

## Metodologie per la valutazione degli aspetti estetici delle opere di difesa costiera ai fini dell'analisi di fattibilità

Genny De Angelis

Viale Monte Grappa, 1 - 00053 Civitavecchia (RM).

### Riassunto

Il crescente interesse per la difesa costiera e le iniziative contro l'erosione rendono sempre più importante prendere in considerazione la scelta delle tecniche di difesa da adottare, non solo per la durata dei loro effetti, ma anche per fattori estetici, per l'utilizzo della spiaggia ad uso ricreativo, per il paesaggio. Scopo della ricerca è lo sviluppo di una metodologia da introdurre in un'analisi di fattibilità che comporta il tentativo d'inserimento degli aspetti estetici delle difese marine, selezionando due tecniche valutative, una non monetaria basata sulla valutazione estetico – visiva: tramite lo Scenic Beauty Estimation (SBE) e il metodo delle preferenze visive, e una monetaria tramite lo sviluppo dell'analisi costi – benefici standard, con l'aggiunta degli ulteriori benefici “estetici” quantificati in valore. I metodi sono stati messi a punto adattandoli alla valutazione del paesaggio costiero e sono stati poi applicati al tratto del litorale di Ladispoli (località vicino Roma), dove nel settore settentrionale, da Torre Flavia alle due scogliere parallele alla spiaggia, è situata la zona oggetto di studio.

**Parole chiave:** erosione costiera, tecniche di valutazione del paesaggio, analisi costi – benefici, ripascimento artificiale.

### Abstract

*The growing interest in coastal defence and initiatives against erosion makes choice of defence techniques increasingly important, not only for the duration of their effects, but also for aesthetic factors and because of the use of the beach for recreation, landscape and bathing purposes. This work stems from a previous analysis on beach nourishment carried out in a bathing resort (Ladispoli) in the province of Rome, where the cost of beach nourishment was considered to be acceptable; the objective of the present study is to analyse the issue considering aesthetic aspects. This involves consideration of the visual effects of defence structures (nourishment, breakwaters, groynes, seawalls, etc.), measures of the visual impact of components (shape, materials, etc.) and comparison of complex scenarios, in order to achieve a scale of aesthetic values that can be transformed into monetary values, including the investment evaluation. This is an attempt to link aesthetic and economic aspects, adding the subjectivity of perceptions to the assignment of values whenever a true market is not available. Calculation of feasibility is then carried out, using this additional component in the evaluation scheme, in order to reach the best solution.*

**Keywords:** coastal defence works, coastal erosion, cost – benefit analysis, coastal landscape assessment.

### Introduzione

Esistono numerose definizioni di paesaggio legate soprattutto al punto di vista con il quale si valuta l'oggetto che viene definito paesaggio. In questo lavoro è stata adottata la definizione più tradizionale di paesaggio che nasce da considerazioni di tipo estetico, legate a caratteri esterni e visibili. Con questo contributo, si vuole ana-

lizzare il paesaggio costiero che rappresenta uno degli ambienti naturali più delicati e maggiormente dinamici, sui quali si concentrano un elevato numero di fattori che ne condizionano l'evoluzione. Il problema che oggi maggiormente assume rilevanza è, però, senz'altro l'erosione delle spiagge, sia come trend naturale, sia come fenomeno indotto dalla pressione d'uso della fascia costiera e del territorio contiguo. La risposta all'erosione marina fu affidata al Ministero dei Lavori Pubblici che ebbe il compito di intervenire per la difesa degli abitati con l'indicazione di utilizzare opere di tipo rigido. In questo modo, si cercò di porre rimedio all'erosione delle spiagge attraverso la realizzazione di strutture di difesa a carattere d'ingegneria marittima (barriere, pennelli, etc.), privilegiando l'efficacia dell'intervento rispetto ai problemi d'ordine ambientale e soprattutto paesaggistico che si venivano a creare. I limiti di questi sistemi divennero sempre più lampanti man mano che cresceva l'attenzione verso i problemi ambientali e la tutela del paesaggio. Solo negli ultimi anni il crescente interesse per la difesa del litorale dall'erosione marina e le iniziative volte al suo contrasto hanno posto sempre più come aspetto rilevante la scelta tra le diverse tecniche di difesa, quali, ad esempio, il ripascimento, non solo come generatrici d'effetti duraturi e sostenibili, ma sempre più come dipendenti da fattori estetici in generale connessi alla fruizione del litorale per fini ricreativi, paesaggistici (GNRAC, 2006).

Scopo del lavoro è lo sviluppo di una metodologia da inserire in un'analisi di fattibilità che comporta il tentativo d'inserimento degli aspetti estetici delle difese marine, selezionando due tecniche valutative: una non monetaria, basata sulla valutazione estetico – visiva che privilegia apprezzamenti personali e soggettivi e utilizza scale di valutazione di tipo ordinale, tramite lo Scenic Beauty Estimation (SBE) e il metodo delle preferenze visive, e una monetaria tramite lo sviluppo dell'analisi costi – benefici standard, con l'aggiunta degli ulteriori benefici "estetici" quantificati in valore. I metodi sono stati messi a punto adattandoli alla valutazione del paesaggio costiero e sono stati poi applicati al tratto del litorale di Ladispoli (località vicino Roma).

### Area di studio

L'area oggetto di studio è rappresentata dal tratto di costa compresa tra Capo Linaro a nord e Palo (foce Tevere lato nord) a sud, tratto che presenta un'estensione di 25,4 km e al cui interno è situato il litorale di Ladispoli. Il tratto di spiaggia studiato è posto nel settore settentrionale del litorale di Ladispoli (provincia di Roma), che si trova esposto sul Tirreno centrale. L'area fa parte dell'unità fisiografica che si sviluppa interamente lungo il litorale laziale da Capo Linaro, nei pressi di S.Marinella, lungo la direzione NW-SE fino ad Anzio. La zona studiata si estende per circa 1.750 m ed è delimitata a nord da Torre Flavia e a sud da due scogliere parallele in prossimità del Fosso Vaccino (Fig. 1).

Nel periodo marzo – aprile 2003 è stato completato l'intervento di ripascimento con l'apporto di 485.000 m<sup>3</sup> di sabbia prelevata in mare. La nuova spiaggia è stata protetta con 11 pennelli in roccia ortogonali alla linea di riva. Il risultato è stato anche la netta differenza di colore tra la spiaggia prima e dopo il ripascimento. Infatti la spiaggia di Ladispoli rappresenta un caso molto particolare non solo per la granulometria delle sabbie della battigia, ma anche per la loro composizione mineralogica: si tratta di un sedimento estremamente ricco di mi-



Figura 1 -Ubicazione dell'area di studio (da Google Earth).

nerali femici ad elevato peso specifico e quindi abbastanza diverso da quello dalla cava di estrazione. Quest'ultimo, infatti, ha sì livelli a elevata concentrazione di minerali femici, ma nella maggior parte del sedimento è la frazione sialica (minerali a basso peso specifico, ad esempio il quarzo) a prevalere (Rapporto Beachmed, 2004).

### La valutazione estetico - visiva: il metodo delle preferenze visive

Il metodo delle preferenze visive stima il valore di un paesaggio tramite la rilevazione del giudizio che il fruitore può avere nei confronti della bellezza, amenità, godibilità visiva del paesaggio. Per poter effettuare la stima occorre prima di tutto definire esattamente i paesaggi da valutare, ossia, nel nostro caso definire le tecniche di



Figura 2 -Le cinque tecniche di difesa mostrate agli intervistati (1. fonte: Provincia di Livorno; 2. fonte: [www.beachmed.it](http://www.beachmed.it); 4. fonte: [www.delos.unibo.it](http://www.delos.unibo.it); 5. fonte: Studi costieri 10).

difesa facilmente riconoscibili ed identificabili; ad ogni tecnica di difesa corrisponde un valore paesaggistico definito da un punteggio che nasce da interviste che permettono di stabilire una graduatoria ordinale dei paesaggi offerti dalle varie tecniche di difesa, dal più gradito al meno apprezzato. La procedura messa a punto in questo lavoro si articola in due fasi: la prima incentrata sull'analisi del gradimento estetico secondo le tecniche dello SBE (Scenic Beauty Estimation) e la seconda tramite le preferenze visive.

Il livello di gradimento delle tecniche di difesa della costa è stato valutato attraverso interviste (effettuate nel mese di giugno - luglio 2007) durante le quali ad ogni intervistato è stato mostrato un fotomontaggio di 5 foto (Fig. 2) con le principali tecniche di difesa costiera. Le domande che sono state poste sono le seguenti:

1. *La spiaggia può essere protetta dall'erosione con differenti tecniche. Quali di queste tecniche preferisce? Attribuisca un voto da 1 (molto brutto) a 5 (molto bello) ad ogni foto.*
2. *Preferisce una spiaggia di sabbia fine, sabbia grossolana, ghiaia o ciottoli?*
3. *Il colore della sabbia usata per il ripascimento deve essere chiaro o scuro?*

Per ciò che riguarda la tipologia dei sistemi di difesa costiera, circa il 50% degli intervistati è risultato favorevole alla presenza di una struttura rigida (il 16% barriere distaccate emerse, il 14% pennelli, il 11% intervento misto, il 9% ripascimento protetto da pennelli) poiché sinonimo di durabilità e maggior efficacia per la difesa costiera. In ogni modo il restante 50% preferisce un'opera morbida pura (ripascimento non protetto) soprattutto per ragioni legate alla bellezza ambientale e alle attività ricreative. Per quanto concerne la tipologia del materiale impiegato circa il 70% degli utenti preferisce sabbia fine e il 79% chiara, solo il 21% sabbia scura, simile a quella presente originariamente sulla spiaggia di Ladispoli. Circa il 18% gradisce sabbia grossolana e solo il 12% ghiaia.

Si è poi passati alla valutazione estetico - visiva vera e propria; a tal proposito per ogni tecnica mostrata si è proceduto all'analisi dei punteggi ottenuti dalle singole interviste in modo da definire la preferenza dell'intero campione. L'analisi è avvenuta mediante il calcolo di un indice definito Scenic Beauty Estimation (modello proposto da Daniel e Boster, 1976). Nel modello la "bellezza scenica" è rappresentata da una serie di valori che derivano da giudizi, espressi tramite una scala numerica da un certo numero d'osservatori. Il risultato fornisce un indice quantitativo della bellezza scenica percepita dall'osservatore ottenuto tramite la seguente procedura:

1. richiesta di attribuire un valore  $p_{ij}$  variabile da 1 a  $t$  per ognuna delle  $n$  foto scattate nel sito;
2. calcolo del saggio di frequenza  $f_{ij}$  di ogni punteggio ottenuto dividendo il numero di volte " $n_{ij}$ " in cui il paesaggio in questione ha ricevuto il punteggio " $p_{ij}$ " per il numero totale di foto " $n_j$ ", tramite la formula:

$$F_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j} \quad \text{con} \quad n_j = \sum n_{ij}$$

3. calcolo per ogni  $p_{ij}$  del saggio cumulato di frequenza  $c_{ij}$ ;
4. calcolo del punteggio " $z_{ij}$ " corrispondente ad una frequenza cumulata pari a  $c_{ij}$ ;
5. calcolo della media dei punteggi ottenuti:  $z_j = \sum z_{ij} / t-1$ ;
6. calcolo di  $SBE_j$  nel seguente modo:  $SBE_j = z_j - z_r$  con  $z_r$  = valore medio dei punteggi  $z$  di un sito paesaggistico di riferimento per il quale  $SBE = 0$ .

In seguito gli stessi dati sono stati utilizzati per calcolare l'indice di gradimento; in pratica l'ordine di preferenza delle difese per l'intero campione. A tal fine sono state calcolate, per ogni foto, la media e la varianza delle valutazioni: assumendo i valori medi come indice di preferenza è possibile ordinare le difese dalle preferite alle meno gradite. I risultati evidenziano la sostanziale coincidenza tra i due metodi (Fig. 3); le difese risultate maggiormente favorite sono: ripascimento morbido, ripascimento protetto da pennelli trasversali e intervento misto.

### L'analisi costi - benefici

È una metodologia di analisi utilizzata per prevedere gli effetti di un investimento al fine di verificare se, con la realizzazione dello stesso, la collettività ottenga un beneficio o un costo netto. L'analisi costi-benefici consente di scegliere, tra diversi progetti alternativi, quello che rende massima la differenza tra la situazione attuale e quella che deriva dalla realizzazione del progetto, in termini di benefici e costi. Nell'ambito dell'analisi costi-benefici vi sono degli indicatori detti di "redditività" utilizzati come criterio di accettazione o meno del progetto: VAN (Valore Attuale Netto), RBCA (Rapporto Benefici Costi Attualizzati) e TIR (Tasso Interno di Rendimento):

$$VAN = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{B_{ci} - B_{si}}{(1+r)^i} \right] - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{C_{ci} - C_{si}}{(1+r)^i} \right] \geq 0$$

$$RBCA = \frac{\sum_{i=1}^n B_{na}}{\sum_{i=1}^n C_{na}} \geq 1$$

$$TIR = r^*, \text{ per } VAN = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{B_{ci} - B_{si}}{(1+r)^i} \right] - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{C_{ci} - C_{si}}{(1+r)^i} \right] = 0$$

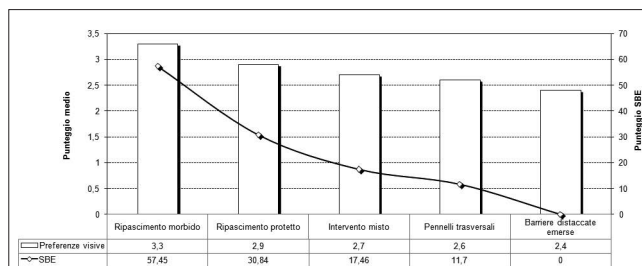


Figura 3 - Graduatoria delle difese sulla base della valutazione estetico - visiva.

Il Valore Attuale Netto è la somma dei saldi dei flussi di cassa attualizzati tramite un opportuno tasso di sconto e misura il valore scontato dei flussi netti generati dall'investimento. Un VAN maggiore di zero indica che il progetto genera un beneficio netto e rappresenta una buona misura del valore aggiuntivo creato dall'intervento.

Nella fase di ordine di convenienza dei progetti alternativi (opere rigide, rinascimenti, o entrambe le azioni), la scelta verterà sul progetto che presenta il VAN più elevato. Il rapporto Benefici Costi Attualizzati fornisce il numero di unità monetarie di benefici attualizzati generato da ogni unità monetaria di costi attualizzati. Questo indicatore indica la capacità di ogni progetto di remunerare l'investimento iniziale, l'indicatore sembra preferibile al VAN quando si debbano comparare fra di loro progetti alternativi. L'ultimo indicatore il TIR è frequentemente utilizzato come criterio per l'ordinamento dei progetti d'investimento. Esso rappresenta quel valore del saggio di sconto che attribuirebbe all'investimento un VAN pari a zero. Nel paragonare due progetti alternativi, quindi, quello avente un TIR più elevato può essere considerato superiore dal punto di vista di redditività economica. Questo indicatore può essere utile come integrazione a quelli precedentemente esaminati. Nella scelta degli indicatori, deve essere tenuto in considerazione che il VAN è efficace per descrivere un singolo progetto, esso inoltre non fornisce esplicitamente tutti gli aspetti marginali del progetto che, tuttavia, possono essere catturati utilizzando il TIR e il RBCA. Data la natura degli scenari ipotizzati, sembra opportuno l'utilizzo di tutti e tre gli indicatori esaminati, ed attuare la scelta comparando le informazioni che essi forniscono (Autorità di Bacino del fiume Tevere, 2004).

Dove B e C rappresentano i benefici e i costi rispettivamente sia con intervento che senza intervento, i è il tempo, ed r è il saggio di sconto considerato.

Nel caso della stima degli interventi finalizzati alla difesa e al mantenimento della linea di costa, s'individua una funzione che mette in rapporto l'erosione al suo costo sociale misurato in termini monetari. Le linee guida da seguire (Autorità di Bacino del fiume Tevere, 2004) per impostare l'analisi sono state:

1. nota l'entità dell'erosione, si determina la "quantità di costa" sottratta entro un determinato periodo di tempo, pari alla vita progettuale degli interventi previsti, qualora nessuna azione venga intrapresa;
2. si stimano gli impatti in unità fisiche, cioè si determina l'influenza della riduzione della linea di costa con l'impatto sui ricettori diretti (ad esempio l'impatto sulle infrastrutture) ed indiretti (ad esempio variazione del flusso turistico);
3. si trasformano le unità fisiche in unità monetarie, cioè si valuta l'onere in termini monetari (ex ante) che verrebbe a sostenere la collettività interessata a causa della riduzione di un determinato tratto della linea di costa;
4. si calcolano i costi e i benefici (ex post) derivanti dall'intervento o dai progetti proposti (diretti ed indiretti);
5. gli impatti in termini monetari vanno distribuiti nel tempo in termini di flusso di valori (cash-flow), esplicitando quali costi o benefici si presentano annualmente lungo tutto il periodo di considerato;
6. elaborazione al netto, ossia come differenza tra la situazione con e senza l'intervento per ogni unità di tempo considerato.

Tra le tipologie d'intervento suggerite, sono risultati di particolare interesse i ripascimenti di sabbia sia di tipo morbido o puro (in assenza di strutture di protezione) che di tipo rigido (protetti da scogliere longitudinali o da pennelli trasversali alla spiaggia). La verifica relativa alla realizzabilità di questi sistemi di difesa dall'erosione è avvenuta attraverso lo sviluppo dell'analisi costi – benefici, nella quale sono confrontati questi tre tipi di tecniche con l'ipotesi nulla, cioè senza alcun intervento. Di queste situazioni sono stati elaborati tre scenari sperimentali che costituiscono il nostro modello valutativo. Di seguito si riporta una rapida analisi dei tre scenari scelti come modelli di confronto in questo studio. Per eseguire il confronto, per tutte le tipologie è stata assunta una lunghezza standard del litorale da difendere pari a 1 km, e per tutti e tre gli scenari l'ipotesi di base (ex ante) a confronto, consiste nel rilevare un'entità progressivamente ridotta dei benefici a causa del ridursi della spiaggia, che comporta, però, alcuni interventi di consolidamento (come difese aderenti e radenti), laddove l'erosione impatta sugli edifici ed infrastrutture. Gli effetti di tale analisi sono considerati per i 3 scenari parimente nell'arco di 25 anni, periodo ritenuto generalmente sufficiente per la valutazione di opere di grande impegno.

### **Scenario 1: Ripascimento puro**

Secondo quanto riportato nel 3 Quaderno del progetto Beachmed, *consiste nel versamento di sabbia lungo il litorale in quantità tali da fornire un contributo positivo sul bilancio solido litoraneo, determinando un ampliamento artificiale della fascia litoranea da lasciar progressivamente erodere.*

Nel nostro modello basato sui dati Beachmed, nel quale si analizza la situazione di “non – intervento” con questa d'intervento, durante il primo anno sono scaricati sulla spiaggia 450.000 m<sup>3</sup> di sabbia e poi, a più riprese, 120.000 m<sup>3</sup> durante il secondo anno e negli anni successivi 40.000 m<sup>3</sup> per mantenere la linea di riva costante nel tempo. In assenza di strutture rigide si è stimato che un ripascimento è soggetto a perdite dell'ordine di 120,00 m<sup>3</sup>/m/anno durante il primo anno d'esercizio e 20,00 m<sup>3</sup>/m/anno negli anni successivi. Questa tecnica ha bisogno di un impiego di risorse iniziali limitate e maggiori costi di manutenzione per ripascere quanto esportato dal mare (Beachmed, 2004).

### **Scenario 2: Ripascimento protetto da 3 pennelli trasversali**

Queste strutture, trasversali alla linea di riva, hanno una lunghezza di 150 m, sono poste a circa 300 m l'una dall'altra e raggiungono profondità di 3 m s.l.m. con una quota in sommità di +0,5 m s.l.m. Anche in questo caso il volume di sabbia di ripascimento è di circa 450.000 m<sup>3</sup>; le perdite, stimate secondo i risultati ottenuti da modelli numerici, risultano dell'ordine di 36 m<sup>3</sup>/m/anno durante il primo anno d'esercizio e di 15 m<sup>3</sup>/m/anno negli anni successivi. Nel nostro modello sono previste ricariche manutentive ogni 4 anni con 120.000 m<sup>3</sup> di sabbia. Le opere rigide sono realizzate in massi naturali e la distanza media della cava è di circa 60 km. Il volume totale dei massi impiegati per la loro realizzazione è di 9.000 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso si mettono a confronto due situazioni, una senza intervento e una con intervento (Beachmed, 2004).

### **Scenario 3: Intervento misto: ripascimento, 3 pennelli e 1 barriera sommersa**

Il versamento di sabbia è protetto da una scogliera sommersa parallela alla linea di riva e distante da essa 150 m, lunga 1.000 m, larga in sommità 30 m e profondità della berma 1 m s.l.m.. I tre pennelli sono lunghi 250 m (di cui 160 m tratto emergente e 90 m il tratto sommerso) e distanti tra loro 300 m, quota di sommità +0,5 m s.l.m. e larghi in sommità 4 m. Mentre la barriera sommersa ha come obiettivo di far frangere l'onda sulla berma della struttura per dissipare l'energia del moto ondoso e creare le condizioni per una spiaggia artificiale, i pennelli hanno una funzione di contenimento dei sedimenti trasportati dalle correnti longitudinali. Le opere rigide sono realizzate in massi naturali e la distanza media della cava è di circa 60 km; in totale sono stati utilizzati 22500 m<sup>3</sup> di massi per la costruzione di pennelli e 172500 m<sup>3</sup> per la barriera sommersa. È prevista una diminuzione del volume di sabbia dell'ordine all'incirca del 30% rispetto al caso di ripascimento morbido. Si considerano quindi apporti iniziali di sabbia di circa 315.000 m<sup>3</sup> con ricariche manutentive ogni 5 anni con apporto minore di sabbia dell'ordine di 120.000 m<sup>3</sup>. Si è stimata una perdita dell'ordine di 25,00 m<sup>3</sup>/m/anno durante il primo anno d'esercizio e di 4,00 m<sup>3</sup>/m/anno negli anni successivi (Beachmed, 2004).

## **Risultati**

L'esame dei diversi scenari previsti consente la comprensione degli effetti dei progetti descritti per lo studio della loro fattibilità. Di seguito sono esposti i risultati per i tre scenari esprimibili attraverso i criteri d'accetta-

zione del progetto: VAN (Valore Attuale Netto), RBCA (Rapporto Benefici Costi Attualizzati) e TIR (Tasso Interno di Rendimento). Su un tratto di litorale lungo 1 km, ipotizzando che la vita media di un'opera di difesa sia di 25 anni, l'investimento economicamente più conveniente risulta il ripascimento protetto da pennelli trasversali e da barriere sommerse (scenario 3), mentre appare economicamente più gravoso il ripascimento non protetto ovvero morbido (scenario 1). Di seguito si riporta la tabella del confronto dei VAN, RBCA e TIR, ottenuti ipotizzando un costo unitario della sabbia da cava marina (senza IVA) di 7,00 €/m<sup>3</sup> (Rapporto Beachmed, 2004) ed un tasso di attualizzazione del 3% (Tab. 1).

Scenari	Descrizione dell'opera	VAN M€	RBCA	TIR
1	Ripascimento morbido	6,4	2,1	20%
2	Ripascimento protetto da pennelli	4,5	2,3	23%
3	Intervento misto	8,3	4,1	28%

**Tabella 1 - Risultati dell'ACB per i 3 scenari in base ai criteri di accettazione del progetto.**

Per quanto riguarda il ripascimento morbido dal punto di vista fisico e per il nostro modello valutativo, gli effetti della tecnica sono molto dispendiosi in termini di sabbia per la mancanza di difese rigide. Questa tecnica può essere iscritta nella categoria dei progetti di tipo CICO (Continuos Input – Continuos Output) in quanto c'è un versamento iniziale di sabbia poi erosa e ogni anno si ha il mantenimento della spiaggia con un quantitativo minore di sabbia. Il VAN relativo alla dinamica dei differenziali della situazione senza e con progetto è positivo e pari a 6.4 M€; il rapporto benefici costi attualizzati è maggiore di 1, mentre il TIR si autodetermina intorno al 20%. Il ripascimento protetto da pennelli trasversali risulta del tipo PICO (Point Input – Continuos Output) perchè all'inizio, pur non avendo un forte costo iniziale con le difese rigide, resta pur sempre un forte impiego di sabbia con frequenti ripascimenti manutentivi (ogni 4 anni) di 120.000 m<sup>3</sup> di sabbia a fronte di 450.000 m<sup>3</sup> iniziali. L'intervento misto con barriera sommersa, pennelli e ripascimento risulta economicamente più oneroso rispetto agli altri due per quanto riguarda la componente rigida, mentre il quantitativo di sabbia versato la prima volta (proprio grazie alla posa di pietrame) sarà inferiore (315.000 m<sup>3</sup>) così come le ricariche successive, effettuate ogni 5 anni (120.000 m<sup>3</sup>). Anche questo intervento è di tipo PICO perchè se pur minore è l'apporto continuo di sabbia, maggiore è l'apporto di pietra all'inizio. A seguito dell'analisi effettuata, però, con l'aggiunta dei benefici estetici il progetto economicamente più conveniente diviene il ripascimento morbido, prima scelta nella scala di preferenza (Tab. 2).

Scenari	Descrizione dell'opera	Benefici estetici	VAN M€	RBCA
1	Ripascimento morbido	10 %	7,5	2,3
2	Ripascimento protetto da pennelli	5 %	4,8	2,4
3	Intervento misto	0 %	8,3	4,1

**Tabella 2 - Risultati dell'ACB per i 3 scenari con l'aggiunta dei benefici estetici (ipotesi 1).**

## Conclusioni

Dal confronto dei 3 scenari in termini di opere realizzate e di impatto estetico si nota come la situazione cambi nel momento in cui l'effetto estetico impatta sulla dinamica costi – benefici e questo dipende dall'attribuzione di valore all'effetto estetico. E' questo l'aspetto più critico e deve essere affinato secondo metodologie del tipo Contingent Valuation (CV), Hedonic Price (HP) e Benefit Transfer (BT). La CV è un approccio che richiede che gli individui esprimano le proprie preferenze verso determinate risorse ambientali, o loro variazioni (come nel caso dell'erosione costiera), rispondendo a domande riguardo a proprie ipotetiche scelte. Cioè si chiede agli individui quanto sono disposti a pagare per ottenere un beneficio o contenere o eliminare una perdita (arretramento della linea di costa). L'indagine deve avvenire con una serie di domande in cui gli intervistati dichiarano la loro disponibilità a pagare nel caso esistesse un mercato del bene (in questo caso il bene è la fascia di costa sottoposta ad erosione). Con il HP si attribuisce un prezzo ad un bene ambientale esaminando l'effetto che esso esercita su un dato bene di mercato. Esso presenta il vantaggio di una discreta possibilità d'applicazione, non essendo legato tanto alla misura del servizio ricreativo quanto a quello paesaggistico. Infine il benefit transfer (BT) è utilizzato per stimare il valore economico dei servizi ambientali mediante il

trasferimento delle informazioni ottenibili da studi già completati ad altri siti e/o contesti.

La modulazione degli effetti con parametrizzazione di variabili strategiche sull'attualizzazione ha messo in evidenza che i benefici estetici non compensano l'effetto finanziario, che ai saggi più alti ribalta la preferibilità dello scenario 1 (ripascimento morbido). In tutti e tre i casi sottoposti a confronto, pone qualche preoccupazione l'enorme dispendio di sabbia, prelevata da cave sottomarine e consapevolmente destinata a perdersi, che deve essere spesa in misura diversa tra le tre tecniche; su questo punto sono quattro le domande che ci poniamo: ce ne è abbastanza da soddisfare la domanda iniziale e quella ripetuta? Tutta la sabbia è disponibile nelle tipologie granulometriche opportune? Se così fosse tale prelievo non porta a generare un forte impatto ambientale? È accettabile spendere così tanto, pur sapendo che la sabbia a breve verrà di nuovo dispersa in mare? Per contenere i volumi di sabbia necessari si ritiene opportuno orientare gli interventi verso tipologie miste, che comprendano versamenti di sabbia e opere di difesa "rigide", ma queste sono meno gradite. La situazione, quindi, può cambiare al momento in cui l'effetto estetico impatta sulla dinamica benefici – costi. Per ora si è trattato di una componente incrementale suggerita dall'apprezzamento estetico richiesto agli intervistati, ma quantificato monetariamente in termini arbitrari. Si ritiene essenziale pervenire ad una monetizzazione più "solida", con metodologie più rigorose per inserire la componente estetica, se necessario ricorrendo all'analisi multicriteriale nelle scelte d'investimento.

A questo punto sono due i dubbi che sorgono: se è corretto effettuare queste difese a vantaggio di alcune imprese (stabilimenti balneari) senza chiamarle a contribuire in maniera diretta e responsabile. O se sono solo le imprese a trarne beneficio. I costi della sabbia considerati attualmente sono diversi da quelli noti nel resto d'Europa (si parla di appena 2,00 €/m<sup>3</sup>). Ci si chiede allora se creandosi volumi di domanda così elevati, non si andrebbero anche a generare economie di scala e maggior concorrenzialità.

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Lorenzo Venzi per l'aiuto dato nella ricerca.

### Bibliografia

- Autorità di bacino del fiume Tevere (2004) - *Linee guida per la realizzazione del sistema a supporto delle decisioni della fascia costiera compresa tra Ruderi di S.Nicola e Capo d'Anzio*. Alegato Tecnico.
- Borra D, Mattalia A. (1994) - *Il metodo delle preferenze visive nella valutazione del paesaggio forestale*, Genio Rurale, N.1: 60-68.
- Daniel T.C., Boster R.S. (1976) - *Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method*, USDA Forest, pp. 1-63.
- De Angelis G., Venzi L. (2006) - *Coast protection from erosion: a socio-economic analysis of beach nourishment (the case of Ladispoli beach)*, in Atti della 2nd international Conference on the Management of coastal recreational resources beaches, yacht marinas and coastal ecotourism, 25-27 October, Gozo - Malta, pp. 35-47.
- GNRAC (2006) - *Lo stato dei litorali italiani*. Studi Costieri, 10: 107-112.
- Marzetti Dall'Aste Brandolini S. (1998 - 2002) - *Preferences about different kinds of defense structures and beach materials: the Italian case - studies of Lido di Dante, Ostia and Pellestrina island*, DELOS Project - Final report, [www.delos.unibo.it](http://www.delos.unibo.it)
- McLaughlin S., McKenna J., Cooper J.A.G. (2002) - *Socio economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities*, Journal of coastal research, special issue 36: 487-497.
- MESSINA project (2005) - *Socio-economic methods for evaluating decisions in coastal erosion management - State of the art*, Component 3, [www.interreg-messina.org/publications.htm](http://www.interreg-messina.org/publications.htm).
- Polame P., Marzetti S., Van der Veen A. (2005) - *Economic and social demands for coastal protection*, Coastal engineering, 52: 819-840.
- Progetto Beachmed Rapporto Finale*, 2004, pp. 248-261.

**Ricevuto il 12/10/2010, accettato il 23/3/2011.**