



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

RIPRISTINO DEGLI ECOSISTEMI MARINO-COSTIERI CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Dott.ssa Benedetta Brecciaroli

Tutor: Dott. Luciano Onori

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile Servizio

INDICE

Prefazione.....	4
Abstract	6
1. Le dune.....	7
1.1 Struttura.....	7
1.2 Importanza	11
2. Le tecniche dell'ingegneria naturalistica	13
2.1 Generalità.....	13
2.2 Le tecniche di Ingegneria Naturalistica applicate alla conservazione degli ambienti dunali.....	14
2.2.a <i>Barriere frangivento</i>	15
2.2.b <i>Barriere basali in viminata</i>	16
2.2.c <i>Schermi frangivento a scacchiera</i>	16
2.2.d <i>Consolidamento combinato costituito da viminate e schermi frangivento</i>	17
2.2.e <i>Costruzione delle dune tramite vegetazione</i>	18
3. Individuazione degli interventi realizzati.....	19
3.1 Metodologia utilizzata.....	19
3.2 Esempi di interventi di ripristino dei sistemi dunali	22
4. Valutazione risultati	29
Bibliografia e siti internet consultati.....	33
ALLEGATO 1: Format di scheda descrittiva	35
ALLEGATO 2: SCHEDE RIASSUNTIVE DEGLI INTERVENTI CENSITI.....	39

Prefazione

Con la Conferenza di Rio de Janeiro (1992) e dei conseguenti accordi multilaterali, è stato superato il vecchio concetto di tutela ambientale, rivolto quasi esclusivamente alla salvaguardia di habitat e specie, per passare ad una difesa dinamica della natura, basata sui principi dello sviluppo sostenibile, e, per quanto riguarda la protezione delle coste, ad una gestione che punti non solo ad impedire il degrado di questi ambienti, ma anche a rafforzare le difese dai pericoli che li minacciano. Si passa così ad un approccio basato sugli ecosistemi, in cui devono essere preferite misure di protezione del litorale, appropriate e responsabili dal punto di vista ecologico, nonché il ricorso ai processi naturali e il rispetto della capacità di assorbimento degli ecosistemi per rendere le attività umane più compatibili con l'ambiente (Raccomandazione 2002/413/CE).

Nasce, pertanto, soprattutto in un paese come l'Italia dove la frammentazione delle competenze sulla costa e sul mare rende molto difficile una corretta gestione delle risorse, la necessità di una "gestione integrata delle coste" (Agenda 21 cap. 17), in cui vengano superati gli interessi locali e gli approcci settoriali attraverso studi multidisciplinari, che consentano la formulazione di politiche efficaci sul piano economico, sociale ed ambientale.

Da questo punto di vista deve essere superato l'approccio storicamente utilizzato in Italia, che considerava, come unica soluzione possibile per la difesa dei litorali, l'utilizzo di opere rigide, in quanto esse causano effetti negativi dal punto di vista sia ambientale che paesaggistico, alterando spesso in modo imprevedibile le dinamiche costiere a scala locale. Anche l'uso dei ripascimenti morbidi, cioè l'uso di sabbie prelevate da cave marine per la ricostruzione delle spiagge, divenuto sempre più frequente negli ultimi anni, anche se si tratta di una tecnica a minore impatto ambientale rispetto alle classiche opere rigide, non può essere considerato privo di conseguenze dal punto di vista ambientale, soprattutto considerando le grandi quantità di sedimento che vengono movimentate in questo tipo di opere. Inoltre tali azioni rappresentano soluzioni solo temporanee, che non affrontano la causa prima del problema e che perciò devono essere continuamente ripetute nel tempo per ottenere risultati durevoli e con effetti negativi a breve e medio termine (migrazione dei fenomeni erosivi, danneggiamento delle biocenosi).

Occorre pertanto, secondo i principi della gestione integrata, non pensare più solo in termini di difesa delle coste, ma di conservazione e ripristino di quegli habitat naturali che, come le dune costiere e le praterie di *Posidonia oceanica*, ostacolano i fenomeni erosivi in modo naturale.

Questo tipo di approccio, affrontato con successo da molti anni in altri paesi, come Stati Uniti, Spagna, Francia e Olanda, in Italia si sta pian piano diffondendo soprattutto all'interno di Aree Protette e grazie all'uso di finanziamenti europei. In questi progetti le aree protette diventano pertanto promotori e gestori

di azioni che sperimentano all'interno dei Parchi e delle Riserve naturali forme di soluzione di problemi trasferibili in seguito anche altrove, come esempi di sviluppo sostenibile.

ISPRA, fin dal 2005, ha avviato una ricerca finalizzata alla conoscenza degli interventi di ripristino e rinaturazione realizzati nelle Aree Protette nazionali con tecniche di Ingegneria naturalistica. Nel 2008 è stato poi costituito un Gruppo di Lavoro per studiare, in particolare, il ripristino degli ecosistemi marino-costieri, sempre nelle Aree protette, ed ha promosso questo stage allo scopo di effettuare una prima ricognizione lungo le coste italiane per individuare, caratterizzare e raffrontare gli interventi di ripristino sinora realizzati o in fase di realizzazione nel nostro paese.

Abstract

Nell'ambito di questo stage è stata avviata, attraverso ricerche bibliografiche e in Internet, sopralluoghi sul campo e collaborazione con i principali esperti e professionisti del settore, una prima ricognizione degli interventi di ripristino dei sistemi dunali realizzati, o in via di realizzazione, con tecniche di ingegneria naturalistica, in Italia. Sono stati così raccolti e georeferenziati i dati relativi a 25 interventi, distribuiti in tutta Italia e, per ciascun intervento, è stato ideato e compilato un format di scheda descrittiva.

Questa prima ricognizione ha evidenziato che sembra esserci un netto incremento, negli ultimi anni, degli interventi di ripristino dei sistemi dunali in Italia, anche grazie all'uso di fonti di finanziamento europee e, spesso, all'impegno degli enti gestori delle Aree Naturali Protette. Grazie ai dati ottenuti è stato inoltre possibile iniziare ad individuare un primo sistema di indicatori che, anche a distanza di anni, permettano di fornire informazioni sulla buona o cattiva riuscita di un intervento di ripristino dei sistemi dunali.

1. Le dune

1.1 Struttura

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.

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 (Fig.1).

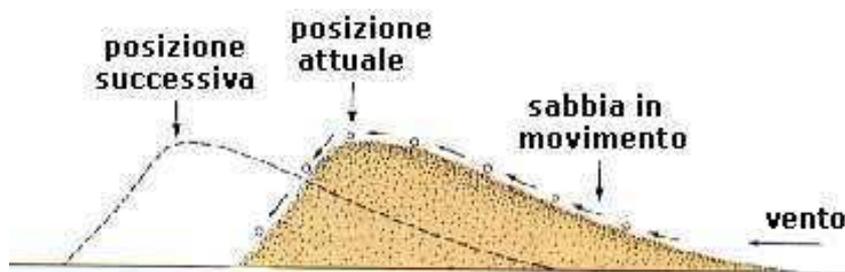


Figura 1: tratta da www.geologia.com

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. Kuhnholz-Lordat (1923) fu il primo a rendersi conto di questo fenomeno e definì l’interazione tra vento e piante il “binomio dinamico” (Fig.2).

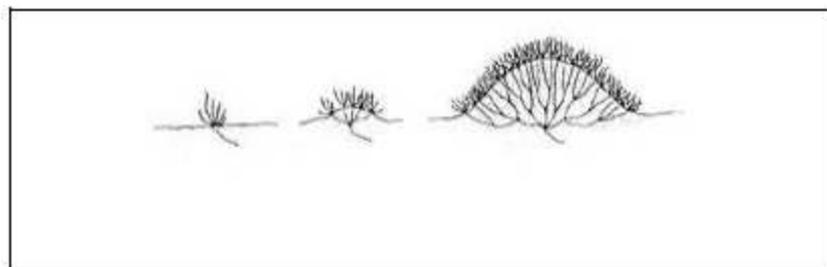


Figura 2: ruolo delle piante nella formazione della duna

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

Le pioniere. Nella prima fascia, in generale a 50m dalla linea di costa, sulle prime sabbie dissalate, si trovano soltanto piante pioniere a ciclo breve, come il ravastrello marittimo (*Cakile maritima*) (Fig.3), che presentano adattamenti particolari, quali un sistema radicale molto sviluppato per raggiungere l'acqua in profondità, foglie e fusti succulenti e riduzione delle superfici di esposizione. Sono piante la cui presenza è effimera, tuttavia sui fusti di queste terofite il vento inizia ad accumulare piccoli monticelli di sabbia sui quali possono impiantarsi le prime piante perenni.



Figura 3: *Cakile maritima*



Figura 4: *Agropyron junceon*



Figura 5: *Ammophila littoralis*

Dune embrionali. La vegetazione delle dune embrionali è rappresentata dall'Agropireto, vegetazione dominata dallo sparto pungente (*Agropyron junceon*) (Fig.4), pianta perenne che sfrutta la sua elevata capacità stolonifera per diffondersi e sottrarsi al seppellimento. Alla fase pioniera segue quindi una vera e propria colonizzazione e la sabbia comincia ad accumularsi, grazie all'ostacolo costituito dai fusti di questa pianta, in piccoli depositi, le dune embrionali, alte fino a pochi centimetri.

Prime dune mobili. Nel complesso è possibile riconoscere due periodi stagionali: uno primaverile, dominato da piante annuali ed uno estivo-autunnale nel quale si riscontrano piante perenni. Lo sviluppo della duna vera e propria inizia nel momento in cui sulla duna compare lo sparto pungente (*Ammophila littoralis*) (Fig.5), una graminacea psammofila perenne che possiede culmi eretti, alti fino ad un metro e

mezzo e foglie erette anch'esse, a formare un cespo denso alto un metro, ben diversa da *Agropyron junceon* che possiede culmi isolati e foglie ben distanziate. L'*Ammophila* pertanto costituisce una vera e propria barriera per la sabbia portata dal vento, che si deposita tra i fusti alzando il livello della duna.

Con la costruzione della duna, la vegetazione psammofila dell'ammofiletto raggiunge uno stadio di maturità e di diversità con erba medica marina (*Medicago marina*), viluppo marittimo (*Calystegia soldanella*), zigolo delle spiagge (*Cyperus capitatus*), euforbia marittima (*Euphorbia paralias*), calcatreppola marittima (*Eryngium maritimum*), finocchio litorale spinoso (*Echinophora spinosa*), giglio marino comune (*Pancratium maritimum*) etc.

Dune consolidate. Sono le dune della fascia più interna. Esse hanno altezza simile rispetto alle precedenti, ma si distinguono per il fatto di avere un profilo più dolce, con fianchi in lieve pendio. *Ammophila* è presente anche in questa fascia, ma gli individui sono in genere di minore dimensione ed il substrato presenta oltre alla sabbia anche una certa componente di terra fine, così da risultare più compatto. La deposizione di sabbia portata dal vento qui cessa quasi completamente, così come i processi di erosione, con conseguente possibilità di sviluppo di specie arbustive (Fanerofite), che però rimangono generalmente di piccole dimensioni.

La vegetazione caratteristica è costituita dal "crucianello" con specie psammofile lignificate alla base come la camomilla marittima (*Crucianella marittima*) (Fig.6), la santolina delle spiagge (*Otanthus maritimus*) o, sulle coste dell'Alto Adriatico, dallo scabioseto, con la vedovina delle spiagge (*Scabiosa argentea*) (Fig.7) e l'apocino veneto (*Trachomitum venetum*). Nella stagione fredda predominano muschi (*Tortula ruralis*) e licheni (*Cladonia*) che mantengono l'umidità del terreno favorendo la germinazione dei semi delle piante annuali che poi domineranno dalla primavera.

Il valore di questa vegetazione è comprensibile per il fatto che si colloca in una posizione intermedia tra le formazioni pioniere dei primi lembi sabbiosi e quelle più evolute dei boschi retrostanti.



Figura 6: *Crucianella marittima*



Figura 7: *Scabiosa argentea*

Depressioni interdunali. Sono avvallamenti tra le dune più distanti dal mare, frutto di processi di erosione ed assestamento interno delle sabbie. A questo abbassamento consegue, in molti casi, l'affioramento della falda freatica. L'apporto idrico è garantito dalle acque piovane che operano anche un processo di dilavamento di particelle limose ed argillose lungo i pendii dunali. In questa zona flora e fauna sono del tutto differenti rispetto all'ambiente di duna. Non si hanno più i problemi meccanici causati dalle sabbie, mentre il fattore selettivo primario diventa la capacità di raggiungere con le radici la falda acquifera. Per questo si nota una prevalenza di neofite, piante con rizomi sotterranei come lo giunco nero comune (*Schonoenus nigricans*), giunco marittimo (*Juncus maritimus*), giunco pungente (*Juncus acutus*) ed altre. Altro problema importante è rappresentato dalla salinità, soprattutto in estate, in quanto la falda risulta infiltrata di acqua marina.

		Dune embrionali	Dune mobili	Dune consolidate
Associazioni tipiche a partire dal mare	Associazione pioniera a terofite alo-nitrofile <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 pepelis</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>Pancratium 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>

Tabella 1: Esempio di vegetazione dunale del Lazio

1.2 Importanza

Le spiagge e le dune sabbiose costiere, spesso associate a zone umide retrodunali, sono tra i più vulnerabili e minacciati ecosistemi a livello mondiale. Nonostante la loro struttura dinamica e l'elevata capacità di recupero (resilienza) delle loro comunità biotiche, questi ecosistemi sono fragili per la generale frammentazione, le limitate estensioni e l'eccessiva pressione antropica.

Rispetto agli ecosistemi terrestri, a causa delle peculiari condizioni ambientali e microclimatiche e la limitata estensione, conservano habitat ormai residuali, con comunità animali e vegetali semplificate e con un basso numero di specie. Questi ambienti però, proprio per l'influenza degli stessi parametri abiotici fortemente limitanti, hanno selezionato elementi animali e vegetali peculiari e specializzati e per questo motivo spesso esclusivi (rarietà). Per la fauna, inoltre, questi ambienti rappresentano importanti corridoi ecologici in ambiente costiero.

Questa esclusività all'habitat comporta la coesistenza di molteplici elementi di diversa origine biogeografica, accomunati da elevati livelli di specializzazione.

Oltre al loro valore ecologico, le dune costiere hanno un ruolo essenziale quale elemento di mitigazione "naturale" del rischio costiero (erosione/allagamento), tanto che l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) le ha identificate tra gli elementi di resilienza della zona costiera sabbiosa, insieme alle barriere coralline, le aree salmastre e le foreste di mangrovie. Le dune costituiscono infatti una sorta di "serbatoio sedimentario", in grado di fornire sabbia alla spiaggia antistante, soprattutto nelle fasi di deficit, ed inoltre, essendo entità morfologicamente rilevate, rappresentano un ostacolo in grado di contrastare le inondazioni marine e difendere la vegetazione retrostante dall'aerosol salino del moto ondoso. Infine risulta strategico il loro ruolo di riserva di acqua dolce quale ostacolo all'intrusione del cuneo salino.

Purtroppo in Italia l'ambiente costiero è da tempo soggetto ad una forte pressione antropica che, abbinata all'azione dei cambiamenti climatici, altera gli equilibri naturali del mare e determina una sempre più generalizzata frammentazione di questi habitat.

Da un rapporto del WWF si è calcolato che su circa 8000 chilometri di costa soltanto 362 aree sono risultate libere, cioè non interessate da insediamenti umani, per un totale di circa 2200 ettari. Inoltre il 42% delle spiagge italiane risulta in erosione (Fig.8).



Figura 8: mappa delle coste in avanzamento ed in erosione

Questi dati ci mostrano l'urgente necessità di appropriate strategie di intervento e di monitoraggio delle nostre coste.

Come tutti gli ecosistemi di transizione, particolarmente delicati e vulnerabili, le aree dunali necessitano di tecniche riparatorie specifiche, che l'ingegneria tradizionale non è in grado di offrire. Esse invece, pur con le loro specificità pedologiche, si prestano all'impiego di tecniche di restauro ambientale coerenti con i principi dell'ingegneria naturalistica, disciplina che, attraverso la ricostruzione o l'innescò di ecosistemi paranaturali, realizza ambienti idonei a specie o comunità vegetali e/o animali, armonizzando gli interventi con il paesaggio naturale circostante.

2. Le tecniche dell'ingegneria naturalistica

2.1 Generalità

Si intende per ingegneria naturalistica la disciplina trasversale che promuove l'impiego delle piante autoctone in abbinamento con materiali inerti a fini antierosivi, stabilizzanti e di consolidamento.

Il termine Ingegneria Naturalistica viene inteso come equivalente del tedesco "*Ingenieurbiologie*" e con esso si intende la disciplina tecnico-naturalistica che utilizza:

- tecniche di rinaturalizzazione finalizzate alla realizzazione di ambienti idonei a specie o comunità vegetali e/o animali;
- le piante vive, o parti di esse, quali materiali da costruzione, da sole o in abbinamento con altri materiali;
- materiali, anche solo inerti, infrastrutture ed altri provvedimenti volti a fornire condizioni favorevoli alla vita di specie animali.

Vengono impiegati i termini: "ingegneria" in quanto si utilizzano dati tecnici e scientifici a fini costruttivi, di consolidamento ed antierosivi; "naturalistica" in quanto tali funzioni sono legate ad organismi viventi, in prevalenza piante di specie autoctone, con finalità di ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ed all'aumento della biodiversità.

Rispetto al resto d'Europa questa disciplina in Italia si è affermata in ritardo. Interventi di ingegneria naturalistica vennero infatti iniziati in Austria, Germania e Svizzera già nel dopoguerra. In Italia i primi interventi sistematici vennero avviati negli anni '70 del secolo scorso dall'Azienda Speciale Bacini Montani dell'Alto Adige, grazie all'attività di Forin Florineth. In seguito, a partire dagli anni '80, inizia anche nel resto dell'Italia l'esecuzione di interventi in cave e strade e in zona montana e, nel 1989 nasce l'AIPIN, Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica.

I campi di applicazione dell'Ingegneria Naturalistica sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, delle frane, delle sistemazioni idrauliche in zona montana, a quelli del reinserimento ambientale delle infrastrutture viarie (scarpate stradali e ferroviarie), delle cave e discariche, delle sponde dei corsi d'acqua, dei consolidamenti costieri, a quelli dei semplici interventi di rinaturalizzazione e ricostruzione di elementi delle reti ecologiche.

Le finalità di tali interventi sono principalmente quattro:

- tecnico-funzionali, per esempio antierosive e di consolidamento di una sponda o di una scarpata stradale;
- naturalistiche, in quanto non semplice copertura a verde, ma ricostruzione o innesco di ecosistemi paraturali mediante impiego di specie autoctone;
- paesaggistiche;
- economiche, in quanto strutture competitive in alternativa a quelle tradizionali.

2.2 Le tecniche di Ingegneria Naturalistica applicate alla conservazione degli ambienti dunali

Con l'ingegneria naturalistica è possibile intervenire per tutelare e restaurare il sistema dunale, oppure intervenire per ricostruirlo laddove era stato distrutto. Le esperienze italiane, europee ed extraeuropee hanno sovente dato buoni risultati, soprattutto quando si sia operato con un'ottica multidisciplinare e quando il lavoro di riqualificazione sia stato finalizzato alla ricerca del massimo rispetto della naturalità originaria degli ecosistemi coinvolti. Infatti, la miglior opera di riqualificazione si ottiene sempre ricostituendo spiagge e dune il più possibile simili a quelle originarie e utilizzando rigorosamente per la loro fitostabilizzazione solo specie vegetali erbacee ed arbustive indigene.

2.2.a Barriere frangivento

Le barriere possono essere costituite da stecche di legno o ramaglia, oppure da strutture in maglia di juta o fibra di cocco, in singola o doppia fila (in questo caso la distanza tra le file dovrebbe essere quattro volte l'altezza). (Fig. 9-10)

La porosità delle recinzioni deve essere del 50% così che, in condizioni favorevoli la sabbia si alza in un anno di 1-2m. Va però detto che “condizioni favorevoli” sono ormai abbastanza rare: spesso l'apporto di sabbia risulta scarso e si può avere una spiaggia poco ampia.



**Figura 9: Palombaggia (da *Fondation de France*)
Doppia recinzione frangivento realizzata con
“ganivelles” dall'AGENC**



**Figura 10: Recinzione appena eretta dall'AGENC in
Corsica**

Però, anche nel caso di spiagge a debole dinamica edificatrice, è opportuno utilizzare le barriere per imbrigliare il più possibile la poca sabbia disponibile, recuperandola alla dinamica della spiaggia e della duna. Inoltre la presenza delle barriere ha la funzione di regolamentare il flusso turistico, spesso causa diretta dell'appiattimento del profilo della spiaggia.

2.2.b Barriere basali in viminata

Talvolta il cordone dunale risulta eroso direttamente dalle onde. In questo caso si deve proteggere il piede della duna mediante una struttura di una certa resistenza e quindi costituita da materiale di buona qualità. Una possibile soluzione è l'utilizzo di una barriera basale in legno costituita da viminata, inclinata (circa 60° sul piano orizzontale) e seminterrata, realizzata con un intreccio di verghe di castagno o orniello, e da pali di intelaiatura e controintelaiatura di castagno (Fig.11).

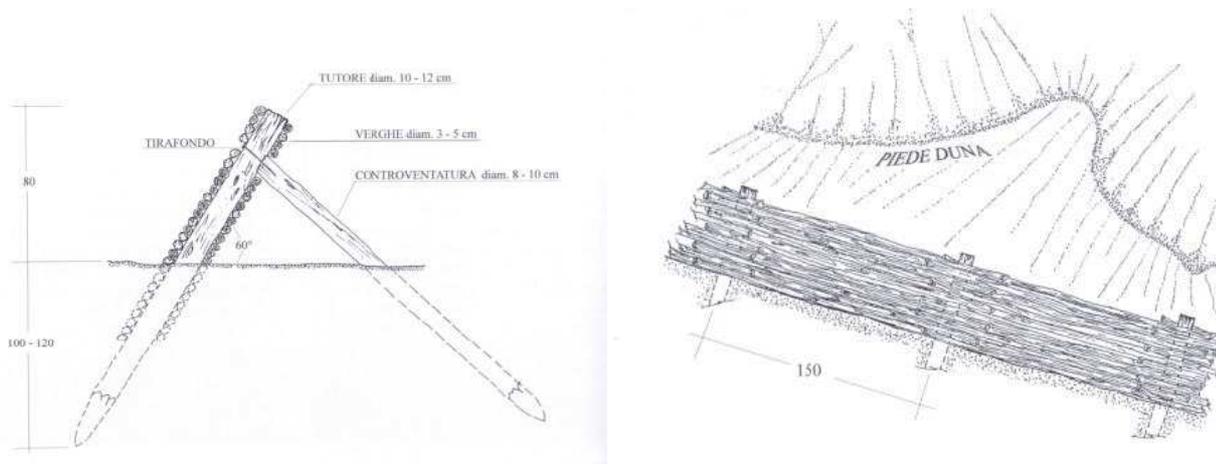


Figura 11: Sezione e prospetto di una barriera basale in viminata

Un'opera di questo tipo può agire sia da smorzamento per le onde che da frangivento per la deposizione di sabbia. Inoltre può trattenere frazioni organiche spiaggiate favorendo l'attecchimento della vegetazione pioniera.

2.2.c Schermi frangivento a scacchiera

Nella ricostruzione e protezione delle dune embrionali possono essere utilizzati schermi frangivento disposti a scacchiera (con quadrati di circa 1,5m di lato) realizzati con stuoie di canne pretessute posizionate su un'intelaiatura costituita da pali di castagno (Fig. 12). Ove possibile i quadrilateri dovrebbero essere orientati ortogonalmente alla direzione dei venti prevalenti.

Queste strutture hanno la funzione di favorire la deposizione della sabbia eolica e la conseguente creazione di un deposito dunale. La vegetazione trova poi 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, marciscono e scompaiono, lasciando la duna con un aspetto naturale già a partire dal 6°-7° anno.



Figura 12: Esempio di barriere frangivento disposte a scacchiera (Foto F. Converio)

2.2.d Consolidamento combinato costituito da viminate e schermi frangivento

Nei casi in cui i cordoni dunali presentino scarsa copertura vegetale in grado di catturare la sabbia trasportata dal vento si può utilizzare una combinazione di viminate e schermi frangivento.

Si procede prima rimodellando la superficie d'erosione, anche con l'apporto di sabbia. Poi viene installata una viminata con interasse di 1,5m, un intreccio di verghe di castagno (di 3,5cm di diametro) e si riveste la parte interna della viminata e il piano orizzontale del gradone con una biostuia in cocco. Si procede ad un riempimento intermedio di sabbia, alla realizzazione di frangivento fatte da stuoie di canna montate sui pali della viminata, di un altro frangivento posto anteriormente all'opera di contenimento, al riempimento con sabbia sino ad ottenere la ricostituzione del pendio dunale. Infine si montano degli schermi frangivento interni ai contenimenti ed ortogonali ai precedenti e si procede alla sistemazione morfologica finale della sabbia (Fig.13).

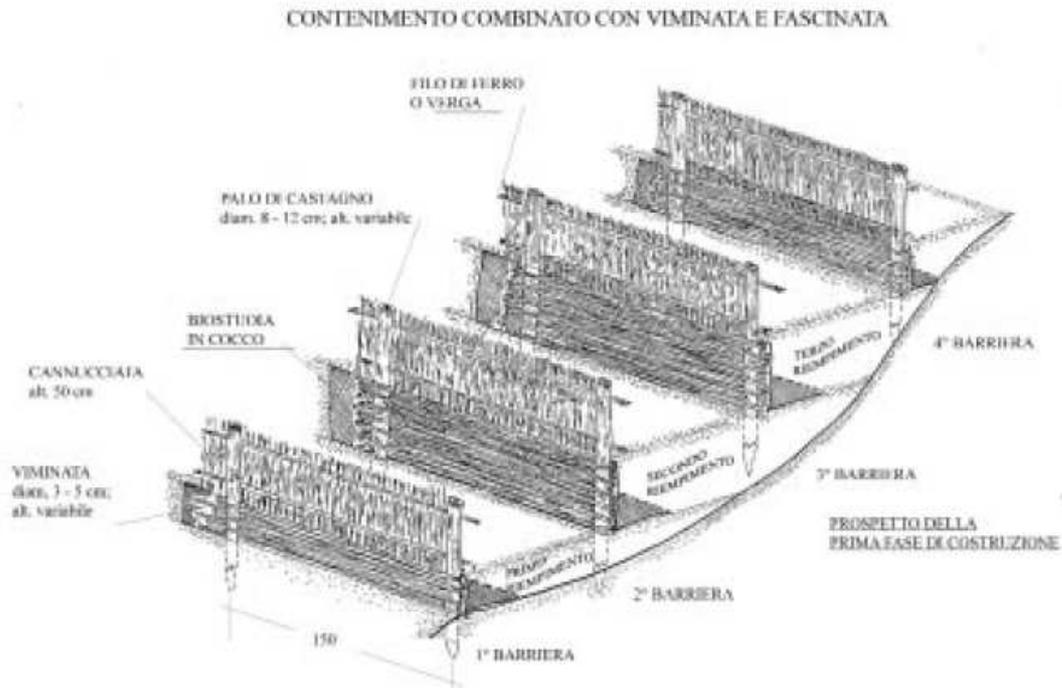


Figura 13: Combinazione di viminata e fascinata

2.2.e Costruzione delle dune tramite vegetazione

E' importante, per prima cosa, identificare le specie vegetali adatte al rimpianto e calcolare per ciascuna specie la quantità di plantule necessarie. La specie più usata è l'*Ammophila littoralis* eventualmente accompagnata in una seconda fase dalle specie psammofile erbacee o arbustive di dune embrionali, duna e retroduna (*Cakile maritima*, *Juniperus spp.*, *Tamarix spp.*, ecc.) localmente più adatte. Le piante devono essere messe a dimora con cura, insabbiandole quasi completamente, in modo che la pianta acceda più facilmente all'umidità e venga protetta dal vento e dal calpestio. E' preferibile il trapianto alla semina in quanto servirebbe eccessiva irrigazione. Le piante non dovrebbero essere piantate troppo fittamente (di solito si distanziano di circa 50cm) in quanto si rischia di impedire lo sviluppo di altre specie dunali. Il rimpianto può essere predisposto utilizzando rami e ramaglie di norma disposti a disegnare quadrati e linee parallele, con basse barriere frangivento, al fine di proteggere la delicata fase iniziale di attecchimento e di ripresa vegetativa delle specie vegetali introdotte. Anche la pratica di cospargere le dune con i resti spiaggiati di *Posidonia* ed altre erbe marine spiaggiate ha dato buoni risultati, trattandosi di materiali naturali largamente disponibili in loco e che rapidamente si decompongono senza lasciare tracce o richiedere lavori di risistemazione. Infine è necessario effettuare il monitoraggio del sito per controllare l'attecchimento delle piante messe a dimora (per almeno due-tre anni) e le comunità di invertebrati psammofili insediatesi naturalmente (per almeno tre anni) come indicatori di qualità biologica.

3. Individuazione degli interventi realizzati

3.1 Metodologia utilizzata

L'obiettivo dello stage è stato quello di effettuare una prima ricognizione degli interventi di ripristino dei sistemi dunali realizzati, o in via di realizzazione con l'ingegneria naturalistica, in Italia.

A questo scopo sono state avviate:

- ricerche bibliografiche;
- ricerche su Internet raccolta di dati e informazioni (WEB, interviste, questionari, etc.);
- attività di collaborazione con esponenti dell'AIPIN con esperti e professionisti delle comunità locali, di Istituti di ricerca pubblici (ENEA, CNR, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise), di Studi professionali privati (Studio associato Geosphaera), di ONG (LIPU, WWF, Legambiente) e Associazioni di categoria (AIPIN - Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica);
- sopralluoghi mirati degli interventi più significativi.

A ciascun intervento è stato attribuito un codice numerico con il primo numero che identifica le regioni seguito da una lettera che identifica l'intervento specifico.

Per avere una visualizzazione dettagliata della distribuzione geografica degli interventi così censiti, i dati raccolti sono stati georeferenziati con metodo GIS, utilizzando il software ESRI ArcView versione 3.2 e basi cartografiche 1:100.000, 1:25000 e ortofotografie. In questo modo è stato possibile costruire una carta di distribuzione degli interventi (Fig. 14).



Figura 14: Carta di distribuzione degli interventi

Al termine dell'attività di ricognizione dello stage il numero di interventi registrati per ciascuna regione sono stati i seguenti:

Numero Interventi		
Abruzzo	1	1a - Marina di Vasto
Campania	2	2a - Cilento
		2b - Oasi del Variconi
Emilia Romagna	1	3a - Foce del Bevano
Lazio	5	4a - Montalto
		4b - Macchiatonda
		4c - Focene
		4d - Castelporziano
		4e - Dune del Circeo
Puglia	4	5a - Torre Guaceto
		5b - Porto Cesareo
		5c - Campomarino
		5d - Marine di Chiatona e Lenne
Sardegna	2	6a - Dune di Piscinas
		6b - Monte Russu
Sicilia	2	7a - Vendicari
		7b - Selinunte
Toscana	3	8a - San Rossore
		8b - Gombo
		8c - Maremma
Veneto	2	9a - Penisola del Cavallino
		9b - Litorale Veneto

Tabella 2: Interventi di rinaturalizzazione delle dune censiti

Per ciascun intervento è stato ideato e compilato un format di scheda descrittiva (Allegato 1) e contenente le seguenti informazioni:

Estremi identificativi del progetto:

- denominazione del progetto
- indicazione della località, comune, provincia e regione in cui è stato realizzato l'intervento
- informazioni sull'eventuale area protetta nella quale è stato realizzato l'intervento con relativa mappa IGM
- lunghezza in metri del tratto di costa e superficie di duna interessati dal progetto
- particolare con ortofotografia dell'area di intervento

Caratterizzazione dell'ambiente naturale dell'area di intervento:

- lineamenti geomorfologici
- lineamenti climatici e meteo climatici
- lineamenti floristici, faunistici e degli habitat Natura2000 presenti nel sito

Dati tecnici

- motivazioni e obiettivi dell'intervento
- costi, ente finanziatore e soggetti esecutori
- periodo della realizzazione
- azioni di sensibilizzazione e informazione della comunità locale
- descrizione dell'intervento, tecniche di ingegneria naturalistica e tradizionale utilizzate
- specie vegetali utilizzate
- interventi di manutenzione previsti
- risultati ed eventuali benefici indotti

3.2 Esempi di interventi di ripristino dei sistemi dunali

Qui di seguito verranno descritti alcuni degli interventi di ripristino censiti nel presente lavoro.

L'intervento che per estensione e per risorse impiegate può probabilmente considerarsi il più grande progetto di restauro dunale effettuato finora in Italia è quello realizzato su 15Km di dune costiere, nel tratto immediatamente a nord-ovest del promontorio del Circeo, cofinanziato dalla Comunità Europea attraverso due progetti LIFE Natura consecutivi, durati quattro anni e mezzo. Il cordone dunale del Circeo è costituito da sabbie fossili (si è formato intorno a 10.000 anni fa) ed ha un'estensione di circa 30Km e un'altezza media di 12 Km, con un minimo di 10m ed un massimo di 27m. Viene attraversato per tutta la sua lunghezza dalla strada litoranea, che provoca il ruscellamento dell'acqua piovana con la conseguente formazione di solchi di erosione tra la duna e la spiaggia e blocca l'evoluzione naturale della duna. Inoltre la pulizia meccanizzata della sabbia ha provocato la quasi scomparsa delle dune embrionali. Sono state realizzate strutture per impedire il passaggio dei bagnanti sulle dune (passerelle, recinzioni, pannelli informativi e picchetti per dissuadere il parcheggio), ma si è anche cercato di affrontare e risolvere il problema dell'erosione delle dune attraverso la rimozione dell'asfalto per 3km di strada costiera allo scopo di innescare un processo di rinaturalizzazione e l'uso di moderne tecniche di ingegneria naturalistica quali

- sistemi frangivento, di differente forma e dimensione,
- barriere basali in viminata con funzione di smorzamento del moto ondoso e frangivento,
- opere di contenimento e consolidamento delle sabbie utilizzando viminate associate a bioreti in fibra di cocco e la successiva piantumazione di 40.000 piante locali.

Nella fase terminale degli interventi sono state piantumate specie arbustive (*Juniperus oxycedrus* ssp., *Phyllirea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*) nelle parti sommitali delle opere di contenimento.

Tutto ciò è stato realizzato in un clima di consenso nei fruitori della spiaggia in quanto non si è ridotto il flusso turistico nell'area.

A distanza di anni l'intervento sembra riuscito, la vegetazione è ricresciuta e la duna si sta ricostruendo (Fig. 15).



Figura 15: Interventi effettuati nel Parco Nazionale del Circeo (Lazio). Fotografie L. Onori (2008)

Le diverse tipologie di schermi frangivento utilizzate nell'intervento hanno creato le condizioni favorevoli per lo sviluppo della vegetazione locale, sia erbacea, come *Lotus cytisoides*, *Ononis variegata*, *Eryngium maritimum*, *Medicago marina*, che arbustiva come il ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* spp.) che sta ricolonizzando gran parte della duna.

Altro progetto rilevante, in quanto il primo in Italia di ripascimento abbinato alla ricostruzione della duna, è stato quello realizzato lungo la costa Veneta, quindi in un quadro climatico molto diverso rispetto al Circeo, precisamente sul Litorale del Cavallino, più o meno negli stessi anni (tra il 1994 ed il 1997) (Fig. 16).

Tale intervento ha coinvolto 11km di spiaggia ed è stato effettuato mediante l'apporto di 2.000.000m³ di sabbia prelevata dal mare, parte della quale è stata utilizzata per ricostruire il cordone dunale. Le dune sagomate sono state delimitate da recinzioni per evitare il calpestio e sono stati posti frangivento di castagno allo scopo di favorire l'accumulo delle sabbie trasportate dal vento.



Figura 16: foto aerea dell'intervento eseguito sul Litorale del Cavallino

Il consolidamento delle dune così ricostruite è stato effettuato attraverso la messa a dimora di quasi 750.000 piante di *Ammophila littoralis* nelle zone sopravvento e di specie arbustive (*Tamarix gallica*, *Juniperus communis*, ecc.) e arboree (*Populus alba*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*) nelle zone sottovento. Le ammofile sono state piantumate con disposizione a quinconce e con una densità di 9 piante per m². In altri casi le piante, con una densità di 18 per m², sono state messe a dimora in moduli alternati con altri lasciati spogli.

Un intervento importante dal punto di vista soprattutto sperimentale è quello realizzato in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università "La Sapienza" di Roma nella Riserva Naturale di Castelporziano (tenuta presidenziale) a metà degli anni '90 (Fig.17). Sono state individuate due tipologie di dune: dune isolate e cordoni dunali. Nel caso delle dune isolate sono stati realizzati degli scheletri fatti di pali piantati verticalmente su un perimetro triangolare, congiunti con frascume raccolto sulla spiaggia. Nel caso dei cordoni dunali, invece, è stato realizzato uno scheletro alto 1,5m con pali di verticali e assi di legno inchiodate. In entrambi i casi gli scheletri sono stati sommersi artificialmente dalla sabbia e le dune sono poi state ricoperte con piantine di *Ammophila*. Le dune sono state ricostruite lungo 3 fasce a differente distanza dal mare. Uno studio successivo, durato cinque anni, ha monitorato lo stato di salute delle piante dal quale è risultato che la fascia ottimale di attecchimento delle piantine è quella compresa tra 50 e 70m dal mare.



Figura 17: Duna di Castelporziano (Foto A. Giuliani, 2008)

Molto più recente rispetto ai precedenti è l'intervento di restauro e protezione dunale dell'area di Focene, vicino Roma. Nel 2001 il WWF, finanziato dal Comune di Fiumicino, ha dato il via a questo progetto in un'area fortemente antropizzata, limitrofa ma al di fuori della Riserva Statale del Litorale Romano, dove insistono frammenti di vegetazione dunale di particolare interesse, che conservano una ricca flora dunale, con specie come *Matthiola sinuata*, *Pancretium maritimum* e *Polygonum maritimum*. Molti sono i fattori di disturbo che insistono su questo sistema dunale: l'erosione causata dal diminuito

apporto di sabbia da parte del fiume Tevere a seguito della costruzione a partire dagli anni '50 di un notevole numero di sbarramenti, l'estesa urbanizzazione, il livellamento geomorfologico delle spiagge per fini turistici e il calpestio, così che il mosaico di comunità vegetali tipico delle coste sabbiose risulta riconoscibile con difficoltà.

Gli interventi effettuati nell'area sono stati: recinzione dell'area e realizzazione di attraversamenti per evitare il calpestamento, realizzazione di un vivaio, ripristino della continuità del cordone dunale, per bloccare l'erosione eolica, piantumazione degli esemplari coltivati in vivaio e successivo monitoraggio dello sviluppo della vegetazione (Fig. 18).

Normalmente gli interventi di ricostruzione dunale utilizzano come pianta stabilizzante *Ammophila littoralis* in quanto ha la maggiore capacità edificatrice grazie ad un apparato radicale molto esteso. In questo caso però, a causa della limitata profondità della sabbia riscontrata a Focene e del limitato apporto di sabbia che si riscontra nella zona, si è dovuto far ricorso anche alla sperimentazione di altri tipi di piante, il cui uso ha dato luogo a risultati interessanti:

- *Otanthus maritimus* che può crescere anche molto vicino al mare ed ha ottima capacità fissatrice ed edificatrice;
- *Pancratium maritimum* specie molto resistente al calpestamento;
- *Anthemis marittima* che raggiunge coperture elevate in breve tempo.



Figura 18: Piantumazione di *Ammophila* (Focene, foto F. Converio, 2002).

Infine, si vuole citare il recentissimo progetto LIFE NATURA Conservazione e gestione degli habitat della ZPS Vendicari, realizzato tra il 2003 ed il 2005, in cui si è cercato di ricostruire circa 3 ettari di dune andate distrutte a causa dell'apertura di una cava di sabbia negli anni settanta (Fig.19).

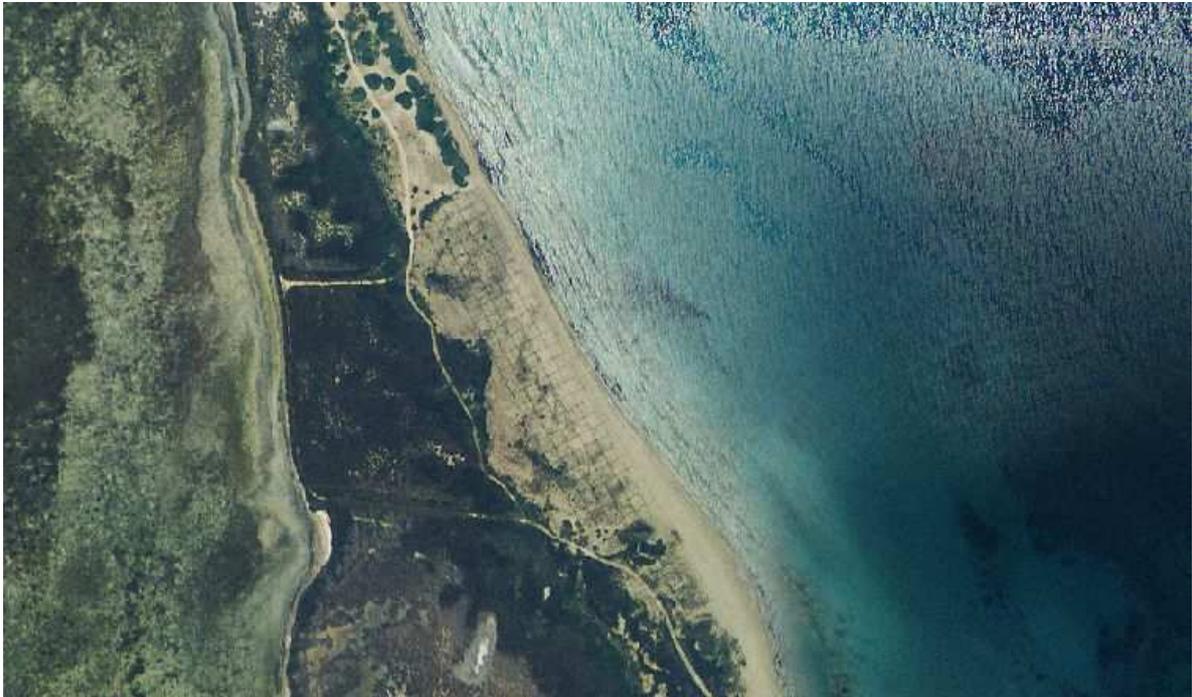


Figura 19: Fotografia aerea dell'area interessata dai lavori di ricostruzione delle dune

La tecnica scelta è stata quella di inserire delle barriere frangivento, costituite da verghe di salice intrecciate su paletti di castagno a realizzare una struttura alveolare a nido d'ape, opportunamente orientata per favorire i processi di accumulo dei sedimenti sabbiosi, lasciando alla natura il compito di ricostruire il tratto di duna mancante (Fig.20).



Figura 20a: Fase di avanzamento dei lavori per la realizzazione delle barriere frangivento (foto M. Spatafora)



Figura 21b: Particolare dell'intreccio delle verghe relative alle barriere frangivento (foto M. Spatafora)

Le opere sono state progettate con l'intento di essere poco invasive, lasciando il compito di ricostituire l'originaria morfologia della duna, ai processi morfodinamici e deposizionali che normalmente intervengono nell'evoluzione di una costa sabbiosa.

Effettivamente nel tempo queste strutture alveolari hanno creato, all'interno delle celle, un microclima adatto alla colonizzazione di vegetazione pioniera che ha contribuito a favorire l'accumulo di sabbia trasportata dal vento. Già circa nove mesi dopo la realizzazione dell'intervento infatti la prima fila di barriera risultava completamente sommersa dalla sabbia.

4. Valutazione risultati

Le coste sabbiose europee sono ovunque in forte erosione, soprattutto nell'area Mediterranea. Come precedentemente evidenziato, per contrastare il fenomeno erosivo i sistemi dunali rappresentano un sistema di difesa efficiente e poco costoso e la vegetazione psammofila ha un ruolo fondamentale nella stabilizzazione dunale. Le tecniche di ripascimento e rinaturalizzazione dunale sono ampiamente diffusi in nord Europa e sulle coste mediterranee. La piantumazione di piante tipiche delle dune sono state praticate con successo in nord Europa e in particolare sono state ampiamente studiate le capacità di attecchimento e di consolidamento dell'*Ammophila arenaria*. Sono invece relativamente pochi gli interventi e gli studi pubblicati sull'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica e l'uso dell'*Ammophila* nella lotta all'erosione costiera nel Mediterraneo.

Questa prima ricognizione da noi realizzata ha però evidenziato, in Italia, un netto incremento negli ultimi anni degli interventi di ripristino, molti dei quali ancora in corso di realizzazione, grazie soprattutto all'uso, da parte delle amministrazioni locali, di strumenti di cofinanziamento europeo, in particolare progetti LIFE (acronimo di *L'Instrument Financier pour l'Environnement*), fondi istituiti nel 1992 allo scopo di contribuire allo sviluppo e all'applicazione della politica comunitaria nel settore ambientale e allo sviluppo sostenibile nella Comunità (tab. 3).

	anno di realizzazione	cofinanziamento europeo	tipo di cofinanziamento
1a - Marina di Vasto	2006	sì	LIFE Natura
2a - Cilento	in corso	sì	LIFE Natura
2b - Oasi del Variconi	in corso	no	
3a - Foce del Bevano	in corso	sì	Programma "Beachmed-e"
4a - Montalto	in corso	sì	LIFE Natura
4b - Macchiatonda	1986-1988	no	
4c - Focene	2001	no	
4d - Castelporziano	1995-2001	no	
4e - Dune del Circeo	1995-1998	sì	LIFE Natura
5a - Torre Guaceto	in corso	sì	LIFE Natura
5b - Porto Cesareo	2002-2003	no	
5c - Campomarino	2007-2008	sì	Fondi Strutturali
5d - Marine di Chiatona e Lenne	in corso	sì	Fondi Strutturali
6a - Dune di Piscinas	1997-2001	sì	LIFE Natura
6b - Monte Russu	1999-2003	sì	LIFE Natura
7a - Vendicari	2003-2005	sì	LIFE Natura
7b - Selinunte	2005-2007	sì	LIFE Ambiente
8a - San Rossore	in corso	sì	LIFE Natura
8b - Gombo	2006	sì	Programma "Beachmed-e"
8c - Maremma	1998-2001	sì	LIFE Natura
9a - Penisola del Cavallino	1994-1998	no	
9b - Litorale Veneto	in corso	sì	LIFE Natura

Tabella 3: quadro sinottico degli interventi finora censiti

Inoltre la maggioranza degli interventi è stata realizzata all'interno di Aree Protette quali Parchi Nazionali, Regionali, Oasi e Siti di Importanza Comunitaria. Risulta pertanto evidente l'importanza del parco come sede di elaborazione di progetti, confronto di idee, riflessioni e nuove proposte operative. Le Aree protette si stanno proponendo come promotori e gestori di azioni che sperimentano forme di soluzione di problemi che potranno in seguito essere estese anche altrove, come segmenti di sviluppo sostenibile. In questa ottica si inserisce anche l'uso e la sperimentazione di nuove tecniche di Ingegneria Naturalistica per la difesa delle coste in generale e delle dune in particolare. Come scrive, infatti, la Commissione Europea nell'ambito del progetto Beachmed *“i cordoni dunali fronteggiano le grandi maree di tempesta, ostacolano l'avvicinamento delle onde più grandi e impediscono in maniera diretta il danneggiamento delle opere rivierasche e l'inondazione delle zone interne.”*

Ma come si fa a stabilire quando un intervento di ripristino di un ecosistema dunale ha dato, o sta dando, buoni risultati?

In base anche a quanto osservato nel corso di questo studio è possibile affermare che, in primo luogo, perché un intervento di riqualificazione ambientale possa riuscire è necessario che siano stati rimossi i fattori di disturbo che ne hanno causato il degrado.

Una delle principali minacce per l'ambiente dunale è sicuramente rappresentato dall'impatto antropico, dovuto principalmente al calpestio da parte dei turisti, che innesca pericolosi fenomeni erosivi e favorisce lo sviluppo di specie alloctone, ed alla pulizia delle spiagge effettuato con mezzi meccanici che porta allo spianamento della duna embrionale.

Pertanto, il primo indicatore della buona riuscita di un intervento di ripristino della duna può essere identificato nel coinvolgimento e nella sensibilizzazione degli *stakeholders* (o portatori di interesse):

- i turisti devono essere informati sulla bellezza e soprattutto utilità degli habitat dunali, così che vengano condivisi ed accettati gli eventuali interventi di interdizione della duna e di incanalamento del flusso turistico diretto alle spiagge mediante l'uso di passerelle e staccionate;
- le amministrazioni locali deputate alla gestione degli arenili devono essere sensibilizzate affinché le spiagge vengano pulite con metodi manuali ed attrezzature leggere, evitando mezzi meccanici, asportando solo rifiuti di origine artificiale e lasciando in loco almeno parte della componente organica naturale.

Perché un intervento di riqualificazione possa essere considerato riuscito, occorre, inoltre, che l'area oggetto dell'intervento venga riportata, in relativamente pochi anni, ad un accettabile grado di naturalità. L'importanza della conservazione della biodiversità floro-faunistica delle dune è stata evidenziata, a livello europeo, soprattutto dalla Direttiva Habitat (92/43/CEE) che elenca nell'allegato II molte specie tipiche delle spiagge e nell'allegato I molti habitat dunali, diversi dei quali considerati prioritari. Alcune

delle modificazioni più importanti nel popolamento biologico dei sistemi spiaggia duna sono costituite dall'espansione di specie aliene, spesso invasive, come le agavi (*Agave americana*), il *Carpobrotus*, *Conyza albida*, *Oenothera biennis* etc.

Un buon intervento di ripristino dovrà pertanto per prima cosa portare alla graduale eliminazione delle eventuali specie aliene presenti sulle dune e favorire lo sviluppo della vegetazione naturale, in particolare delle specie rare.

Importanti indicatori di qualità ambientale, da monitorare dopo l'intervento, potrebbero pertanto essere:

- In generale:

- l'aumento del grado di naturalità floro-faunistico: presenza/assenza di specie caratteristiche degli ambienti litoranei, con particolare attenzione a
 - specie guida (specie che permettono di individuare l'habitat perché esclusive di questo o quasi)
 - specie compagne costanti (specie che pur non essendo caratteristiche dell'habitat sono in esso presenti con costanza)
 - Specie rare e/o prioritarie
 - specie alloctone o invasive

- monitoraggio delle comunità di invertebrati psammofili insediatisi naturalmente, con particolare attenzione alle coletterocenosi che, per le loro marcate capacità di colonizzazione e dispersione, forniscono importanti indicazioni di qualità biologica.

- In particolare nel caso dell'uso di trapianti:

- il grado di vitalità dei trapianti (dopo un intervento di piantumazione di specie pioniere): in base allo stato vegetativo della pianta, al suo rinnovamento fogliare, alla presenza di infiorescenze, alla produzione di nuovi getti;
- l'aumento della copertura del terreno da parte delle piante presenti;
- l'aumento dell'altezza dell'accumulo di sabbia in corrispondenza delle aree trapiantate.

Gli indicatori finora descritti possono essere utilizzati e valutati già dopo pochi mesi o anni dalla realizzazione dell'intervento. Con il passare del tempo, man mano che l'habitat dunale si ricostruisce è possibile anche effettuare un'analisi diacronica comparativa della linea di riva, utilizzando opportuna cartografia ed aerofotogrammetria del sito, così da evidenziare e valutare l'eventuale azione antierosiva del cordone dunale ricostruito.

Infine l'analisi diacronica, unitamente a verifiche sul campo delle aree analizzate, può essere anche utilizzata per effettuare e raffrontare la mappatura degli habitat prima e dopo l'intervento.

Possibile metodo da utilizzare:

- Analisi delle fotografie aeree
- Perimetrazione a tavolino di aree omogenee
- Verifica ed eventuale modifica sul campo delle aree perimetrate
- Assegnazione delle aree perimetrate ad un determinato habitat con specifica indicazione delle caratteristiche, dei fenomeni di degrado, dei fattori di minaccia e delle emergenze flogistiche
- Misurazione della superficie degli habitat cartografati con apposito programma informatico

Molti sono gli interventi che dovranno essere ancora effettuati in futuro per proteggere le nostre coste. In una situazione di generalizzata antropizzazione ed erosione come quella in atto oggi, occorrerà fare in modo che tutti i sistemi dunali superstiti siano salvaguardati attraverso l'uso di opere a basso impatto ambientale. Inoltre è importante che, laddove le dune e le spiagge sabbiose sono giunte finora in buono stato di conservazione, non solo si faccia in modo che si conservino, ma che si continui sempre più ad intervenire per rinaturalizzare e restaurare le aree contigue. Ciò deve avvenire perché le dune rappresentano non solo un bacino di biodiversità ed un habitat fortemente minacciato, ma anche perché esse rappresentano una protezione fondamentale contro l'erosione costiera.

Sulla base di quanto appreso da questo studio, si può ragionevolmente affermare che è possibile tutelare gli ecosistemi marino-costieri ricorrendo ai principi della rinaturazione e del ripristino ambientale.

Le opere realizzate con le tecniche dell'ingegneria naturalistica sono flessibili e coerenti con i meccanismi omeostatici propri dell'ambiente costiero, assecondano i processi naturali di formazione e stabilizzazione dei depositi sabbiosi, rallentano quelli erosivi e concorrono alla conservazione di beni plurimi, compresa la biodiversità.

Bibliografia e siti internet consultati

Rio de Janeiro (1992) UN Conference on Environment and Development (Earth Summit)
Agenda 21 Agenda 21 capitolo 17

<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21chapter17.htm>

Raccomandazione 2002/413/CE (gestione integrata delle zone costiere)

http://www.reteambiente.it/ra/normativa/territorio/3283_RacCe413_02_comp.htm

AGENC, 1994. Restauration de Dunes a faible dynamique edificatrice en Corse. Agence pour la Gestion des Espace Natureles de Corse Bastia.

Brochure “Un progetto di gestione e conservazione delle dune costiere e delle zone umide di Vendicari”

A cura di Aldo Pisano

GATE s.c.r.l. (Agenzia per la promozione del Mediterraneo in Europa)

Pubblicazione finale del “Progetto LIFE Natura Azioni concertate per la salvaguardia del litorale veneto” Gestione di habitat dunali nei siti Natura 2000. (2007). Lineagrafica – Castelfranco Veneto.

Atlante del territorio costiero, lagunare e vallivo del Delta del Po - Iniziativa cofinanziata dalla Comunità Europea - programma LEADER II Fondo strutturale F.E.S.R. - Piano Azione Locale "Delta Po" Distribuito dall'Ente Parco Regionale Veneto del Delta del Po

A.A.V.V. (2002) - “Dune e spiagge sabbiose” Quaderni Habitat a cura di Sandro Ruffo. Museo Friulano di Storia Naturale.

AA.VV. (2003) – Manuale di Ingegneria Naturalistica Volume 2 – Regione Lazio

AA.VV. (2007) Atlante delle opere di sistemazione costiera. APAT Manuali e Linee Guida. 44/2007

Caniglia G., Casetta D., Nascimbeni P., Pizzinato C., 1998 - Aspetti del dinamismo della vegetazione nell'edificazione di un sistema dunoso artificiale (Venezia – Cavallino). Atti conv. International Ass. for Environmental Design, La progettazione ambientale nei sistemi costieri, quad. 12.

Converio: "Il restauro ambientale della duna in un'area costiera antropizzata: Focene". Università degli Studi La Sapienza Roma

Converio, Fanelli e Villani (2007): La protezione dell'ecosistema dunale a Focene (Litorale Romano). *Fitosociologia* 44(1): 111-116

De Lillis, Costanzo, Bianco & Tinelli (2004): Sustainability of sand dune restoration along the coast of the Tyrrhenian sea. *Journal of Coastal Conservation* 10: 93-100

Fierro G. (2002) - The Scenario of the Italian coastal area in the context of the surrounding countries. In: B. C. SAIN. *Sustainable coastal management: a Transatlantic and Euro-Mediterranean Perspective*, Kluwer Academic Publishers (NL), 137-140.

Picchi, Scalera e Zaghi (2006): Il bilancio di LIFE NATURA in Italia, indicazioni e prospettive per il futuro. A cura di Comunità ambiente.

www.regione.sicilia.it/Agricolturaeforeste/Azforeste/fondi/vendicari/life.htm

www.aipin.it

www.lifeduna.com

ALLEGATO 1: Format di scheda descrittiva

COD. APAT – Denominazione intervento	
Località	Mappa (IGM, CTR)
Coordinate	
Regione/i	
Provincia/e	
Comune/i	
Area Protetta	Note descrittive
Anno di istituzione	
Ente Gestore	
Tratto di costa interessato	
Superficie di duna interessata	
Note	Foto aerea

L'AMBIENTE NATURALE

Lineamenti geomorfologici	
Lineamenti climatici	
Clima meteo-marino	
Lineamenti floristico-vegetazionali	
Elementi faunistici	
Habitat Natura 2000 presenti (Codice e copertura %)	
NOTE	

INTERVENTI REALIZZATI

Quadro pianificatorio	
Motivazioni	
Obiettivi	
Costi	
Ente/i finanziatore/i	
Soggetti esecutori	
Periodo/durata della realizzazione (Inizio __/__/____ fine __/__/____ dei lavori)	
Eventuali programmi di riferimento	
Aspetti autorizzativi	
Azioni di sensibilizzazione e informazione della comunità locale	
Coinvolgimento della comunità locale	
Descrizione	Documentazione fotografica
Tecniche d'ingegneria naturalistica utilizzate	Specie vegetali vive impiegate
	Materiali morti
Tecniche d'ingegneria tradizionale utilizzate	Caratteristiche strutturali dei materiali
Interventi di manutenzione previsti	
Risultati	
Benefici indotti	
Osservazioni/note	

<p>Immagine del sito prima dell'intervento</p>	<p>Immagini dell'intervento</p> <p>Immagini del sito dopo l'intervento</p> <p>Eventuale altra documentazione fotografica di interesse</p>
<p>Scheda compilata a cura di</p>	
<p>Bibliografia</p>	

ALLEGATO 2: SCHEDE RIASSUNTIVE DEGLI INTERVENTI CENSITI

1a Marina di Vasto	
<p>Regione: Abruzzo</p> <p>Località: Marina di Vasto</p> <p>Area Protetta: SIC Marina di Vasto</p> <p>Anno di realizzazione: 2006</p> <p>Autore progetto: Istituto Nazionale per la Forestazione Ambientale</p>	

Finalità intervento	ripristino e valorizzazione del sistema dunale residuale
Tipologia di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • bonifica e ripristino della continuità del sistema dunale e retrodunale, con asportazione dei residui di varia natura; • ripristino della vegetazione dunale psammofila e retrodunale, mediante propagazione in vivaio e trapianto sulla duna; • delimitazione dell'area, da effettuarsi mediante recinzioni a basso impatto visivo;
Lunghezza tratto di costa interessato	300m
Superficie di duna interessata	N.D.

Nota: nella medesima zona è in corso anche un progetto di consolidamento della falesia con tecniche di ingegneria naturalistica

2a Cilento	
<p>Regione: Campania</p> <p>Località: Marina di Camerota (SA)</p> <p>Area Protetta: Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano SIC "Scoglio del Mingardo e Spiaggia Cala del Cefalo"</p> <p>Anno di realizzazione: 2007-2010</p> <p>Autore progetto: Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano TEMI srl</p>	

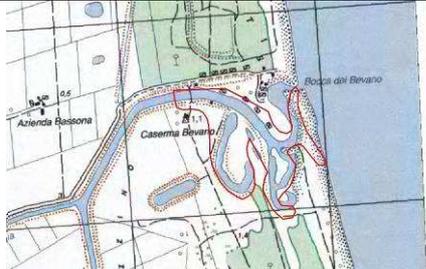
Finalità intervento	Interventi urgenti: Ripristino e consolidamento degli ambiti dunali		
Tipologia di intervento	Interventi di ripristino e consolidamento delle dune nel SIC "Scoglio del Mingardo e Spiaggia Cala del Cefalo" per contrastare la riduzione di superfici disponibili per la colonizzazione da parte degli habitat naturali attraverso la piantagione di specie della vegetazione delle dune nelle aree in cui questa risulta particolarmente degradata. E' prevista la realizzazione di un vivaio per la coltivazione di ecotipi locali di specie mediterranee proprie dell'ambiente dunale che sarà realizzato nell'area della Tenuta Montisani di proprietà dell'Ente Parco, nei pressi di Vallo della Lucania. Qui verranno messi a dimora e coltivati circa 2500-3000 esemplari di specie "cardine" degli habitat dunali interessati dagli interventi, sia erbacee che arbustive.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

2b Oasi del Variconi

<p>Regione: Campania</p> <p>Località: Castelvolturmo (Caserta)</p> <p>Area Protetta: Oasi di Variconi SIC Foce Volturmo – Variconi</p> <p>Anno di realizzazione: N.D.</p> <p>Autore progetto: Assessorato alla riqualificazione litorale domitio</p>	
	 <p><i>Particolare della Zona dell'intervento</i></p>

Finalità intervento	Progetto pilota atto a ripristinare il decoro e la funzionalità del litorale		
Tipologia di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemazione e riconfigurazione morfologica dell'area con caricamento manuale di materiale sabbioso delle dunette presenti al fine di innalzare il livello di protezione • Messa a dimora di piantine autoctone quali specie psammofile come lo sparto pungente (<i>Ammophila arenaria</i>) o la gramigna delle spiagge (<i>Agropyron junceum</i>) con densità di 3/5 piantine per mq disseminate sul 50% della superficie • Posizionamento di ostacoli artificiali atti ad attutire la velocità del vento almeno per i primi tempi, così da consentire un'alta percentuale di insediamento delle piante. Queste protezioni possono essere realizzate con basse cannuciate tese tra vari picchetti in legno. • Delimitazione dell'area con materiali eco-compatibili 		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

3° Foce del Bevano

<p>Regione: Emilia Romagna</p> <p>Località: Ravenna</p> <p>Area Protetta: Riserva Statale Duna Costiera Ravennate e Foce Torrente Bevano</p> <p>Anno di realizzazione: 2006-2008</p> <p>Autore progetto: Università di Bologna - sede di Ravenna</p>	 <p><i>Riserva naturale statale foce del Bevano</i></p>	 <p><i>Area di intervento</i></p>
---	--	--

Finalità intervento	riqualificazione e consolidamento di un segmento dunoso		
Tipologia di intervento	rientra nel programma "Beachmed-e". Sarà un "sito pilota" e in esso verranno attuate e sviluppate alcune sperimentazioni e verifiche in grado di incrementare la capacità di controllo e di riduzione dell'azione erosiva operata sulle spiagge dal vento, dal mare e dall'azione antropica. Si prevede di individuare e applicare i migliori metodi possibili di impianto, diffusione e manutenzione di coperture vegetali - tutte specie locali - in grado di garantire un'efficace ed efficiente persistenza del sistema dunoso.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

4a Montalto

<p>Regione: Lazio</p> <p>Località: Montalto di Castro (Roma)</p> <p>Area Protetta: SIC Litorale tra Tarquinia e Montalto di Castro</p> <p>Anno di realizzazione: 2006-in corso</p> <p>Autore progetto: Regione Lazio Agenzia Regionale Parchi TEMI Università della Tuscia</p>	
SIC Litorale tra Tarquinia e Montalto di Castro	

Finalità intervento	Conservazione e al recupero di habitat dunali d'interesse comunitario		
Tipologia di intervento	Il sito appartiene alla categorie a "Dune consolidate" e costituisce uno dei relitti costiero-ambientali più interessanti del Tirreno, una volta estesi da Livorno al Circeo. Il SIC riveste perciò un ruolo fondamentale nella conservazione degli ambienti dunali costieri, caratterizzati da alti tassi di biodiversità animale e vegetale, ormai in rarefazione lungo le coste italiane. L'intervento di prefigge di realizzare, attraverso interventi di ingegneria naturalistica (uso di reti per permettere la colonizzazione vegetale e ridurre l'erosione dunale, barriere basali, schermi frangivento), il recupero di circa 30 ettari di spiaggia dunale (1.500 m x 200 m). L'area sarà interessata da infrastrutturazione leggera (staccionature, percorsi pedonali con passerelle in legno, pannellistica, struttura prefabbricata di 40 m quadri in legno da adibire a centro visita e/o di distribuzione di materiale informativo) atta a delimitare superfici idonee al recupero della vegetazione dunale.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	30ha

4b Macchiatonda

<p>Regione: Lazio</p> <p>Località: Macchiatonda (Fiumicino)</p> <p>Area Protetta: Riserva Naturale Macchiatonda SIC "Macchiatonda"</p> <p>Anno di realizzazione: 1986-1988</p> <p>Autore progetto: Regione Lazio Agenzia Regionale Parchi TEMI Università della Tuscia</p>	
Cartografia SIC Macchiatonda	

Finalità intervento	Restauro dell'ambiente dunale		
Tipologia di intervento	E' stato prodotto un sistema dunale artificiale prelevando materiale dalle zone umide e poi, dopo un'analisi di tipo floristico e fitosociologico, le dune sono state ricoperte da zolle con piante pioniere che hanno naturalmente attecchito.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

4c Focene

Regione: **Lazio**
 Località: **Focene**
 Area Protetta:
Riserva Naturale Coccia di Morto
(Riserva Naturale Statale del litorale romano)
 Anno di realizzazione:
2001
 Autore progetto:
Comune di Fiumicino
WWF sezione litorale romano



Area interessata dal Progetto

Finalità intervento	Restauro dell'ambiente dunale		
Tipologia di intervento	Il progetto si articola in una fase di studio e successivamente nell'intervento di restauro vero e proprio. Quest'ultimo prevede la sperimentazione di tecniche distinte, ovvero ricostituzione della morfologia dunale senza ripiantumazione, piantumazione di <i>Ammophila</i> (con costituzione di un vivaio nell'Oasi di Macchiagrande), e infine combinazione dei due metodi. Gli interventi prevedono l'uso di stuoie di cannuccia (3m x 1 m) che formano delle barriere alte 40 cm e lunghe 3 m circa che hanno lo scopo di intercettare la sabbia e favorirne l'accumulo al fine dalla ricostituzione della struttura dunale.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	3 ha

4d Castelporziano

Regione: **Lazio**
 Località:
Castel Porziano (Roma)
 Area Protetta:
Tenuta presidenziale di Castelporziano
SIC "Castelporziano"
 Anno di realizzazione:
1995-2001
 Autore progetto:
Dipartimento di Biologia Vegetale
Università "La Sapienza"



Cartografia SIC Castelporziano

Finalità intervento	Restauro dell'ambiente dunale		
Tipologia di intervento	Per le dune isolate è stato realizzato uno scheletro di pali piantati verticalmente, congiunti con frasche raccolto sulla spiaggia, per i cordoni di dune lo scheletro (alto 1,5m) è stato costruito con pali verticali e assi di legno inchiodati. Le dune sono poi state ricoperte esclusivamente da <i>Ammophila</i> , coltivata in vivaio nella stessa tenuta.		
Lunghezza tratto di costa interessato	3Km	Superficie di duna interessata	sono state ricostruite 40 dune poste su tre fasce a differente distanza dal mare

4e Dune del Circeo

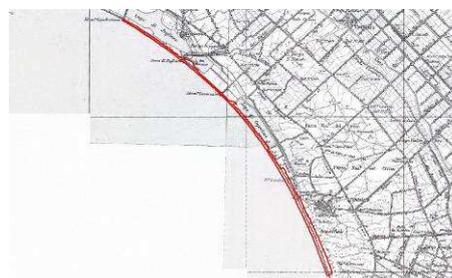
Regione: **Lazio**

Località: **Circeo**

Area Protetta:
Parco Nazionale del Circeo
SIC "Dune del Circeo"

Anno di realizzazione:
1995-1998

Autore progetto:
Amm.Comunale di Sabaudia



Cartografia SIC Dune del Circeo



Finalità intervento	Ripristino della duna e protezione dei depositi embrionali al piede della duna		
Tipologia di intervento	Sono state utilizzate tecniche di ingegneria naturalistica (vimate associate a bioreti in fibra di cocco e piantumazione di circa 40.000 piante locali) per ripristinare la duna e barriere frangivento per proteggere i depositi embrionali al piede della duna		
Lunghezza tratto di costa interessato	5Km	Superficie di duna interessata	N.D.

5a Torre Guaceto

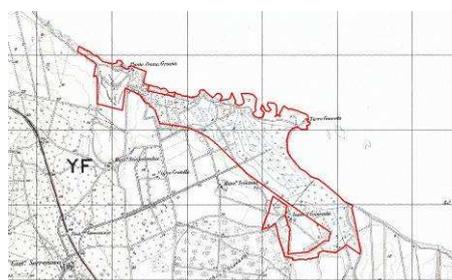
Regione: **Puglia**

Località:
Brindisi e Carovigno

Area Protetta:
Riserva Naturale Statale Torre Guaceto
SIC Torre Guaceto e Macchia San Giovanni

Anno di realizzazione:
2002-2003
2006-in corso

Autore progetto:
Consorzio di Gestione Torre Guaceto
Università di Lecce
CODRA MEDITERRANEA



SIC Torre Guaceto e Macchia San Giovanni



Particolare dell'area interessata dal progetto

Finalità intervento	Restauro di sistemi costieri in erosione		
Tipologia di intervento	modellamento superficiale della parte di duna in regressione (il materiale inerte e vegetativo sarà localizzato sull'intera area di intervento, verranno utilizzate radici, rizomi, ecc., insieme a semi ed idonee porzioni di piante prelevate in loco, il tutto sarà opportunamente trattato e/o riprodotto con tecniche avanzate di moltiplicazione). Per fermare il movimento della sabbia, prima che la vegetazione incominci la sua opera di fissazione, sarà posta in opera una biostuoia di cocco biodegradabile ancorandola con paletti di castagno. Sulle dune così formate seguirà la piantumazione di specie autoctone erbacee ed arbustive coerenti con le formazioni vegetali presenti. La piantumazione verrà eseguita da manodopera specializzata.		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	8.000 metri quadrati

5b Porto Cesareo

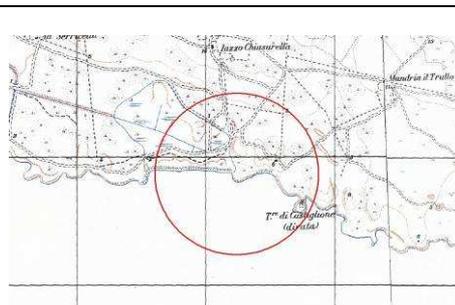
Regione **Puglia**

Località:
Porto Cesareo

Area Protetta:
Riserva Marina di Porto Cesareo

Anno di realizzazione:
2003

Autore progetto:
CODRA MEDITERRANEA



Particolari dell'area di intervento

Finalità intervento	Interventi di ripristino dunale		
Tipologia di intervento	Modellamento fisico del corpo delle dune Fissazione della sabbia con l'uso di una biostuoia biodegradabile in fibre di cocco, ancorata a picchetti di castagno e successivamente attraverso l'inserimento delle essenze vegetali		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

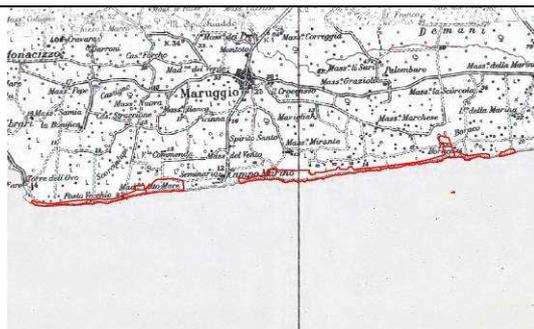
5c Campomarino

Località:
**Maruggio
Manduria**

Area Protetta:
**SIC Duna di
Campomarino**

Anno di realizzazione:
**2006
in corso**

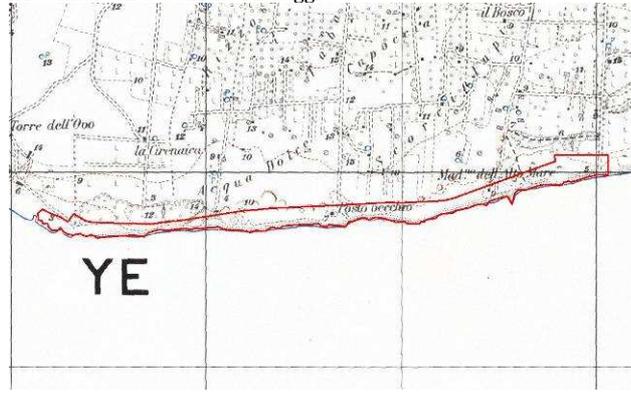
Autore progetto:
Comune di Manduria



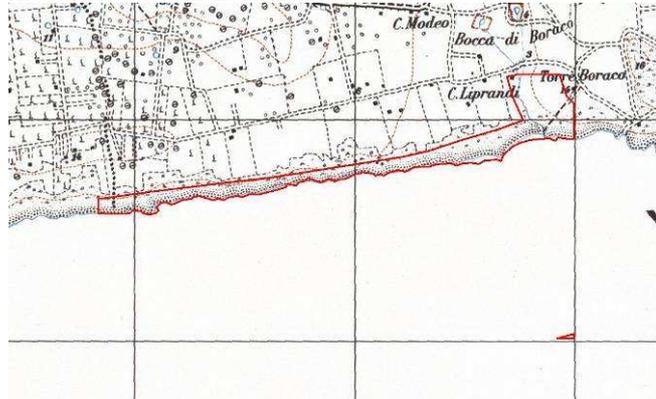
Cartografia SIC Duna di Campomarino

Finalità intervento	Riduzione rischio di erosione nei tratti di costa: da Madonna dell'Alto Mare e Piri Piri (Comune di Maruggio) nel comune di Manduria, tratto compreso tra Torre Burraco ed il limite del territorio comunale in confine con il comune di Maruggio		
Tipologia di intervento	Utilizzo di opere di ingegneria naturalistica in interventi di consolidamento con utilizzo di piante vive o parti di esse, da sole o in combinazione con materiali naturali inerti (legno, pietrame o terreno).		

Area intervento Comune Maruggio



Area intervento Comune Manduria

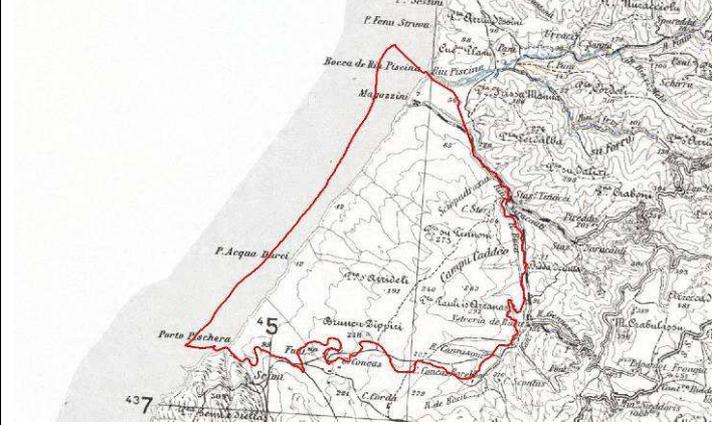


5d Marine di Chiatona e Lenne''

Regione: Puglia Località: Marine di Chiatona e Lenne (TA) Area Protetta: Riserva Naturale Stornara SIC IT9130006 Pinete dell'Arco Ionico Anno di realizzazione: progetto approvato dic2006 Autore progetto: Comune di Palagiano	 <p style="text-align: center;">Particolare dell'area di Intervento</p>
--	---

Finalità intervento	Ripristino della fascia vegetazionale delle dune		
Tipologia di intervento	Barriere permeabili in legno con viminata combinata a schermo frangivento per attutire la velocità del vento, almeno per i primi tempi, così da consentire un'alta percentuale d'insediamento delle piante; ripristino della vegetazione della spiaggia livellata per la balneazione; rinfoltimento della vegetazione della duna mobile e della retroduna; recinzioni dissuasive, picchetti e passerelle contro l'erosione da calpestio; capannini informativi sulla corretta fruizione dell'ambiente e sull'origine e finalità dell'azione di restauro e protezione.		
Lunghezza tratto di costa interessato	3,5 Km	Superficie di duna interessata	N.D.

6a Dune di Piscinas

Regione: Sardegna Località: Arbus Guspini Gonnosfanadiga Area Protetta: SIC da Piscinas a Riu Scivu Anno di realizzazione: 1997-2001 Autore progetto: Provincia di Cagliari Legambiente Sardegna	 <p style="text-align: center;"><i>Cartografia SIC da Piscinas a Riu Scivu</i></p>
---	--

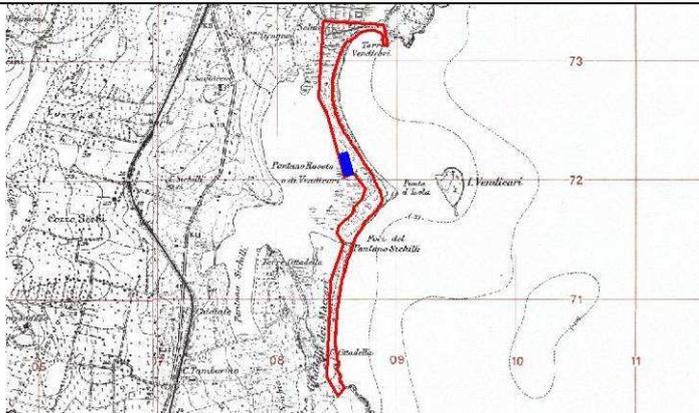
Finalità intervento	Ripristino delle dune		
Tipologia di intervento	Sui tratti degradati delle dune sono state realizzate staccionate di legno e fascine, creando così dei compartimenti chiusi ampi circa 5-10mq		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

6b Monte Russu

<p>Regione: Sardegna</p> <p>Località: Monte Russu, Comune di Aglientu (SS)</p> <p>Area Protetta: SIC Monte Russu</p> <p>Anno di realizzazione: 1999-2003</p> <p>Autore progetto: Comune di Aglientu Regione Sardegna</p>	 <p><i>Cartografia SIC Monte Russu</i></p>	
---	---	--

Finalità intervento	Ripristino delle dune		
Tipologia di intervento	Sui tratti degradati delle dune sono state realizzate staccionate di legno e fascine, creando così dei compartimenti chiusi ampi circa 5-10mq		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	N.D.

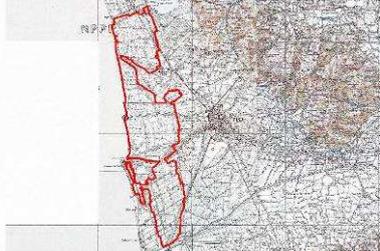
7a Vendicari

<p>Regione: Sicilia</p> <p>Località: Vendicari, Comune di Noti (Siracusa)</p> <p>Area Protetta: Riserva Naturale Orientata "Oasi Faunistica di Vendicari" SIC Vendicari</p> <p>Anno di realizzazione: 2003 - 2005</p> <p>Autore progetto: Azienda Regionale Foreste Demaniali GATE srl Agenzia per la promozione del mediterraneo in Europa</p>	 <p><i>Rosso: intervento complessivo</i> <i>Blu: area intervento sulla duna</i></p>
--	---

Finalità intervento	Azioni di protezione e recupero ambientale dell'habitat prioritario "Dune costiere con Juniperus spp." (cod. natura 2000: 2250*) Recupero morfologico di alcuni tratti del sistema dunale interessati da una cava di sabbia abbandonata.		
Tipologia di intervento	<p>Realizzazione di una recinzione/stecato in legno (tipo passamano), da apporre lungo il perimetro del cordone dunale ed in particolare nei settori maggiormente vulnerabili ed accessibili ai visitatori.</p> <p>Realizzazione di un intervento con barriere frangivento per favorire la deposizione della sabbia e l'accrescimento naturale della duna in una zona interessata da una ex cava di sabbia. Le barriere sono costituite da verghe di materiale vegetale opportunamente lavorate ed intrecciate (vimate morte), disposte a losanga al fine di intercettare i venti dominanti e ridurre l'energia eolica.</p> <p>Le opere sono state progettate con l'intento di essere poco invasive, lasciando il compito di ricostituire l'originaria morfologia della duna, ai processi morfodinamici e deposizionali che normalmente intervengono nell'evoluzione di una costa sabbiosa.</p>		
Lunghezza tratto di costa interessato	3Km	Superficie di duna interessata	N.D.

7b Selinunte	
<p>Regione: Sicilia</p> <p>Località: Triscina</p> <p>Area Protetta: Parco Archeologico di Selinunte</p> <p>Anno di realizzazione: finanziato nel 2005 - IN CORSO</p> <p>Autore progetto: Assessorato regionale al Territorio e Ambiente (regione Sicilia)</p>	 

Finalità intervento	Sperimentazione di tecniche innovative di ingegneria naturalistica per il recupero delle aree degradate		
Lunghezza tratto di costa interessato	1Km	Superficie di duna interessata	N.D.

8a San Rossore		
<p>Regione: Toscana</p> <p>Località: San Rossore (PI)</p> <p>Area Protetta: Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli SIC Dune litoranee di Torre del Lago SIC Selva Pisana</p> <p>Anno di realizzazione: finanziato nel 2005 - IN CORSO</p> <p>Autore progetto: Ente Parco, NEMO srl, Museo la Specola Firenze</p>	<p><i>SIC Dune litoranee di Torre del Lago</i></p> 	<p><i>SIC Selva Pisana</i></p> 

Finalità intervento	Riqualificazione dell'habitat prioritario Dune costiere con <i>Juniperus</i> spp. e di altri habitat dunali di interesse comunitario		
Tipologia di intervento	<p>Eradicazione, da circa 80 ha di habitat dunali, di specie vegetali esotiche (<i>Yucca gloriosa</i>);</p> <p>Razionalizzazione del carico turistico e della pressione antropica su tratti di costa sabbiosa per una lunghezza complessiva di circa 7600 m;</p> <p>chiusura di circa l'80% dei sentieri presenti (oltre 25 km di sviluppo lineare) e razionalizzazione degli accessi nei rimanenti;</p> <p>Realizzazione vivaio per la conservazione delle specie vegetali tipiche dell'habitat dunale. Lo scopo è quello di attivare, nell'ambito di un vivaio esistente, una sezione per la conservazione e propagazione di ecotipi locali di alcune specie mediterranee dell'ambiente dunale. Tali specie potranno essere utilizzate negli interventi di ingegneria naturalistica e, più in generale, nella riqualificazione ambientale in ambito costiero.</p>		
Lunghezza tratto di costa interessato	N.D.	Superficie di duna interessata	80ha

8b Gombo

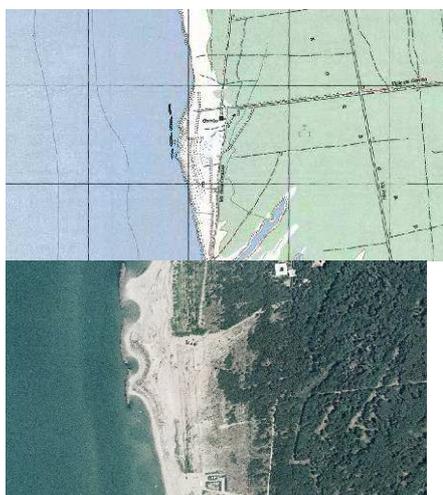
Regione: **Toscana**

Località:
Gombo (PI)

Area Protetta:
**Parco Regionale Migliarino San Rossore
Massaciuccoli
SIC Dune litoranee di Torre del Lago
SIC Selva Pisana**

Anno di realizzazione:
2006

Autore progetto:
**Provincia di Pisa
Dipartimento del Territorio - Servizio difesa
suolo e protezione civile**



Finalità intervento	Ricostruzione del sistema dunale degradato
Tipologia di intervento	Utilizzo di tecniche d'ingegneria naturalistica di recente sperimentazione, consistenti nel riutilizzo di materiali naturali spiaggiati. Il nucleo dunale sarà ricostituito utilizzando tronchi di recupero (o qualora non sufficienti di nuova fornitura) infissi nel terreno a quinconce e collocati orizzontalmente a formare una palizzata di contenimento di altre ramaglie di recupero poste a tergo, il tutto per la formazione di un rinforzo al piede della struttura dunale che contrasti un'eventuale azione erosiva del moto ondoso e che conservi un aspetto naturale anche qualora esposto per erosione del mantello superficiale. Le parti superficiali del profilo dunale saranno ricostruite con una miscela di sabbia e residui spiaggiati di poseidonia o materiale legnoso di recupero cippato, così da creare una matrice di maggior contenimento della sabbia nei confronti dell'azione eolica.

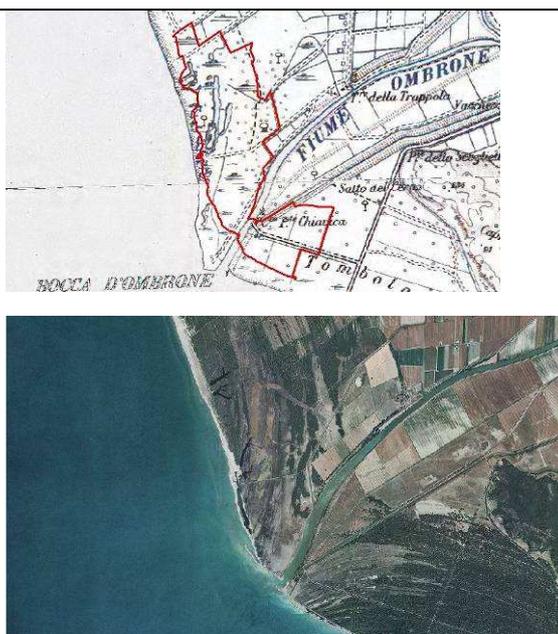
8c Parco della Maremma

Regione: **Toscana**

Località:
Padule della Trappola (GR)

Area Protetta:
**Parco Regione della Maremma
SIC Padule della Trappola**

Anno di realizzazione:
1998-2001



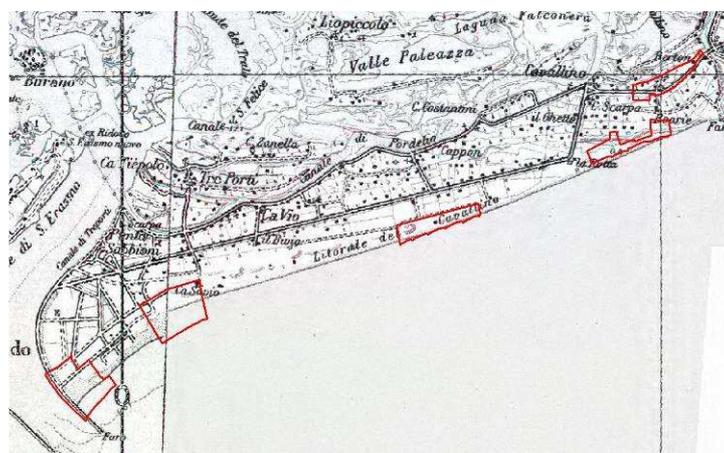
Finalità intervento	Ricostruzione della Duna mobile
----------------------------	---------------------------------

9b Litorale del Cavallino

Regione: **Veneto**
 Area Protetta:
SIC Penisola del Cavallino: biotopi litoranei

Anno di realizzazione:
1997-1998

Autore progetto:
Consorzio Venezia Nuova



Finalità intervento	Ripristino dell'antico cordone di dune
Tipologia di intervento	Le dune sono state ricostruite con il versamento di sabbia idonea (ripascimento) e consolidate con l'uso di recinzioni e frangivento di castagno e di un rilevante trapianto di vegetazione erbacea e arbustiva, impiegando soprattutto piante di ammofila e tamerici, caratteristiche delle zone costiere

9b Litorale Veneto

Regione: **Veneto**

Anno di realizzazione:
2004- 2006

Autore progetto:
**Veneto
 Agricoltura
 Servizio
 Forestale
 Regionale di
 Treviso/Venezia
 Servizio
 Forestale
 Regionale di
 Padova/Rovigo
 WWF Italia**



Finalità intervento	Creare lungo tutto il litorale regionale un sistema dunale legato da corridoi ecologici e gestito secondo i medesimi criteri
Tipologia di intervento	Sono stati realizzati interventi pilota con tecniche di bioingegneria per il contenimento dell'erosione e "linee guida di gestione degli ambienti dunali del litorale veneto in funzione della conservazione e dell'incremento quantitativo degli habitat di interesse comunitario. Questo life si è occupato della salvaguardia dell'unico Sito Natura 2000 in cui si trovano le "Dune con presenza di Hippophaë rhamnoides"