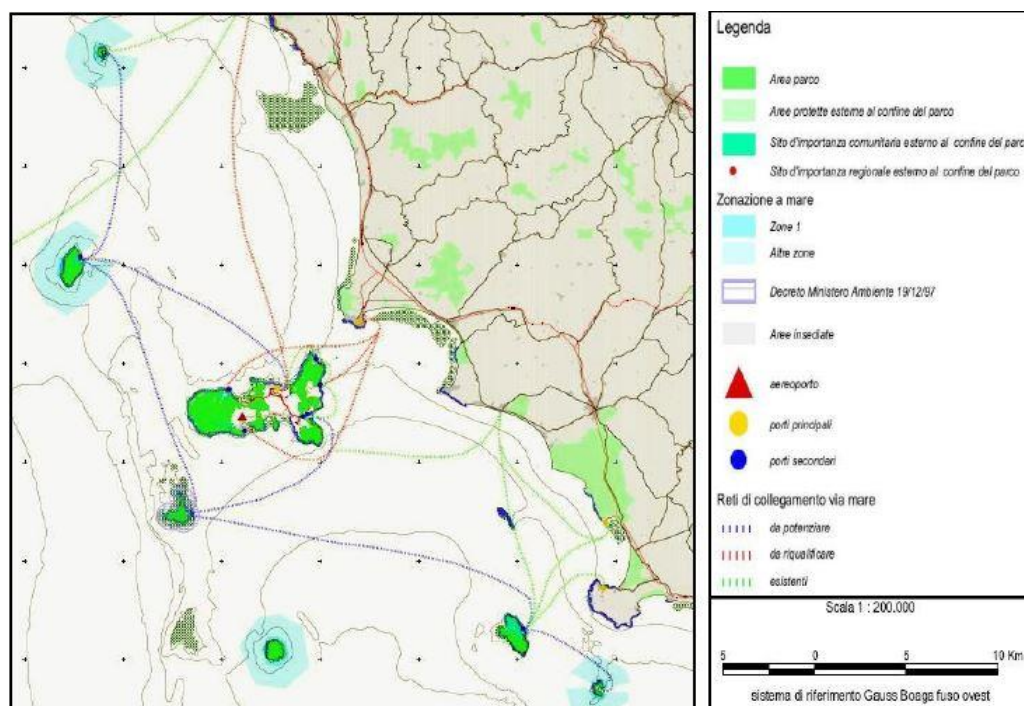


Figura 15 - Carta dell'area di competenza del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.

1.3.2 La *mission* del Parco

Il Parco tutela il patrimonio naturale e ambientale garantendo la conservazione della biodiversità in un territorio riconosciuto area importante per la diversità vegetale e animale. Custodisce e valorizza il patrimonio storico, artistico e culturale delle isole, favorisce la diffusione della consapevolezza ambientale e del rispetto della natura e contrasta gli illeciti ambientali. Il Parco è una risorsa di valore nazionale che vuole operare come laboratorio culturale per conseguire la condivisione delle regole dell'area protetta e salvaguardare il patrimonio naturale facendo leva sull'apprendimento e lo sviluppo culturale. Infatti insieme alla popolazione locale, l'Ente sostiene il turismo e lo sviluppo economico dell'Arcipelago, accrescendo la sua notorietà e promuovendo i prodotti tipici e le tradizioni agroalimentari del posto.

L'Ente Parco è in continuo contatto con il Ministero dell'Ambiente in quanto sottoposto alla sua vigilanza diretta; inoltre ha rapporti istituzionali con tutte le amministrazioni locali che ricadono anche solamente per una parte del loro territorio entro i confini del Parco stesso.

Come precedentemente accennato, l'Ente si sta adoperando per attuare un processo di riqualifica dell'ambiente dunale presso Lacona. Pertanto l'obiettivo della tesi è quello di fornire ed implementare dati floristico-vegetazionali dell'habitat oggetto di studio, utili alla gestione della spiaggia stessa, in quanto è ben noto che, al fine di ottenere una stima sulla severità dell'alterazione ambientale, sono oggetto di valutazione anche le condizioni delle comunità vegetali e dei relativi habitat, le quali devono essere considerati bioindicatori dello stato di conservazione degli ecosistemi costieri (*Gèhu e Biondi, 1994; Bertacchi et Lombardi, 2009*).

2. MATERIALI E METODI

2.1 Localizzazione geografica

L'Isola d'Elba è situata tra il mar Ligure a nord, il canale di Piombino ad est, il mar Tirreno a sud e il canale di Corsica ad ovest, posta a circa 10 km dalla costa. È la più grande delle isole dell'Arcipelago Toscano e la terza più grande d'Italia. Assieme alle altre isole dell'arcipelago (Pianosa, Capraia, Gorgona, Montecristo, Giglio e Giannutri) fa parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.



Figura 16 - Localizzazione geografica del Golfo di Lacona presso l'Isola d'Elba.

Il Golfo di Lacona, il più profondo dell'Elba (circa 3 km), molto ampio ed aperto ai venti meridionali, è situato nella parte sud-orientale dell'isola, tra Capo Fonza verso occidente e la penisola di Capo Stella ad oriente. È circondato da coste scoscese, coperte da vegetazione, e protegge in fondo due spiagge sabbiose: quella ad ovest, piuttosto piccola e poco frequentata; quella ad est, lunga più di 1 km, è la spiaggia più grande del territorio capoliverese, molto frequentata e circondata da numerose attività ed insediamenti turistici.

Come già citato in precedenza, l'intera spiaggia di Lacona è vincolata poiché ricade sotto la tutela del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano (istituito nel 1996 con D.P.R. del 22/7/1996).



Figura 17 - Area sotto tutela del PNAT (*Geoscopia*), scala 1:5000.

Nonostante i vincoli di inedificabilità collegati alla normativa vigente, sulla spiaggia, nel tempo, si sono venute a creare profonde alterazioni del sistema dunale anche in conseguenza della passata privatizzazione dell'area. Per procedere ad una gestione attiva e alla realizzazione di interventi di riqualificazione morfologica e funzionale, qualche anno fa si è resa la necessità di attivare un processo di salvaguardia. Per questo motivo, grazie alla sensibilità di diversi soggetti, è nato un movimento di opinione che è sfociato nella realizzazione di un comitato con personalità giuridica che è stato in grado di reperire fondi da impiegare per l'acquisizione in proprietà pubblica di alcune particelle, poste in vendita sul mercato. Il comitato si era prefisso di costituire un azionariato popolare come formula espressiva della multiproprietà da donare quindi all'Ente Parco.

Nel 2012, di fatto, l'Ente Parco ha definitivamente acquisito l'area di interesse (per una cifra superiore al milione e mezzo di euro) e sta attualmente valutando quale sia la pianificazione da adottare per poter salvaguardare al meglio l'area.

La linea di costa della zona di interesse si estende per circa 1 km ed è in gran parte occupata da sedimenti sabbiosi, con una superficie di circa 33.000 m². Ad ogni modo, la lunghezza complessiva del tratto costiero oggetto di intervento dell'Ente Parco è di circa 500 metri.

La spiaggia risulta maggiormente antropizzata soprattutto negli estremi verso Est e verso Ovest con la presenza di stabilimenti balneari, strutture ricettive e abitazioni sparse.

La presenza di habitat prioritari ha consentito la recente nomina dell'area come sito d'interesse comunitario (SIC), come previsto dalla *Direttiva Habitat* n. 92/43/CEE, relativa alla conservazione di habitat naturali e seminaturali, della flora e fauna selvatiche, approvata dalla Commissione

Europea che ha lo scopo di promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione di ecosistemi naturali nel territorio europeo.

L'intera spiaggia rientra nel perimetro di competenza del PNAT, che ne ha definito la sua zonizzazione (Figura 18):

- zona B (in verde) per la tutela naturalistica, in cui vi rientrano le aree meglio conservate e di maggiore interesse ambientale;
- zona C (in giallo) per le aree a vocazione agricola, queste corrispondono a gran parte dell'area di Lacona;
- zona DE (in viola) per le strutture ricettive ed attività, in cui sostanzialmente valgono le norme del piano urbanistico comunale.

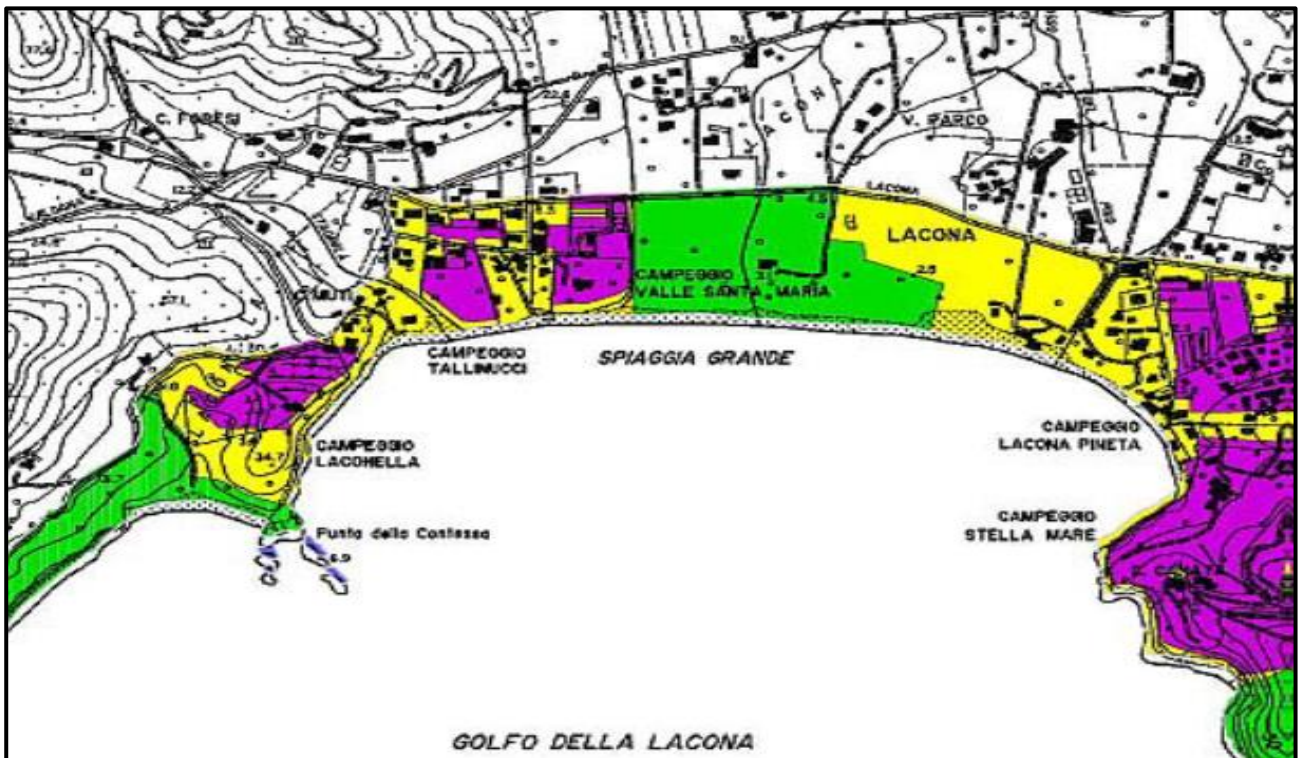


Figura 18 - Zonizzazione del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano: verde per la zona B, giallo per la zona C e viola per la zona DE (Cartografia Ente Parco).

2.2 Interventi del Parco su Lacona

Come già anticipato nel capito introduttivo, l'Ente Parco Nazionale Arcipelago Toscano è il beneficiario incaricato del coordinamento del Progetto "LIFE13 NAT/IT/000471, Island conservation in Tuscany, restoring habitat not only for birds - RESTO CON LIFE".

Dunque gli interventi pianificati, che fanno parte di tale progetto, riguardano aspetti legati alla gestione della vegetazione dunale, razionalizzazione del carico turistico stagionale e ripristino della

morfologia dunale. Più specificatamente l'Ente cercherà di realizzare la gestione concentrandosi soprattutto sui seguenti punti:

- protezione del piede della duna e ripristino morfologico del cordone dunale mediante la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica;
- eradicazione di specie vegetali alloctone, quali *Carpobrotus spp*, *Agave sp.pl.*, *Opuntia sp.pl.*, mediante interventi di asportazione manuale;
- razionalizzazione del carico turistico, mediante creazione di accessi strutturati in legno e/o plastica riciclata, posa di staccionate, chiusura di accessi impropri, collocazione di pannelli informativi e di divieto, etc.

Quasi tutto l'arenile risulta essere stato assegnato in concessione per attrezzature temporanee balneari che talvolta, espandono, in estate, le loro strutture fino al piede dunale. Sono da aggiungere anche i casi frequenti di abusivismo, mai sufficientemente arginati, che si ripetono ogni stagione estiva proprio sulle dune stesse.

Attualmente, con l'intervento del PNAT, se questo processo di degrado sembra essersi arrestato, tuttavia ancora non appaiono miglioramenti percettibili. Pertanto risulta necessario formulare e realizzare una gestione diretta, soprattutto attiva nella quotidianità della spiaggia, per evitare la degradazione del patrimonio di biodiversità verso un processo senza ritorno. Una riqualificazione paesaggistica sarebbe vista positivamente dagli abitanti locali e non, difatti l'Ente Parco vuole promuovere una gestione incentrata sull'eco-turismo, ovvero una forma di turismo basata sull'impegno ambientale e sociale.

2.3 Lineamenti climatici

L'elevata estensione latitudinale della penisola italiana, la presenza di complessi sistemi orografici orientati nel senso della longitudine e latitudine, e la vicinanza delle masse continentali africana ed euroasiatica determinano una elevata diversità di regioni climatiche, bioclimi e tipi climatici a seconda che prevalgano influenze tropicali o medio-europee (*Blasi et al.*, 2005).

L'area di studio ricade nella fascia di clima temperata calda, secondo la classificazione climatica di *Köppen*. Questa regione climatica interessa la fascia litoranea tirrenica dalla Liguria alla Calabria, la fascia meridionale della costa adriatica e la zona ionica, in cui si riscontrano:

- una media annua da 14.5 a 16.9°C;
- una media del mese più freddo da 6 a 9.9°C;
- 4 mesi con media > 20°C;

- un'escursione annua da 15 a 17°C.

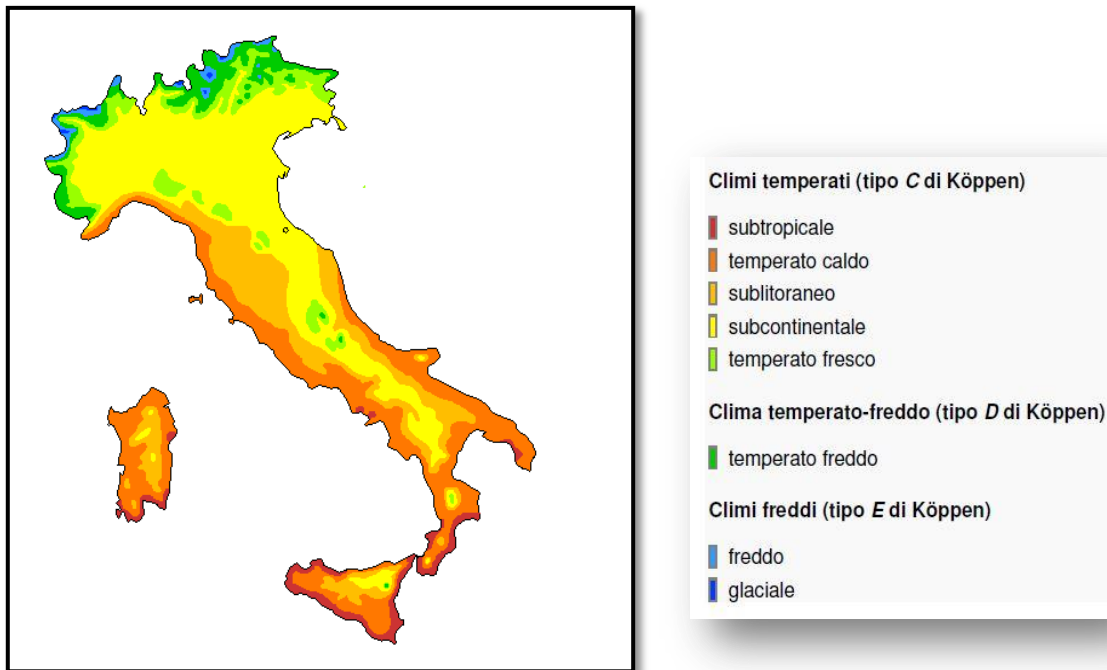


Figura 19 - Classificazione climatica dell'Italia secondo KÖPPEN.

Per la caratterizzazione climatica della zona in esame sono stati utilizzati i dati della stazione termopluviometrica di Portoferraio, sita a circa 1 km di distanza dal luogo di studio.

Altitudine stazione : 25 m s.l.m.

Coordinate geografiche: Latitudine N: 42° 49' - Longitudine E: 10° 20'

I dati sono pubblicati negli Annali idrografici del Servizio idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, integrati con quelli pubblicati dall'ISTAT, annuario di statistiche meteorologiche, relativi alle temperature e precipitazioni medie e alle temperature medie massime e minime, per il periodo 1961-2000, sufficientemente lungo per consentire di individuare con affidabilità le caratteristiche climatiche del territorio. Infatti, la determinazione della variabilità climatica utile ai fini fitoclimatici segue la proposta già consolidata (Blasi *et al.*, 1988; Blasi, 1994) in cui si prendono in esame stazioni termopluviometriche e le relative variabili mensili (Tmax, tmin, P) per un intervallo di un trentennio, periodo ritenuto sufficiente per essere considerato una “normale climatica” dal punto di vista statistico.

I dati rilevati sono stati analizzati tramite il software “CLIMA.exe”, sviluppato da Salvador Rivas-Martínez e disponibile sul sito www.globalbioclimatics.org. Grazie a questa applicazione si ricavano gli indici che descrivono l'andamento climatico dell'area individuata, immettendo

semplicemente alcuni dati quali latitudine, longitudine, altitudine, temperatura media (T_i), precipitazioni medie (P_i).

La temperatura media annuale si attesta sui 16.5°C , con picchi massimi nei mesi di luglio, agosto di quasi 29°C e valori minimi di poco superiore ai 6°C nei mesi di gennaio, febbraio.

Secondo la classificazione bioclimatica di *Rivas-Martinez & Rivas-Saenz (2015)*, l'area di interesse rientra nel macrobioclima mediterraneo-oceanico, termotipo mediterraneo superiore e ombrotipo secco inferiore. Il massimo della piovosità si registra nel mese di ottobre con 82 mm, il minimo invece si ha in luglio con appena 15 mm, le precipitazioni annuali ammontano a 540 mm circa.

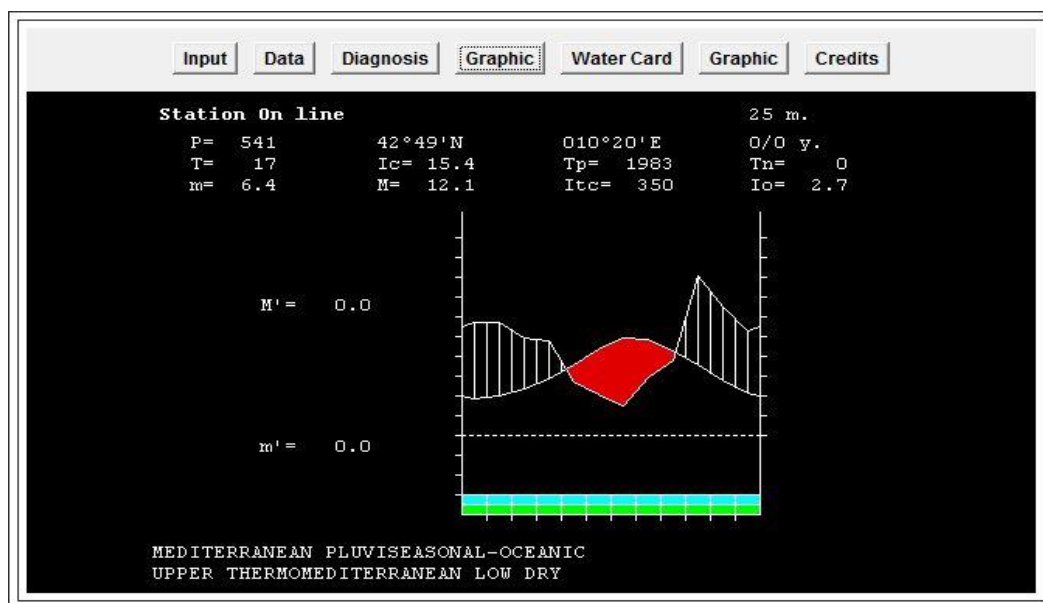


Figura 20 - Diagramma ombrometrico della stazione di Portoferraio, calcolato secondo *Rivas-Martinez*.

Dal diagramma ombrometrico si evince che il periodo xerotermico (momento in cui la curva della piovosità scende al di sotto di quella della temperatura) ha inizio dal mese di maggio e si prolunga fino a quello di settembre.

WATER INDEX CARD Station On line										
Altitude: 25 m.					Latitude: 42°49'N					
(C°/mm)	T	PE	P	VR	R	RE	DF	SP	DR	HC
Jan	9.3	18	57	25	100	18	0	14	7	2.1
Feb	10.0	21	57	0	100	21	0	36	22	1.7
Mar	11.8	34	49	0	100	34	0	15	18	0.4
Apr	14.3	52	48	-4	96	52	0	0	9	-0.1
May	17.7	85	27	-58	37	85	0	0	5	-0.7
Jun	21.8	123	21	-37	0	58	65	0	2	-0.8
Jul	24.7	154	15	0	0	15	139	0	1	-0.9
Aug	24.3	139	29	0	0	29	110	0	1	-0.8
Sep	21.6	99	38	0	0	38	61	0	0	-0.6
Oct	17.9	65	82	17	17	65	0	0	0	0.3
Nov	14.1	37	65	28	45	37	0	0	0	0.8
Dec	10.8	22	53	31	75	22	0	0	0	1.4
Year	16.5	851	541	*	*	476	375	65	65	0.0

T = Average temperature *VR* = Variation of the reserve *DF* = Deficit *HC* = Humidity coefficient
PE = Potential evapotranspiration *R* = Reserve *SP* = Superavit
P = Precipitation *RE* = Real evapotranspiration *DR* = Drainage

Tabella 1 - Water-card index secondo Rivas-Martinez.

L'evapotraspirazione potenziale annua si attesta sugli 850 mm circa, mentre quella reale è appena inferiore ai 500 mm . Dal precedente indice, inoltre, possiamo osservare che il mese in cui si ha un'evapotraspirazione potenziale massima è luglio con 155 mm , invece quella reale dello stesso mese si aggira sui 15 mm circa, questo perché le riserve idriche del periodo estivo sono ridotte al minimo e corrispondono, logicamente, alle precipitazioni del medesimo mese.

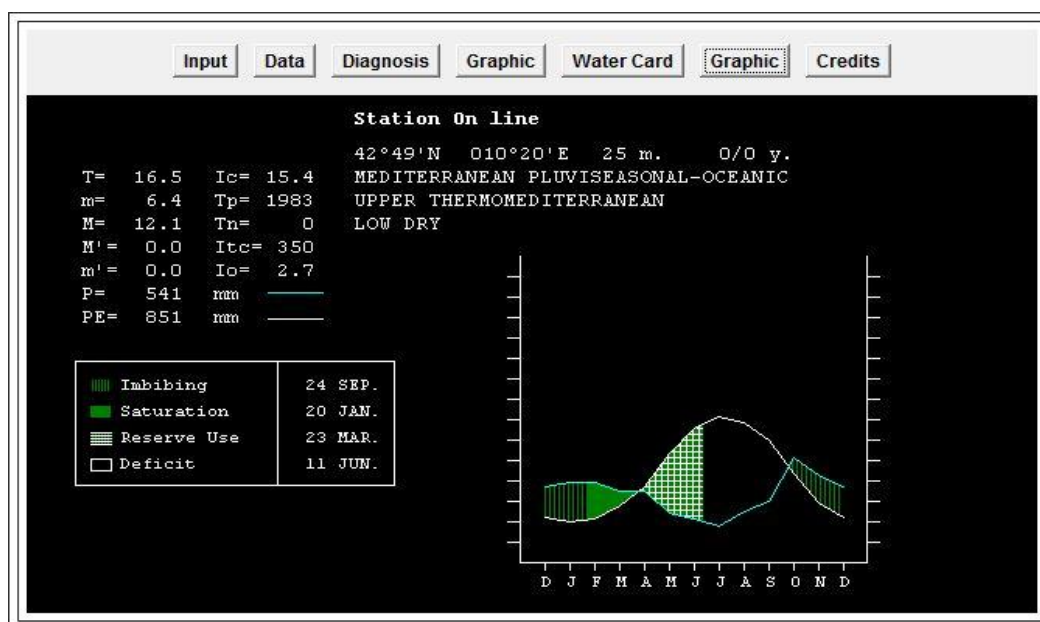


Figura 21 - Digramma ombrometrico di Rivas-Martinez , disponibilità idrica nel suolo.

Grazie all'analisi combinata delle temperature e della piovosità possiamo osservare la disponibilità d'acqua contenuta nel suolo durante l'anno. Dal grafico si evince che il periodo di deficit idrico ha

inizio nel mese di giugno e si protrae fino alla fine di settembre circa, invece il periodo di massima saturazione si ha nei mesi di febbraio ed aprile.

2.4 Lineamenti pedologici e sedimentologici

I depositi sedimentari più importanti, che si ritrovano lungo le aree pianeggianti dell'intero Golfo di Lacona, sono costituiti prevalentemente da sabbie fini e sabbie grossolane, con modeste lenti di ghiaie.



Figura 22 - Depositi attuali di spiaggia costituiti da sabbia grossolana e ghiaia minuta, Lacona.

Per quanto riguarda la parte di spiaggia retrostante, qui sono frequenti i cordoni dunali olocenici, con presenza di limi sporadicamente alternati da sedimenti palustri ed attualmente stabilizzati dalla vegetazione ma anche intensamente antropizzati.



Figura 23 e 24 - Parte retrodunale (a sx) e parte interessata da stabilimento balneare (a dx), Lacona.

Si ritiene che l'abbondanza di questi depositi sia stata facilitata dalla intensa deforestazione che ha interessato l'isola sin dall'antichità e che abbia determinato l'instaurarsi di numerosi processi di erosione dei suoli e di dilavamento dei versanti.

Dal punto di vista geomorfologico la spiaggia di Lacona rappresenta un ambiente costiero, in cui nell'ultimo decennio i fenomeni di trasporto, sedimentazione ed erosione hanno interagito in modo pressoché equivalente, così da determinare una situazione di relativa stabilità (Cipriani *et al.*, 2006). Tuttavia si deve tener conto che le indagini effettuate sulle linee di riva successive al 2002 riportano una situazione fortemente modificata dall'alluvione avvenuta in quell'anno, che ha determinato un discreto apporto sedimentario al litorale, in questi casi la tendenza che risulta può essere falsata ed è opportuno fare riferimento anche a dati più antichi (Pranzini, 2011).

I principali elementi che possono modificare il bilancio sedimentario delle spiagge elbane sono quelli legati alle variazioni di uso del suolo all'interno dei bacini idrografici dei piccoli corsi d'acqua alimentatori.

I dati *Istat* relativi ai censimenti agricoli degli anni '70, '82, '90 e 2000 sono assai indicativi, in quanto in trent'anni si sono persi quasi 3.200 ha di superficie agricola (quasi il 72.0 % della totalità).

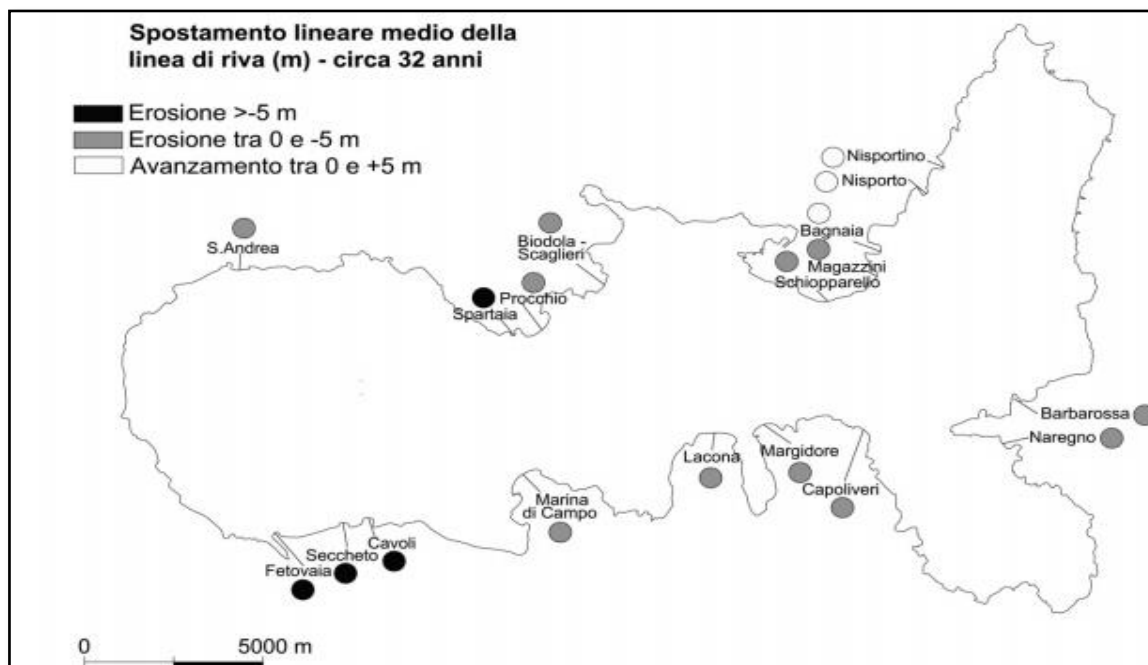


Figura 25 - Spostamento lineare medio della linea di riva di alcune spiagge dell'Isola (<http://www.beachmed.it/Beachmede/tabid/65/Default.aspx>).

Come si evince dalla tabella seguente, la spiaggia di Lacona nel trentennio che va dal '75 al 2005' ha subito un arretramento di circa 5.71 m , con un tasso medio di - 0.19 m/a . Nel breve periodo, invece, dal 2002 al 2008, la variazione lineare media è risultata di -1.10 m con un tasso di variazione pari al -0.18 m/a .

Spiaggia	Lunghezza settore (m)	Periodo	Anni	Variazione lineare media (m)	Tasso variazione (m/a)
Bagnaia	285.75	1984-2005	21	1.33	0.06
Barbarossa	165.95	1975-2005	30	-2.12	-0.07
Biodola-Scaglieri	768.86	1972-2005	33	-3.12	-0.09
Capoliveri	475.28	1975-2005	30	-4.69	-0.16
Cavoli	454.34	1971-2005	34	-5.38	-0.16
Fetovaia	204.75	1971-2005	34	-5.43	-0.16
Lacona	1274.75	1975-2005	30	-5.71	-0.19
Magazzini	443.72	1972-2005	33	-4.47	-0.14
Margidore	787.87	1975-2005	30	-2.18	-0.07
Marina di Campo	1277.28	1971-2005	34	-3.19	-0.09
Naregno	512.86	1975-2005	30	-4.55	-0.15
Nisportino	172.98	1987-2005	18	0.39	0.02
Nisporto	251.31	1987-2005	18	3.22	0.18
Procchio	1142.27	1954-2005	51	-3.76	-0.07
Sant'Andrea	141.57	1968-2005	37	-4.81	-0.13
Schiopparello	1502.96	1972-2005	33	-4.16	-0.13
Seccheto	153.01	1971-2005	34	-5.64	-0.17
Spartaia	173.08	1968-2005	37	-6.49	-0.18

Variazione lineare media e tasso di variazione annuale delle spiagge dell'Isola d'Elba espresse sulla base del tasso di spostamento medio della linea di riva derivate dal confronto fra i dati del rilievo del 2005 ed i dati più antichi disponibili per ogni spiaggia.

Tabella 2 - Evoluzione nel lungo periodo (circa 30 anni) delle spiagge dell'Isola d'Elba (<http://www.beachmed.it/Beachmede/tabid/65/Default.aspx>).

Documenti fotografici di vario tipo indicano che nel dopoguerra le superfici destinate all'agricoltura erano ancora più estese di quelle registrate negli anni '70. Infatti il processo di abbandono delle campagne verso attività più redditizie (es. attività turistica) si era già quasi esaurito negli anni '70-'80 . Conseguentemente anche il tasso di erosione del suolo, a cui era dovuta la produzione di sedimenti idonei all'alimentazione delle spiagge elbane, è andato calando. Pertanto, lo spostamento delle attività dal settore agricolo a quello terziario, ed in particolare verso le attività turistiche, ha determinato in parte la scomparsa proprio di quella risorsa su cui il turismo si basa: le spiagge (Cipriani, 2008).



Figura 26 - Spiaggia di Marina di Campo, 1954.



Figura 27 - Spiaggia di Marina di Campo, 2013.

Per sottolineare la situazione odierna delle spiagge elbane e confrontarla con quella risalente a poco più di mezzo secolo fa (1954), a scopo esplicativo si riportano qui sopra due ortofoto della spiaggia di Marina di Campo presso il comune di Campo nell'Elba.

Da notare, in particolare, la forte espansione residenziale dovuta fondamentalmente all'incremento dell'attività turistica, che si è spinta sempre più verso la spiaggia e nel corso degli anni ha messo fine all'ambiente dunale preesistente. Lo stesso tragico epilogo potrebbe essere destinato anche al sistema dunale di Lacona.

A dimostrazione di ciò, si riporta qui di seguito una foto della spiaggia di Lacona risalente al 1890 ed un'altra di epoca attuale.



Figura 28 - Spiaggia di Lacona 1890.

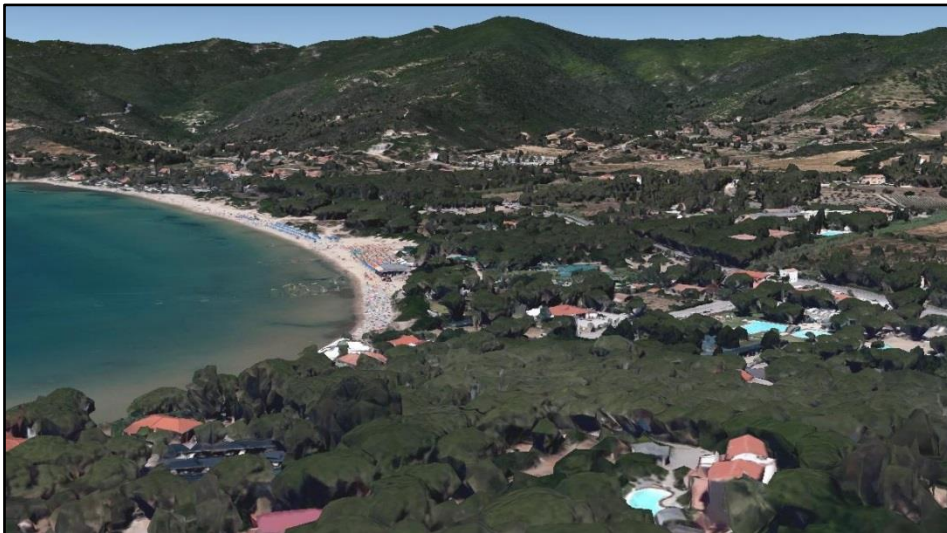


Figura 29 - Spiaggia di Lacona 2015, foto ottenuta tramite software Google Earth.

2.5 Lineamenti vegetazionali

La grande varietà litologica e geomorfologica, le importanti variazioni orografiche e climatiche, il diverso impatto dell'attività umana nel corso dei secoli, sono tutti fattori che hanno reso l'Isola molto peculiare dal punto di vista floristico e del paesaggio vegetale (*D'Andrassi e Maccaroni, 2008*).

A ciò si deve aggiungere che l'Isola è vicina anche alla Corsica e Sardegna e ciò ha portato alla presenza, insieme ad altre specie più continentali, di elementi floristici di queste due grandi isole (*Bertacchi et al., 2005*).

Ad ogni modo, per ciò che riguarda la presenza di una vegetazione psammofila, fino alle metà del secolo scorso si hanno testimonianze riscontrabili in svariate località dell'Isola, da San Giovanni e Magazzini (Portoferraio), Marina di Campo, Lido e Mola, fino a Rio Marina e Cavo (Negri, 1950; Foggi *et al.*, 2006).

Va aggiunto, infatti, che i tipi di vegetazione legati alle dune sabbiose erano certamente in passato molto più diffusi e ben rappresentati rispetto alla situazione odierna (Foggi *et al.*, 2006).

Mentre la scomparsa dell'attività mineraria, l'abbandono delle pratiche di olivicoltura e viticoltura in terrazzamenti, ha portato ad una ricolonizzazione, in generale, di specie forestali su ampie superfici, anche se, spesso i rimboschimenti operati all'Elba hanno contribuito a modificare l'aspetto vegetazionale del territorio introducendo prevalentemente conifere, per la vegetazione psammofila, purtroppo, si è assistito ad un continuo degrado.

In tutta l'Isola d'Elba e probabilmente anche in quasi tutto l'Arcipelago Toscano, solo presso il Golfo di Lacona è ancora presente una tipica vegetazione dunale. Qui possiamo ritrovare, infatti, alcune specie appartenenti a questa tipologia di habitat, tra le quali annotiamo: *Salsola kali* e *Cakile maritima* (il ravastrello marittimo), *Echinophora spinosa*, *Elymus farctus*, *Achillea maritima* (la santolina delle sabbie), *Anthemis maritima* (la camomilla di mare), *Cistus creticus* e *Cistus salvifolius*, *Matthiola sinuata* (la violaccia di mare) e *Matthiola tricuspidata* (la viola di mare), *Crucianella maritima*, *Malcolmia ramosissima*, *Cyperus capitatus* (lo zigolo delle sabbie), *Pancratium maritimum* (il giglio di mare), etc.

Tuttavia le associazioni vegetali riscontrate si presentano ormai frammentarie ed impoverite, ad oggi il sistema dunale preso in esame appare essere copiosamente alterato. Come già affermato nel capitolo introduttivo, sono assai forti e visibili gli effetti dell'antropizzazione.

Ecco il sistema dunale in esame ripreso tramite il software *Google Earth* ® :

- nella *Figura 30* è possibile osservare la parte più ad occidente della spiaggia, sullo sfondo la pineta di origine artificiale che insiste immediatamente dietro il complesso dunale;
- nella *Figura 31* si osserva la parte centrale della spiaggia, qui abbiamo uno degli ingressi principali che dai parcheggio conduce all'arenile;
- infine nella *Figura 32* si osserva una porzione della parte più orientale della spiaggia, qui insistono gli stabilimenti balneari maggiori.



Figura 30 - Parte Ovest della spiaggia.



Figura 31 - Parte centrale della spiaggia.



Figura 32 - Parte Est della spiaggia.

2.6 Metodologia adottata

L'area di studio è stata analizzata procedendo con i seguenti metodi di indagine:

- analisi diacronica mediante fotointerpretazione di ortofoto anni 1954, 1978, 2013 (Geoscopio, Regione Toscana);
- studio della vegetazione dal punto di vista fitosociologico tramite indagini in campo, rilevamenti, transect, etc. ;
- individuazione ed analisi delle criticità presenti nel complesso dunale.

2.6.1 Analisi diacronica

Il monitoraggio degli habitat è stato tradizionalmente effettuato tramite osservazione in campo. In più sono state applicate tecniche di fotointerpretazione (*remote sensing*), affermatesi con il recente sviluppo delle tecnologie digitali e dell'ingegneria aero-spaziale, che possano giocare un ruolo essenziale per descrivere l'estensione e le condizioni degli habitat e della biodiversità associata, come anche quantificare la perdita o il degrado associato a specifici eventi o processi. Questo metodo prevede l'utilizzo di foto o dati numerici rilevati da aerei, satelliti, droni o sonde spaziali per caratterizzare le superfici di una data area nei parametri di interesse. Uno dei principali vantaggi è la possibilità di fare un monitoraggio relativamente a basso costo su aree anche molto estese.

L'analisi multitemporale è alla base dei programmi di monitoraggio degli habitat tramite telerilevamento, e dispone di diverse tecniche per identificare i meccanismi ecologici passati e generare predizioni per il futuro. Una di queste è la "*backward editing technique*", nonché fotointerpretazione a ritroso (Walz, 2008; Acosta e Ercole, 2015). Sulla base della mappa più recente a disposizione, gli altri livelli temporali vengono processati in ordine inverso, cercando di adattare l'informazione più recente a quella del passato.

Utilizzando quest'approccio si è investigato su come questo habitat sia stato influenzato dai cambiamenti nella composizione e nella struttura del paesaggio, avvenuti negli ultimi 60 anni circa. Quindi sono state prodotte diverse carte di copertura del suolo dall'area di studio, con scala di dettaglio 1:4000, dagli anni 1954 a 2013, e sono state analizzate.

2.6.2 Analisi della vegetazione

Tra il 2014 e 2015 sono stati eseguiti numerosi sopralluoghi con il fine di realizzare censimenti floristici e rilevamenti fitosociologici della flora più rappresentativa dall'area di studio.

All'interno dell'area interessata sono state individuate diverse zone omogenee di ridotta superficie (4 m²- 6 m²) in cui sono stati condotti i rilievi secondo il metodo di *Braun Blanquet (1983)*.

L'area di rilievo può avere qualsiasi forma e dipende da come la fitocenosi è disposta sul terreno (*Ubaldi, 2003*). Essendo in area costiera l'area di rilievo scelta ha dimensioni contenute. Il rilievo fitosociologico consiste nell'annotazione di una serie di dati così suddivisi:

- intestazione del rilievo: comprende il numero d'ordine del rilievo e la località;
- dati stazione: servono a inquadrare la tipologia del popolamento e riguardano altitudine e esposizione della stazione, il substrato litologico e pedologico, la situazione geomorfologica, il tipo di uso del sito e della vegetazione;
- fisionomia dei popolamenti: fissata da una breve dicitura, riguarda l'aspetto della vegetazione a cui si può unire anche una breve indicazione ecologica;
- stratificazione del popolamento (struttura): viene definita annotando gli strati esistenti e per ciascuno di essi il ricoprimento espresso in percentuale, rispetto all'area di rilievo, e l'altezza in metri o centimetri;
- la stesura dell'elenco floristico;
- indici abbondanza/dominanza: corrispondono alle 6 classi di una scala di valutazione e sono rappresentati dai seguenti numeri e da un simbolo 5,4,3,2,1,+ . Per le prime quattro classi la valutazione delle specie è intesa in termini di ricoprimento rispetto alla superficie di rilievo (dominanza), per le ultime tre si tiene conto anche dell'abbondanza, cioè del numero di individui. La valutazione è da scrivere accanto al nome di ciascuna specie e viene data alla fine dell'esecuzione del rilievo (*Ubaldi, 2003*). Invece della scala utilizzata da *Braun-Blanquet*, per i rilievi è stato preferito utilizzare la scala di *Pignatti*, espressa in 7 valori percentuali che esprimono la copertura, di cui qui riportiamo i valori:

SCALA DI PIGNATTI:	
5	= copertura (80 - 100 %)
4	= copertura (60 - 80 %)
3	= copertura (40 - 60 %)
2	= copertura (20 - 40 %)
1	= copertura (1 - 20 %)
+	= copertura trascurabile
r	= specie rara

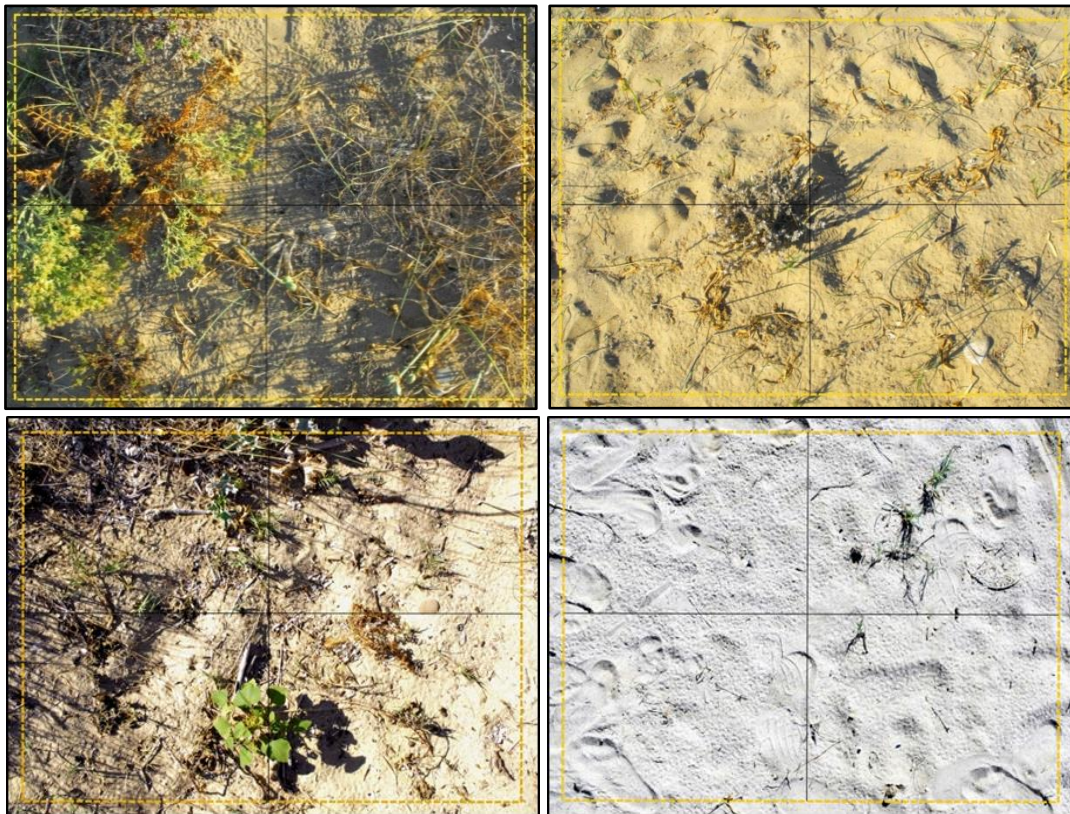


Figura 33 – Rilevamenti 15, 16, 20, 21 eseguiti durante l'indagine vegetazionale nell'area di studio.

E' stato realizzato inoltre un *transect* in direzione ortogonale rispetto alla riva della spiaggia, con l'intento di delineare la struttura tipo della vegetazione dunale in esame.

Le specie riscontrate nei rilievi fitosociologici sono state classificate tramite l'utilizzo della guida “*Flora d'Italia*” di Pignatti (1982) integrata, per quanto riguarda gli aggiornamenti nomenclaturali, da “*An Annotated Checklist of the Italian vascular Flora*” (Conti et al., 2005).

I materiali utilizzati sono stati i seguenti:

- schede per i rilevamenti della vegetazione (Figura 34);
- bussola;
- rotella metrica;
- carta millimetrata;
- macchina fotografica per la documentazione fotografica.

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLA VEGETAZIONE

Rilevamento N. _____; Data _____;
 Metodo di rilevamento: _____; Superficie (mq): _____;
 Regione: _____; Provincia: _____; Comune: _____;
 Località: _____; IGM: _____;
 Esposizione: _____; Altitudine (m): _____; Pendenza (°): _____;
 Substrato geologico: _____; Giacitura: _____;
 Formazione vegetale: _____;
 Serie di vegetazione: _____;
 Governo e trattamento: _____; Copertura totale (%): _____

ANALISI STRUTTURALE

Strato n.	Altezza	Copertura %	Altezza media (m)	Tipo biologico		Formula e Note
				Forma	Periodicità	
7						
6	>25 m					
5	12-25 m					
4	5-12 m					
3	2-5 m					
2	0,5-2 m					
1	0-50 cm					

COPERTURA:
 Scala di Pignatti:
 5 = Copertura 80-100 %
 4 = Copertura 60-80 %
 3 = Copertura 40-60 %
 2 = Copertura 20-40 %
 1 = Copertura 1-20 %
 + = Copertura trascurabile
 r = Specie rara

ANNOTAZIONI

N.	Strato	Stacola	Forma biol.	Abbond. Domin.	Copertura	Note
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						

Figura 34 - Scheda di rilevamento della vegetazione.

3. RISULTATI

3.1 Analisi diacronica

I risultati di questa sezione sono stati ottenuti mettendo a confronto le foto aeree del 1954, 1978 e 2013 fornite dal portale di informazione geografica della *Regione Toscana, Geoscopio*.



Figura 35 - Ortofoto dell'area in esame, scala 1:4000. Fonte il portale *Geoscopio, Toscana*.



Figura 36 – Evoluzione della linea di costa: in verde la linea di riva del 1954, in rosso quella del 2013.

I risultati mostrano chiaramente un arretramento della linea di costa: risultati che coincidono con il tasso medio negativo del $- 0.19$ m/a. Infatti nel trentennio che va dal '75 al 2005' la spiaggia di Lacona ha subito un arretramento della linea di riva pari a circa 5.71 m . Per ulteriori specificazioni si rimanda al sottocapitolo '*Lineamenti pedologici e sedimentologici*' del presente studio.

I documenti fotografici ci indicano che dagli anni '50 le superfici destinate all'agricoltura erano ancora più estese di quelle registrate negli anni '70. Analizzando le carte ottenute si ha la conferma di ciò, difatti gli appezzamenti agricoli che insistevano immediatamente dietro al complesso dunale e in generale sull'intera area di Lacona, dagli anni '70 ed '80 vengono progressivamente sostituiti con altre attività (Figura 37). Difatti si assiste al fenomeno dell'urbanizzazione dell'intera area con il conseguente abbandono delle campagne: emerge chiaramente di come anche una considerevole fetta di duna bianca e consolidata sia stata ricoperta da edificati.

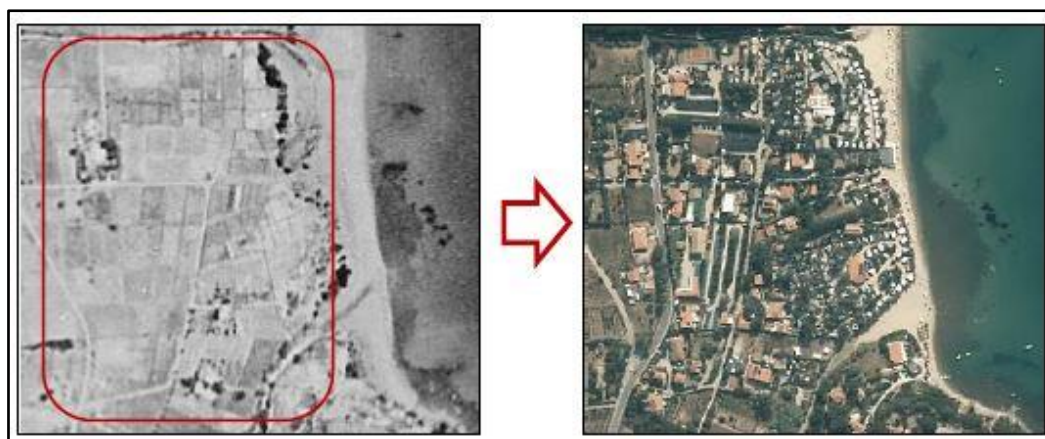


Figura 37 – Terreni agricoli 1954 (sx) ed urbanizzazione del litorale 2013 (dx).

3.2 Analisi floristico vegetazionale

3.2.1 Flora

Nella seguente carta si delinea il perimetro dell'area di studio in cui è stato effettuato il censimento floristico.



Figura 38 -In rosso l'area di indagine, scala 1:3000.

I campionamenti eseguiti e le numerose uscite in campo hanno permesso di redigere quindi un elenco floristico delle specie vegetali censite sulla spiaggia di Lacona tra il 2014 ed il 2015, per un totale di 50 specie.

A fianco di esse vengono riportate la relativa famiglia di appartenenza, forma biologica e categoria corologica. Le specie con l'asterico * sono specie aliene invasive dell'habitat.

GENERE - SPECIE	FAMIGLIA	FORMA BIOLOGICA	CATEGORIA COROLOGICA
<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.P. Guo - (<i>Otanthus maritimus</i> Hoffmanns. & Link)	Asteraceae	Camefita suffruticosa	Mediterraneo-Atlantico (Euri-)
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>Arundinacea</i> H. Lindb.	Poaceae	Geofita rizomatosa	Euri-Mediterraneo
<i>Anthemis maritima</i> L.	Asteraceae	Emicriptofita scaposa	W-Mediterraneo
<i>Arundo donax</i> * L.	Poaceae	Geofita rizomatosa	Subcosmopolita
<i>Cakile maritima</i> Scop.	Brassicaceae	Terofita scaposa	Mediterraneo-Atlantico(Steno)
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae	Fanerofita cespugliosa	Steno-Mediterraneo
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	Convolvulaceae	Geofita rizomatosa	Cosmopolita
<i>Carpobrotus acinaciformis</i> * (L.) L. Bolus	Aizoaceae	Camefita suffruticosa	Steno-Mediterraneo

<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	Asteraceae	Emicriptofita scaposa	Steno-Mediterraneo
<i>Cistus creticus</i> L.	Cistaceae	Fanerofigita-nana	Steno-Mediterraneo
<i>Cistus salvifolius</i> L.	Cistaceae	Fanerofigita-nana	Steno-Mediterraneo
<i>Clematis flammula</i> L.	Ranunculaceae	Emicriptofita scaposa	Euri-Mediterraneo
<i>Crithmum maritimum</i> L.	Apiaceae	Camefigita suffruticosa	Euri-Mediterraneo
<i>Crucianella maritima</i> L.	Rubiaceae	Camefigita suffruticosa	Steno-Mediterraneo
<i>Cyperus capitatus</i> Vand.	Cyperaceae	Geofita rizomatosa	Steno-Mediterraneo
<i>Echinophora spinosa</i> L.	Apiaceae	Emicriptofita scaposa	Euri-Mediterraneo
<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Runemark ex Melderis	Poaceae	Geofita rizomatosa	Euri-Mediterraneo
<i>Equisetum</i> sp.L.	Equisetaceae	Geofita rizomatosa	Circumboreale
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Apiaceae	Geofita rizomatosa	Mediterraneo-Atlantico(Steno)
<i>Euphorbia pepelis</i> L.	Euphorbiaceae	Terofita reptante	Euri-Mediterraneo
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	Papaveraceae	Emicriptofita scaposa	Euri-Mediterraneo
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Asteraceae	Camefigita suffruticosa	Steno-Mediterraneo
<i>Inula crithmoides</i> L. (<i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort.)	Asteraceae	Camefigita suffruticosa	Mediterraneo-Atlantico(Steno)
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> (S & S.) Neilr.	Cupressaceae	Fanerofigita cespugliosa	Euri-Mediterraneo
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> (Guss.) Nyman	Cupressaceae	Fanerofigita cespugliosa	Euri-Mediterraneo
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poaceae	Terofita scaposa	Euri-Mediterraneo
<i>Limonium vulgare</i> Mill.	Plumbaginaceae	Emicriptofita rosulate	Euri-Mediterraneo
<i>Malcolmia ramosissima</i> (Desf.) Gennari	Brassicaceae	Terofita scaposa	W-Mediterraneo
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br.	Brassicaceae	Emicriptofita scaposa	Mediterraneo-Atlantico(Steno)
<i>Matthiola tricuspidata</i> (L.) R. Br. (<i>Cheiranthus tricuspidatus</i> L.)	Brassicaceae	Emicriptofita scaposa	Mediterraneo-Atlantico(Steno)
<i>Medicago littoralis</i> Loisel.	Fabaceae	Terofita scaposa	Euri-Mediterraneo
<i>Medicago marina</i> L.	Fabaceae	Camefigita reptante	Euri-Mediterraneo
<i>Opuntia ficus indica</i> * L.	Cactaceae	Legnosa succulenta	Neotropic.-Natural.
<i>Pancreatium maritimum</i> L.	Amaryllidaceae	Geofita bulbosa	Steno-Mediterraneo
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Oleaceae	Fanerofigita cespugliosa	Steno-Mediterraneo
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Poaceae	Geofita rizomatosa	Subcosmopolite
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Fanerofigita cespugliosa	Steno-Mediterraneo
<i>Pycnocomon rutifolium</i> (Vahl) Hoffmanns. & Link	Caprifoliaceae	Terofita scaposa	Steno-Mediterraneo
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	Fanerofigita cespugliosa	Steno-Mediterraneo

<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Fanerofita-nana	Steno-Mediterraneo
<i>Salsola kali</i> L.	Chenopodiaceae	Terofita scaposa	Paleotemperata (le zone Eurasiatiche in senso lato)
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	Cyperaceae	Geofita rizomatosa	Euri-Mediterraneo
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	Emicriptofita bienna	Steno-Mediterraneo
<i>Senecio angulatus</i> * L.	Asteraceae	Camefita fruticosa	Sudafricano
<i>Silene nicaeensis</i> All.	Caryophyllaceae	Terofita scaposa	Steno-Mediterraneo
<i>Smilax aspera</i> L.	Smilacaceae	Geofita rizomatosa	Subtropicale
<i>Sporobolus pungens</i> (Schreber) Kunth	Poaceae	Geofita rizomatosa	Subtropicale
<i>Tamarix africana</i> Poir.	Tamaricaceae	Fanerofita arborea	W-Mediterraneo
<i>Vitex agnus castus</i> L.	Lamiaceae	Fanerofita cespugliosa	Steno-Mediterraneo
<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter	Asteraceae	Terofita scaposa	Euri-Mediterraneo

Alcune delle foto scattate durante l'indagine floristica di specie appartenenti alla vegetazione psammofila di Lacona.



Figura 39 - In ordine numerico alcuni individui fotografati a Lacona: **1** *Salsola kali* L. **2** *Sporobolus pungens* (Schreber) Kunth **3** *Anthemis maritima* L. **4** *Eryngium maritimum* L. **5** *Cakile maritima* Scop. **6** *Echinophora spinosa* L. **7** *Cyperus capitatus* Vand. **8** *Pancratium maritimum* L. **9** *Lagurus ovatus* L. **10** *Silene nicaeensis* All. **11** *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter **12** *Carpobrotus acinaciformis* (L.) Bolus.

Come si evince dal grafico a torta qui sotto riportato, possiamo notare che le famiglie più rappresentative del censimento floristico eseguito sono quella delle *Asteraceae* (16%) e quella delle *Poaceae* (12%), le prime con 8 specie e le seconde con 6.

Seguono poi, con l'8% di rappresentanza, le *Brassicaceae* e con 6% le *Fabaceae*.

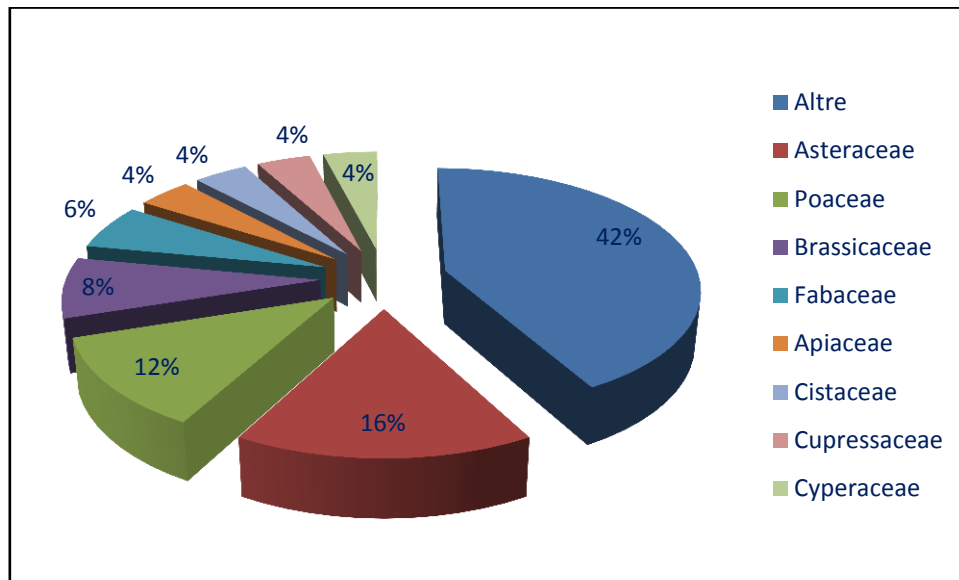


Figura 40 - Rappresentanza in % delle famiglie sulla totalità delle specie censite.

3.2.2 Spettro biologico

Qui di seguito è stato calcolato lo spettro biologico relativo alle specie individuate.

E' stata seguita la classificazione di *Raunkiaer*, ovvero un raggruppamento di categorie suddivise secondo l'adattamento morfologico attuato dalle piante in relazione al clima. Fondamentalmente si distinguono 5 categorie: quattro di queste (fanerofite, camefite, emicriptofite, geofite) comprendono specie perenni e sono ripartite a seconda dell'altezza delle loro gemme di sopravvivenza nella stagione avversa rispetto alla superficie del suolo e possono essere sia legnose che erbacee; la quinta (terofite) comprende tutte le specie annuali e sempre piante erbacee.

Una volta esaminato il numero di specie vegetali di un territorio è possibile ottenere lo spettro biologico di quella flora, ossia le percentuali delle varie forme biologiche presenti in quel territorio, che ovviamente rispecchieranno le caratteristiche ambientali della zona interessata.

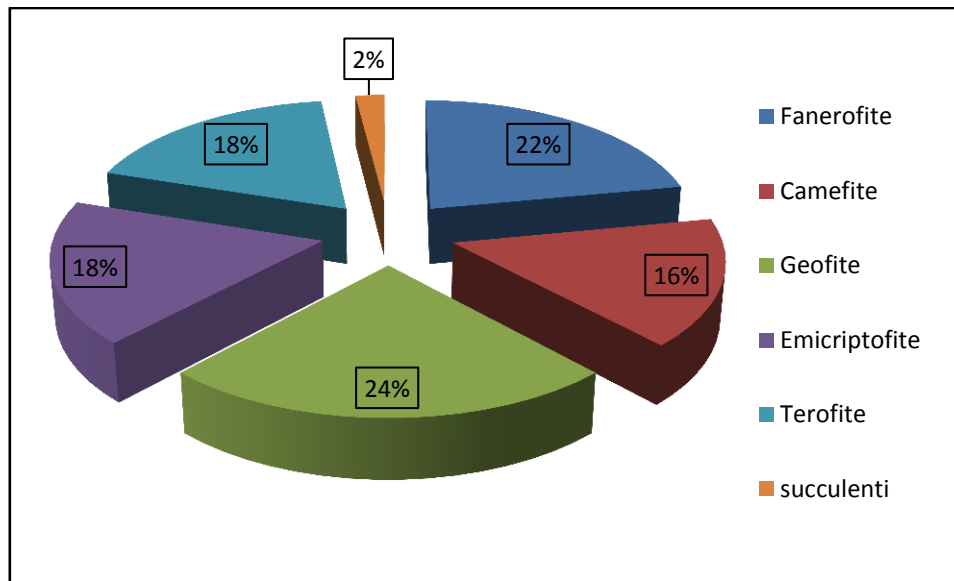


Figura 41 - Spettro biologico secondo la classificazione di Raunkiaer.

Lo spettro biologico rivela che il 24% delle specie censite sono geofite. Si tratta di piante erbacee perenni che portano gemme sugli organi ipogei (bulbi, rizomi, tuberi, radici); in questo particolare caso di studio sono state ritrovate solo geofite rizomatose, ad eccezione di una sola specie (*Pancratium maritimum*) che è una geofita bulbosa.

Il 22% delle specie è risultato appartenere alla forma biologica delle fanerofite, mentre sia le terofite che le emicriptofite sono risultate essere al 18%.

Le emicriptofite sono piante erbacee perenni e bienni che portano le gemme a livello della superficie del suolo, nel caso di studio in questione ad esempio vi fanno parte *Anthemis maritima*, *Scolymus hispanicus*, *Echinophora spinosa*, *Clematis flammula*.

Per quanto riguarda le camefite (16%), queste sono piante che portano le gemme vicino al suolo, ad una altezza inferiore a 30-50 cm. Nello specifico caso di studio rientrano in questa categoria *Crucianella maritima*, *Achillea maritima*, *Helichrysum stoechas*, *Carpobrotus acinaciformis*.

Per quanto riguarda le fanerofite, esse portano le gemme su germogli che raggiungono altezze superiori ai 30-50 cm dal suolo. In questa categoria vi rientrano specie come *Vitex agnus-castus*, *Phillyrea angustifolia*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Cistus salvifolius*, *Pistacia lentiscus*.

Le terofite, infine, sono piante annuali, stagionali, che all'approssimarsi della stagione favorevole, concludono il proprio ciclo vitale con la dispersione dei semi. Tra queste si segnalano *Salsola kali*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum*, *Cakile maritima*, *Silene nicaeensis*.

3.2.3 Spettro corologico

Qui di seguito, invece, è stato calcolato lo spettro corologico.

La corologia è la scienza che studia la distribuzione geografica delle piante. Si definisce corotipo il tipo di distribuzione geografica a cui appartiene un insieme di specie con areale simile. Per l'individuazione dei corotipi si confrontano gli areali di numerose specie, famiglie o generi e li si classifica in gruppi con caratteristiche affini. I corotipi servono ad analizzare la composizione floristica di un territorio in termini di distribuzione e forniscono un quadro caratteristico, rappresentato poi dallo spettro corologico che indica la percentuale di specie per ciascun corotipo.

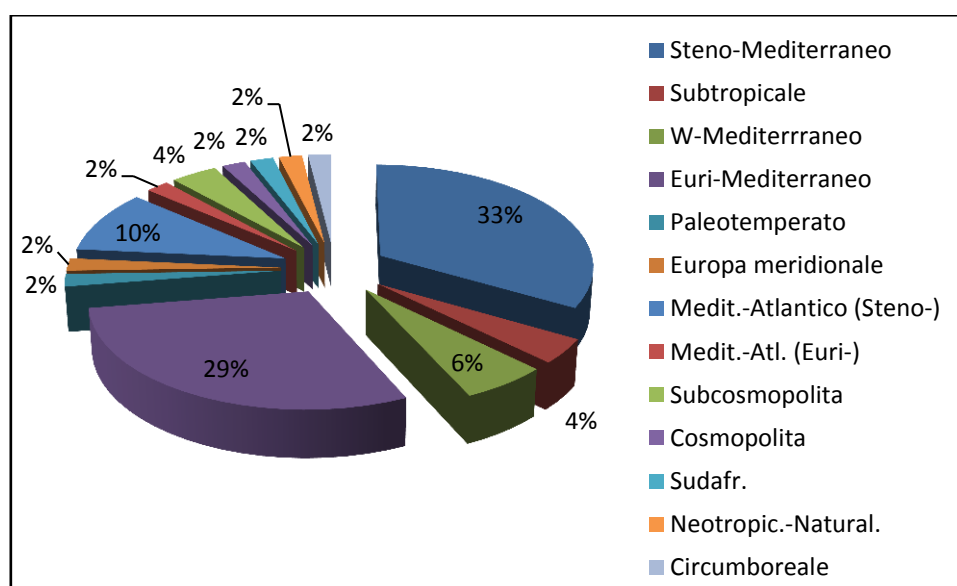


Figura 42 - Spettro corologico dell'area di studio.

Dal grafico si nota come la maggior parte delle specie censite nell'area di studio (il 33%), sia di tipo steno-mediterraneo, ovvero si trattano di specie che sono considerate mediterranee in senso stretto, quindi con areale compreso da Gibilterra al Mar Nero attraverso l'intero area del Mediterraneo.

Proseguendo con l'analisi, si evince che il 29% delle specie ritrovate sono di tipo euri-mediterraneo, il loro areale coincide con quello della *Vitis vinifera* L. (la vite comune) e quindi sono in grado di estendersi sia a nord che ad est del Mediterraneo.

Da sottolineare è la diffusione di specie con corotipo subcosmopolita e cosmopolita, seppur in percentuali minori e rispettivamente 2% e 1%. Queste sono specie di ampia distribuzione geografica, in prevalenza si tratta di cosmopolite dette secondarie in quanto la loro diffusione è imputata all'uomo.

Infine, si segnala la presenza di specie di tipo corologico mediterraneo-atlantico, con il 10% di rappresentanza e specie con corotipo w-mediterraneo con il 6% .

3.3 Vegetazione

Tramite l'indagine fitosociologica è stato possibile individuare le tipologie dunali prevalenti dell'area di studio. Dato il livello di degrado dell'ambiente dunale, la tipica zonazione risulta essere mancante o frammentata a mosaico.



Figura 43 – Localizzazione dei rilevamenti fitosociologici realizzati nell'area di studio.



Figura 44 - Duna consolidata con fronte mare da duna embrionale. Parte occidentale della spiaggia.



Figura 45 - Duna consolidata, sullo sfondo, con frammenti di duna embrionale al piede della duna stessa. Parte orientale della spiaggia.

Nonostante la morfologia dunale sia piuttosto degradata in diversi tratti, possiamo comunque individuare le seguenti tipologie dunali:

- duna embrionale;
- fascia interdunale;



Figura 46 - Porzione di duna embrionale (DE), seppur fortemente degradata dal punto di vista morfologico.

Tipologia dunale		FASCIA INTERDUNALE - FI					
Rilevamenti		5	6	8	10	13	18
Altitudine m s.l.m.		0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5
Inclinazione (°)		-	-	-	5	8	-
Superficie (m ²)		4	4	4	4	4	4
Calpestio		no	no	si	si	si	si
Copertura totale (%)		50	70	40	10	35	60
Strato	Specie	Abbondanza/Dominanza					
2	<i>Arundo donax</i>	.	.	.	.	1	2
1	<i>Anthemis maritima</i>	.	1	1	1	1	1
1	<i>Achillea maritima</i>	.	1	.	.	.	.
1	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	.	.	.	.	.	+
1	<i>Cistus salvifolius</i>	.	.	1	.	.	.
1	<i>Crucianella maritima</i>	.	1	.	.	1	1
1	<i>Cyperus capitatus</i>	.	.	+	.	.	1
1	<i>Echinophora spinosa</i>	.	.	+	.	.	.
1	<i>Elymus farctus</i>	1	1	.	+	1	.
1	<i>Limonium vulgare</i>	.	.	.	.	.	1
1	<i>Lagurus ovatus</i>	1	2	1	.	.	1
1	<i>Pancreatium maritimum</i>	+	.	1	1	1	1
1	<i>Salsola kali</i>	1	.	.	.	.	.
1	<i>Sporobolus pungens</i>	1	.	.	1	1	.
1	<i>Scolymus hispanicus</i>	+	2	.	.	.	.



Figura 47 - Fascia interdunale (FI) , posta tra la cresta della duna embrionale e la duna consolidata.

Tipologia dunale		DUNA CONSOLIDATA - DC				
Rilevamenti		9	14	23	24	25
	Altitudine m s.l.m.	1	0,5	1	0,5	1
	Inclinazione (°)	20	5	10	5	12
	Superficie (m ²)	4	4	6	6	6
	Calpestio	si	si	no	no	No
	Copertura totale (%)	35	60	95	87	95
Strato	Specie	Abbondanza/dominanza				
1	<i>Clematis flammula</i>	.	+	1	.	.
1	<i>Cistus salvifolius</i>	.	1	1	+	.
1	<i>Crucianella maritima</i>	.	.	r	.	.
1	<i>Cyperus capitatus</i>	.	+	.	.	.
1	<i>Helichrysum stoechas</i>	.	1	.	.	.
2	<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	.	+	1	2
2	<i>Phillyrea angustifolia</i>	2	2	2	.	2
1	<i>Lagurus ovatus</i>	1	1	.	.	.
1	<i>Pancratium maritimum</i>	1	.	.	.	.
1	<i>Scolymus hispanicus</i>	1	.	.	.	.
2	<i>Pistacia lentiscus</i>	.	1	1	2	1
2	<i>Rhamnus alaternus</i>	.	.	+	2	1
2	<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	+	1	.
1	<i>Smilax aspera</i>	+	1	+	.	.



Figura 48 - Duna consolidata (DC) posta in parte davanti ad una pineta artificiale e in parte ad una fascia retrodunale.

Qui si presenta un'ulteriore panoramica generale delle tipologie dunali e vegetazionali riconosciute nell'ambiente studiato.

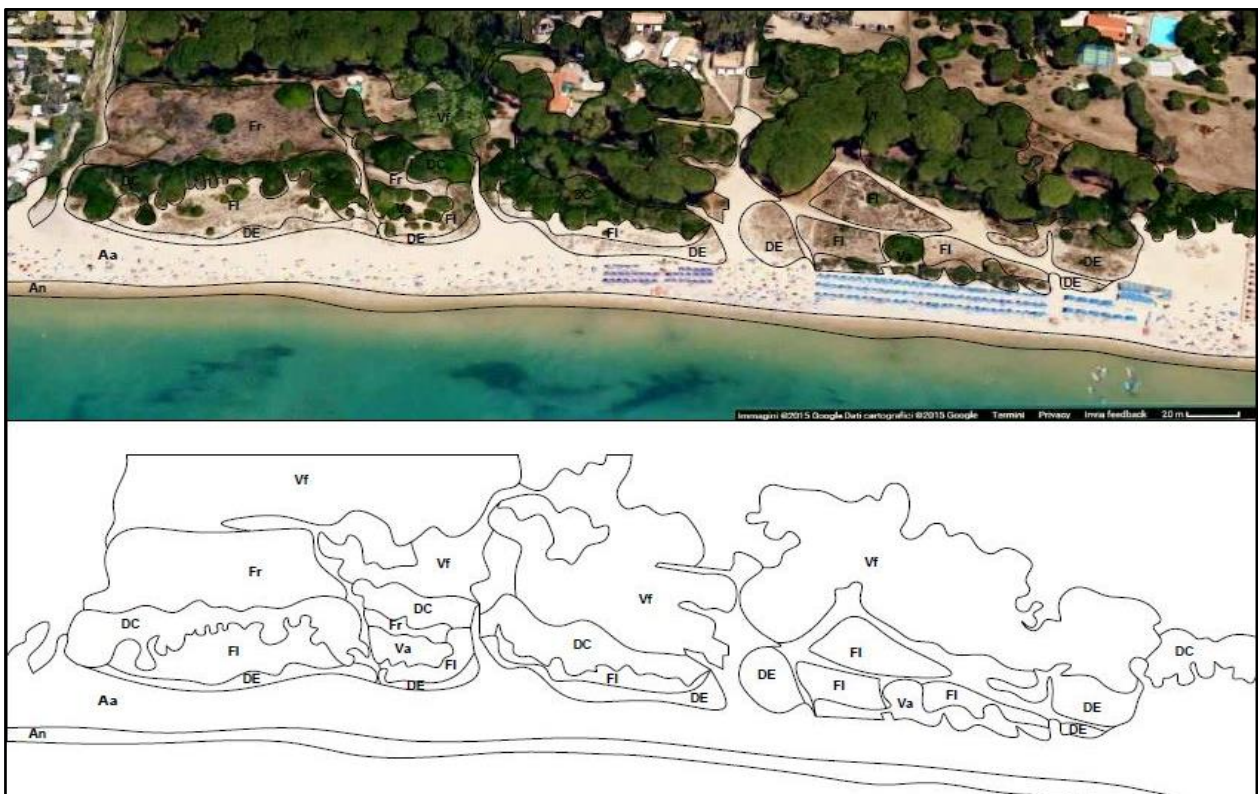


Figura 49 - Tipologie dunali e vegetazionali individuate nel settore studiato.

An	=	Fascia afitoica naturale
Aa	=	Fascia afitoica antropica
DE	=	Duna embrionale
FI	=	Fascia interdunale
DC	=	Duna consolidata
Fr	=	Fascia retrodunale
Va	=	Vegetazione arbustiva
Vf	=	Vegetazione forestale

Ai rilievi per aree è eseguito anche un *transect* in direzione ortogonale rispetto alla riva della spiaggia, con l'intento di delineare una struttura tipo della vegetazione dunale in esame. Il transecto è stato realizzato tramite il software di modellazione 3D *SketchUp*.

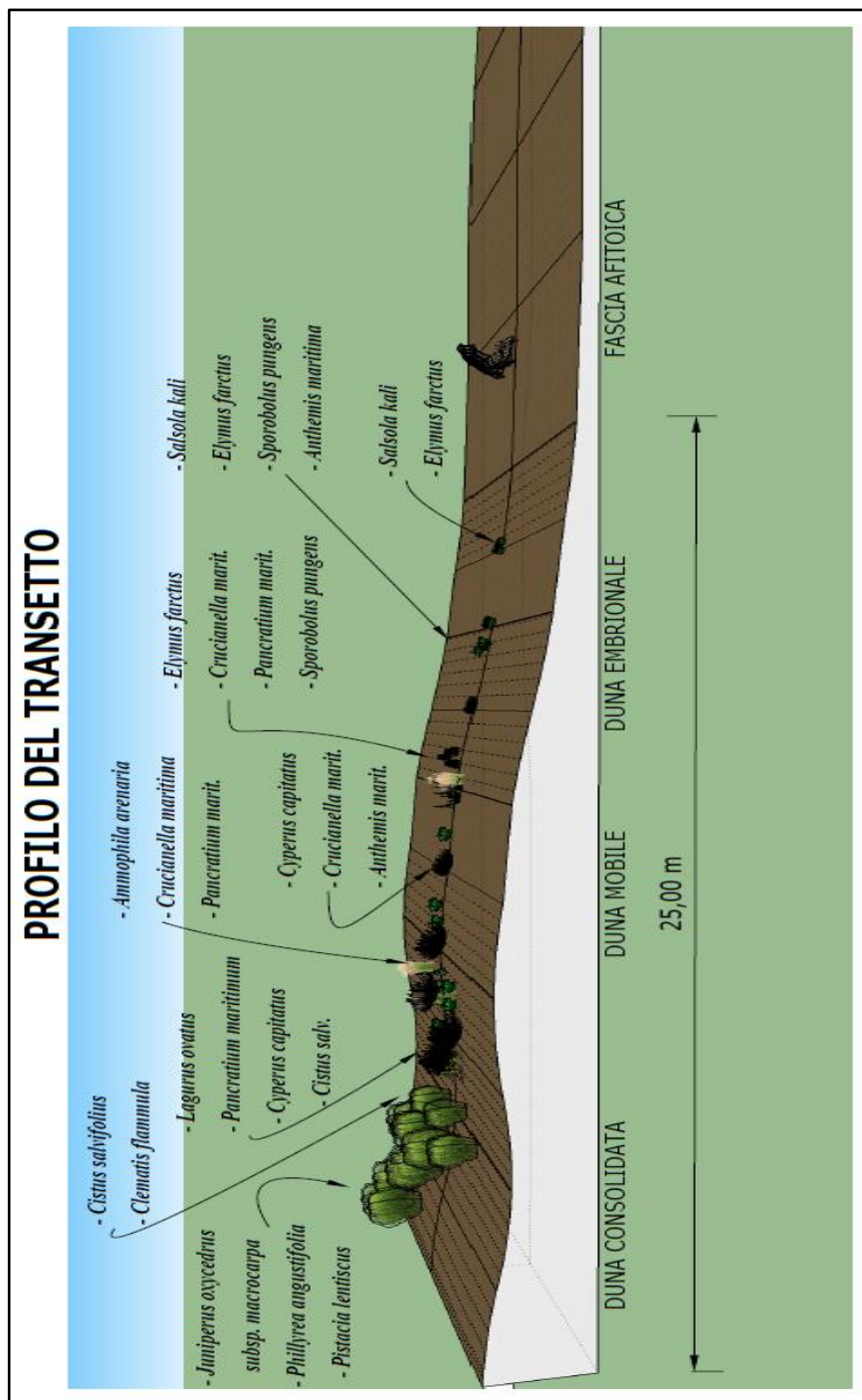


Figura 50 - Transect effettuato.

Dal transect realizzato è possibile evidenziare come la distribuzione delle diverse specie non segua, almeno fino alla duna consolidata, la zonazione tipica degli ambienti dunali tirrenici, segno evidente di un disturbo costante degli habitat.

3.4 Analisi della vegetazione

L'identificazione delle fitocenosi è stata eseguita identificando gli habitat presenti con l'aiuto del "Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE" (Ministero T.T.M., 2010).

Dunque, partendo dalla riva della spiaggia verso la parte più interna, sono state individuate le seguenti fitocenosi:

- Habitat 1210: Vegetazione annua delle linee di deposito marine.
 - Specie individuate: *Cakile maritima*, *Salsola kali*, *Elymus farctus*, *Sporobolus pungens*, *Eryngium maritimum*, *Achillea maritima*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum*.
 - Syntaxon di riferimento: l'associazione di riferimento individuata è *Salsola kali-Cakiletum maritimae* Costa & Manz., 1981 corr. Rivas-Martínez et al. 1992. Sono presenti tratti discontinui e frammentari caratterizzati dalla presenza di *Cakile maritima*, seppur presente in maniera minima e per lo più insieme a *Salsola kali*, *Sporobolus pungens* ed elementi floristici della duna embrionale entro cui il popolamento trova "rifugio"; nel complesso si è riscontrato un importante disturbo antropico che ne impedisce il suo sviluppo.

- Habitat 2110: Dune mobili embrionali.
 - Specie individuate: *Anthemis maritima*, *Elymus Farctus*, *Sporobolus pungens*, *Calystegia soldanella*, *Echinophora spinosa*, *Eryngium maritimum*, *Achillea maritima*, *Pancratium maritimum*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum*.
 - Syntaxon di riferimento: l'associazione individuata è *Echinophoro spinosae-Elymetum farctii* Géhu, 1988. Soprattutto si riscontrano per abbondanza *Elymus farctus*, *Sporobolus pungens*, *Pancratium maritimum* e le specie tipiche di una vegetazione perenne psammofila (Vagge & Biondi, 1999). Immediatamente dietro l'*Elymetum* si ritrovano individui sparsi di *Ammophila arenaria*, tuttavia non sono in grado di costituire una vera e propria fitocenosi attribuibile ad un *Ammophiletum* (Foggi et al., 2006).

- Habitat 2210: Dune fisse del litorale (*Crucianellion maritimae*).
 - Specie individuate: *Anthemis maritima*, *Crucianella maritima*, *Pancratium maritimum*, *Cyperus capitatus*, *Echinophora spinosa*, *Eryngium maritimum*, *Silene nicaeensis*, *Achillea maritima*, *Calystegia soldanella*, *Pycnocomon rutifolium*.

- -Syntaxon di riferimento: si tratta della prima fascia consolidata che si sviluppa verso il versante interno delle dune mobili con sabbie più compatte e stabili. In questo caso ritroviamo una vegetazione suffruticosa-camefitica, dominata da *Crucianella maritima*. Questa porzione di duna, tuttavia, risulta essere non ancora del tutto stabile. Comunque sia il crucianelletto si presenta meglio strutturato, conservando tutta la sua composizione floristica caratteristica. Ciò deve pertanto far riflettere sul carattere di relittualità del biotopo, il cui interesse naturalistico è legato alla condizione di rappresentatività della fitocenosi che costituisce l'habitat (Zanichelli et al., 2009). Questa vegetazione è riferibile all'associazione *Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae*, Géhu, Biondi, Géhu-Franck & Taffetani 1987 e presenta all'Elba le stazioni migliori e più rappresentative di tutto il litorale tirrenico settentrionale (Vagge & Biondi, 1999; Foggi et al., 2006).
- Habitat 2230: Dune con prati dei *Malcolmietalia*.
 - Specie individuate: *Malcolmia ramosissima*, *Cyperus capitatus*, *Crucianella maritima*, *Lagurus ovatus*, *Silene nicaeensis*, *Matthiola tricuspidata*, *Cistus salvifolius*.
 - Syntaxon di riferimento: l'associazione di riferimento è il *Malcolmietum ramosissimae* Molinier, 1954. Sempre nella zona sabbiosa di Lacona, in posizione retrodunale è stata rilevata una piccola fitocenosi a dominanza di *Malcolmia ramosissima*, aspetto residuale di un tipo di vegetazione psammofilo dei litorali mediterranei e termoatlantici. La cenosi è di ridotte dimensioni e la specie dominante è accompagnata da altre psammofile, si trova in forma impoverita sia a causa della marginalità corologica che per le esigue estensioni delle stazioni idonee al suo insediamento (Foggi et al., 2006).
- Habitat 2260: Dune con vegetazione di sclerofille dei *Cisto-Lavanduleta*.
 - Specie individuate: *Cistus salvifolius*, *Cistus creticus*, *Calicotome villosa*, *Clematis flammula*, *Matthiola tricuspidata*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Rosmarinus officinalis*, *Juniperus* sp., *Scirpoides holoschoenus*.
 - Syntaxon di riferimento: si tratta di una fitocenosi a dominanza di *Cistus salvifolius* con elementi igrofilo come *Scirpoides holoschoenus*. Si ritrova appena dietro la parte dunale consolidata, identificata come fascia interdunale e caratterizzata da una certa umidità, in cui possiamo distinguere una vegetazione fruticosa retrodunale, ascrivibile alla classe *Cisto-Lavanduletea*. Si tratta di una situazione molto caratteristica, qui la depressione retrodunale garantisce una certa disponibilità di acqua di falda, tuttavia il suolo risulta eluviato e quindi

povero di cationi e nutrienti. Attualmente quella di Lacona risulta l'unica stazione con queste caratteristiche presente all'Elba (Foggi *et al.*, 2006).



Figura 51 - Depressione interdunale umida.

- Habitat 2250: Dune costiere con *Juniperus* spp.
 - Specie individuate: *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Phillyrea angustifolia*, *Scirpoides holoschoenus*, *Pistacia lentiscus*, *Clematis flammula*, *Rhamnus alaternus*, *Smilax aspera*, *Cistus salvifolius*, *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*.
 - Syntaxon di riferimento: formazione ascrivibile all'associazione *Phillyreo angustifoliae-Juniperetum turbinatae*, Arrigoni, Nardi & Raffaelli 1985 corr. Bartolo *et. al.*, 1992. Nella parte più ad occidente vi è una maggiore naturalezza del profilo geomorfologico con alternanza di creste dunali e aree depresse (Zanichelli *et al.* 2009), qui ritroviamo una macchia di duna a dominanza di *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* e *Phillyrea angustifolia*. Si tratta infatti di un'area di poche decine di metri quadri, in cui sulle sommità delle dune si ritrovano frammenti di formazioni a ginepri costieri, tra i quali ginepro fenicio e ginepro coccolone (Vagge & Biondi, 1999). Si tratta di formazioni frammentate in quanto sono caratterizzate da interruzioni fatte con tagli di vegetazione per la creazione di varchi e percorsi per raggiungere il mare.

- Vegetazione effimera subnitrofilo-ruderale con *Matthiola tricuspidata*.
 - Si riporta anche la presenza, seppur in maniera minimale, di un'aggregazione caratterizzata da *Matthiola tricuspidata* osservabile immediatamente nel retroduna, vicino i margini di un'area rimboschita artificialmente nel corso del secolo scorso con *Pinus pinea* e vicino ad

un sentiero indirizzato verso il mare e soggetto al calpestio (*Figura 52*). Nonostante quest'area sia chiaramente influenzata dal disturbo antropico possiamo riferire questa cenosi alla classe *Malcolmietalia ramosissima* (Foggi *et al.*, 2006).



Figura 52 - Area caratterizzata dall'aggregazione di *Matthiola tricuspidata* e pineta artificiale.

4 CONCLUSIONI

4.1 Discussione

Da quanto rilevato è possibile affermare che, oltre alle superfici evidentemente sottratte allo sviluppo della vegetazione psammofila per la realizzazione di strutture permanenti, anche laddove la vegetazione è ancora presente è evidente un elevato grado di alterazione. Ciò è evidenziato dalla rarefazione di specie e dalla modificazione nella composizione floristica dei popolamenti vegetali e dalla presenza di specie alloctone invasive.

Sebbene la fascia del *Cakiletum* appaia scarsamente rappresentata, pur tuttavia le specie caratteristiche, quali *Cakile maritima* Scop. e *Salsola kali* L., evidenziano, grazie anche al loro ciclo annuale e grande capacità disseminativa, una resilienza elevata tale da consentire loro la permanenza sul litorale pur al di fuori spesso della loro normale zonazione ma in “nicchie” di sopravvivenza ai margini delle aree maggiormente calpestate. Ciò nonostante queste specie sono presenti in quantità estremamente ridotta.

L'Habitat 2110 caratterizzato da *Elymus farctus* Viv. risulta essere ridotto a sottili fasce e frammentato a macchia di leopardo; per quanto riguarda poi l'Habitat 2120 ad *Ammophila* invece possiamo dire che manca del tutto.

Si ritrovano, infatti, soltanto alcuni sporadici individui di *Ammophila arenaria* sparsi qua e là, che insistono sull'impercettibile fascia di duna embrionale/duna stabile, incapaci di dare luogo a comunità più consistenti, in quanto già eccessivamente inseriti nell'unica fascia rappresentata dalla duna stabile, pedologicamente funzionale alle comunità camefitiche. Ed è proprio in questo contesto che la prima barriera al vento proveniente dal mare è costituita praticamente dal solo *Crucianelletum*.

In sintesi tutta l'alterazione ambientale dell'area indagata è evidenziata dall'estrema rarefazione degli habitat psammofili legati alla duna effimera, alla duna embrionale e alla duna bianca.

Per quanto riguarda le specie alloctone ed invasive, è da rilevare l'elevata presenza di *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus.

4.2 Criticità individuate legate alla presenza antropica

L'attuale situazione negativa è conseguentemente da imputarsi a modificazioni dell'ambiente dunale ricercabili nelle trasformazioni antropiche. All'utilizzo stagionale della spiaggia con

insediamenti balneari si somma la pulitura primaverile dell'arenile che, assieme al posizionamento degli ombrelloni, risulta essere sempre più a ridosso delle prime fasce di vegetazione dunale e, come già accennato, la mancanza di un vero agropireto ed ammoreto non consente, a sua volta, un accumulo di sabbia naturale e quindi non si afferma la prima barriera dunale.

Il risultato sembra essere l'arretramento verso le dune mobili/consolidate delle specie caratteristiche delle fasce prospicienti l'arenile ove tuttavia il calpestio antropico diviene sempre maggiore. Per ridurre tale impatto è quindi indispensabile un progetto di riqualificazione in modo da poter avviare un management di tutela e valorizzazione (Zanichelli *et al.*, 2009).

Qui si riportano una serie di foto che mettono in luce le criticità individuate nell'area di studio; esse sono conseguenze della problematica del disturbo antropico e, come già affrontato nel capitolo introduttivo, si riscontrano maggiormente negli ambienti in cui il turismo di massa è rilevante.

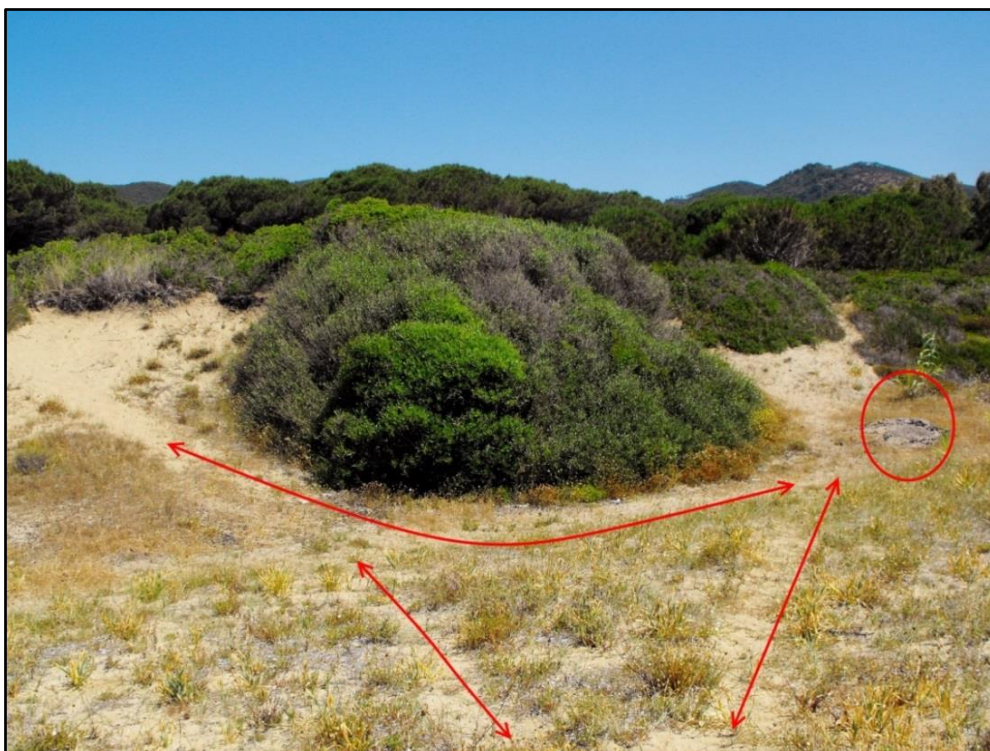


Figura 53 - 'Percolazione antropica' presso Lacona e resti di un fuoco abusivo.



Figura 54 - Percorsi nell'habitat dunale. Talvolta attraversati anche da biciclette e moto.



Figura 55 - Interfaccia tra concessione balneare e piede dunale.



Figura 56 e 57 - Veicolo in transito sulla spiaggia (sx) e varco per l'accesso all'arenile (dx).



Figura 58 - Traccia del passaggio di mezzi meccanici sulla spiaggia.

4.3 Proposte progettuali per la riqualifica del sistema dunale

Le proposte progettuali qui di seguito riportate hanno molti punti comuni, in quanto le azioni caratteristiche di ripristino di tali ambienti, in generale, sono piuttosto omogenee in tutti i siti di intervento (Pace *et al.*, 2009).

Sono state ipotizzate operazioni di restauro strutturale e vegetazionale dei cordoni dunali ed azioni di difesa degli stessi dall'azione antropica e dagli agenti naturali. Oltre alla chiusura con sabbia di varchi provocati dal passaggio di uomini e mezzi, il ripristino della continuità dei cordoni viene ottenuto anche favorendo lo sviluppo dei sistemi dunali embrionali attraverso impianti localizzati di vegetazione erbacea ed arbustiva che favoriscono il deposito della sabbia.

Alcuni interventi hanno consentito di verificare la possibilità di impiego di materiali diversi, ecocompatibili e disponibili in loco, per la ricostituzione ed il modellamento delle dune.

È noto che le specie della flora psammofila sono specie ad elevato grado di resilienza. Ovvero è stato osservato che quasi sempre, a un'interruzione dell'azione di disturbo ambientale (antropico o naturale), la vegetazione psammofila (mantenendosi ancora le specie caratteristiche in loco) evidenzia una ripresa dello sviluppo tale da riandare ad occupare in breve tempo le superfici da cui è stata eradicata. Da ciò ne consegue che nei tre casi di intervento che andiamo a proporre è da prevedere una rinaturazione spontanea, ove, tuttavia, il mancato monitoraggio e gestione può determinare l'instaurarsi anche di specie e comunità vegetali invasive, alloctone, indesiderate (Doody, 2013).

Ecco qui di seguito, quindi, tre differenti proposte progettuali di riqualifica del sistema dunale in esame:

1. Proposta progettuale “*light impact*”: materiali e costi di esecuzione minimi; ridotta interferenza con attività operatori balneari e fruitori turistici.
2. Proposta progettuale “*moderate impact*”: materiali e costi di esecuzione medi; interferenza maggiore e necessità di imposizione di vincoli ad operatori balneari e restrizioni ai fruitori turistici.
3. Proposta progettuale “*high impact*”: intervento di ripristino massimo con materiali e costi onerosi; elevato impatto sulla struttura urbanistica attuale e sugli edificati balneari con espropri e nuove destinazioni d'uso. Necessità di coinvolgimento radicale con le popolazioni e operatori locali e turisti.

PROPOSTA PROGETTUALE “LIGHT IMPACT”

FINALITA' DELL' INTERVENTO:

L'obiettivo è il ripristino e la valorizzazione del sistema dunale residuale d'interesse comunitario , con costi ed operazioni di intervento contenute.

LIVELLO INTERVENTO:



TIPOLOGIE DI INTERVENTO DA ATTUARE:

- Chiusura varchi e regolamentazione degli accessi ;
- Rimozione di specie erbacee, arbustive ed arboree non autoctone;
- Realizzazione di passerelle in legno o percorsi obbligati con pedane, anch'esse in legno, per la riduzione del disturbo antropico;
- Realizzazione di staccionate/recinzioni o delimitazioni con pali e corde per impedire l'accesso al sistema dunale;
- Bacheche illustrative in legno e segnaletica opportuna;
- Pianificazione del lavoro per limitare i danni all'ecosistema e al turismo sostenibile.

IMMAGINI RIPORTATE A SCOPO ESPLICATIVO:



Protezione di dune a cala S' Amarador a Maiorca con cartellonistica e stacciate (Foto di *Boccalaro*, 2009).



Recinzione appena eretta dall'AGENC in Corsica (Foto *Ispra*, 2009 b).



Passerella sopraelevata ideale per l'accesso all'arenile (Foto da www.reamarinasinis.it).

NOTE:

Si tratta di un intervento di ripristino dell'ambiente dunale, attualmente in condizioni di forte degrado, tra le cause di ciò si sottolinea l'importante disturbo antropico.

Le tipologie di intervento stabilite sono ridotte al minimo, sia dal punto di vista dei costi e materiali utilizzati, sia per l'impatto paesaggistico.

DINAMICA SOCIALE:

La realizzazione di tale intervento è prevedibile non determini resistenze da parte degli operatori locali (imprenditori balneari) e dei fruitori (bagnanti) in quanto non interferisce né sulle strutture, né sugli spazi esistenti ed utilizzati.

RISULTATI ATTESI:

Rinaturazione della duna consolidata (Habitat 2210, 2230, 2250, 2260) e parzialmente della duna bianca (Habitat 2120). Eliminazione delle specie alloctone.

PROPOSTA PROGETTUALE “MODERATE IMPACT”

FINALITA' DELL' INTERVENTO:

L'obiettivo è il ripristino e la valorizzazione del sistema dunale residuale d'interesse comunitario , con costi ed operazioni di intervento medie.

LIVELLO INTERVENTO:



TIPOLOGIE DI INTERVENTO DA ATTUARE:

- Chiusura varchi e regolamentazione degli accessi;
- Rimozione di specie erbacee, arbustive ed arboree non autoctone;
- Realizzazione di passerelle in legno o percorsi sopraelevati obbligati con pedane, anch'esse in legno, per la riduzione del disturbo antropico;
- Realizzazione di staccionate/recinzioni per impedire l'accesso al sistema dunale;
- Realizzazione di graticciate contro i venti dominanti;
- Bacheche illustrative in legno e segnaletica;
- Prelievo e moltiplicazione di vegetazione dunale autoctona;
- Cure colturali con messa a dimora di piante per riempire le fallanze della vegetazione psammofila;
- Divulgazione, sensibilizzazione della popolazione locale e turistica;
- Pianificazione del lavoro per limitare i danni all'ecosistema ed al turismo sostenibile;
- Monitoraggio e manutenzione dopo l'intervento.

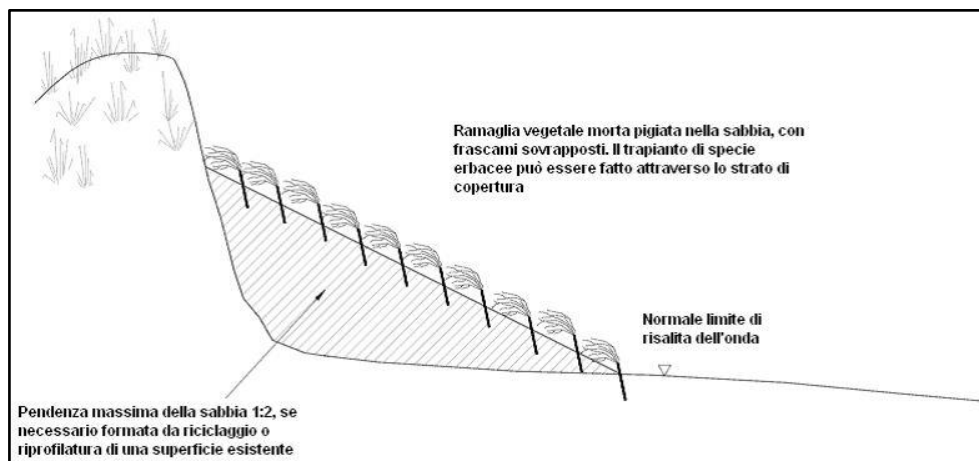
IMMAGINI RIPORTATE A SCOPO ESPLICATIVO:



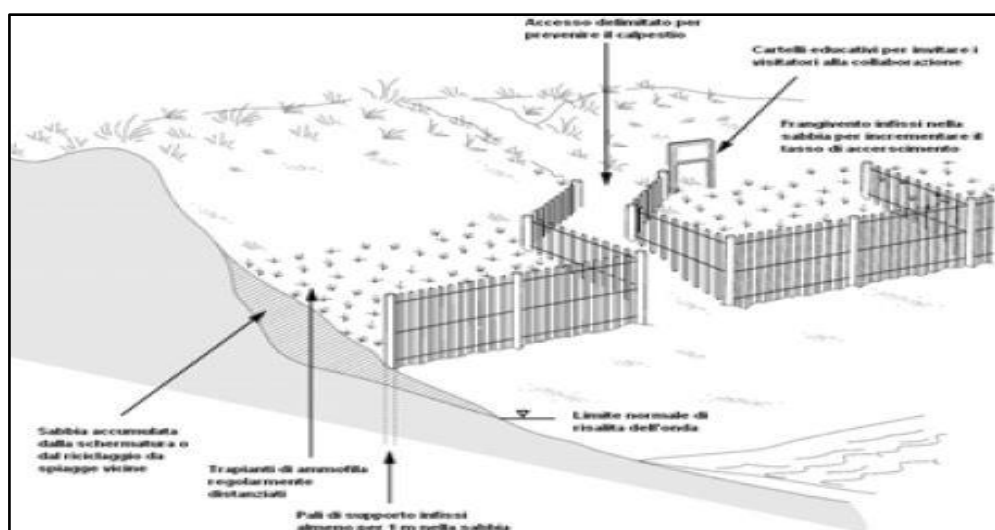
Costruzione di barriere basali in viminate, chiusura dei varchi mediante palizzate e realizzazione di schermi frangivento nel *Parco Nazionale del Circeo* (Foto *Puglisi*, 2000).



Messa a dimora di *Ammophila* e *Tamerice* a San Rossore (Foto di *Boccalaro*, 2009).



Copertura delle dune con specie autoctone (Wallingford, 2004).



Accorgimenti protettivi di rivegetazioni su dune (Wallingford, 2004).



Difesa al piede della duna con paleria di legname e stuoia in cocco (Foto di Bovina in Ispra 2009 b).



Realizzazione delle graticciate a protezione della duna, Sardegna (Foto Ispra, 2009 b).

NOTE:

Si tratta di un intervento di ripristino dell'ambiente dunale, attualmente in condizioni di forte degrado, probabilmente e soprattutto a causa dell'importante disturbo antropico. Le tipologie di intervento stabilite sono più importanti rispetto al precedente caso.

Con il fine di ripristinare la vegetazione dunale dell'habitat e consolidarla, è necessaria la coltivazione in vivaio di piante autoctone del luogo e la loro successiva messa a dimora tramite trapianto.

Per ricostruire la morfologia dunale idonea, inoltre, sono necessari opere di ingegneria naturalistica, eseguite con materiali eco-compatibili e totalmente biodegradabili.

Infine si rende necessaria la rimozione di quelle specie invasive che minacciano il normale equilibrio armonico di questo habitat.

DINAMICA SOCIALE:

La realizzazione di tale intervento è prevedibile determini resistenze da parte degli operatori locali (imprenditori balneari) e dei fruitori (bagnanti) interferendo, anche se in misura alquanto contenuta, sulle superfici occupate da alcune strutture e su spazi utilizzati dai bagnanti. Occorre conseguentemente attuare una politica di sensibilizzazione presso i medesimi operatori e fruitori.

RISULTATI ATTESI:

Rinaturazione della duna consolidata (Habitat 2210, 2230, 2250, 2260), aumento delle superfici investite dalla duna bianca (Habitat 2120), recupero e distribuzione omogenea della fascia embrionale (Habitat 2110); parziale recupero delle specie della duna effimera (Habitat 1210). Eliminazione delle specie alloctone.

PROPOSTA PROGETTUALE “HIGH IMPACT”

FINALITA' DELL' INTERVENTO:

L'obiettivo è il ripristino e la valorizzazione del sistema dunale residuale, d'interesse comunitario, attraverso ogni tipologia di operazione di intervento necessarie al raggiungimento dello scopo prefissato.

LIVELLO INTERVENTO:



TIPOLOGIE DI INTERVENTO DA ATTUARE:

- Chiusura varchi e regolamentazione degli accessi alla spiaggia;
- Rimozione di specie erbacee, arbustive ed arboree non autoctone;
- Realizzazione di passerelle in legno o percorsi sopraelevati obbligati con pedane sempre in legno per la riduzione del disturbo antropico;
- Realizzazione di staccionate/recinzioni per impedire l'accesso al sistema dunale;
- Posa in opera di biostuoie in fibre naturali (iuta e/o cocco) ancorate con paletti di legno a protezione del piede dunale;
- Realizzazione di graticciate e frangivento contro i venti dominanti, sono consigliati materiali quali stuoie di canna, fascinate verticali, recinti porosi in legno, bioreti etc.;
- Raccolta, selezione, preparazione e miscuglio di semi di specie autoctone per la riproduzione;
- Restauro vegetazionale delle dune tramite l'impianto di gruppi di elementi erbacei e arbustivi;
- Riempimento delle fallanze nella vegetazione psammofila ed eventuale irrigazione di soccorso;
- Intervento di ripristino con piante micorizzate per coadiuvare la vegetazione psammofila;
- Estensione dell'intervento di miglioramento vegetazionale alla zona retrodunale finalizzato al consolidamento e alla protezione dell'ambiente dunale stesso;
- Ripascimento della spiaggia se necessario;
- Esproprio di privati dall'ambiente dunale, se presenti;
- Bacheche illustrative in legno e segnaletica;
- Piano d'azione, divulgazione, sensibilizzazione presso la popolazione locale e non;
- Programmazione del lavoro per limitare i danni all'ecosistema e al turismo sostenibile;
- Attivazione della manutenzione ecologica dell'ambiente dunale e monitoraggio da effettuare come minimo ogni 2 anni per valutare l'evoluzione della spiaggia-duna e il successo dell'intervento in relazione agli obiettivi prefissati;

IMMAGINI RIPORTATE A SCOPO ESPLICATIVO:



Strutture informative per il corretto accesso ed uso della spiaggia (a sx) e passerella (a dx) con percorso sinuoso per non favorire l'azione eolica del vento. (Foto di Bovina, Ispra 2009 a).



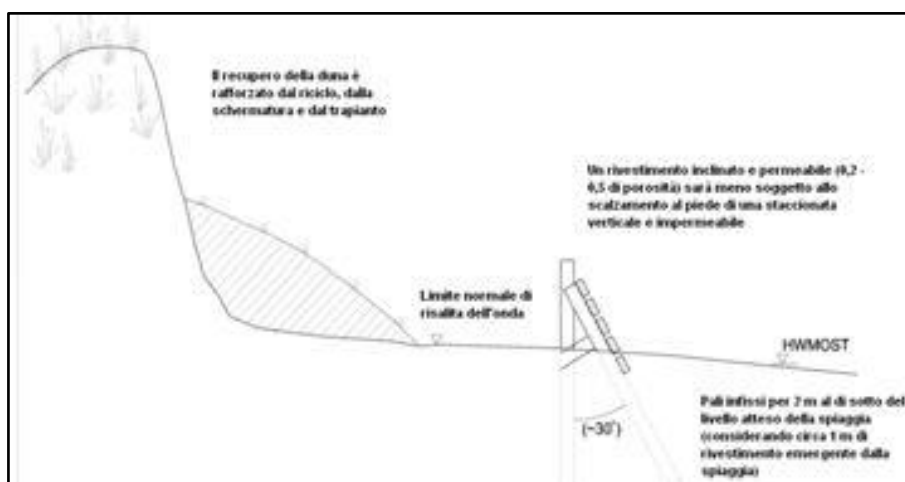
Recinzione dissuasiva e associato schermo frangivento realizzato in stuoia di canne (Foto di Bovina in *Ispra* 2009 a) .



Frangivento a scacchiera per ricostruire la morfologia dunale (sx), la stessa struttura (dx) quattro anni dopo dalla sua realizzazione (Foto Bovina in *Ispra* 2009 a).



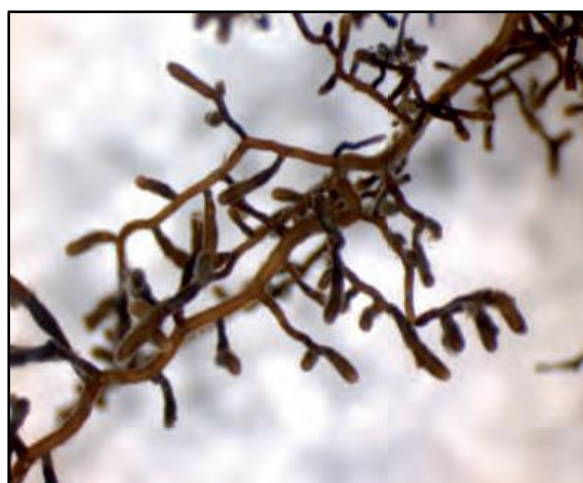
Frangivento in bio-stuoia di cocco (Foto *Ispra*, 2009 b).



Staccionata paraonde (Wallingford, 2004).



Area con rimozione selettiva di *Carpobrotus acinaciformis*, specie invasiva, presso la spiaggia della Pelosa (Sardegna). Prima della rimozione (sx) e 7 mesi dopo (dx) (Foto Ispra, 2009 b).



Piantine micorrizzate prodotte in vivaio specializzato (sx) ed ectomicorrize di *Tuber melanosporum* Vittad. su radice di *Quercus pubescens* Willd. (dx) (Foto di Ispra, 2009 a).



Messa a dimora di *Ammophila* presso Focene, Lazio (Foto di *Ispira*, 2009 b).



Messa a dimora di specie arbustive e suffruticose mediterranee su litorale sabbioso (Foto di *Ispira*, 2009 b).

NOTE:

Si tratta di un intervento di ripristino dell'ambiente dunale, attualmente in condizioni di forte degrado, tra le varie cause si segnala la problematica del disturbo antropico. Le tipologie di intervento stabilite in questo caso sono massime rispetto alle due ipotesi di progetto precedenti. Qui di seguito si discutono le scelte delle principali tipologie di intervento:

- l'approccio descritto vuole principalmente il ripristino della capacità naturale nei processi di creazione e di stabilizzazione dei depositi eolici, in maniera da ricreare morfologicamente un ambiente dunale idoneo. Le strutture frangivento posizionate lungo il pendio dunale, e soprattutto quelle in prossimità della cresta dunale, hanno lo scopo, tra i vari obiettivi, anche quello di limitare l'output di sabbia nella parte retrodunale.

Per ottenere ciò sono stati scelti ed abbinati materiali totalmente naturali e biodegradabili (come fibra di cocco e legno) che consentono di ottimizzare la migliore funzionalità e una maggiore compatibilità rispetto ad altri materiali. Comunque sia le lavorazioni risultano piuttosto semplici e veloci, a vantaggio di un'economicità delle opere, tanto da poterle inquadrare come azioni di manutenzione ordinaria della duna. In tal senso la limitata durata del materiale (la fibra di cocco va dagli 1-3 anni in relazione al tipo di opera) si raccorda, infatti, con il dinamismo locale. Con l'uso di questi materiali il deposito eolico risulta meno strutturato e meno artificiale rispetto ad altre opere pur sempre naturalistiche ma di maggior impatto paesaggistico. Questa tipologia di sistemi di frangivento in particolare risultano coerenti nei confronti della natura dei depositi sabbiosi e alla dinamica naturale dei processi di sedimentazione e di erosione. Queste strutture, inoltre, hanno la funzione di favorire la deposizione della sabbia eolica e la conseguente creazione di un deposito dunale. La vegetazione trova, quindi, le condizioni favorevoli al proprio sviluppo evolvendo e

provvedendo progressivamente all'accrescimento ed alla stabilizzazione del deposito. Con il tempo, le palizzate si coprono di sabbia, si degradano e scompaiono, lasciando la duna con un aspetto naturale già a partire dal 6°-7° anno (Brecciaroli et Onori,2008;)

- Un altro punto fondamentale del progetto, come d'altronde anche nelle ipotesi precedenti, è l'impatto delle specie invasive che possono determinare un'ulteriore degradazione ed alterazione dell'habitat e il declino delle specie native, a volte fino all'estinzione, portando ad una diminuzione della biodiversità locale e ad un'omogeneizzazione della fauna e della flora. Si rende necessaria, quindi, la rimozione di specie invasive presenti nell'habitat.
- Per quanto riguarda la ricostruzione dunale attraverso la messa a dimora di piante autoctone, la pratica più diffusa soprattutto nei litoranei mediterranei, prevede il reimpianto di *Ammophila* in quanto ha la maggiore capacità edificatrice grazie ad un apparato radicale molto esteso. Comunque sia si possono ricorrere ad altre specie, purché esse siano autoctone, come ad esempio:
 - ✓ *Achillea maritima* che può crescere anche molto vicino al mare ed ha ottima capacità fissatrice ed edificatrice;
 - ✓ *Pancratium maritimum* specie molto resistente al calpestamento;
 - ✓ *Anthemis maritima* che raggiunge coperture elevate in breve tempo.
- E' ipotizzabile un intervento di ripristino della vegetazione psammofila anche attraverso la pratica della micorrizzazione artificiale. Questa tecnica permette la coltivazione e l'affermazione di piante forestali destinate a suoli perturbati o comunque non sufficientemente dotati dei simbionti necessari alla sopravvivenza delle piante (arboricoltura in terreni agrari, verde urbano, cave, discariche, etc.). L'efficienza di tali associazioni varia secondo una serie di interazioni dinamiche che coinvolgono non soltanto la pianta e il fungo, ma anche i fattori ambientali e pedologici e i rapporti che si stabiliscono fra queste variabili (Montecchio, 2009). Per quanto riguarda gli ambienti dunali è auspicabile che la rinaturalizzazione o il ripristino venga previsto tramite l'utilizzo di materiale vegetale opportunamente preparato in vivai specializzati nella produzione di piante micorrizzate che conservino, ovviamente, il genoma dell'area interessata e i relativi ceppi fungini;
- Risulta fondamentale realizzare un piano di sensibilizzazione per la tutela di questo habitat. Diventa di vitale importanza ottenere il sostegno degli abitanti locali e dei turisti;
- Una volta terminati i lavori, si deve procedere con la fase di manutenzione dell'area e di monitoraggio per verificare l'efficacia dell'intervento. Questo punto è valido per tutte e tre le proposte progettuali e ha una durata considerevole.

DINAMICA SOCIALE:

La realizzazione di tale intervento è prevedibile determini sicuramente opposizioni da parte degli imprenditori e proprietari degli stabilimenti balneari e necessita interventi di compensazione economica. È prevedibile anche una resistenza da parte dei fruitori (bagnanti) sottraendo in misura elevata spazi alla fruizione della spiaggia. Risulta conseguentemente necessaria attuare prima dell'esecuzione del progetto una politica di sensibilizzazione e di coinvolgimento degli operatori e fruitori.

RISULTATI ATTESI:

Rinaturazione della duna consolidata (Habitat 2210, 2230, 2250, 2260), aumento delle superfici investite dalla duna bianca (Habitat 2120), recupero completo della fascia embrionale (Habitat 2110); ulteriore recupero delle specie della duna effimera (Habitat 1210). Ricostituzione del disegno geomorfologico e ambientale dell'area dunale di Lacona. Eliminazione delle specie alloctone.

4.4 Considerazioni conclusive

Lo studio floristico vegetazionale è uno strumento essenziale per la misura della conservazione di un habitat. Proprio attraverso la conoscenza delle caratteristiche delle specie vegetali e delle loro

relazioni interspecifiche possiamo individuare le azioni di recupero più efficaci e le azioni di gestione più idonee per la protezione di un habitat. Conseguentemente un monitoraggio accurato degli habitat rappresenta il primo passo da compiere per operare scelte consapevoli (Giacanelli, 2005). E' necessario tener conto non solo di quali specie vivono naturalmente nell'area, ma anche di come esse si organizzano in comunità e quali sono i rapporti dinamici tra le differenti fitocenosi presenti nel territorio in questione. La conoscenza dei processi successionali che interessano la vegetazione di un determinato territorio è, infatti, una condizione necessaria per la corretta progettazione degli interventi (Blasi et al, 2010).

Ovviamente l'attenzione deve sempre essere riposta nello studio e nella analisi degli ambienti in cui si va ad operare, analizzando in maniera peculiare ciascun caso, sia per quanto riguarda le cause di degrado che le possibili dinamiche evolutive.

Ad oggi l'esperienza maturata nella riqualificazione di ambienti dunali prova che le tecniche e le modalità di intervento, fin qui solamente sperimentate, possono considerarsi più evolute e funzionali. Se da un lato gli interventi tecnici per il ripristino ambientale sembrano essere sulla buona strada, dall'altro la componente sociale con cui ci si raffronta in questi contesti di intervento appare essere, in genere, più problematica. Proprio per questo motivo è necessario consolidare le conoscenze di base sulla gestione e pianificazione del sistema costiero orientandole alle esigenze delle comunità. Oltre che avvalersi degli strumenti già esistenti come le Direttive Comunitarie (*Direttiva Habitat, Direttiva Uccelli*, etc.) in materia di tutela ambientale, è necessario anche conoscere ed indirizzare, attraverso azioni continue di sensibilizzazione, l'utilizzo del sistema costiero, dalla balneazione agli insediamenti residenziali e turistici, al fine di far acquisire la consapevolezza delle risorse del proprio territorio e di un loro più corretto utilizzo.

Un buon esempio di sensibilizzazione della comunità locale, a questo proposito, va al caso elbano in cui era nato un comitato noto come '*Amici delle Dune*' con lo scopo di acquisire pubblicamente parte dei terreni demaniali privatizzati e più significativi dal punto di vista della conservazione. E proprio in questo contesto, con l'acquisizione pubblica da parte del Parco, l'Ente ha cercato e ottenuto l'appoggio dell'amministrazione locale, di volontari e di coloro che sono insediati con attività produttive, con l'obiettivo comune di poter attuare una salvaguardia e gestione dell'ambiente dunale, che possa portare vantaggi economici dall'avere un'area naturalistica ben più equipaggiata e ben tenuta. Proprio recentemente è stato approvato il progetto esecutivo che darà l'inizio agli interventi di ripristino e di manutenzione dell'area acquisita.

Riferimenti bibliografici

1. ACOSTA A.T.R. & ERCOLE S., 2015 *Gli habitat delle coste sabbiose italiane: ecologia e problematiche di conservazione*. ISPRA, Serie Rapporti, 215/2015.
2. ARRIGONI P.V., 2006-2014 *Flora dell'Isola di Sardegna*, vol. 1-6, Carlo Delfino Editore, Sassari.
3. AUDISIO P., MUSCIO G., 2002 *Aspetti geologici e geomorfologici*. In: *Dune e spiagge sabbiose*, Quaderni habitat n°4, Ministero dell'Ambiente e del Territorio, Museo Fiulano di Scienze Naturali.
4. BERTACCHI A; HUGOT L; KUGLER P.K; LOMBARDI T; MANNOCCI M; MONALDI M; SPINELLI P; SPINOSI P; TOMEI P.E., 2005 *Territorio livornese e Corsica orientale - Alcuni esempi di specie vegetali transfrontaliere*. ETS Pisa, 79 pp.
5. BERTACCHI A., LOMBARDI T., BOCCI G., 2009 *Il paesaggio vegetale dell'ambiente dunale di Calambrone nel litorale pisano (Toscana settentrionale)*. *Informatore Botanico Italiano*, 41 2 281-292.
6. BLASI C., MAZZOLENI S., PAURA B., 1988 *Proposte per una regionalizzazione fitoclimatica della Campania*. Atti II Colloquio "Probl. Def. Amb. Fis. Biol. Medit.", Castro Marina (Lecce). In: *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
7. BLASI C., 1994 *Fitoclimatologia del Lazio*. *Fitocociologia*, 27: 151-175. In: *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Palombi Editori, 2005.
8. BLASI C., BOITANI L., LA POSTA S., MANES F., MARCHETTI M., 2005 *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Palombi Editori., 455 pp.
9. BLASI C., ERCOLE S., COPIZ R., ZAVATTERO L., 2010 *Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari*, 53pp. Ispra, Manuali e linee guida 65.3/2010.
10. BOCCALARO F., 2009 *Buone pratiche per gli interventi di difesa ambientale delle dune costiere*. Convegno SOS dune - stato, problemi, interventi, gestione. Atti, Roma Ottobre 2009, Ispra – Catap.
11. BOVINA G., 2004 *Restauro e conservazione delle dune costiere*, *Professione geologo - Rivista dell'Ordine dei Geologi del Lazio*, Roma.

12. BOVINA G., AMODIO M., CALLORI DI VIGNALE C., 2009 *L'approccio naturalistico nella conservazione e restauro degli ambienti dunali*. Cap. 9: 269-307 pp. In: Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette, Ispra, 100/2009.
13. BRAUN BLANQUET, 1983 *Plant sociology. The study of plants communities*. Koenigstein: Koeltz.
14. BRECCIAROLI B., ONORI L., 2008 *Ripristino degli ecosistemi marino-costieri con tecniche di ingegneria naturalistica*, 39 pp. Ispra.
15. CIPRIANI L.E., FERRI S., IANNOTTA P., MANNORI S. & PRANZINI E., 2006 *Evoluzione recente delle spiagge toscane*. Piano di indirizzo territoriale della Toscana -3. Quadro conoscitivo - Allegato al testo n. 2. Regione Toscana.
16. CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C., 2005 *An annotated checklist of the italian vascular flora*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Direzione per la Protezione della Natura, Dipartimento di Biologia Vegetale – Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.
17. D'ANDRASSI A., MACCARONI R., 2008 *Studio delle correlazioni esistenti tra geologia, geomorfologia e vegetazione dell'Isola d'Elba*, Ispra.
18. DOODY J.P., 2013 *Sand dune conservation, management and restoration*. Springer, Heidelberg.
19. FIERRO G., (1997) 1999 *Atlante delle spiagge italiane*. CNR-MURST S.EL.CA. Editore. pp. 4, 108 Tavole.
20. FOGGI B., CARTEI L., PIGNOTTI L., SIGNORINI M.A., VICIANI D., DELL'OLMO L., MENICAGLI E., 2006 *Il paesaggio vegetale dell'Isola d'Elba (Arcipelago Toscano)*. *Studio di fitosociologia e cartografico*. Fitosociologia, 43 (1), Suppl. 1: 3-95, Fitosociologia (C) Società Italiana di Scienza della Vegetazione.
21. GÉHU J.M., BIONDI E., 1994 *Antropizzazione delle dune del mediterraneo*. In: C. Ferrari, F. Manes, E. Biondi, Alterazioni ambientali ed effetti sulle piante. Edizioni Edagricole.
22. GIACANELLI V., 2005 *L'importanza dell'approccio fitosociologico nel risanamento ambientale*. In: Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari, Manuali e linee guida 65.3/2010.
23. GRATANI L., CRESCENTE M.F., VARONE L., GINI E., RICOTTA C., BONITO A., 2013 *Sand Dune Species Distribution and Size Variations in Two Areas Inside a Natural Protected Area Subjected to Different Human Disturbance*, American Journal of Plant Sciences, 2013, 4:1899-1910.
24. ISPRA, 2009 a *Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette*. 393 pp. Ispra, Rapporti 100/2009.

25. ISPRA, 2009 b *Convegno SOS DUNE – Stato, problemi, interventi, gestione*. Roma, Ottobre 2009.
26. MACCHIA U., PRANZINI E.& TOMEI P.E., 2005 *Le dune costiere in Italia, la natura e il paesaggio*. Felici editore, Pisa.
27. MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 2010 *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*. Direzione per la Protezione della Natura e del Mare - Contributo telematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità, Progetto Artiser, Roma.
28. MONTECCHIO L., 2009 *I simbionti micorrizici come bioindicatori della salute delle piante forestali*. 175-176 pp. In: Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette, Ispra, 100/2009.
29. NEGRI G., 1950 *Escursione sociale all'Isola d'Elba (Aprile 1950): appunti sulla vegetazione*. Nuovo Giorn. Bot. Ital. 57: 276-293.
30. PACE F., CHIECO M., MORETTI V., 2009 *Sistemi dunali e tutela della zona costiera in Puglia*. In: Convegno SOS dune - stato, problemi, interventi, gestione. Atti, Roma Ottobre 2009, Ispra – Catap.
31. PIGNATTI S., 1982 *Flora d'italia*. Editore Edagricole,.
32. PIGNATTI S., 2002 *La vegetazione della spiaggia, in dune e spiagge sabbiose*. Quaderni habitat n°4, Ministero dell'Ambiente e del Territorio, Museo Fiulano di Scienze Naturali.
33. PRANZINI E., 2011 *N° componente 3 – N° azione 3.3.3 Aggiornamento sulla dinamica erosiva o accretiva dei litorali toscani- Sottoprogetto B*. Partner responsabile provincia Livorno, ResMar Rete di tutela ambientale nello spazio marittimo.
34. PUGLISI S., 2009 *Cenni storici sugli interventi di restauro e di ricostituzione delle dune costiere*. Box 9.1: 276-288 pp. In: Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette, Ispra, 100/2009.
35. RIVAS-MARTINEZ & RIVAS-SAENZ, 2015 *Worldwide Bioclimatic Classification System*, Phytosociological Research Center, Spain. <http://www.globalbioclimatics.org>
36. TOMEI P.E., BERTACCHI A., SANI A. & CONSIGLIO M., 2004 *La vegetazione della tenuta di san rossore 1/66*, Pacini editore, Pisa.
37. TROMBULAK S.C., FRISSELL C.A., 2000 *Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. Conservation Biology 14, 18-30.

38. UBALDI D., 2003 *Flora, fitocenosi e ambiente – Elementi di Geobotanica e Fitosociologia*, Cooperativa Libraiia universitaria Editrice Bologna.
39. VAGGE I. & BIONDI E., 1999 *La vegetazione delle coste sabbiose del Tirreno settentrionale italiano*, Fitosociologia 36 (2): 61-95.
40. WALLINGFORD H.R., 2004 *A guide to managing coastal erosion in beach/dune systems*, Scottish Natural Heritage, Inverness.
41. Walz U., 2008 *Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany) - Methods and indicators*. Ecological Indicators 8: 807-817.
42. WIENS J.A., 1989 Spatial Scaling in Ecology. Functional Ecology 3, 385-397.
43. WWF 2012, *Dossier coste. Il 'profilo' fragile dell'Italia*. 178 pp. www.settimo-continente.it/app/download/.../WWF+Dossier+Coste.pdf.
44. ZANICHELLI F., CARTA A., DE PIETRO F., 2009 *L'ultima spiaggia per le dune di Lacona: il progetto di azionariato popolare per la tutela del biotopo*. In: Convegno SOS dune - stato, problemi, interventi, gestione. Atti, Roma Ottobre 2009, Ispra – Catap.

Riferimenti sitografici

- <http://www.islepark.it/>
- <http://www.isprambiente.gov.it/it>
- <http://www.beachmed.it/Beachmede/tabid/65/Default.aspx>
- vnr.unipg.it/habitat/
- www.arpato.toscana.it/
- www.globalbioclimatics.org
- www.regione.toscana.it/-/geoscopio
- www.vegetazionecostiera.it

Ringraziamenti

“Desidero innanzitutto ringraziare il mio relatore Dott. Andrea Bertacchi per i preziosi insegnamenti e per le ore dedicate alla mia tesi. Intendo poi ringraziare Casa Bonaini 44 per tutti questi anni trascorsi a Pisa e per i piacevoli ricordi che porterò per sempre con me.

Inoltre ringrazio tutti coloro che ho incontrato in questo percorso universitario e che in qualche modo mi hanno trasmesso qualcosa di buono.

Infine, ho desiderio di ringraziare con affetto i miei familiari per il sostegno ricevuto e per avermi dato la possibilità di iscrivermi all'Università. In particolare dedico questo traguardo ai miei cari nonni.”