



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Coordinamento delle Associazioni Tecnico-scientifiche
per l'Ambiente e il Paesaggio

L'Ingegneria Naturalistica applicata alla difesa delle coste sabbiose

Paolo Cornelini e Giuliano Sauli - AIPIN

SOS DUNE

Stato, problemi, interventi, gestione

Roma, 23 ottobre 2009

Auditorium ISPRA - Via Curtatone, 7

INGEGNERIA NATURALISTICA

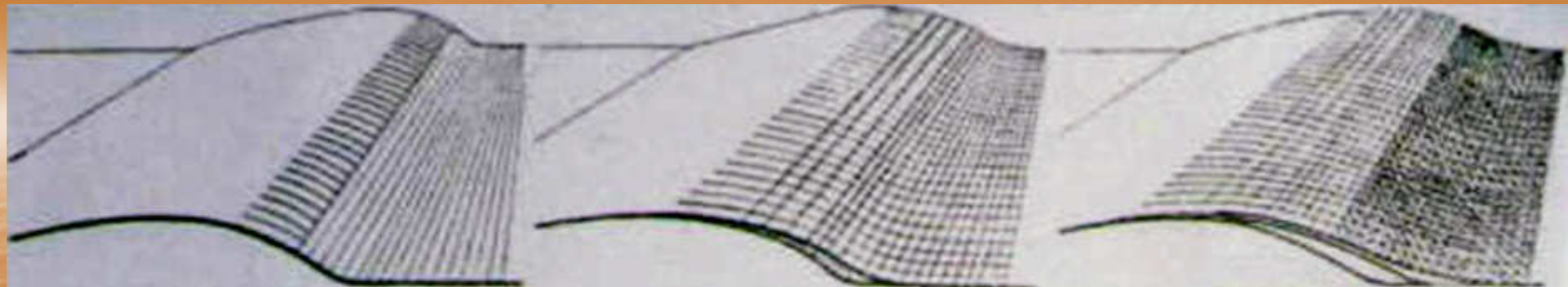
**L'Ingegneria Naturalistica
è una disciplina
tecnico - naturalistica
che utilizza le piante autoctone vive
come materiale da costruzione,
in abbinamento a materiali
inerti tradizionali e non.**

L'INGEGNERIA NATURALISTICA E' UNA DISCIPLINA CHE UTILIZZA:

- ◆ **Tecniche di rinaturazione 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**

Casistica interventi di ingegneria naturalistica in ambito costiero

- **Ricostruzione e stabilizzazione ambiti dunali costieri**
- **Ricostruzione di barene con fanghi di dragaggio**
- **Consolidamento di sponde di canali lagunari e perilagunari**



Erste ...

Zweite ...

Dritte Etappe

Erste Etappe (erstes Jahr):

Deckung des Lee-Fußes durch *Ammophila*-Reihenpflanzungen, des Lee-Hanges durch senkrechte Reihen, die die Sandpassage von Luv zur Pflanzung am Lee-Fuß nicht verhindern. Anwendung der senkrechten Streifen darf nicht schematisch erfolgen, sondern die Wahl ihrer Dichte muß eine gleichmäßige Sandzufuhr nach Lee garantieren.

Zweite Etappe (zweites Jahr):

Verdichtung der Reihenpflanzung am Lee-Fuß durch Netzpflanzung, der senkrechten Reihen am Lee-Hang durch Ergänzung der Vorjahrsreihen zu weiten Netzen. Fortführung der senkrechten Reihen auf die Kammhöhe. Dabei müssen Kupstenbildungen auf dem Kamm einer Wanderdüne unbedingt beseitigt werden. Die Erfahrungen bei der Festlegung von vereinzelt Wanderdünen auf Sylt haben gezeigt, daß ein sinnvoller Einsatz von Planierdraht sich bewährt. Werden die Kupsten nicht beseitigt, ist die spätere Bepflanzung infolge der aerodynamisch ungünstigen Wirkungsweise der Kupsten nachhaltig gefährdet, die Festlegung einer solchen Düne in Frage gestellt.

Dritte Etappe (drittes Jahr):

Weitere Verdichtung der Pflanzung am Lee-Fuß in Form der sogenannten ausgebüschelten Quadrate (GERHARDT 1900), der offenen Netze des Lee-Hanges zur geschlossenen Netzpflanzung. Fortführung der senkrechten Reihen auf den Luv-Hang.







Interventi di rivegetazione, stabilizzazione e consolidamento in Lagune del Po di Levante



Foto 14: Palificata e grata viva con salici in un canale del delta Po in prov. di Rovigo in fase di realizzazione e



Foto 15 dopo alcuni anni, G. Sauli



Foto 16: Vista aerea dei cordoni dunali in forte erosione e lagune prima degli interventi di rivivificazione finalizzati alla miglior circolazione delle acque per le retrostanti valli da pesca mediante dragaggi – (Località La Vallona – Po di Levante RO) G. Sauli



Foto 17 e 18: Ricostruzione di barene con fanghi di dragaggio; contenimento con pali e geotessuti (Località La Vallona – Po di Levante RO)



Foto 19 e 20: Stabilizzazione di cordoni dunali mediante graticciate e trapianti di cespi di *Ammophila arenaria* e graticci con legno morto e vivo (*Salix alba*) (Località La Vallona – Po di Levante RO) G. Sauli



Foto 21 e 22: Ricostruzione di isolotti con dragaggi a matrice sabbiosa con prove di messa a dimora di specie alofile (Laguna di Caleri Po di Levante RO) G. Sauli

Laguna di Nora (CA)

Interventi campione di consolidamento spondale di canale lagunare in zona salmastra con impiego di tecniche di ingegneria naturalistica ed uso di specie salsoresistenti.

Lineamenti vegetazionali

Stagni salmastri costieri a *Halimione portulacoides*, *Arthrocnemum fruticosum*, *Inula chrytmoides*, *Artemisia arborescens*

Lineamenti geomorfologici

Forme pianeggianti e depresse di sedimenti litoranei (laguna)



Foto 53: Terra rinforzata verde, materassi verdi spondali. Laguna di Nora (CA) 1996Foto G. Sauli



Foto 54: Terra rinforzata verde, materassi verdi spondali. Laguna di Nora (CA) 1996 - Foto G. Sauli

Obiettivo dell'intervento

Cantiere sperimentale di consolidamento spondale dei canali lagunari con utilizzo di materiale di dragaggio e messa a dimora di alofite e talee di tamerice.



Foto 55: Terra rinforzata verde, materassi verdi spondali. Laguna di Nora (CA)
2003 - Foto G. Sauli

Tipologie e dimensioni dell'intervento

1. Rullo spondale in geogriglia poliestere e fascine;
2. Materasso verde;
3. Terra rinforzata con rete metallica plastificata;
4. Argine spondale semplice (nessun intervento);
5. Rullo spondale in rete metallica e georete tridimensionale sintetica;
6. Palificata spondale semplice;
7. Piantagione di arbusti radicati S 1500 mq circa

Materiali morti impiegati

Tronchi castagno scortecciati cm D 20-25 cm; picchetti acciaio a.m.; materassi in rete zincata a doppia torsione; terra rinforzata; rete sintetica per i rulli con rivestimento interno in reticella plastica



Foto 56: Laguna di Nora (CA), palificata spondale con palo infisso e fascine di tamerici, 1996 - Foto G. Sauli



Foto 57: Laguna di Nora (CA), rullo spondale, fase di costruzione 1996 - Foto G. Sauli

Specie vegetali impiegate

Talee: *Tamarix sp.*; Piante radicate: *Tamarix sp.*, *Artemisia arborescens*, *Pistacia lentiscus*, *Halimione portulacoides*, *Inula chritmoides*, *Lygeum spartum*, *Atriplex halimus*, *Phragmites australis*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera*, *Plantago crassifolia*.



Foto 58: Laguna di Nora (CA), rullo spondale, fase di costruzione 1996 - Foto G. Sauli



Foto 59: Laguna di Nora (CA), palificata spondale con palo infisso e fascine di tamerici, in primo piano effetti del rullo spondale settembre 2003 - Foto G. Sauli



Foto 10 e 11: Prove, scarsamente efficaci, di consolidamento in tronchi e tavole tirantati, con messa a dimora di tamerici per lo stoccaggio di fanghi di drenaggio di canali lagunari (**Laguna di Grado GO e Marano UD**) G. Sauli



Foto 12: Consolidamento spondale di un canale perilagunare con tronchi, rulli di cocco, geotessuti e fibre miste abbinati a fascine di Tamerice e Foto 13 lo stesso dopo un anno (**fiume Natissa, Laguna di Grado GO**) G. Sauli

Interventi di rivegetazione su barene di neocostituzione in Laguna di Grado(GO)

Intervento di rivegetazione su barene di neoformazione date da fanghi lagunari di dragaggio con piante alofile, eseguito nel 1996 in laguna di Grado (GO) Loc. Barbana.

Il lavoro è consistito nella fresatura dei fanghi derivanti dal dragaggio mediante sorbona del canale di accesso all'Isola del Santuario di Barbana.



Foto 1 e 2: Fanghi di dragaggio essiccati con vistose crepe, ante operam, G. Sauli



Foto 3: I fanghi post fresatura con mezzo meccanico, G. Sauli



Foto 4: Totale inefficacia dell'impiego di stuoie di juta quale antierosivo spondale, G. Sauli



Foto 5 e 6: Trapianto dal selvatico di esemplari di piante alofile da barene adiacenti (*Limonium*, *Puccinellia*, *Atriplex*, *Juncus*, *Salicornia*, ecc.) semina manuale a spaglio con miscela commerciale e messa a dimora di talee di Tamerici, G. Sauli



Barbana - luglio 2003
Limonium



Barbana - luglio 2003
Inula crythmoides



Barbana - luglio 2003
Amorpha fruticosa



Barbana - luglio 2003
Agropyron pungens



Barbana - luglio 2003
Atriplex



Foto 7 e 8: A distanza di circa dieci anni dall'intervento si può constatare la totale rivegetazione dell'area con insediamento delle varie formazioni (Spartineto, Salicornieto, Limonieto, Agropireto) a seconda del livello del mare, G. Sauli

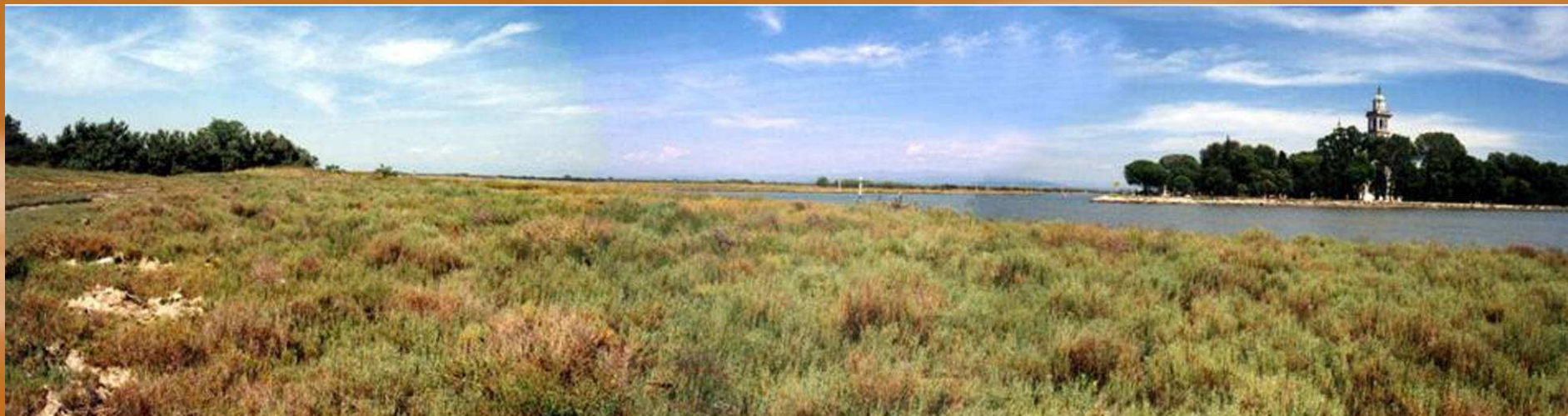


Foto 9: Panoramica d'insieme dopo 10 anni; sullo sfondo il caratteristico Santuario di Barbana, G. Sauli

Lazio - Dune Torvaianica aprile 2003



Lazio - Lido di Ostia aprile 2003



Lazio - Castelporziano lido aprile 2003





Foto 52: Litorale romano zona Ostia, aprile 2003, consolidamento di duna a isole mediante palificate in legno, G. Sauli



Lazio - Ostia vivaio aprile 2003





INTERVENTI SU SCARPATE IN SABBIA (PALEODUNE – FREGENE – RM)

Sequenza di interventi antierosivi di stabilizzazione e consolidamento di scarpate artificiali su terreni sabbiosi (paleodune) nel complesso edilizio residenziale “La Leprignana” (Fregene – RM). Si nota l’azione antierosiva insufficiente con sole biostuoie inerbite.

Si osservano gli interventi di sistemazione di supporto di scarpate di neoformazione con fascine vive di Tamerici e messa a dimora di arbusti mediterranei.

Infine, si osserva la stabilizzazione e il consolidamento al piede delle scarpate delle Ville con palizzate in tronchi orizzontali, palificate vive e arbusti mediterranei.

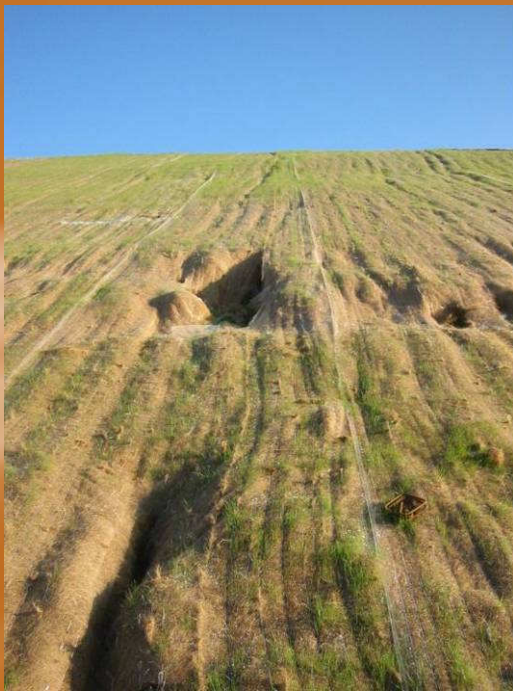


Foto 40 e 41: Scarpate artificiali su terreni sabbiosi con evidenti fenomeni erosivi nonostante l’impiego di biostuoie inerbite, P. Cornellini





foto Cornelini

Aprile 2007



Stabilizzazione delle scarpate in sabbia di neoformazione con fascine vive di tamerice e arbusti mediterranei





Realizzazione di fascine vive di Tamerici e messa a dimora di arbusti mediterranei, aprile-maggio 2007 e le fascine a settembre dello stesso anno, P. Cornelini





foto Cornelini

Giugno 2007



Ottobre 2007



Maggio 2009

foto Cornelini





Consolidamento del piede scarpate delle case con palificate vive *Roma*



foto Cornelini



Foto 45, 46 e 47: Realizzazione di palizzate in tronchi orizzontali, palificate vive con arbusti mediterranei, al piede delle scarpate attigue alle residenze, P. Cornelini



Marzo 2007



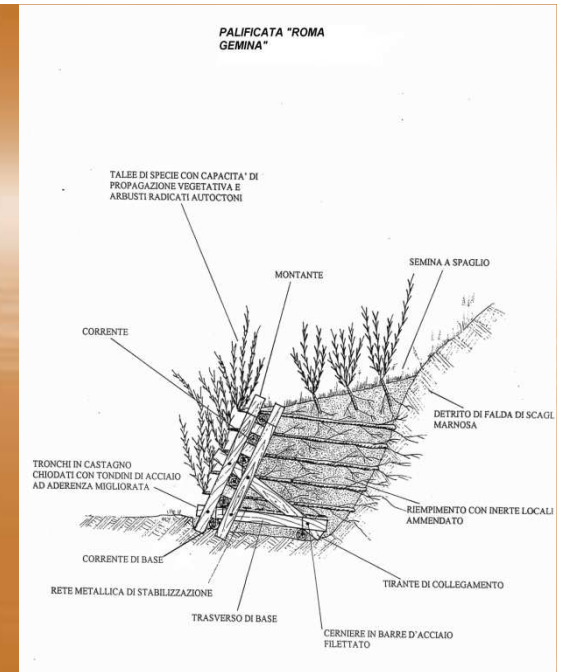
Maggio 2007



foto Cornelini



Palificata Roma



Palificata Roma a doppio tirante con arbusti con fusto interrato





Ottobre 2007



Giugno 2008

foto Cornelini



Interventi di rivegetazione, stabilizzazione e consolidamento in zone costiere della Sardegna

Si riporta una serie di interventi su dune nella costa Nord orientale sarda in località **Orosei**, con messa a dimora di specie arbustive e suffruticose mediterranee quali *Tamarix*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Nerium*, *Olea oleaster*, *Rosmarinus*, *Vitex agnus castus*, *Helychrysum*, *Lavandula*, *Cistus*, *Calycotome* in zona di turismo balneare e realizzazione di palificate e palizzate di consolidamento lungo infrastrutture viarie. Sempre in zona, si è proceduto alla stabilizzazione delle sponde costiere lagunari tramite la realizzazione di palificate vive spondali e trapianto di arbusti mediterranei con salvaguardia e recupero della vegetazione esistente.



Foto 23, 24 e 25: Messa a dimora di specie arbustive e suffruticose mediterranee su litorale sabbioso, P.Cornelini

RECUPERO E RICOSTITUZIONE DEL CORDONE DUNALE

A partire dal mare verso l'interno:

- piantagione di tamerici (6 file) con la funzione di ricostruzione della fascia del tamericeto ormai inesistente e fortemente compromessa nelle zone di maggior passaggio;
- realizzazione di una fascia di 10 – 15 ml di pineta.
- realizzazione di una siepe di arbusti mediterranei autoctoni
- messa a dimora di siepe di tamerici lungo la strada.





Foto 35: Visione d'insieme della zona costiera di Orosei

Intrappolamento di sabbia a protezione e implementazione delle dune costiere mediante graticciate e messa a dimora di piante psammofile negli spazi retrodunali nella spiaggia di Sorso SS.



Foto 36: Realizzazione delle graticciate, P. Cornellini



Foto 37: Piantagione di piante psammofile, P. Cornellini

Pinus	819	Cespugli fito	3725
		<i>Spartium</i>	
Tamarix vaso	900	<i>Rosmarinus</i>	
Tamarix fito	11750	<i>Juniperus</i>	
Cespugli vaso	3701	<i>Critmum</i>	
<i>Halimione</i>		<i>Halimione</i>	
<i>Phillyrea</i>		<i>Rosmarinus corsicus</i>	
<i>Rhamnus</i>		<i>Helychrysum</i>	
<i>Juncus</i>		<i>Lavandula</i>	
<i>Atriplex</i>		<i>Cistus</i>	
<i>Pistacia</i>		<i>Artemisia</i>	
<i>Nerium</i>		<i>Inula</i>	
<i>Olea oleaster</i>		<i>Asphodelus</i>	
<i>Rosmarinus</i>		<i>Rhamnus</i>	
<i>Cistus</i>		<i>Pistacia</i>	
<i>Vitex agnus castus</i>		<i>Phillyrea</i>	
<i>Juniperus</i>		<i>Calycothome</i>	



Foto 26: *Lavandula* sp. Foto 27: *Helychrysum* sp. Foto 28: *Cistus* sp. Foto 29: *Pistacia* sp.



Foto: 30: Scarpata sabbiosa in erosione, P. Cornelini



Foto 31: Realizzazione di una palificata viva con inserimento di talee di Tamerice, P. Cornelini



Foto 38 e 39: Piantazione di piante psammofile, P. Cornelini



palificate *latina* a spirale per la delimitazione dell'area parcheggio

PAL.LATINA

foto Cornelini





palificate *latina* a spirale per la delimitazione dell' area parcheggio; Recupero dopo la mareggiata del novembre 2008

maggio 2009



maggio 2009

foto Cornelini

Isola della Cona (GO) inaugurazione ultimi lavori settembre 2002

























2007

Palificata *latina*



Grazie dell'attenzione

2009

