Quinto Simposio “Il Monitoraggio Costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura”

Livorno 17-18-19 giugno 2014

ESPERIENZE E RISULTATI DEGLI INTERVENTI DI RECUPERO E SALVAGUARDIA DEI SISTEMI DUNARI DI VILLASIMIUS E CHIA

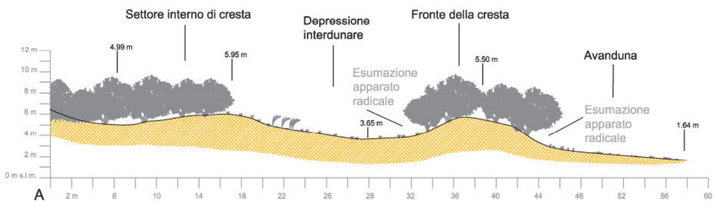
Maurizio Costa, Francesca Etzi, Paolo Falqui, Antonio Pitzalis

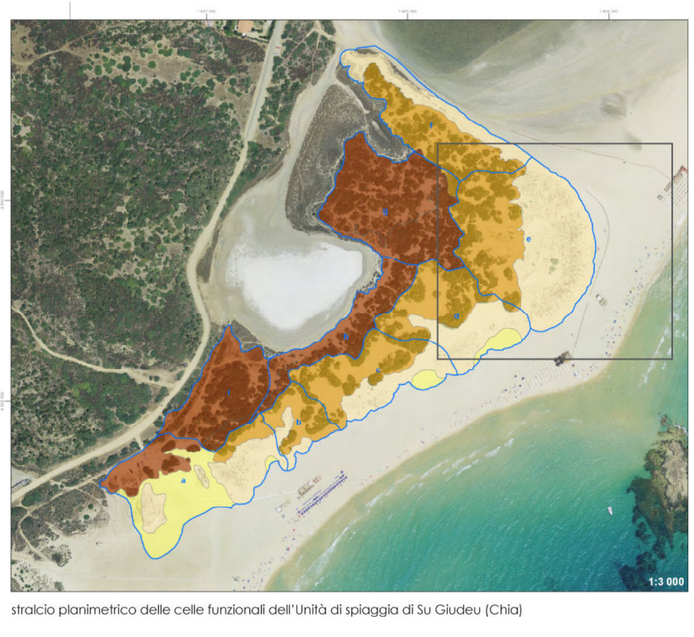
CRITERIA Città_RIcerche_TERritorio_Innovazione_Ambiente

Croteria srl via P. Cugia, 14 - 09129 Cagliari, Tel. 070 303583, Fax. 070 301180, e-mail: criteria@criteriaweb.it

Approccio metodologico

Le attività propedeutiche all'attuazione del progetto sono consistite in studi ed analisi dirette ed indirette finalizzate alla conoscenza dell'assetto morfo-vegetazionale e dei processi evolutivi in atto nel settore dunare. L'analisi geomorfologica ha consentito l'individuazione delle Unità di Spiaggia. Le unità rappresentano ambiti del settore di spiaggia emerso che sottolineano confini geomorfologici e vegetazionali e che consentono una prima valutazione circa le dinamiche e gli equilibri sedimentari del sistema di spiaggia e delle dune. All'interno di ciascuna Unità di Spiaggia sono state individuate le componenti caratteristiche del profilo spiaggia-duna, funzionali all'identificazione di ambiti omogenei all'interno dei quali si riconoscono specifiche forme e processi evolutivi in atto e potenziali. La caratterizzazione della dinamica geormofologica e vegetazionale delle componenti ha portato all'identificazione delle aree di criticità ambientale e a quelle di potenziale sviluppo di apparati dunari embrionali e di avanduna. Particolare attenzione è stata data alla discriminazione delle forme e dei processi naturali del sistema dunare, dalle forme e dai processi indotti dalle azioni di disturbo operate dall'uomo. In particolare le componenti dove maggiormente sono state rilevate situazioni di criticità riferibili a fenomeni erosivi indotti da calpestio, riguardano il settore di avanduna e quello di cresta. L'esigenza di determinare l'ambito delle relazioni spaziali tra processi evolutivi all'interno del sistema dunare, ha condotto all'individuazione delle Celle Funzionali. L'obiettivo di risoluzione e di mitigazione delle criticità è affrontato all'interno della Cella Funzionale, attraverso un approccio progettuale che tiene conto dell'effetto cumulato e sinergico delle singole opere realizzate. All'interno delle Celle Funzionali è stata operata la selezione delle aree di intervento in funzione del grado di criticità e delle priorità d'azione.





stralcio planimetrico delle celle funzionali dell'Unità di spiaggia di Su Giudeu (Chia)

Componenti morfo-vegetazionali dei sistemi dunari

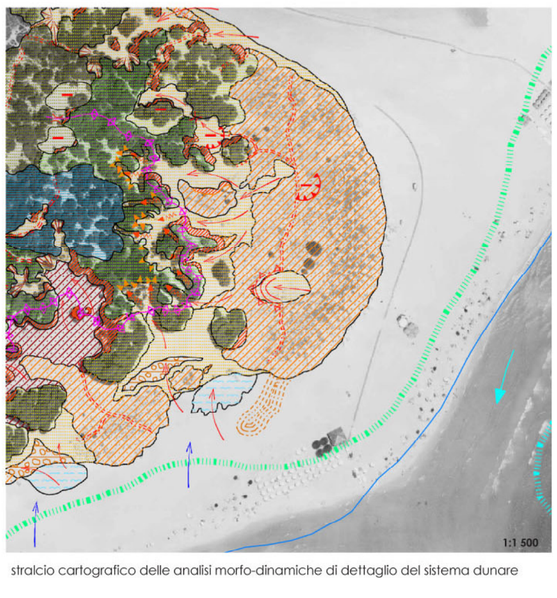
AVANDUNA
Ambito del sistema dunare posto a ridosso del limite interno del retrospiaggia; costituisce un settore di intense dinamiche geomorfologiche e mobilitazione sedimentaria, caratterizzato dalla presenza di depositi eolici mobili e semistabilizzati in cui si riconoscono fronti dunari mobili in avanzamento, depressioni interdunari, accumuli eolici in progressiva stabilizzazione, canali e conche di deflazione. Dal punto di vista vegetazionale si distingue per la presenza di cenosi dominate da graminacee rizomatose perenni (*Echinophoro spinosae-Ammophiletum arundinaceae* e *Sileno corsicae-Elytrigetum junceae*) o da camefite (*Crucianelletum maritimae*) e da diverse situazioni di contatto. E' inoltre presente una vegetazione di tipo pioniero riferibile all'associazione *Salsolo kali-Cakiletum maritimae*.

SUPERFICI DI EROSIONE
Superfici ubicate generalmente in ambito di avanduna, soggette a fenomeni di deflazione, escavazione eolica e di attraversamento di materiale detritico proveniente dalla spiaggia emersa. Costituiscono talvolta l'esito di fenomeni di accrescimento di *blow out* connessi con l'apertura di varchi per l'accesso alle spiagge e la frequentazione del settore dunare.

SETTORE DI CRESTA DELLA DUNA
Ambito sommitale del sistema dunare dove a densi nuclei di formazioni a ginepro si alternano canali, conche di deflazione eolica e accumuli sabbiosi mobili. Queste ultime morfologie eoliche possono essere in parte legate ai naturali processi evolutivi del corpo dunare, ma attualmente appaiono significativamente condizionate nella loro forma ed accrescimento dal passaggio pedonale e dalla frequentazione in genere. Tale settore si caratterizza per la presenza di boscaglie riferibili all'associazione *Pistacio lentisci-Juniperetum macrocarpae* con, a mosaico, formazioni terofitiche riferibili all'alleanza *Alkanno-Maresion nanae*.

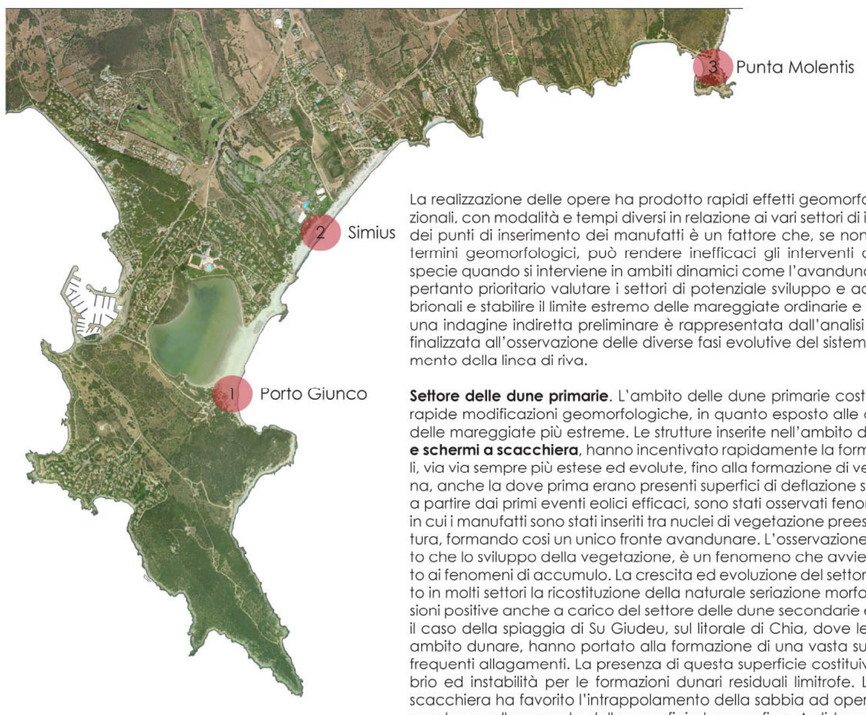
VERSANTE RETRODUNARE
Porzione interna del sistema dunare che si sviluppa alle spalle del settore di cresta e che mantiene con quest'ultimo processi di relazione geomorfologica connessi ai fenomeni di ricaduta sedimentaria sottovento. Sono possibili processi di erosione localizzata connessi con fenomeni di ruscellamento diffuso e concentrato. Si caratterizza per la presenza di boscaglie riferibili all'associazione *Phillyreo rodriguezii-Juniperetum turbinatae* e deboli processi pedogenetici che interessano il substrato sabbioso.

CELLE FUNZIONALI
Unità ambientali in cui si riconoscono significativi processi di relazione tra le diverse componenti morfo-vegetazionali del sistema dunare.



stralcio cartografico delle analisi morfo-dinamiche di dettaglio del sistema dunare

VILLASIMIUS: soluzioni progettuali adottate e risultati osservati

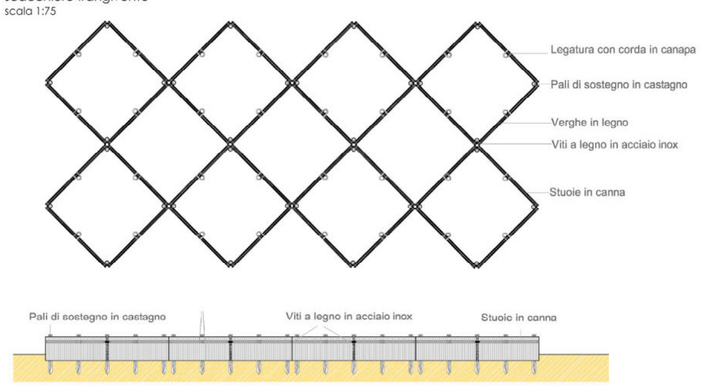


La realizzazione delle opere ha prodotto rapidi effetti geomorfologici, sedimentari e vegetazionali, con modalità e tempi diversi in relazione ai vari settori di intervento. La determinazione dei punti di inserimento dei manufatti è un fattore che, se non adeguatamente valutato in termini geomorfologici, può rendere inefficaci gli interventi o innescare processi inattesi, specie quando si interviene in ambiti dinamici come l'avanduna e il piede della duna. Risulta pertanto prioritario valutare i settori di potenziale sviluppo e accrescimento delle dune embrionali e stabilire il limite estremo delle mareggiate ordinarie e straordinarie. In questo senso una indagine indiretta preliminare è rappresentata dall'analisi multi temporale da ortofoto, finalizzata all'osservazione delle diverse fasi evolutive del sistema di spiaggia e del posizionamento della linea di riva.

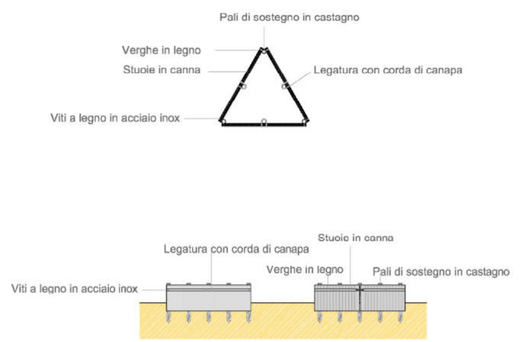
Settore delle dune primarie. L'ambito delle dune primarie costituisce un settore di intense e rapide modificazioni geomorfologiche, in quanto esposto alle dinamiche eoliche e a quelle delle mareggiate più estreme. Le strutture inserite nell'ambito di avanduna, **nuclei d'innesco e schermi a scacchiera**, hanno incentivato rapidamente la formazione delle dune embrionali, via via sempre più estese ed evolute, fino alla formazione di veri e propri cordoni di avanduna, anche la dove prima erano presenti superfici di deflazione soggette a ristagno idrico. Già a partire dai primi eventi eolici efficaci, sono stati osservati fenomeni di accumulo. Nelle aree in cui i manufatti sono stati inseriti tra nuclei di vegetazione preesistenti, si è avuta la loro saldatura, formando così un unico fronte avandunare. L'osservazione degli interventi ha evidenziato che lo sviluppo della vegetazione, è un fenomeno che avviene spontaneamente in seguito ai fenomeni di accumulo. La crescita ed evoluzione del settore di avanduna ha determinato in molti settori la ricostituzione della naturale seriazione morfo-vegetazionale, con ripercussioni positive anche a carico del settore delle dune secondarie e della spiaggia. Particolare è il caso della spiaggia di Su Giudeu, sul litorale di Chia, dove le attività di cava pregresse in ambito dunare, hanno portato alla formazione di una vasta superficie depressa soggetta a frequenti allagamenti. La presenza di questa superficie costituiva un settore di forte disequilibrio ed instabilità per le formazioni dunari residuali limitrofe. L'inserimento degli schermi a scacchiera ha favorito l'intrappolamento della sabbia ad opera delle mareggiate, determinando un sollevamento della superficie topografica. A distanza di 5 anni dalla realizzazione delle scacchiere si è avuto un incremento di quota di circa 50-60 cm con sviluppo spontaneo delle dune embrionali.

schemi grafici degli interventi di Ingegneria naturalistica

scacchiere frangivento
scala 1:75

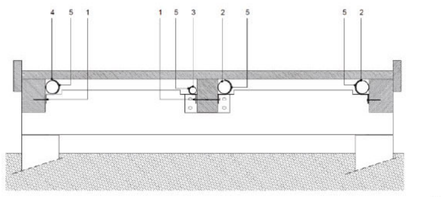


nuclei di innesco
scala 1:75



schemi grafici degli interventi di Infrastrutturazione

passerella con sottoservizi integrati e servizi igienici



1. Vite di ancoraggio in acciaio inox AISI 316
2. Tubo isolante rigido PVC - RK 15, diametro mm 50
3. Tubazione in PEAD PN16 DN 32
4. Tubazione in PEAD PN16 DN 63
5. Sistema di fissaggio in acciaio inox AISI 316, posizionamento ad interasse di cm 50

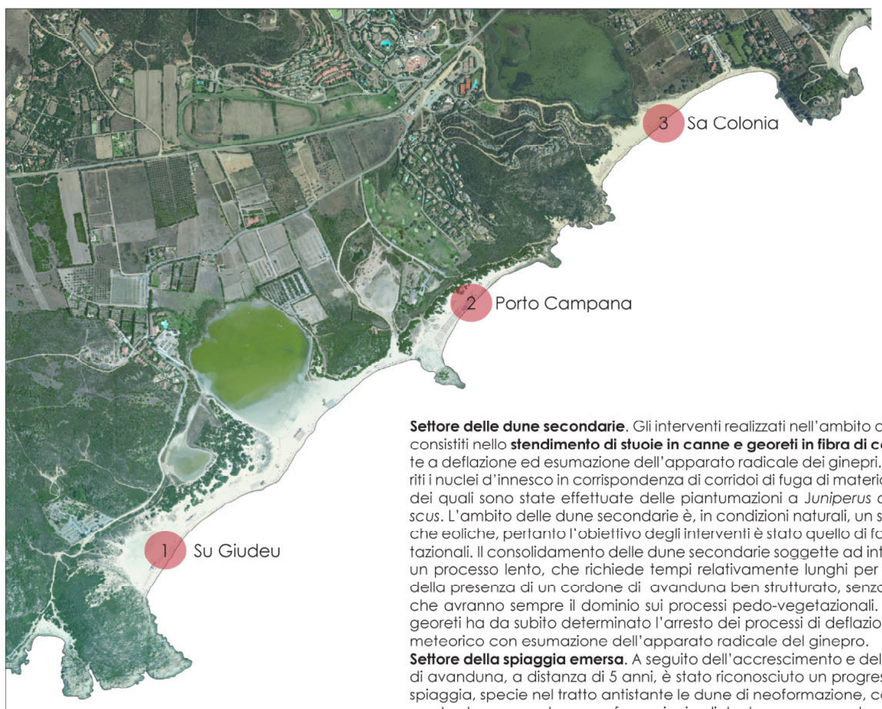
passerella lungo lo stagno Notteri e servizio igienico (spiaggia di Porto Giunco)

scacchiere frangivento: immediatamente dopo la realizzazione e dopo 2 anni dall'intervento nella spiaggia di Simius

nuclei di innesco: immediatamente dopo la realizzazione e dopo circa 3 anni di esercizion nella spiaggia di Porto Giunco

passerelle in legno pre-esistenti, sostituite dalle nuove infrastrutture nella spiaggia di Simius

DOMUS DE MARIA: soluzioni progettuali e risultati osservati

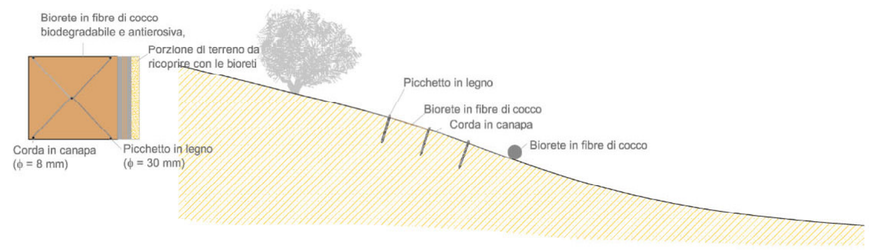


Settore delle dune secondarie. Gli interventi realizzati nell'ambito delle dune secondarie, sono consistiti nello **stendimento di stuoie in canne e georeti in fibra di cocco** nelle superfici soggette a deflazione ed esumazione dell'apparato radicale dei ginepri. Localmente sono stati inseriti i nuclei d'innesco in corrispondenza di corridoi di fuga di materiale sedimentario, all'interno dei quali sono state effettuate delle piantumazioni a *Juniperus oxycedrus* e *Piastacia lentiscus*. L'ambito delle dune secondarie è, in condizioni naturali, un settore di moderate dinamiche eoliche, pertanto l'obiettivo degli interventi è stato quello di favorire i processi pedovegetazionali. Il consolidamento delle dune secondarie soggette ad intensi fenomeni di erosione è un processo lento, che richiede tempi relativamente lunghi per espletarsi, e che necessita della presenza di un cordone di avanduna ben strutturato, senza il quale le dinamiche eoliche avranno sempre il dominio sui processi pedo-vegetazionali. Tuttavia l'inserimento delle georeti ha da subito determinato l'arresto dei processi di deflazione eolica e di dilavamento meteorico con esumazione dell'apparato radicale del ginepro.

Settore della spiaggia emersa. A seguito dell'accrescimento e della progradazione del fronte di avanduna, a distanza di 5 anni, è stato riconosciuto un progressivo sollevamento dell'alta spiaggia, specie nel tratto antistante le dune di neoformazione, con sollevamenti tra i 50 e 80 cm. In alcune aree le nuove formazioni eoliche hanno occupato spontaneamente porzioni di pertinenza della spiaggia emersa e delle mareggiate estreme. Nel corso del 2012 e del 2013, sono state registrate una serie di mareggiate estreme, che hanno determinato lo scalzamento della duna e creato una ripa d'erosione al piede della stessa. Questo fenomeno ha consentito la ridistribuzione del sedimento nella spiaggia, rappresentando un importante e positivo processo di ridistribuzione sedimentaria. In assenza degli interventi, la sabbia sarebbe stata dispersa nel settore retrodunare, uscendo pertanto dal circuito sedimentario della spiaggia. Inoltre le mareggiate avrebbero scalzato il corpo delle dune stabilizzate a ginepro nei settori dove queste sono a contatto con la spiaggia emersa.

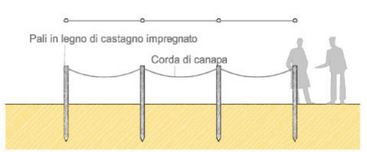
schemi grafici degli interventi di Ingegneria naturalistica

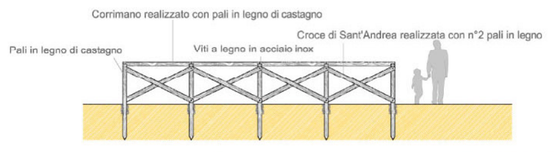
georeti in fibra di cocco a protezione della superficie sabbiosa in erosione
scala 1:75

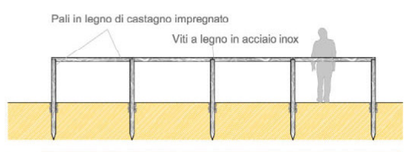


schemi grafici degli interventi di Infrastrutturazione

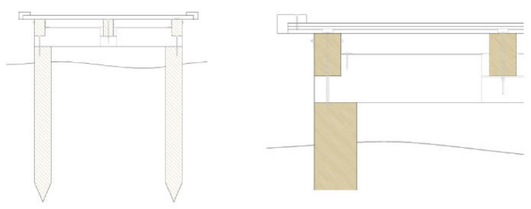
tipologie di recinzioni
scala 1:75







passerelle in legno larice
scala 1:75



passerella in larice nella spiaggia di Su Giudeu

passerella lungo lo stagno *Stangioni de su sali*

evoluzione temporale del sistema di avanduna nella spiaggia di Porto Campana

georeti in fibra di cocco nelle dune di Su Giudeu