

Linee guida

Tecniche e materiali

MODALITÀ DI UTILIZZO

MODALITÀ UTILIZZATE IN PASSATO

Per contrastare la tendenza evolutiva negativa della morfologia lagunare, il Magistrato alle Acque, tramite il proprio Concessionario Consorzio Venezia Nuova, sta effettuando nella laguna centro-meridionale prevalentemente interventi di ricostruzione di strutture morfologiche artificiali a velma e a barena nelle aree più idonee riutilizzando i sedimenti provenienti dal dragaggio dei canali lagunari o portuali, e nella laguna settentrionale prevalentemente interventi di protezione delle velme e delle barene naturali esistenti.

Le opere avviate nel 1988, per contrastare il rapido degrado dell'ecosistema lagunare e compensare la perdita dei sedimenti in mare, erano finalizzate al mantenimento dei sedimenti provenienti dal dragaggio dei canali lagunari all'interno della laguna realizzando strutture morfologiche artificiali a velma e barena.

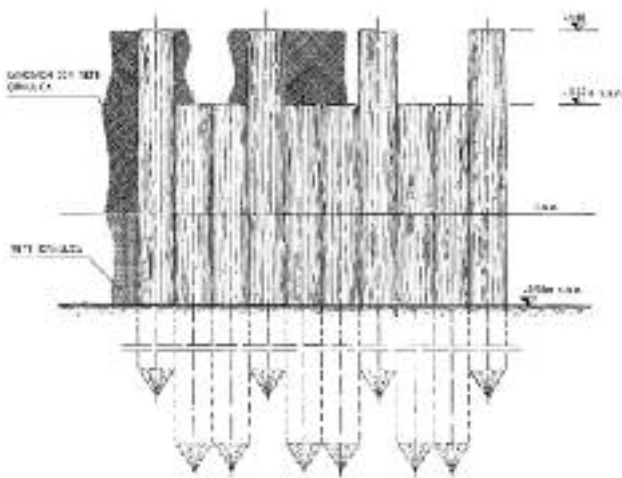
Successivamente gli obiettivi degli interventi per il recupero morfologico sono stati focalizzati a ripristinare la rete ecologica lagunare attraverso il miglioramento delle funzioni morfodinamiche, l'aumento della biodiversità e della resilienza del sistema, concorrendo a una complessiva rinaturalizzazione dell'ambiente.

Fino al 1998, le opere di conterminazione utilizzate sia per il contenimento dei materiali refluiti sia per la protezione dei margini delle barene naturali, sono state realizzate mediante palificate in legno con differenti schemi di posa in opera (pali distanziati con fascinotti, pali distanziati con rete idraulica, pali accostati con rete idraulica o geotessuto) adempiendo a quanto richiesto dagli enti competenti in materia (Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Venezia, Soprintendenza Archeologica e Commissione di Salvaguardia).

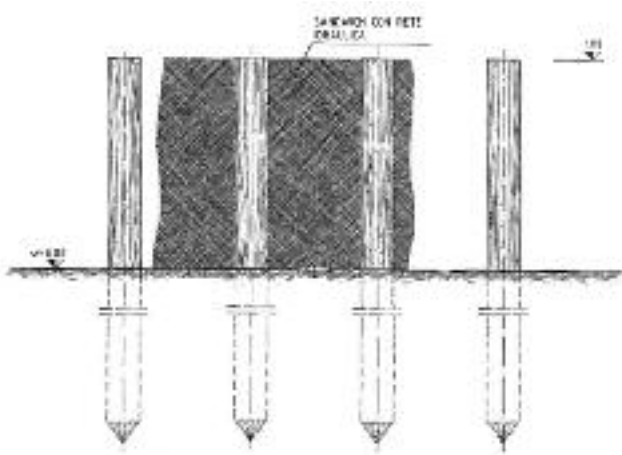
Il vincolo dell'uso dei materiali delle conterminazioni non sempre ha permesso di raggiungere gli obiettivi prefissati sia in termini di adeguata protezione delle strutture che di differenziazione rispetto ai luoghi oggetto degli interventi. Infatti nei contesti più critici (aree con elevata velocità delle correnti e forte moto ondoso), tali strutture si sono dimostrate poco efficaci per quanto riguarda lo smorzamento del moto ondoso, in quanto costituiscono di fatto delle pareti verticali che riflettono e amplificano l'energia dell'onda.

A ciò si deve aggiungere anche la limitata durata del legname negli ambienti ad elevata salinità ed alta concentrazione di organismi marini parassitari. Tale limite di durata (a sua volta differente in relazione alle diverse essenze lignee, alle dimensioni, alla provenienza e alla maturità delle piante) viene evidenziato da una più o meno veloce corrosione dei pali nella fascia interessata dall'escursione di marea. L'assottigliamento dei pali, con il caratteristico "effetto clessidra", provoca la rottura delle conterminazioni con conseguente deriva delle parti sommitali (e relativi rischi per la navigazione).

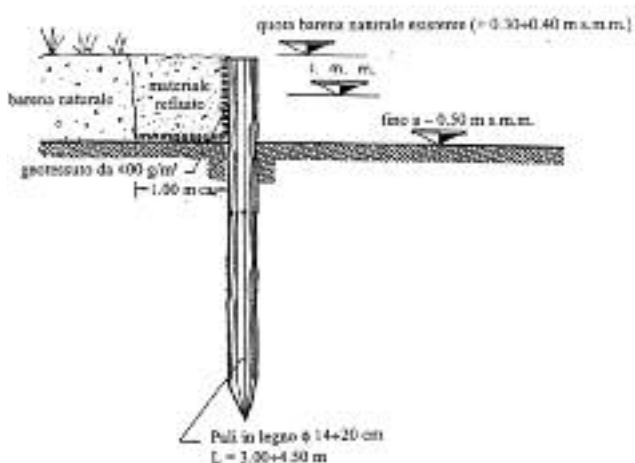
Visto l'impatto che i pali hanno in zone di preesistenza archeologica e tenuto conto delle necessità di una maggiore differenziazione delle tipologie adatte alle diverse caratteristiche dei luoghi si è deciso di sperimentare conterminazioni con diverso grado di resistenza e degradabilità, di maggior efficacia nel



Conterminazione con parete filtrante in pali di legno accostati per la realizzazione di strutture morfologiche artificiali (barena Fossei est - Laguna sud)



Conterminazione con parete filtrante in pali di legno distanziati per la realizzazione di strutture morfologiche artificiali (barena Del Vigno - Laguna nord)



Protezione dei margini barenali mediante conterminazione in pali di legno accostati (interventi di protezione delle barene 1° ciclo, barena Tresso - Laguna nord)

contrastare gli effetti del moto ondoso e delle correnti e meglio adattabili alle differenti situazioni morfologiche lagunari.

L'utilizzo sperimentale delle burghe come conterminazione è iniziato nel 1998 nell'ambito del progetto di protezione delle barene (I° ciclo di interventi), mediante la posa di strutture modulari in rete metallica a doppia torsione, con risultati molto soddisfacenti per l'efficacia nello smorzamento del moto ondoso provocato dai natanti.

MODALITÀ DI PIÙ RECENTE APPLICAZIONE

Accanto all'uso delle palificate, a partire dal 2000 (nell'ambito del Progetto di protezione delle barene II° ciclo di interventi e del Progetto Life Natura 99 "Barene - Protezione con tecniche di Ingegneria Naturalistica"), sono stati sperimentati elementi modulari resistenti con geogriglie in fili di poliestere ed elementi modulari a diverso grado di degradabilità, costituiti da geogriglie tessute in fibre naturali e riempite con diversi materiali come il legno, le fibre di cocco, miscele di terreno e zolle di vegetazione alofila, fasce di canna palustre.

Non essendoci un'ampia casistica di applicazione delle tipologie di intervento classiche di Ingegneria Naturalistica negli ambienti lagunari rispetto a quelli terrestri o fluviali, si sono svolti dei monitoraggi specifici per valutare l'efficienza e l'efficacia di queste strutture in ambienti salmastri sottoposti anche a forzanti idrodinamiche elevate. I risultati dei monitoraggi sulle diverse tipologie e materiali, hanno dimostrato un grado di protezione a carico delle barene e delle velme molto diversificato a seconda degli interventi realizzati e dei materiali utilizzati.

Per quanto riguarda i buzzoni è stata osservata una scarsa efficacia di questa tecnica soprattutto nelle zone ad alta o media esposizione al moto ondoso per la limitata durata fornita dalle protezioni a prescindere dai singoli materiali impiegati. Per quanto riguarda le burghe, si sono confermate le potenzialità di protezione offerte da questa tipologia di intervento, pur riscontrando significative differenze a seconda dei materiali utilizzati e delle quote di posa. Infatti, è risultata evidente la maggior efficacia di smorzamento dell'energia del moto ondoso delle burghe realizzate con geogriglie ad alta resistenza (fibre di poliestere), che sono state successivamente utilizzate per diversi interventi lungo i canali lagunari sottoposti a intenso traffico di natanti ed in aree sottoposte ad intenso moto ondoso provocato da vento. Le strutture modulari realizzate in materiali naturali (fibre di agave, cocco, juta ecc.) hanno invece evidenziato la loro efficacia in aree protette e poco esposte al moto ondoso. Infatti, tali strutture poste nelle aree a maggior sollecitazione ondosa (più gravosa in termini di frequenza quella provocata dai natanti rispetto a quella dovuta ai venti) si sono rapidamente e progressivamente degradate per il continuo movimento dell'acqua che indebolisce la struttura tessile fino alla rottura delle fibre ed al conseguente deterioramento dell'intero modulo.

Per spiegare alcuni fenomeni di disfacimento della struttura delle geogriglie e dei biotessuti in fibre

naturali, oltre che a fattori meccanici si deve tener conto anche degli effetti bio-chimici che le fibre naturali subiscono (marcescenza) sia da parte di microrganismi marini che per la diversa acidità e temperatura dell'acqua marina.



Protezione dei margini barenali mediante burghe con geogriglie in rete metallica (interventi di protezione delle barene 1° ciclo, barena Treporti). A sinistra il bordo subito



Linee guida

Funzionalità applicative

CRITERI OPERATIVI

Gli interventi attuati ed in corso prevedono azioni di contrasto del degrado della morfologia lagunare negli ambienti più esposti agli effetti disaggregativi al fine di mantenere le unità idromorfologiche funzionali, proteggendo o ripristinando ampi tratti barenali, di velme o di bassofondale e garantendo al tempo stesso l'officiosità dei canali. Secondo l'ottica della sostenibilità assieme agli obiettivi morfodinamici vi sono anche quelli strettamente ecologici che mirano al mantenimento delle unità di paesaggio, al ripristino degli habitat tipici lagunari perduti e al ripristino della sequenzialità nella distribuzione della vegetazione.

Seguendo il criterio di modularità è possibile ottenere sistemi di conterminazione di agevole messa in opera e di durata prestabilita. La flessibilità tecnologica ed operativa di questi materiali, permette di adattare la conterminazione alle diverse condizioni ambientali in riferimento alle specifiche esigenze di resistenza delle strutture, di protezione del bordo e di inserimento ambientale (sia in termini di funzionalità ecologica, sia in termini di qualità del paesaggio).

La normativa vigente del Piano d'Area della Laguna di Venezia (PALAV) prevede che "... la formazione delle nuove barene... va eseguita utilizzando materiali tradizionali e che consentano la reversibilità ...". La richiesta è quella di individuare le possibili tecniche meno invasive e reversibili che non alterino i caratteri ecologici e morfologici dell'ambiente, valutando anche l'ipotesi del non intervento.

Questa indicazione rientra appieno nella logica della progettazione e realizzazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica che, come accennato in precedenza, rispetta la cosiddetta "*Legge del minimo*" cioè impiegando la minima tecnologia necessaria per la risoluzione del problema, considera anche la cosiddetta "*Opzione Zero*", cioè il non intervenire perché i costi (economici, sociali, naturalistici) possono risultare superiori ai benefici.

E' opportuno chiarire, per sgomberare il campo da eventuali equivoci relativi ad una generale applicabilità delle tecniche, che l'Ingegneria Naturalistica non può essere considerata la soluzione a tutti i problemi legati al degrado ambientale ed idrogeologico, in quanto diversi casi devono necessariamente essere affrontati o con tecniche di ingegneria classica oppure con uso di materiali considerati "non tipici" dell'ambiente lagunare.

Il criterio da seguire quando si dispone un intervento di Ingegneria Naturalistica è quello di evitare errori tecnici quando le opere che devono essere impiegate per il consolidamento di margini barenali o di una sponda sono sottodimensionate rispetto al reale problema esaminato o che si vuole risolvere. Si compie, al contrario, un errore deontologico quando si impiegano opere a elevato impatto e complessità per territori in cui non c'è una reale emergenza erosiva e per i quali potrebbe essere sufficiente, per la risoluzione del problema, adottare una tecnica meno complessa e più compatibile con l'ambiente.

Va considerato che le caratteristiche realizzative di alcune tipologie, a maggiore resistenza, dovranno garantire una sicura reversibilità della conterminazione (totale o parziale) che potrà, laddove le condizioni ambientali al contorno fossero migliorate (soprattutto in ambienti sottoposti a moto ondoso indotto dal passaggio dei natanti), essere rimossa e venire impiegata nuovamente in altri luoghi che necessitano di protezione.

Negli interventi di ripristino morfologico uno degli obiettivi a cui tendere è quello di attivare le capacità funzionali autodifensive dei sistemi barenali ripristinati. Tale obiettivo è relativamente facile da raggiungere nelle aree poco esposte agli effetti erosivi di onde e correnti, dove oltretutto l'applicazione di sistemi modulari realizzati in materiali degradabili è pienamente condivisa. Più difficile è il raggiungimento degli obiettivi di automantenimento dei margini nelle condizioni maggiormente esposte agli effetti erosivi, dove risulta necessario l'utilizzo di strutture modulari realizzate con fibre sintetiche (più resistenti e maggiormente efficaci nel tempo) la cui applicazione è, invece, attualmente molto dibattuta. Infatti, se in linea di principio è da tutti condiviso che l'impiego di tali manufatti (soprattutto quelli riempiti con materiale lapideo) debba essere limitato al tempo strettamente necessario al consolidamento del margine, non si condivide invece l'applicazione assoluta e generalizzata di questo principio con una predeterminata indicazione dei tempi che potrebbe indurre a frettolose azioni tali da vanificare la funzionalità degli interventi. Infatti, tenendo dovutamente in considerazione le numerose variabili in gioco, la permanenza delle strutture va valutata caso per caso e non escludendo che possano verificarsi situazioni in cui è difficile stabilire a priori la stessa rimovibilità delle protezioni.

In particolare le variabili di cui tener conto per verificare la stabilità dei margini e fornire una stima su tempi e modalità (gradualità, disposizione planimetrica, estensione, ecc.) del salpamento dei manufatti sono:

- **l'entità e la frequenza dell'esposizione delle conterminazioni e dei terreni retrostanti al moto ondoso non eliminabile** (per esempio quello provocato dal vento);
- **la tipologia dei sedimenti riportati a tergo delle conterminazioni** (se i sedimenti sono di natura sabbiosa si possono ipotizzare tempi di compattazione e di consolidamento più brevi e possibili configurazioni stabili dei margini con profili "a spiaggia"; se invece i sedimenti sono di natura limosa o argillosa si ipotizzano tempi più lunghi di compattazione e di consolidamento con profili più ripidi e con tipologia "a gradino");
- **lo sviluppo, in termini di densità di copertura per unità di superficie, della vegetazione alofila perenne responsabile dell'ancoraggio dei terreni** (si ricorda che l'azione di tali piante erbacee è limitata alla "rizosfera" la quale interessa i primi 30 / 40 cm circa del suolo).

In base a tutti questi fattori, **i tempi** che, generalmente, si possono stimare per la **rimozione totale delle conterminazioni**, dedotti in base alle verifiche effettuate nell'ultimo decennio sulla colonizzazione delle associazioni vegetali alofile perenni nelle strutture morfologiche artificiali, **non dovrebbero essere inferiori a 5 anni**. Nel frattempo, data la modularità dei sistemi potrebbero essere comunque possibili mirate operazioni di parziale rimovibilità delle conterminazioni. Tali operazioni, se correttamente orientate, sarebbero anche in grado di innescare differenziazioni morfologiche e strutturali, accelerando i processi evolutivi di eterogeneità degli ambienti.

Il concetto base delle strutture di protezione proposte in questo manuale è dunque quello di utilizzare in laguna tipologie, materiali e sistemi operativi che permettano di ottenere i migliori risultati in termini di contrasto alle differenti intensità erosive e di inserimento paesaggistico nelle diverse condizioni ambientali.



Linee guida

Modalità applicative

CONFIGURAZIONI PLANIMETRICHE

Le applicazioni delle strutture sia resistenti che degradabili possono essere raggruppate in:



CONTERMINAZIONI POSTE A RIDOSSO (LUNGO IL PERIMETRO) DELLA STRUTTURA MORFOLOGICA

E' la soluzione che attualmente viene maggiormente applicata ponendo in opera i sistemi modulari, a differente grado di resistenza e degradabilità a seconda del livello di esposizione alle forzanti erosive, a ridosso del bordo delle struttura morfologica. Normalmente nelle aree retrostanti le conterminazioni vengono riportati terreni lagunari che nel tempo vengono colonizzati e consolidati dalla vegetazione alofila perenne in maniera da ricreare gli ambienti di margine scomparsi. Per ottimizzare la variabilità morfologica si possono prevedere alternanze di elementi sia degradabili che ad alta resistenza (ad esempio planimetricamente prevedendo nelle aree convesse, maggiormente esposte alle sollecitazioni, elementi a lento degrado e alta o media resistenza e nelle fasce concave, meno esposte, elementi maggiormente degradabili) in maniera tale garantire il ripristino funzionale dei margini



CONTERMINAZIONI POSTE A DISTANZA DALLA STRUTTURA MORFOLOGICA

La posa di moduli (realizzati in materiale a differente grado di resistenza e degradabilità) in posizione distanziata dalla struttura morfologica e con orientamenti differenti a seconda della provenienza ed intensità del moto ondoso permette di realizzare sistemi di conterminazione con funzione di frangimento delle onde e formazione di aree retrostanti di acque calme che favoriscono il conseguente innesco dei processi di sedimentazione. A seconda dell'ubicazione (margine canale o fronte bassofondale) si potranno prevedere anche specifiche conformazioni planimetriche (sfalsate, a pettine, a celle, etc) che massimizzino "l'effetto di cattura" dei sedimenti in sospensione.

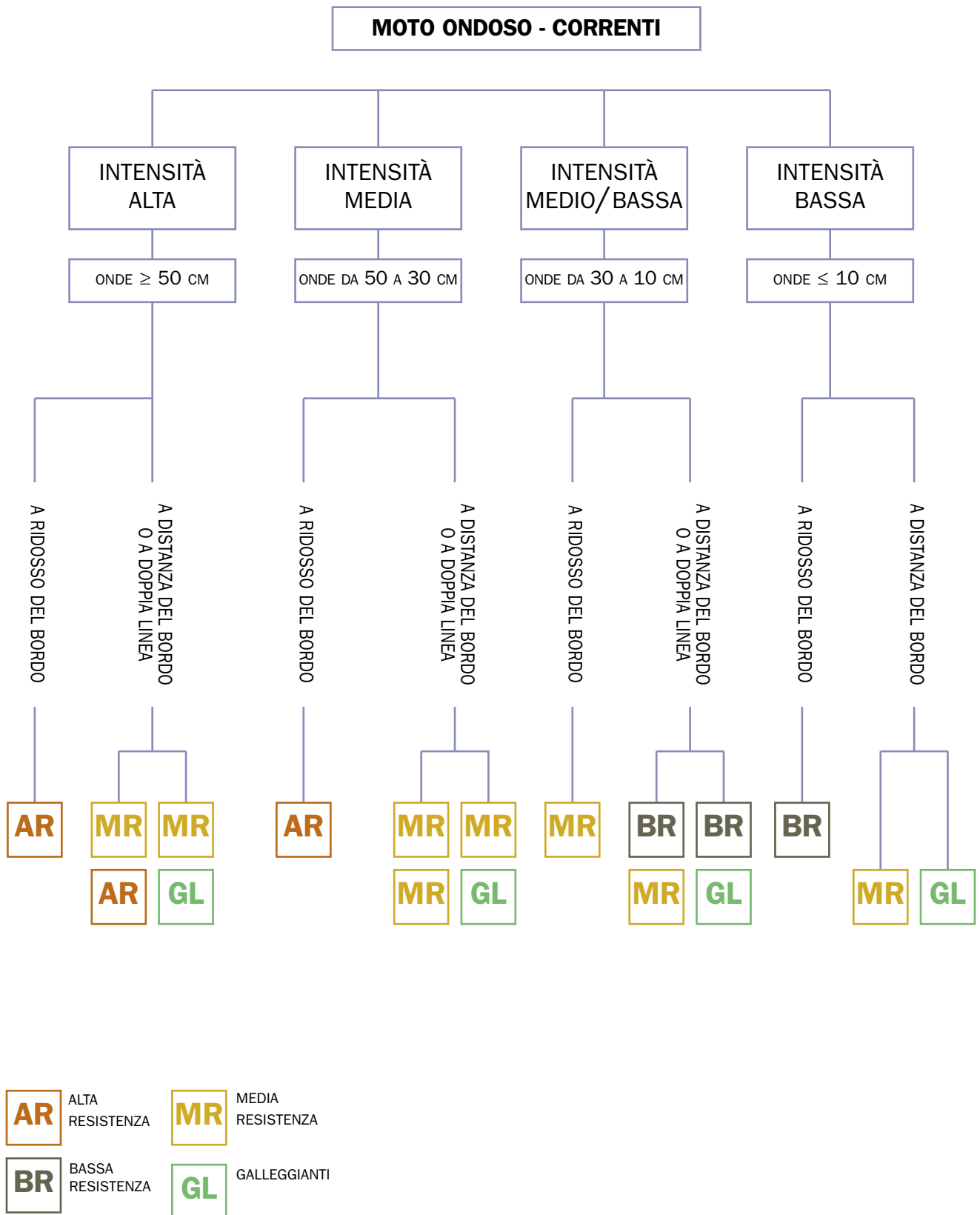


CONTERMINAZIONI A DOPPIA LINEA

Il sistema di conterminazione su doppia linea prevede il posizionamento di una prima linea in aderenza alla struttura morfologica di moduli a media resistenza e degradabilità o completamente biodegradabili e bassa resistenza, a seconda dell'esposizione al moto ondoso, e una seconda linea distanziata dalla struttura morfologica con moduli ad elevato o medio grado di resistenza e bassa o media degradabilità con funzione di difesa dal moto ondoso per smorzamento dell'energie erosive e reinnesco dei processi sedimentari naturali. Tale soluzione consente di porre a minor distanza rispetto alla precedente soluzione la linea di difesa a maggiore resistenza e consente inoltre il consolidamento, con elementi facilmente inseribili nell'ambiente, di margini con erosione "a gradino" con dislivelli massimi compresi tra 30 e 50 cm tra sommità della barena e della velma o della gengiva sottostante.

ESEMPI DI DISPOSIZIONE

COLLOCAZIONE DEI MODULI IN FUNZIONE DELL'INTENSITÀ DEL MOTO ONDOSO E DELLE CORRENTI



SCHEMA DELLE TIPOLOGIE

La classificazione dei moduli varia in funzione dell'intensità del moto ondoso e delle correnti.

ALTA INTENSITÀ E MEDIA INTENSITÀ

MATERIALI AD ALTA RESISTENZA

ARTICOLO	COMPOSIZIONE
B/br	POLIESTERE / PIETRAME
B/ca	POLIESTERE / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bm/br	POLIESTERE / COCCO O PIOPPA / PIETRAME
Bm/ca	POLIESTERE / COCCO O PIOPPA / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bf/br	POLIESTERE / NONTESSUTO / PIETRAME
Bf/ca	POLIESTERE / NONTESSUTO / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bte/ca	POLIESTERE / CONCHIGLIE AGGREGATE

MATERIALI A MEDIA RESISTENZA

ARTICOLO	COMPOSIZIONE
B/lag	POLIESTERE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
B/cs	POLIESTERE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bte/lag	POLIESTERE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bte/cs	POLIESTERE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bvis-tr/ca	VISCOSA / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bvis-tr/lag	VISCOSA / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bvis-tr/cs	VISCOSA / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bvis/cs	VISCOSA / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bag-st/ca	AGAVE / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bag-st/lag	AGAVE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bag-st/sa	AGAVE / SABBIA
Bag-st/cs	AGAVE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bag-ap/ca	AGAVE / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bag-ap/cs	AGAVE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Btr/cs	POLIESTERE E NAT. / CONCHIGLIE SCIOLTE
FApo/ra	POLIESTERE/RAMAGLIA

MEDIO/BASSA INTENSITÀ E BASSA INTENSITÀ

MATERIALI A MEDIA RESISTENZA

ARTICOLO	COMPOSIZIONE
B/lag	POLIESTERE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
B/cs	POLIESTERE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bte/lag	POLIESTERE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bte/cs	POLIESTERE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bvis-tr/ca	VISCOSA / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bvis-tr/lag	VISCOSA / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bvis-tr/cs	VISCOSA / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bvis/cs	VISCOSA / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bag-st/ca	AGAVE / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bag-st/lag	AGAVE / LIMI SABBIOSI AGGREGATI
Bag-st/sa	AGAVE / SABBIA
Bag-st/cs	AGAVE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Bag-ap/ca	AGAVE / CONCHIGLIE AGGREGATE
Bag-ap/cs	AGAVE / CONCHIGLIE SCIOLTE
Btr/cs	POLIESTERE E NAT. / CONCHIGLIE SCIOLTE
FApo/ra	POLIESTERE/RAMAGLIA

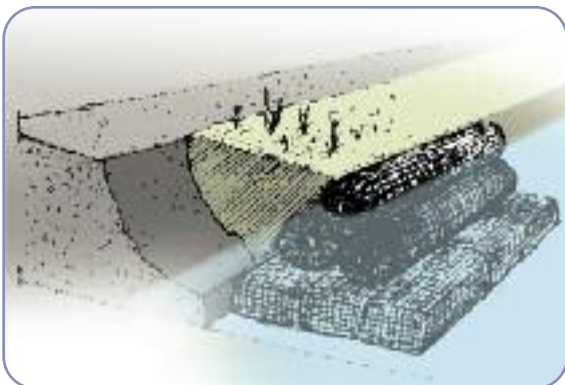
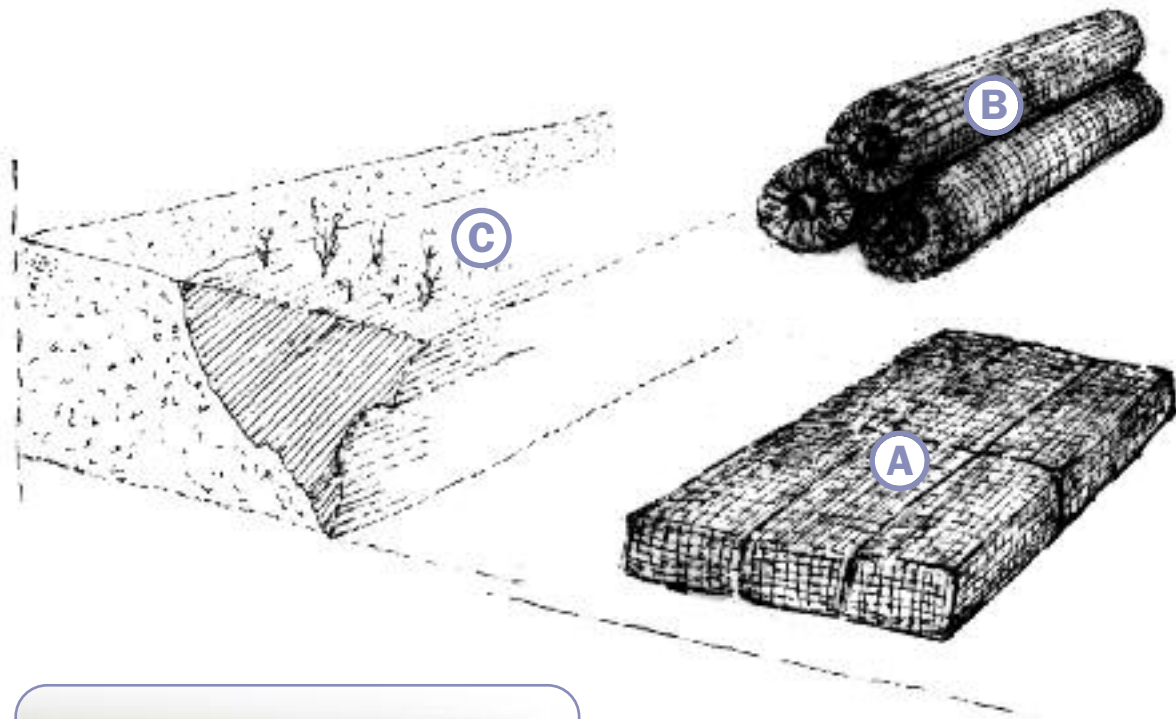
MATERIALI A BASSA RESISTENZA

ARTICOLO	COMPOSIZIONE
BZ/leg	FIBRE NATURALI
BZ/pp	FIBRE NATURALI E DI PIOPPA
BZ/coc	FIBRE DI COCCO
FAg/ra	AGAVE / RAMAGLIA

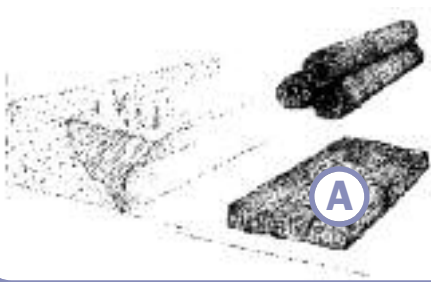
COMPOSIZIONE DEI MODULI

La composizione dei moduli varia in funzione della profondità dei fondali e della quota della superficie della barena da ricostruire, variano gli spessori dei materassi, il diametro e la disposizione delle burghe nonché, le soluzioni antiersive poste nel retro delle conterminazioni.

- A** Strutture per la ripartizione di carico, per l'aumento della portata del fondale e base di appoggio di burghe, buzzoni e gabbionate tessili.
- B** Strutture di assorbimento e dissipazione del moto ondoso o di contenimento dei materiali refluiti.
- C** Strutture di contenimento e antiersive dei bordi o delle sponde o di innesco per la vegetazione.



A • STRUTTURE PER RIPARTIZIONE DI CARICO, AUMENTO DI PORTANZA DEI FONDALI E BASE DI APPOGGIO DI BURGHE, BUZZONI E GABBIONATE TESSILI



In relazione alla quota, alla configurazione stratigrafica e alla portanza dei fondali adiacenti ai bordi di barene, di velme o di argini si possono applicare differenti moduli di ripartizione di carico

1. MODULO COME RIPARTITORE DI CARICO SU FONDALI POCO PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Modulo costituito da uno scatolare in legno (compensato marino o altro materiale adatto a resistere in ambienti marini), delle dimensioni di progetto, e da un materasso in geogriglia in poliestere ad alta resistenza con dimensioni secondo indicazioni di progetto e riempito o con pietrame (scapoli o ciotoli) o con conchiglie aggregate o con conchiglie sciolte o con sabbie di cava.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa in opera con mezzo meccanico dello scatolare e del materasso. La movimentazione del materasso dovrà essere effettuata sollevandolo in almeno 6-8 punti, a seconda delle dimensioni.

NOTE

Durante la posa dello scatolare potrebbe essere necessario regolarizzare il piano di posa. Si dovrà inoltre porre attenzione che la struttura sia ben incapsulata nei terreni eventualmente anche aggiungendo materiale granulare in sabbia o conchiglie sciolte. La dimensione, il riempimento e il posizionamento del materasso varia secondo le condizioni del luogo di applicazione.

2. MODULO DI AUMENTO DELLA PORTATA SU FONDALI POCO PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Modulo costituito da pali in legno con teste infisse fino a quota fondale e da un materasso in geogriglia in poliestere ad alta resistenza con dimensioni secondo indicazioni di progetto e riempito o con pietrame (scapoli o ciotoli) o con conchiglie aggregate o con conchiglie sciolte o con sabbie di cava

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Infissione dei pali e posa del materasso con mezzo meccanico. La movimentazione del materasso dovrà essere effettuata sollevandolo in almeno 6-8 punti, a seconda delle dimensioni.

NOTE

La dimensione ed il diametro dei pali dipenderanno dalla geotecnica dei terreni dei luoghi di applicazione. La disposizione planimetrica dei pali dovrà garantire il regolare appoggio del materasso. Le teste dei pali non dovranno presentare sporgenze tali da compromettere la struttura dei materassi. La dimensione, il riempimento e il posizionamento del materasso varia secondo le condizioni del luogo di applicazione.

A • STRUTTURE PER RIPARTIZIONE DI CARICO, AUMENTO DI PORTANZA DEI FONDALI E BASE DI APPOGGIO DI BURGHE, BUZZONI E GABBIONATE TESSILI



3. MODULO COME AUMENTO DELLA PORTATA SU FONDALI PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Materasso in geogriglia in poliestere ad alta resistenza con dimensioni secondo indicazioni di progetto e riempito o con pietrame (scapoli o ciotoli) o con conchiglie aggregate o con conchiglie sciolte o con sabbie di cava

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa del materasso con mezzo meccanico. La movimentazione del materasso dovrà essere effettuata sollevandolo in almeno 6-8 punti, a seconda delle dimensioni

NOTE

Prima della posa del materasso potrebbe essere necessario regolarizzare il piano di posa realizzando un imbasamento in sabbia o conchiglie. La dimensione, il riempimento e il posizionamento dei materassi varia secondo le condizioni del luogo di applicazione.

4. MODULO COME ANTIEROSIVO SU FONDALI PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Materassino leggero (delle dimensioni di progetto) confezionato con una geogriglia in poliestere ad alta resistenza e una parte centrale formata da un geocomposito formato da uno strato di nontessuto in fibre naturali ad alto potere assorbente accoppiato ad una stuoia di fibra di cocco coersionata con collante naturale.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Stesa manuale del materassino

NOTE

Prima della posa del materasso potrebbe essere necessario regolarizzare il piano di posa. In alcuni casi per garantire l'ancoraggio del materassino al fondale possono essere utilizzati picchetti o staffe. In alternativa i materassini possono essere accoppiati preventivamente alle burghe prima della posa.

A • STRUTTURE PER RIPARTIZIONE DI CARICO, AUMENTO DI PORTANZA DEI FONDALI E BASE DI APPOGGIO DI BURGHE, BUZZONI E GABBIONATE TESSILI



5. MODULO COME RIPARTITORE DI CARICO SU FONDALI PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Materassino leggero (delle dimensioni di progetto) confezionato con una geogriglia tessile prodotta con fili di fibre vegetali di “agave” a medio / bassa resistenza e una parte centrale formata da un geocomposito formato da uno strato di nontessuto in fibre naturali ad alto potere assorbente accoppiato ad una stuoia di fibra di cocco coersionata con collante naturale.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Stesa manuale del materassino

NOTE

Prima della posa del materasso potrebbe essere necessario regolarizzare il piano di posa. Ancoraggio del materassino al fondale mediante picchetti o staffe. In alternativa i materassini possono essere accoppiati preventivamente alle burghe o ai buzzoni prima della posa.

6. MODULO COME RIPARTITORE DI CARICO ED ANTIEROSIVO SU FONDALI PORTANTI

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Nontessuto in fibre sintetiche di poliestere ad alta resistenza.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Stesa manuale. La posa del geotessile dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti e le precauzioni atte a evitare strappi o forature.

NOTE

Prima della posa del nontessuto potrebbe essere necessario regolarizzare il piano di posa. Ancoraggio del nontessuto mediante picchetti o staffe o altri opportuni zavorramenti.

B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI

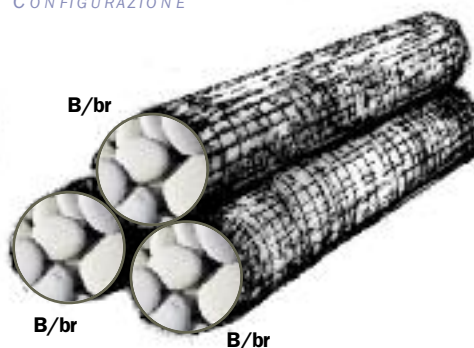


In funzione alle forzanti idrodinamiche ed alle caratteristiche ambientali del luogo di intervento si possono applicare diverse combinazioni di moduli finalizzate a dissipare le energie distruttive dei bordi.

Si propongono alcuni esempi di combinazioni di moduli a seconda dell'intensità di esposizione al moto ondoso.

1. BURGHE AD ALTA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI ELEVATA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in pietrame.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto ad alta resistenza di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si può prevedere l'uso una geogriglia ad alta resistenza di contenimento dei moduli sottostanti.

2. BURGHE AD ALTA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE DI MEDIA INTENSITÀ' E DA VENTO DI ELEVATA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in pietrame, in conchiglie aggregate e in conchiglie sciolte.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (un materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

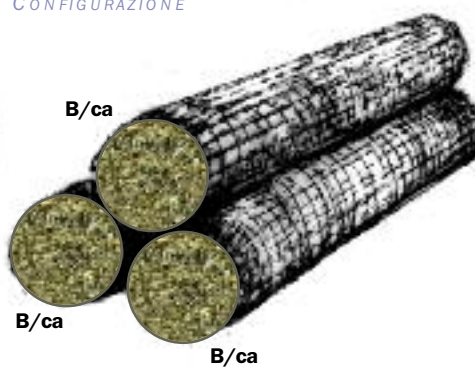
Dimensioni e disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità della barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto ad alta resistenza di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si può prevedere l'uso una geogriglia ad alta resistenza di contenimento dei moduli sottostanti o delle legature tra i moduli.

B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI



3. BURGHE AD ALTA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in conchiglie aggregate.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

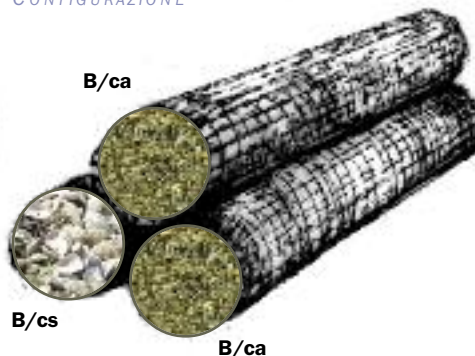
Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (un materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto ad alta resistenza di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si può prevedere l'uso di una geogriglia ad alta resistenza di contenimento dei moduli sottostanti o delle legature tra i moduli.

4. BURGHE AD ALTA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in conchiglie aggregate e in conchiglie sciolte.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto ad alta resistenza di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si può prevedere l'uso di una geogriglia ad alta resistenza di contenimento dei moduli sottostanti o delle legature tra i moduli.

B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI



5. BURGHE AD ALTA O MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in conchiglie aggregate e in conchiglie sciolte.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto o, un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

6. BURGHE A MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglia in poliestere, riempite in conchiglie aggregate, in conchiglie sciolte e in limi lagunari adeguatamente aggregati.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Dimensioni e disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità della barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto o, un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

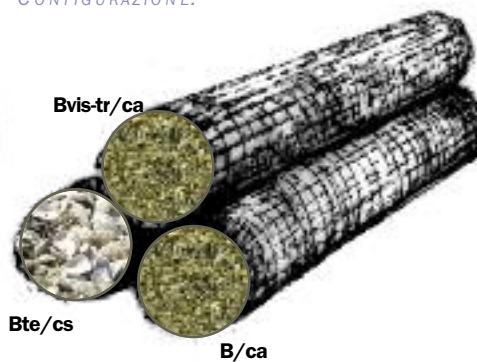
B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI



L'uso dei materiali "naturali" permette di garantire, negli ambienti non fortemente esposti al moto ondoso, l'innesco di processi dinamici naturali di automantenimento e di funzionalità del sistema.

7. BURGHE A MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglie in poliestere e in fibre naturali (viscosa trattata), riempite in conchiglie aggregate e in conchiglie sciolte.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

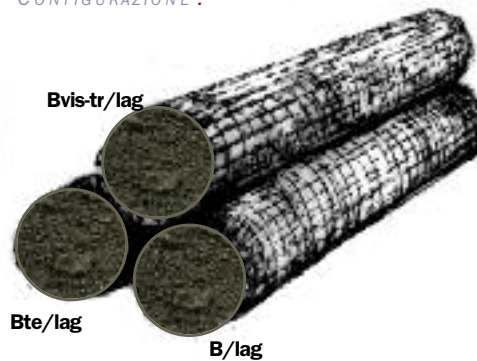
Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Dimensioni e disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità della barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto o, un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

8. BURGHE A MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIO/BASSA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglie in poliestere e in fibre naturali (viscosa trattata), riempite in limi lagunari adeguatamente aggregati.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (geotessuto o un materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

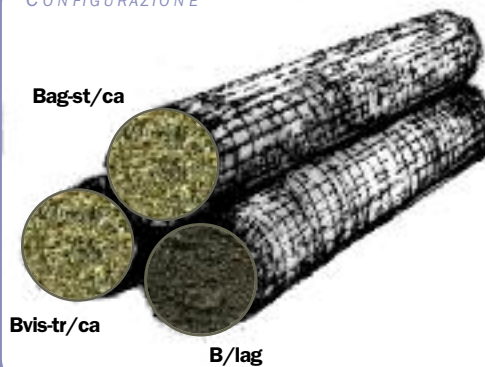
Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un geotessuto o, un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire la stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI



9. BURGHE AD MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIO/BASSA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglie in poliestere e in fibre naturali (viscosa trattata e agave), riempite in limi lagunari adeguatamente aggregati e in conchiglie aggregate.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (geotessuto o un materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire alla stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

10. BURGHE AD MEDIA RESISTENZA ESPOSTE A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI MEDIO/BASSA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) poste in opera in file sovrapposte e realizzate con geogriglie in poliestere e fibre naturali (viscosa trattata e agave), riempite in limi lagunari adeguatamente aggregati e in conchiglie sciolte.

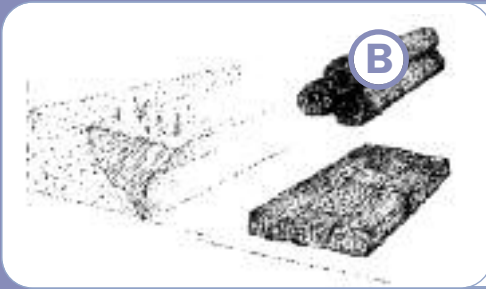
MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa delle burghe con mezzo meccanico, atto a garantire un sollevamento uniforme in almeno 3 punti utilizzando opportuni rinforzi, sempre appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (geotessuto o un materasso a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

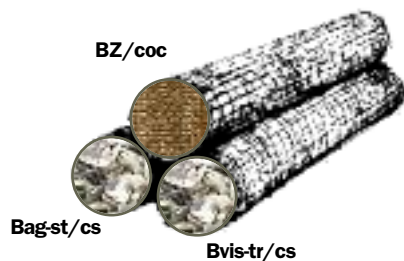
Le dimensioni e la disposizione delle burghe dipendono dalla profondità dei fondali e dalle quote di sommità richiesta alla barena (per il raggiungimento delle quote finali si deve tener conto della variazione della geometria dei singoli moduli e dell'intera struttura in funzione della disposizione, del materiale di riempimento e del peso. Il delta negativo di cui tener conto è di circa il 30%). A tergo delle burghe va collocato un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale refluito. Per garantire alla stabilità della struttura si possono prevedere delle legature tra i moduli.

B • STRUTTURE DI ASSORBIMENTO E DISSIPAZIONE DEL MOTO ONDOSO O DI CONTENIMENTO DEI MATERIALI REFLUITI



11. BURGHE E BUZZONI A MEDIA E BASSA RESISTENZA ESPOSTI A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI BASSA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Burghe (delle dimensioni di progetto) posti in opera in file affiancate con sovrapposta una fila di buzzoni. Le burghe sono realizzate con geogriglie in fibre naturali (viscosa trattata e agave) e riempite in conchiglie sciolte; i buzzoni (delle dimensioni di progetto) sono realizzati con geogriglie in fibre naturali di cocco e riempiti in groviglio di fibre di cocco.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

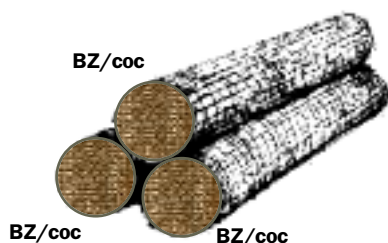
Posa manuale dei buzzoni ed ancoraggio degli stessi in almeno 3 punti con un sistema di paletti e cime che incapsulano e trattengono i moduli. Possono essere poste o direttamente a contatto con i terreni oppure appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (geotessuto o un materassino a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione dei buzzoni dipendono dalle quote di sommità richiesta alla barena. A tergo dei buzzoni va collocato un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale riportato.

12. BUZZONI A BASSA RESISTENZA ESPOSTI A MOTO ONDOSO DA NATANTE E DA VENTO DI BASSA INTENSITÀ

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Buzzoni (delle dimensioni di progetto) posti in opera in file sovrapposte, realizzati con geogriglie in fibre naturali di cocco e riempiti in groviglio di fibre di cocco.

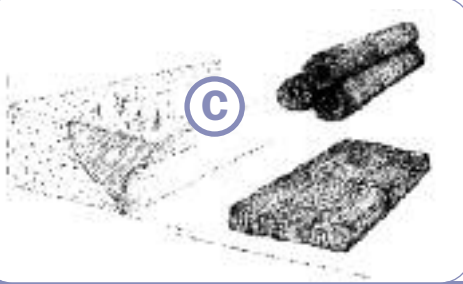
MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa manuale dei buzzoni ed ancoraggio degli stessi in almeno 3 punti con un sistema di paletti e cime che incapsulano e trattengono i moduli. Possono essere poste o direttamente a contatto con i terreni oppure appoggiate su una struttura di ripartizione di carico (geotessuto o un materassino a diverso spessore in funzione del grado di esposizione al moto ondoso).

NOTE

Le dimensioni e la disposizione dei buzzoni dipendono dalle quote di sommità richiesta alla barena. A tergo dei buzzoni va collocato un non tessuto degradabile, di contenimento per il materiale riportato.

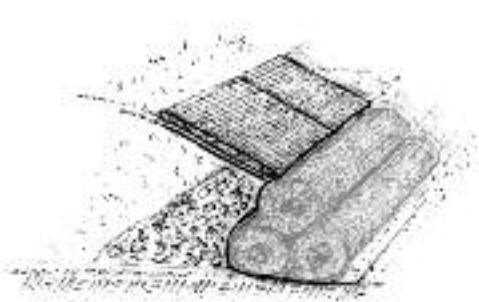
C • STRUTTURE DI CONTENIMENTO E ANTIEROSIVE DEI BORDI O DELLE SPONDE O DI INNESCO PER LA VEGETAZIONE



Obiettivo della realizzazione di strutture morfologiche o della protezione di barene naturali è quello di permettere il ripristino funzionale dei margini. Ove però il disturbo del moto ondoso sia tale da non poter garantire tale funzionalità si devono impiegare moduli a materassino che permettano il contenimento dei materiali refluiti e favoriscano l'innescio della vegetazione consolidante i margini più esposti.

1. MATERASSINO AD ALTA RESISTENZA IMPIEGATO NEL BORDO DIETRO LE BURGHE E GABBIONI ESPOSTI A FORTE MOTO ONDOSO

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Materassino in poliestere con dimensioni secondo progetto, riempito con conchiglie aggregate o sciolte o con pietrame.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa del materassino con mezzo meccanico.

NOTE

Si deve prevedere la messa in opera del materassino con la necessaria inclinazione per consentire il ruscellamento dell'acqua dell'onda.

2. MATERASSINO AD ALTA RESISTENZA IMPIEGATO NEI BORDI DIETRO ALLE BURGHE E GABBIONI ESPOSTI A MOTO ONDOSO DI MEDIA INTENSITÀ.

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Materassino in poliestere ad alta resistenza con dimensioni secondo progetto, con la parte superiore strutturata con uno strato di fibra di cocco e con la struttura di base in materiale nontessuto biodegradabile.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa del materassino manuale.

NOTE

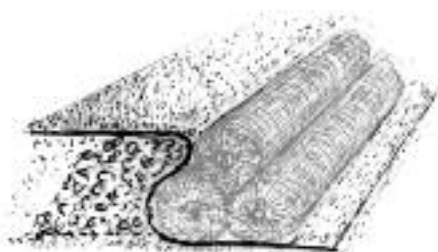
Il materassino sarà ancorato con peso proprio ed eventualmente con picchetti in legno.

C • STRUTTURE DI CONTENIMENTO E ANTIEROSIVE DEI BORDI O DELLE SPONDE O DI INNESCO PER LA VEGETAZIONE



3. MATERASSINO BIODEGRADABILE A MEDIA RESISTENZA IMPIEGATO NEI BORDI DIETRO LE BURGHE E I BUZZONI IN PRESENZA DI LIMITATO MOTO ONDOSO

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Materassino in fibre naturali “agave” a media resistenza con dimensioni secondo progetto, con la parte superiore strutturata con uno strato di fibra di cocco e con la struttura di base in materiale nontessuto biodegradabile.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa del materassino manuale.

NOTE

Il materassino sarà ancorato o con peso proprio ed eventualmente con picchetti in legno.

4. MATERASSINO IN FIBRE NATURALI A BASSA RESISTENZA IMPIEGATO NEI BORDI DIETRO LE BURGHE, BUZZONI E GABBIONI TESSILI CON INSERIMENTO DELLA VEGETAZIONE

CONFIGURAZIONE:



TIPOLOGIA

Materassino in fibre naturali vegetali a bassa resistenza con dimensioni secondo progetto, con la parte superiore strutturata con uno strato di fibra di cocco e con la struttura di base in materiale nontessuto biodegradabile.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Posa del materassino manuale.

NOTE

L'ancoraggio del materassino con picchetti di legno utilizzando i cordini degli angoli.