



Moreno Buogo
Contractor Authorized Reef Ball Foundation Inc.



PROTEZIONE DELLA COSTA E DEL MARE CON SISTEMI REEF BALL

Barriere frangiflutto sommerse per antierosione e ricostruzione costiera, per ripopolamento ittico, protezione dalla pesca illegale e ancoraggio, percorsi per diving.

INDICE

REEF BALL ITALIA _____	1
ANTIEROSIONE COSTIERA _____	2
– Le coste Italiane	
– Barriere frangiflutti sommerse: progressi nel design e funzionalità	
– Prima/Dopo	
RIPOPOLAMENTO ITTICO _____	6
PERCORSI PER DIVING _____	7
ANTISTRASCICO E ANCORAGGIO _____	8
CANALI: MIGLIORAMENTO HABITAT E PROTEZIONE _	8
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE _____	9
– Dati tecnici	
– Produzione	
– Posa in opera	
ECO-COMPATIBILITÀ _____	12
COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE _____	13
LAVORO A VENEZIA _____	15



REEF BALL ITALIA

Buogo Moreno è un *contractor* autorizzato dalla **Reef Ball Foundation Inc.** associazione internazionale per la tutela e la cura dell'ambiente marino fondata da Todd Barber nel 1993, oggi leader mondiale negli **Artificial Reef** con più di 4000 progetti in 59 paesi e oltre mezzo milione di **Reef Ball** posate.

Siamo specializzati nella costruzione e con l'ufficio tecnico possiamo affiancare progettisti, enti di ricerca, associazioni, imprese ed esperti del settore nella progettazione di barriere frangiflutti sommerse con i sistemi **Reef Ball**, con soluzioni in difesa della costa e per ripopolamento ittico.

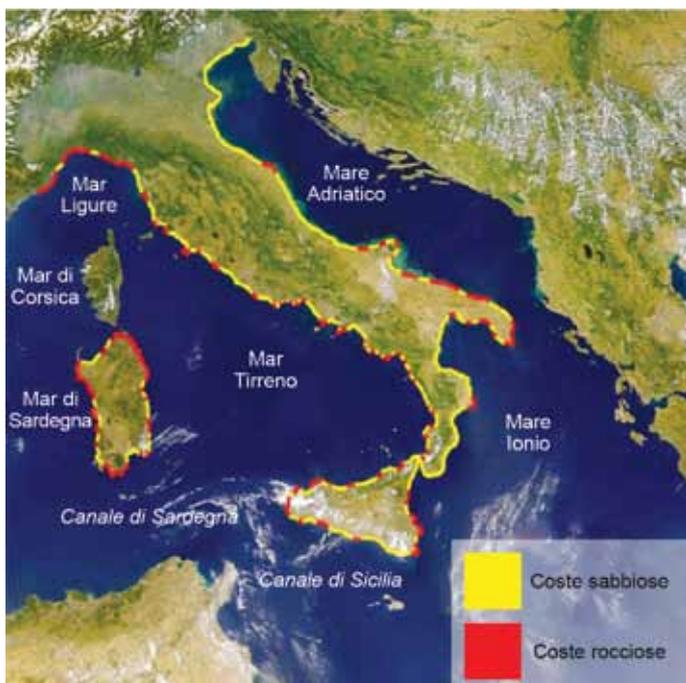
I moduli **Reef Ball** sono elementi campaniformi in calcestruzzo Seafriendly PH = 9, eco-compatibili, prodotti senza utilizzo di armatura in ferro, cavi internamente e forati sulle pareti laterali, costruiti secondo gli standard internazionali di qualità richiesti dalla fondazione. Per soddisfare i vari obiettivi di progetto abbiamo a disposizione 10 diverse dimensioni e svariati stili.

I **Reef Ball** sono semplicemente un modo economico, affidabile, sicuro e funzionale per creare habitat marini e lacustri sostenibili oppure per creare barriere frangiflutti sommerse come protezione della spiaggia dall'erosione o per ricostruire una spiaggia già erosa. I **Reef Ball** sono anche usati come deterrente contro la pesca illegale o ancoraggio (corpi morti). La forma, il peso concentrato alla base e la struttura monolitica assicurano funzionalità, stabilità e resistenza.



ANTIERSIONE COSTIERA

Le coste Italiane



COSTE IN ITALIA
 Perimetro Costiero: 7687 km
 Coste alte: 2824 km – Coste basse: 4863 km



TENDENZA EVOLUTIVA DELLE COSTE ITALIANE
 Stabili: 63% – Erosione: 32% – Avanzamento: 5%

La costa è da considerarsi una risorsa strategica, per l'Italia, come per molti altri paesi del mondo, in quanto rappresenta, oltre ad un valore di carattere paesaggistico e naturalistico, anche una risorsa economica. Le coste italiane attraggono circa la metà dei flussi turistici, per i quali la balneazione è la principale motivazione di viaggio.

Un'alta percentuale di queste è interessata da fenomeni di erosione costiera, il percorso virtuoso parte dal decidere di porre rimedio alla devastazione di gran parte delle nostre spiagge, trasformando un costo iniziale in un ritorno economico assicurato. Un intervento di protezione costiera in grado di allungare mediamente di circa 10-15 metri la spiaggia verso il mare, consente un recupero dai 10.000 ai 15.000 metri quadri di "nuova spiaggia" per ogni chilometro lineare di costa. Tenendo conto che la ricchezza generale prodotta da un metro quadrato di arenile è mediamente di 2.000 euro, l'operazione produce una ricchezza stimabile in 25-30 milioni di euro per km lineare di costa per anno, cioè per ogni singola stagione balneare.

È ormai un fatto che l'unico sistema strutturale per la difesa costiera adoperato in Italia contempla l'impiego di barriere sommerse.

Queste opere, tipicamente a gettata di massi naturali, hanno la cresta al di sotto del livello medio mare e determinano una mitigazione dei fenomeni erosivi forzando il frangimento delle onde più alte, determinando una violenta dissipazione turbolenta sulla cresta e quindi una laminazione del carico ondoso sulla spiaggia protetta. Inoltre la bassa quota di cresta consente di ridurre l'impatto paesaggistico e di contenere i costi di realizzazione.

Il vantaggio connesso all'impiego di **Reef Ball** risiede nel fatto che permettono di raggiungere, oltre ad un obiettivo tecnico-funzionale, analogamente a quanto effettuato dalle scogliere tradizionali, anche un obiettivo naturalistico-ecologico. Infatti consentono di ottenere delle scogliere "vive" lasciando che la loro superficie si ricopra naturalmente oppure personalizzandoli piantando in appositi incavi coralli, spugne, ecc.

Inoltre, la particolare forma e le vorticità che si generano, rappresentano una forte forma di attrazione per pesci e microrganismi. Tali caratteristiche consentono ai **Reef Ball** di inserirsi in ambito litoraneo favorendo un miglioramento dell'habitat marino e un incremento della fruibilità ricreativa e balneare del litorale.

Barriere frangiflutti sommerse: progressi nel design e funzionalità

Le barriere frangiflutti sommerse costruite con i **Reef Ball** sono in grado di fornire una eccellente alternativa alle barriere in roccia tradizionali. I fori e i vuoti interni presenti nei **Reef Ball** rispetto alle barriere in roccia o a sabbia confinata offrono numerosi vantaggi tra cui:

Funzionamento idrodinamico – dissipazione mediante la creazione di getti e vortici;

4/5 volte meno massa – se aggiungiamo la distanza tra i moduli la stima aumenta;

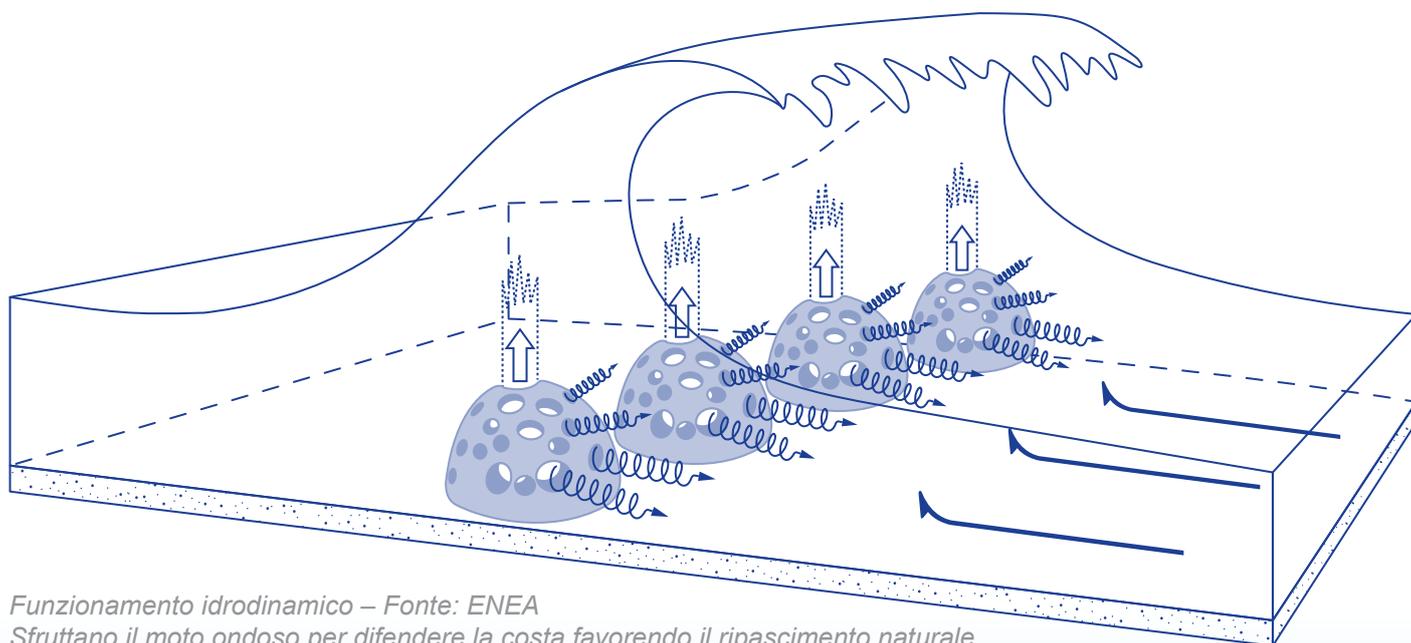
Permeabilità – erosione sottoflutto minima;

Migliore qualità dell'acqua – la permeabilità aiuta anche a mantenere la qualità dell'acqua;

Fonte di attrazione ittica – in corrispondenza dei Reef Ball si generano delle vorticità che rappresentano una fonte per pesci e microrganismi;

Facilità di posa in opera – non sono richieste grandi chiatte o gru di sollevamento, eventuale possibilità di galleggiamento;

Economici – costo di trasporto e costo di cava, possibile realizzarli sul posto.



Funzionamento idrodinamico – Fonte: ENEA

Sfruttano il moto ondoso per difendere la costa favorendo il ripascimento naturale.

I **Reef Ball** affiancati gli uni agli altri consentono di realizzare delle barriere soffolte. Studi su modello fisico o in vera grandezza che dimostrano stabilità e funzionamento idrodinamico sono diversi. Ripor-
tiamo alcune foto esemplificative dei primi effettuati da **Lee E. Harris** alla **US Army Corp of Engineers** e **Florida Tech** e di una pubblicazione **ENEA** del 2009.

Studi su modello fisico



Test in campo – barriera frangiflutti

Studi in vera grandezza



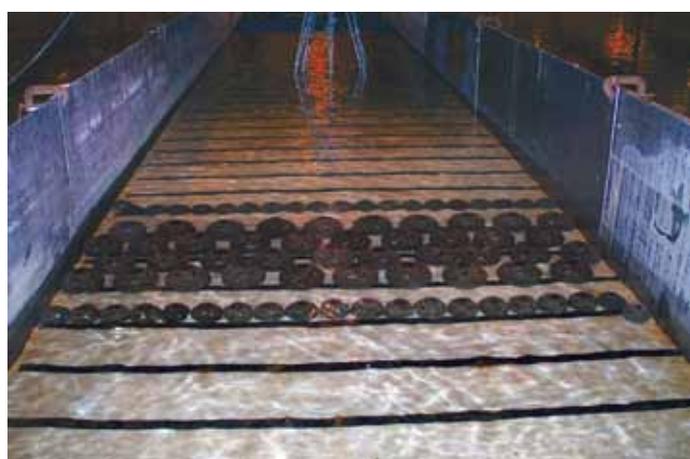
Test in campo – barriera frangiflutti con onde

Studi in Vera Grandezza

Dopo 1-5 anni di monitoraggio su 10 interventi:

- **Stabilizzazione della linea di riva**
- **$C_r \leq 0,5$ per $H_r = 0,50+2,50$ m, $T = 4+10$ s**
- **Allargamento della spiaggia soddisfacente in 8 casi**
- **Cedimenti trascurabili**

EROSIONE COSTIERA
misure di gestione della fascia litoranea romana



Test in laboratorio

Studi in Vera Grandezza

Dopo 1-5 anni di monitoraggio su 10 interventi:

- **Prestazioni massime con schieramento sfalsato (almeno 5 file) e fondazione**
- **Erosione sottoflutto minima**
- **Compatibilità ambientale eccellente**

EROSIONE COSTIERA
misure di gestione della fascia litoranea romana

Prima

*Grand Cayman Marriott Resort, Cayman Islands.
Prima e dopo costruzione barriera frangiflutti sommersa – Foto di Lee E. Harris*



*Gran Dominicus Resort, Repubblica Dominicana.
Prima e dopo costruzione barriera frangiflutti sommersa – Foto di Lee E. Harris*



Barriera appena posata e dopo, colonizzata, come diventerà. Si può personalizzare piantando coralli, ostriche, ecc...



I Reef Ball sono stati progettati per ottenere una buona stabilizzazione della linea di riva e compatibilità ambientale eccellente.



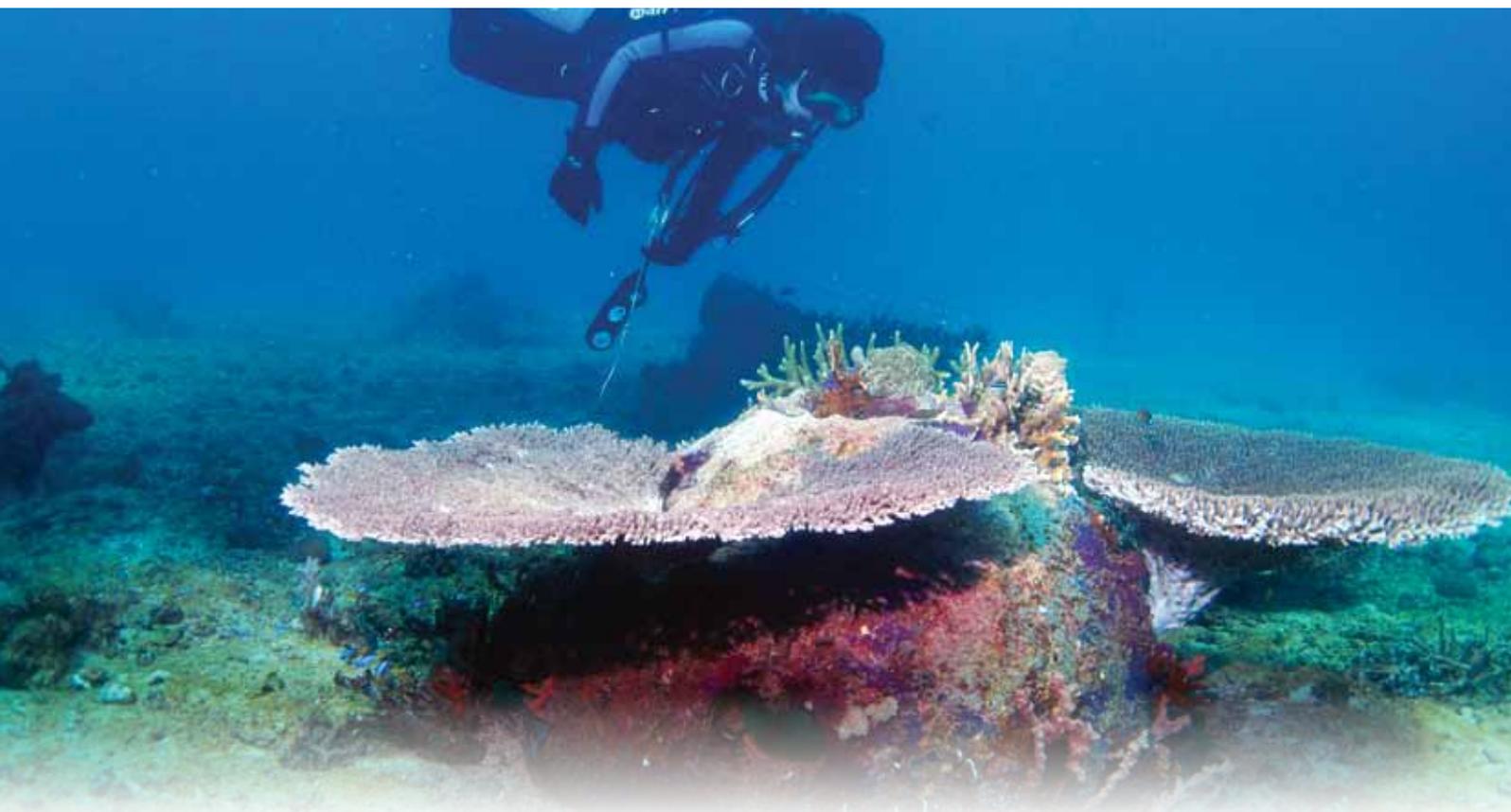
RIPOPOLAMENTO ITTICO

Artificial Reef: Qualunque tipologia di struttura sommersa presente nella vicinanza della costa (Lee E. Harris, 1995)

Qualsiasi struttura immersa in mare può essere definita una “barriera artificiale”, mentre un’area con fondale sabbioso in cui sono state posizionate alcune barriere artificiali può essere definita “oasi di ripopolamento”, ottenuta attraverso la trasformazione attiva dell’ambiente naturale. Una barriera artificiale di ripopolamento ittico è un’opera di ingegneria naturalistica effettuata per promuovere la biodiversità marina dei fondali costruita secondo modelli precisi che incrementino la capacità di offrire un rifugio ed un substrato di attracco per gli organismi animali e vegetali bentonici di cui si nutrono i pesci. Tale obiettivo si è raggiunto adottando una forma geometrica che consenta di massimizzare la superficie di contatto tra la struttura della barriera e l’acqua.

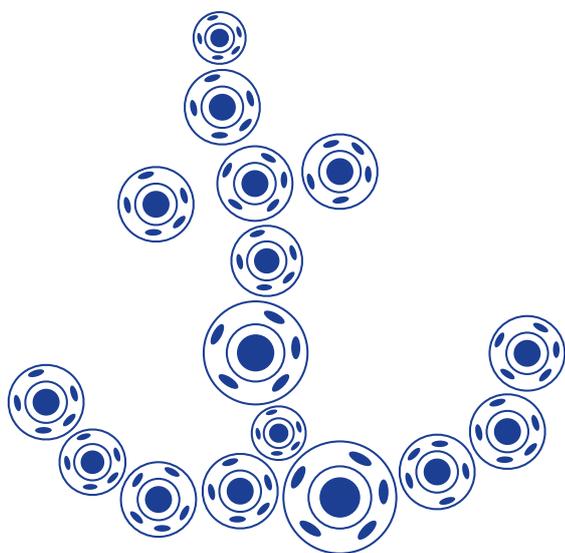
La superficie di un elemento **Goliach** è di 21 mq che può essere realizzata con varie tessiture al fine di favorire l’attecchimento di flora e fauna. Le numerose tane e anfratti di varie dimensioni collocati a varie altezze con una particolare forma per generare delle vorticità rappresentano una fonte per pesci e microrganismi. Nei confronti dei pesci, le barriere assumono dunque in un primo momento un prevalente ruolo di attrazione e concentrazione, per la presenza di tane e rifugi, ma successivamente favoriscono anche un incremento della produzione, in quanto su di esse si rende disponibile nuovo alimento.



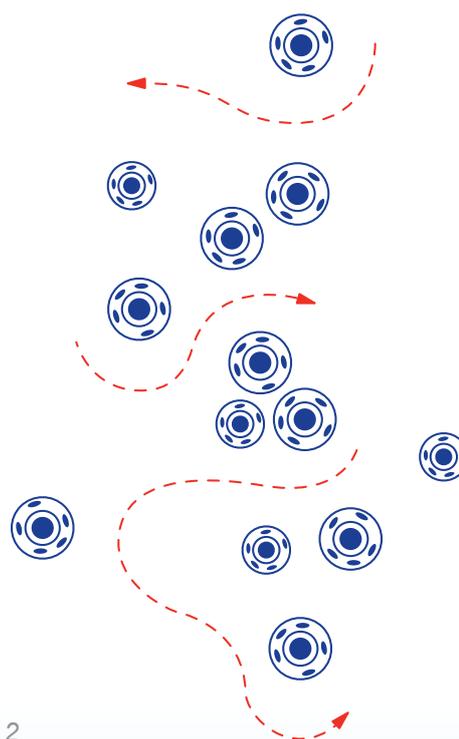


PERCORSI PER DIVING

La creazione di un **Reef** per le immersioni costruito al largo di una spiaggia o in lago può trasformare dei fondali sabbiosi e poveri di anfratti o molto sfruttati in fiorenti comunità marine.



Schema 1 – Anchor Reef



Schema 2

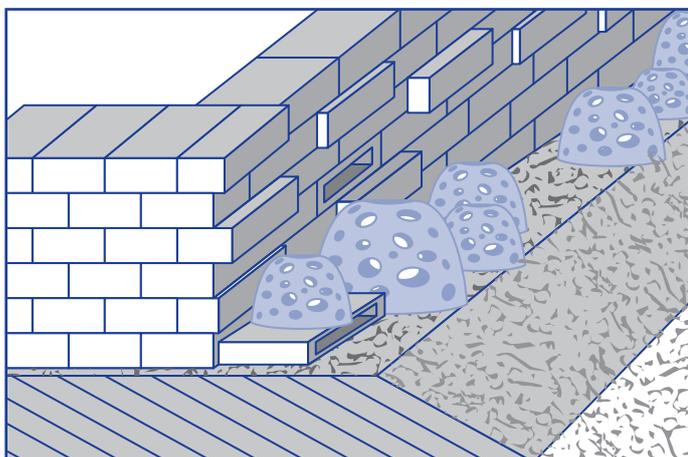
ANTISTRASCICO E ANCORAGGIO



Contro le devastazioni dei fondali marini dovute a tecniche illegali di pesca a strascico, un valido riparo è offerto dalla struttura monolitica pesante e robusta dei **Reef Ball**, che ben si presta anche all'ancoraggio.

Fune per ancoraggio

CANALI: MIGLIORAMENTO HABITAT E PROTEZIONE



Posa a ridosso delle pareti di un canale

PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE

Negli Stati Uniti le prime barriere di una certa consistenza vennero realizzate nel 1935 al largo di Cape May, nel New Jersey, e più tardi, nel 1950, al largo di Long Island, nello stato di New York, lungo le coste della California e dell'Alabama. Da allora, il governo degli Stati Uniti ha ininterrottamente finanziato le ricerche scientifiche in materia, e tuttora fornisce assistenza e consulenza tecnica ai gruppi interessati alla costruzione delle barriere sommerse.

La **Reef Ball Foundation** vuole far conoscere che lo stile standard oggi usato nella quasi totalità dei progetti è il risultato finale di un processo di ricerca e modifiche durato un decennio, con le prestazioni massime e grande compatibilità ambientale, è quello che meglio ha superato la prova del tempo.

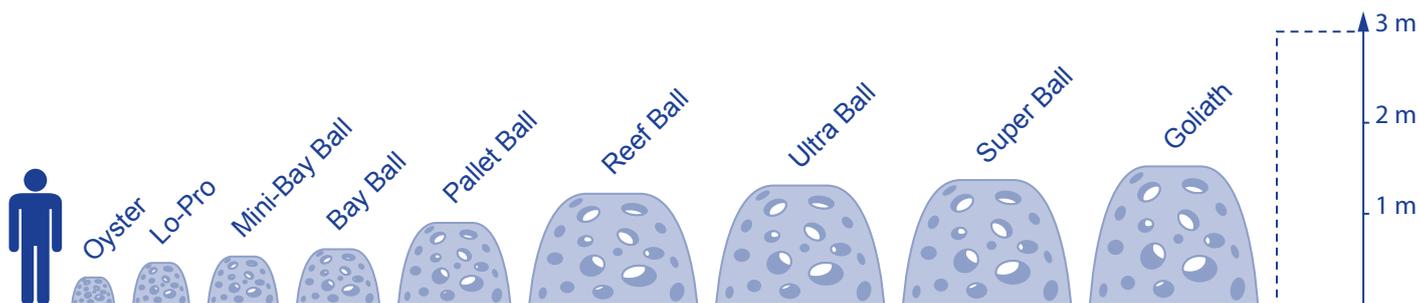
Risulta impiegato per l'80% nei progetti di costruzione per la sua economicità, efficienza, stabilità e facilità di posa in opera.



Dati tecnici

Materiale: calcestruzzo Seafriendly (PH=9) – **Superficie esterna:** grezza (lavaggio) – **Armatura metallica:** esente

	Diametro	Altezza	Peso	Volume cls	N° fori
Goliath Booster Ring	2,00 m	1,00 m	1816-2727 kg	1,19 m ³	15-25
Goliath	1,83 m	1,52 m	1800-2700 kg	1,00 m ³	25-40
Super Ball	1,83 m	1,37 m	1800-2700 kg	1,00 m ³	22-34
Ultra Ball	1,83 m	1,31 m	1600-2000 kg	0,70 m ³	22-34
Reef Ball	1,83 m	1,22 m	1350-1900 kg	0,60 m ³	22-34
Pallet Ball	1,22 m	0,90 m	700-1000 kg	0,25 m ³	17-24
Bay Ball	0,90 m	0,61 m	170-340 kg	0,08 m ³	11-16
Mini-Bay Ball	0,76 m	0,53 m	70-90 kg		8-12
Lo-Pro	0,61 m	0,46 m	35-60 kg		6-10
Oyster	0,46 m	0,30 m	15-20 kg		6-8



Le unità singole sono disponibili da un'altezza di 30 cm fino ad un'altezza di 1,52 m e con l'aggiunta di anelli possiamo raggiungere un'altezza di 2 o più metri.



Realizzazione di una barriera in Malesia con aggiunta di un Booster Ring

Produzione

Produciamo i **Reef Ball** nel nostro sito a Nervesa della Battaglia oppure, se richiesto, vicino al sito di progetto. Il processo realizzativo è molto semplice: mediante l'apertura sommitale viene gettato il calcestruzzo a PH neutro e privo di elementi in ferro.



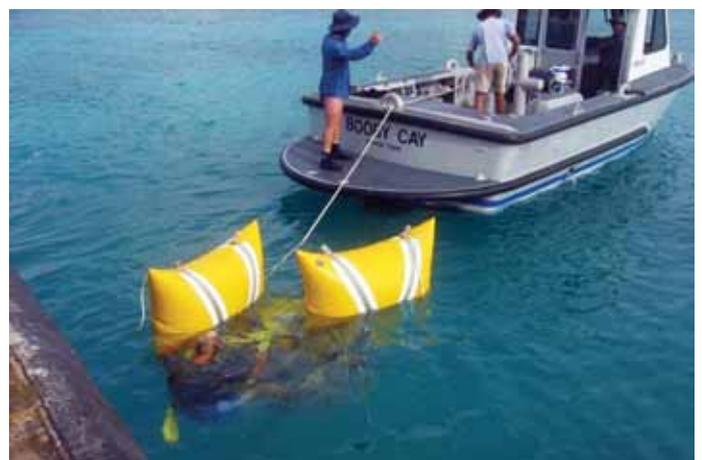
Fasi di realizzazione e Reef Ball finito

Posa in opera

La posa in opera risulta veloce grazie alla struttura robusta che permette il sollevamento senza utilizzo di bilancini o telai. Da una chiatta si possono sollevare con cinghie o catene passandole attraverso i fori centrali, oppure si possono trainare da riva utilizzando cuscini di galleggiamento. Il peso alla base e una ampia superficie di appoggio favoriscono stabilità e ripartizione del carico.



*A destra: posa da barca
Sotto: posa con cuscini di galleggiamento*



Quando i **Reef Ball** vengono posati su un fondo sabbioso a profondità di 10 metri o più, o nelle acque non tempestose gli ancoraggi in genere non sono necessari. Per le applicazioni in acque soggette ad eventi ad alta energia come tempeste, uragani, ecc. spesso è necessario considerare opzioni di ancoraggio. Sono disponibili tre diverse tipologie di ancoraggio, tutte testate sul campo.

Ancoraggi:



– Coni;



– Spilli;



– Pali.

Infissione dei pali di ancoraggio con acqua





ECO-COMPATIBILITÀ

Per garantire un più facile insediamento e crescita di molte specie marine i **Reef Ball** sono costruiti con calcestruzzo a PH ridotto (simile a quello del mare di 8,3). Le diverse tessiture sulla superficie, ottenute mediante lavaggio, sono necessarie per uno sviluppo ottimale della vita marina.

Nella composizione del mix-design le tecniche di costruzione fanno riferimento ad una procedura che esclude categoricamente l'impiego di armatura in ferro e di ogni altro materiale potenzialmente dannoso per il funzionamento dell'ecosistema.



COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE

Nella progettazione di barriere sommerse è molto importante la stima del coefficiente di trasmissione K_t , pari al rapporto tra l'altezza d'onda alle spalle dell'opera, H_{st} , e quella incidente la stessa, H_{si} , che in pratica restituisce una stima quantitativa del grado di protezione offerto alla spiaggia.

Nel caso di strutture realizzate in elementi **Reef Ball**, il calcolo può essere effettuato mediante la formula di **Buccino, Del Vita e Calabrese**, messa a punto presso l'**Università di Napoli Federico II**.

Il modello di calcolo consiste in tre equazioni differenti da adoperarsi in funzione del rapporto tra la sommergezza della struttura R_{ce} e l'altezza d'onda incidente H_{si} . Distingueremo due casi, ovvero elementi poggiati direttamente sul fondo (*Figura 1 a*) ed elementi poggiati sul coronamento di una gettata (*Figura 1 b*).

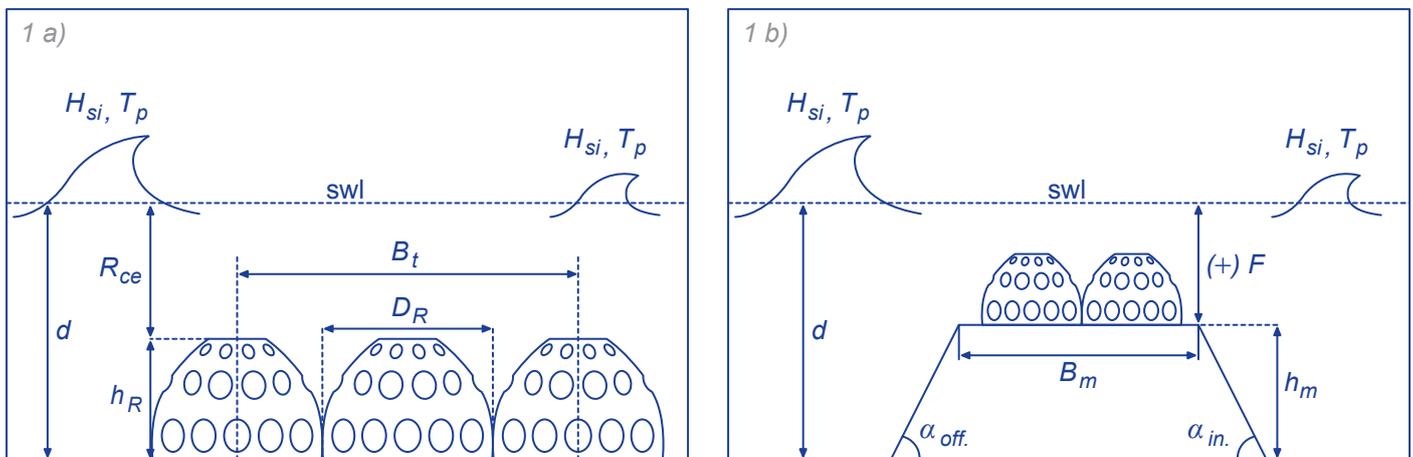


Figura 1 – Schema delle variabili adoperate in caso di elementi **Reef Ball** posizionati (a) direttamente sul fondale (b) sulla cresta di una gettata tradizionale

Nel primo caso le formule di calcolo sono:

$$K_t = \frac{1}{1 + 0,3R^{*-1,5} \cdot b^*} \quad \text{per } R^* \geq 0,71 \quad (1)$$

$$K_t = \left(-0,25 \min(4; b^*) + 0,9474 \right)^2 \quad \text{per } R^* \leq 0,4 \quad (2)$$

$$K_t = a \cdot R^* + b \quad \text{per } 0,71 \geq R^* > 0,4 \quad (3)$$

In cui:

$$R^* = \frac{R_{ce}}{H_{si}} \quad (4)$$

$$b^* = \frac{v \cdot (n-1) \cdot D_R}{\sqrt{H_{si} \cdot L_{0p}}} \quad (5)$$

Nella definizione di b^* , D_R è il diametro di base degli elementi ed n è il numero di file adoperate. L_{0p} è la lunghezza d'onda calcolabile, noto il periodo T_p , dalla relazione approssimata $L_{0p} = 1,56T_p^2$.

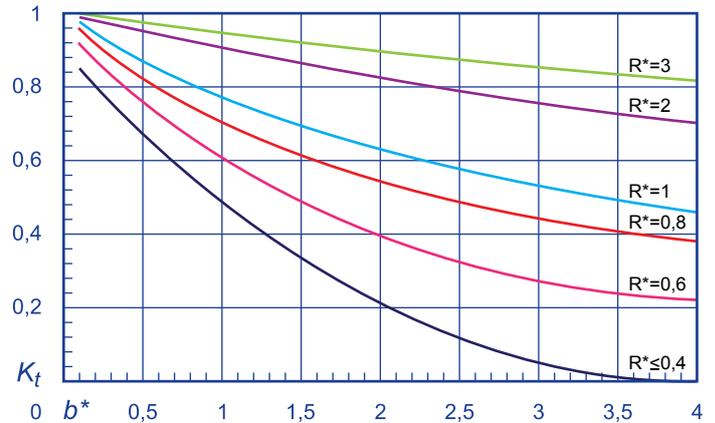
v è un coefficiente correttivo che vale 1 se gli elementi sono perfettamente serrati e 0,6 se gli elementi sono distanziati. I coefficienti a e b della terza relazione si ottengono come interpolazione lineare delle prime due.

Per facilitare le applicazioni si riporta di seguito un grafico dal quale, calcolati R^* e b^* è possibile risalire immediatamente al coefficiente di trasmissione:

Figura 2
calcolo del coefficiente di trasmissione in funzione di b^*

Le formule appena descritte, e il corrispondente abaco possono utilizzarsi anche quando gli elementi sono disposti sul coronamento di una gettata, purchè la sommergezza di quest'ultima sia maggiore della sua altezza ($F \geq h_m$ Figura). Nel caso in cui $F < h_m$ è necessario adoperare la seguente formula:

$$K_t = \frac{1}{1,18 \cdot \left(\frac{F}{H_{si}}\right)^{-0,12} + G'_1 \cdot \left(\frac{F}{H_{si}}\right)^{-1,5} \frac{B_m}{\sqrt{H_{si} L_{p0}}}}$$



per $0,6 \leq F/H_{si} \leq 3$ (6)

dove G'_1 è un coefficiente di dissipazione, calcolabile mediante la relazione:

$$G'_1 = 0,33 \exp(p) \quad (7)$$

in cui p è la percentuale del coronamento della gettata effettivamente occupato dai Reef Ball.

Per finalità applicative può essere utile l'impiego dei grafici seguenti che si riferiscono a $p = 0,5$, $p = 0,75$ e $p = 1$.

Le curve sono parametrate per diversi valori del coefficiente $f = F/H_{si}$.

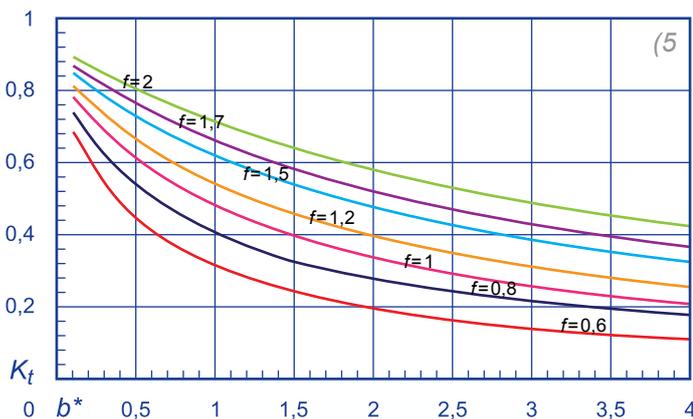
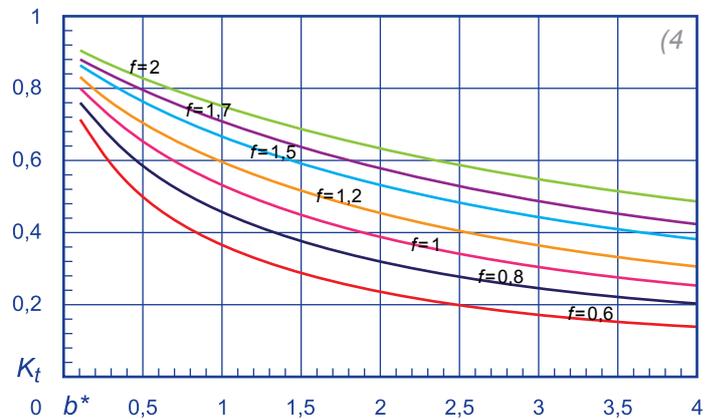
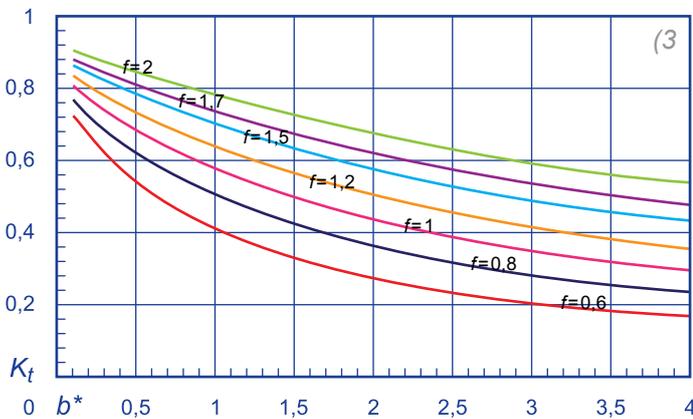


Figura 3 – Calcolo del coefficiente di trasmissione in funzione di b^* per $p=0,5$

Figura 4 – Calcolo del coefficiente di trasmissione in funzione di b^* per $p=0,75$

Figura 5 – Calcolo del coefficiente di trasmissione in funzione di b^* per $p=1$



LAVORO A VENEZIA

VENEZIA: realizzazione di barriera soffolta atta allo smorzamento del moto ondoso e ripopolamento ittico nell'area del canale di Bastia.

L'intervento di Venezia rientra in un più ampio studio volto alla determinazione di sistemi di protezione dall'erosione costiera non convenzionali ed eco-compatibili.

Nella realizzazione di una barriera soffolta la principale preoccupazione nella fase di posa è quella di disporre i **Reef Ball** su un fondale stabile ed in maniera da realizzare una altezza di cresta uniforme.

Nel lavoro a Venezia si trattava di una sfida importante, in quanto il fondale è costituito da sedimenti molto fini, famosi nel mondo per la loro capacità di indurre fenomeni di subsidenza. In queste condizioni, solo due strategie sono perseguibili: assicurare i **Reef Ball** al fondo con pali battuti (proprio come è stata costruita la città di Venezia) oppure realizzare un nuovo piano di posa mediante l'utilizzo di una struttura di fondazione rigida. Il Magistrato alle Acque di Venezia, in base alle propria consolidata esperienza, ha optato per la seconda strategia di intervento. È stato così realizzato un materasso di fondazione in ghiaia confinata sopra del quale sono stati posizionati i moduli su tre file con schieramento sfalsato.



Realizzazione dei moduli Reef Ball



Trasporto dei moduli



Inserimento di ostriche



Barriera posata



Monitoraggio

Testi

Moreno Buogo

Coefficiente di trasmissione: Ing. Ilaria Del Vita

Foto

Moreno Buogo, Lee E. Harris, Todd Barber



REEF BALL ITALIA

*Fix Fiber Srl | Via del lavoro, 6 | zona ind. Dus
31040 | Nervesa della Battaglia | TV*

*F. +39 0422 1833221
info@reefballitalia.it
www.reefballitalia.it*

Moreno Buogo

Contractor Authorized Reef Ball Foundation Inc.

M. +39 340 8159477