

## Dune recenti lungo la costa pugliese

Giuseppe Cacciapaglia, Vincenzo De Santis e Giovanni Palmentola

Dipartimento di Geologia e Geofisica - Università degli studi di Bari, Campus universitario,  
via E. Orabona 4, Bari. Tel.: +39-0805442562, Fax: +39-0805442625,  
E-mail: g.cacciapaglia@geo.uniba.it, vdesantis@geo.uniba.it, g.palmentola@geo.uniba.it

### Riassunto

Nel corso di studi della dinamica della costa in Puglia, sono state individuate due situazioni interessanti e inattese inerenti alcuni apparati di dune costiere; queste situazioni suggeriscono nuovi schemi interpretativi della dinamica erosivo-sedimentaria lungo la fascia litorale.

In questa nota vengono descritte due località dove sono presenti corpi dunali costruiti nel corso degli ultimi decenni: la Marina di Ugento, lungo la costa pugliese del Golfo di Taranto, e la località di Punta Penna Grossa, nella Riserva Naturale Statale di Torre Guaceto, lungo la costa adriatica. Nella prima località le indagini hanno permesso di individuare la presenza di due sistemi di dune giustapposti: un primo sistema di età medievale (età ottenuta con datazioni radiometriche), un secondo sistema edificatosi nel corso degli ultimi 70 anni. Nella seconda località, le indagini hanno permesso di individuare un cordone dunale costituitosi negli ultimi 30 anni come conseguenza indiretta di interventi antropici. A Marina di Ugento, inoltre, si è potuto verificare che la costituzione del sistema dunale avvenuto negli ultimi 70 anni rientra nell'ambito di una complessiva redistribuzione del sedimento nell'ambito del sistema, avvenuta senza modificarne sostanzialmente il bilancio complessivo.

**Parole chiave:** quaternario, dinamica costiera, dune, Puglia, Italia.

### Abstract

*Dune ridges built after the 1930's were found along the Apulia coastline, at Marina di Ugento, in the Gulf of Taranto, and at Punta Penna Grossa, along the coast of the Adriatic sea.*

*These aeolian landforms seem to be particularly important both because they were built on the back of beaches which do not receive any sediment contribution from the hinterland, and because their formation, dated by radiometry, indicates a time when sea level is believed to have risen slowly (Dai Pra, Hearty, 1988; Pirazzoli, 1998; Dini et al., 2000; Auriemma, Mastronuzzi, Sansò, 2004).*

*On the Marina di Ugento sandy beach, sea conditions during the past 70 years caused remarkable beach widening, and consequently the construction of a new dune ridge system, leant parallel to the aeolian system dated back to the Middle Ages. At Punta Penna Grossa, half of a long foredune ridge was formed, at least partially, due to natural processes in the past 30 years after the anthropogenic planishing of part of a Greek-Roman dune, exposed as frontline dune due to the retreat of the shoreline.*

**Keywords:** *quaternary, coastal dynamics, dunes, Apulia, Italy.*

### La Marina di Ugento

L'arenile della Marina di Ugento è lungo circa 6 km ed è costituito da due falcate sabbiose poco accentuate, la cosiddetta spiaggia di Torre S. Giovanni e quella di Torre Mozza, separate dalla prominenza del Gomito di Rottacapozza, anch'essa bordata da una spiaggia sabbiosa (Figg. 2 e 3).

La suddivisione della spiaggia in questi tre tratti (da N a S: spiaggia di Torre San Giovanni, Gomito di Rottacapozza, spiaggia di Torre Mozza) trova riscontro solo nella toponomastica locale e non nella cartografia ufficiale disponibile, per cui, nella definizione dei limiti tra questi tre tratti, vi è una certa soggettività.

Il corredo di dune dell'intero arenile si presenta con organizzazione e configurazione diversa, a causa delle diverse vicende attraverso cui si è evoluto ciascuno dei tratti di spiaggia associati.

Nella zona meridionale, lungo la spiaggia di Torre Mozza, è presente un solo cordone (il n. 8 della Fig. 3), mentre in quella settentrionale, la spiaggia di Torre San Giovanni, è presente un articolato sistema di cordoni (i numeri dall'1 al 7, nella Fig. 3) che raggiunge la massima ampiezza grosso modo nella parte mediana di quel tratto. Nel corso dei rilievi sul campo è stato riscontrato che le dune presenti lungo l'arenile di Torre San Giovanni hanno caratteri sedimentologici e di mantello vegetale che ne indicano l'appartenenza a due gruppi distinti, di età diversa.



Figura 1 - Ubicazione geografica dei due siti con dune recenti.

Quello più interno (cordoni n. 1, 2, 3 nella Fig. 3) è costituito da sabbie grigio-brune intervallate da sporadici livelli di suolo e colonizzate da specie vegetali appartenenti all'associazione fitosociologica *Juniperetum* e *Quercetum Ilicis* (con *Juniperus oxycedrus macrocarpa*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Pistacia lentiscus*). I cordoni dunali esterni (n. 4, 5, 6, 7) sono costituiti da sabbie di colore dal bianco all'avana, coperte da specie vegetali (Fig. 4) della associazione fitosociologica *Ammophiletum* (con *Ammophila arenaria*, *Pancratium maritimum*, *Otanthus maritimus*, *Euphorbia paralias*, *Calistegia soldanella*, *Mathiola sinuata*).

Lungo la spiaggia di Torre Mozza, come si è già detto, è presente un unico cordone (il n. 8 della Fig. 3) che, per natura della sabbia e per copertura vegetale, è del tutto analogo a quelli della fascia più esterna di Torre S. Giovanni. L'esame dei documenti cartografici e aerofotografici disponibili, insieme con i dati riportati in letteratura (Palmentola et al., 2003), con il rilevamento geomorfologico e con le notizie fornite dagli abitanti della Marina ha poi consentito di ricostruire le principali modificazioni della linea di riva e della configurazione della spiaggia, come anche la cadenza dei principali episodi di costruzione e di erosione degli apparati dunali avvenuti nel corso degli ultimi 70 anni (Fig. 5).

Per quel che riguarda i cordoni dunali, le principali indicazioni di ordine cronologico sono state ricavate da foto aeree (del 1955, 1974 e 2002) e soprattutto dal confronto fra carte topografiche (del 1874, 1933, 1948, 1977, 1988 e 1997). Particolarmente significativa è risultata, fra queste ultime, quella in scala 1:5000, redatta nel 1933 dal Consorzio di Bonifica "Ugento-Li Foggia" per effettuare studi preliminari ad un progetto di risanamento delle paludi costiere di quell'area (successivamente realizzato solo in parte e di cui ancora oggi è possibile vedere alcune opere).

### *Spiaggia di Torre S. Giovanni*

Secondo la carta topografica del 1933, i tre cordoni dunali più recenti di questo tratto (n. 5, 6, 7 nella Fig. 3) all'epoca non esistevano: occupano oggi un'area che nel 1933 era ancora sommersa; il cordone n. 4 era

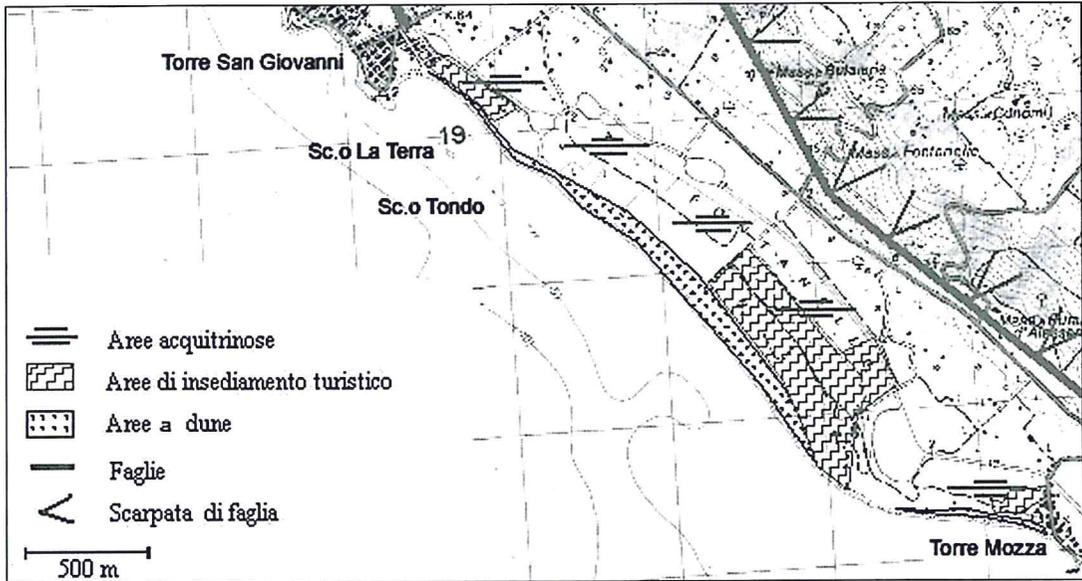


Figura 2 - Schizzo geomorfologico della Marina di Ugento.

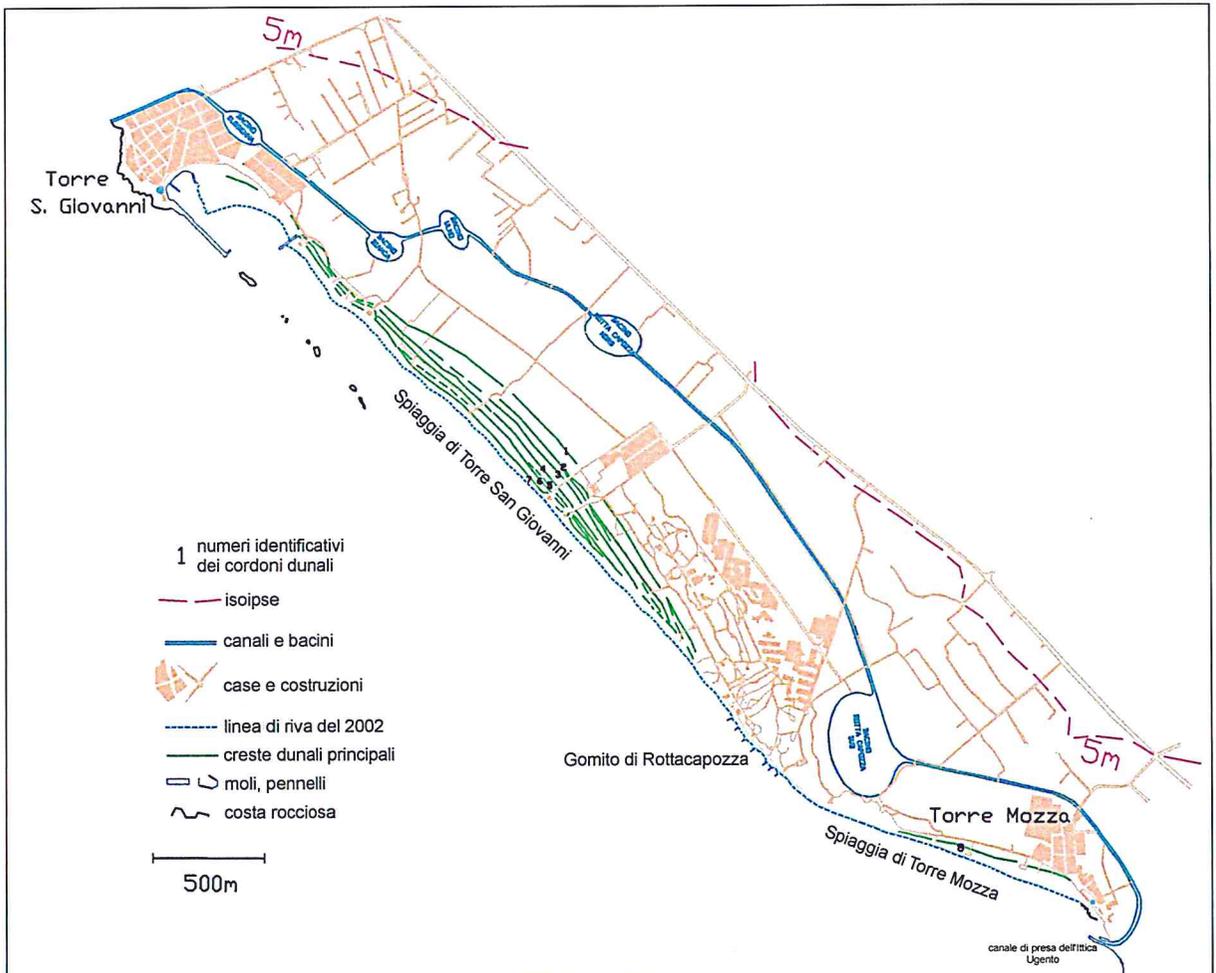


Figura 3 - La Marina di Ugento con le creste dunali presenti nel 2002.

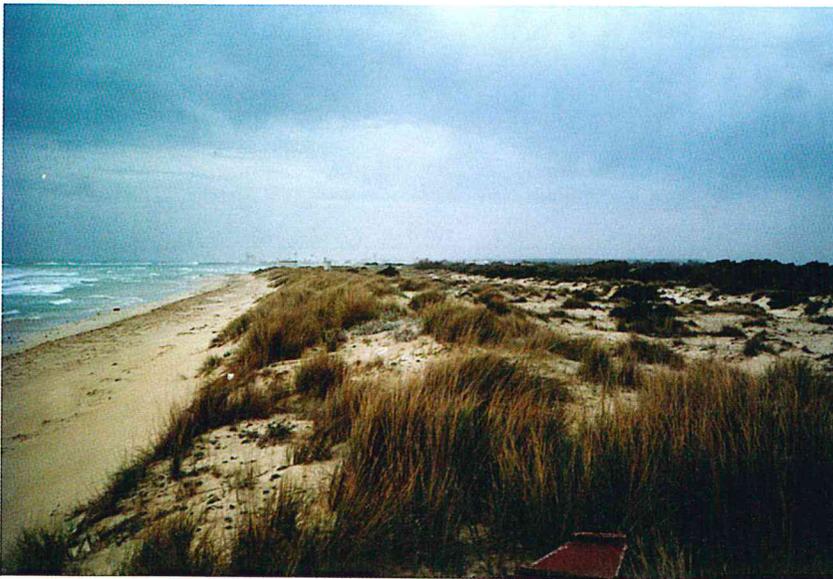


Figura 4 - Marina di Ugento, spiaggia di Torre San Giovanni. Panoramica dei cordoni dunali esterni (Marzo 2003).

prospiciente la linea di battigia o in fase di costruzione (si veda la Fig. 6). In foto aeree più recenti, quelle levate nel 1974, l'attuale foredune, il cordone n. 7, appare ancora discontinuo e poco sviluppato, probabilmente perché in fase di crescita.

Secondo questi dati, quindi, i quattro cordoni più esterni, i quali nel complesso occupano un'area di 135.000 m<sup>2</sup>, costituiscono un sistema edificato fra il 1933 ed oggi a ridosso dei cordoni esistenti nel 1933.

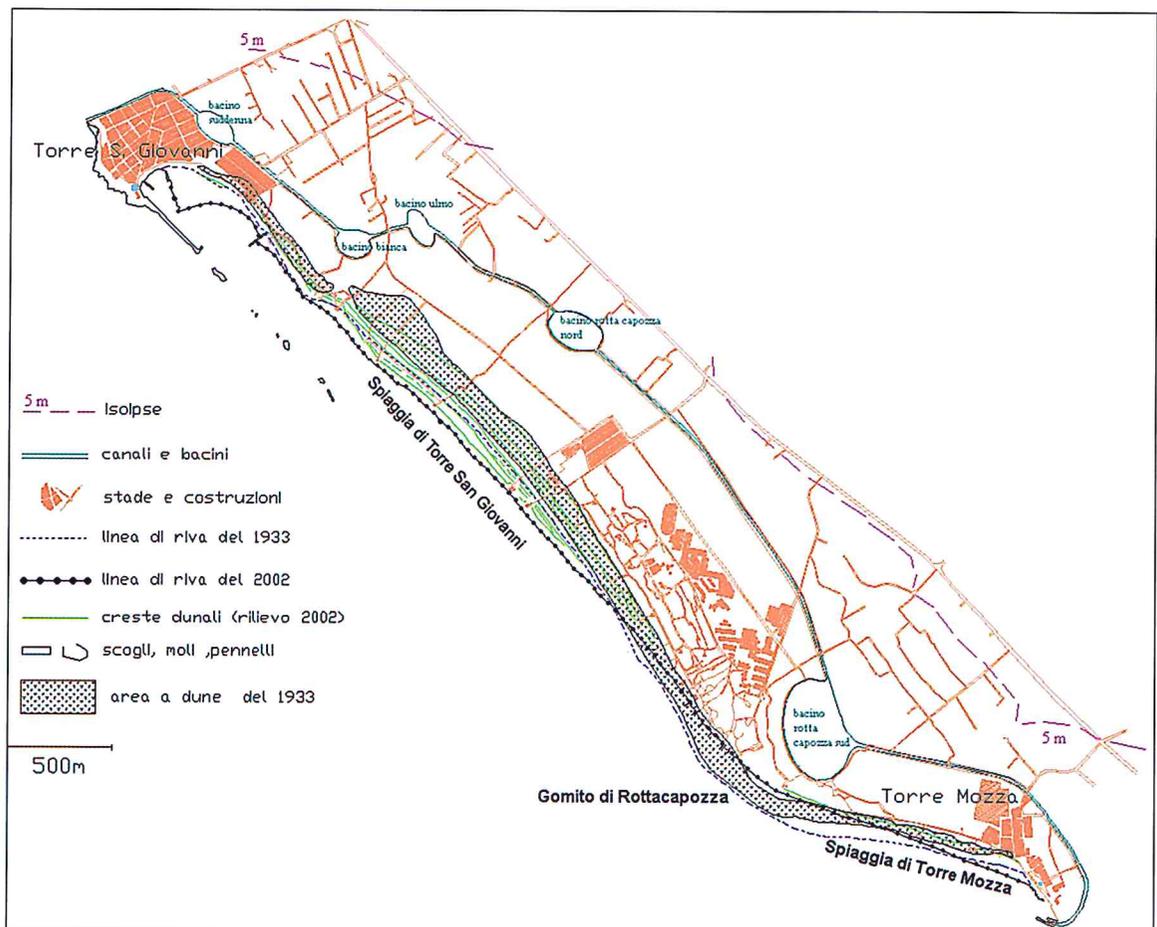


Figura 5 - Evoluzione della linea di riva della Marina di Ugento.

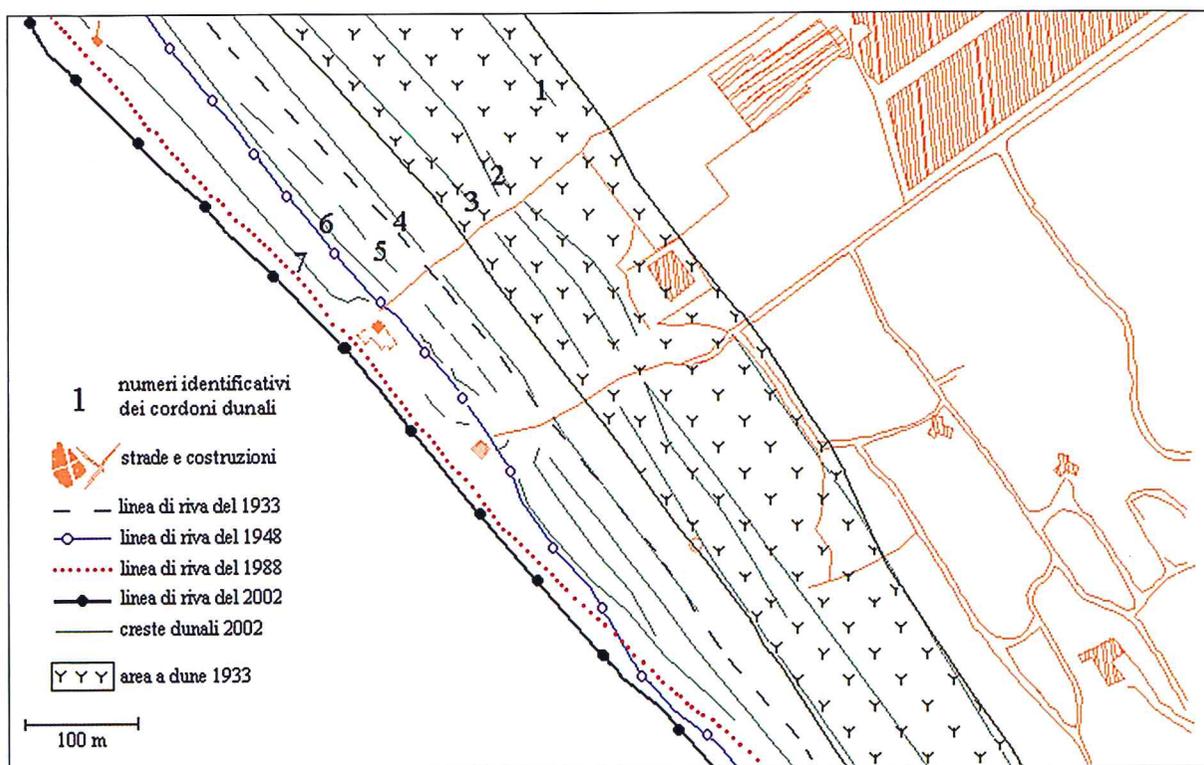


Figura 6 - Marina di Ugento. Variazioni della linea di riva del tratto mediano della spiaggia di Torre San Giovanni. Nella numerazione dei cordoni dunali non sono state considerate alcune diramazioni secondarie; i cordoni dunali riportati in tratteggio rappresentano tratti in cui essi si presentano discontinui.

Una indiretta conferma della indicazione di tempi ricavata da carte topografiche e da foto aeree, è rappresentata da una casamatta (Fig. 7) della II guerra mondiale presente presso la cresta del cordone n. 3, nella parte mediana dell'arenile. L'opera militare, costruita per tenere sotto tiro la spiaggia nell'eventualità di uno sbarco, in origine doveva essere vicina alla riva e in posizione che consentisse la piena e libera osservazione della spiaggia e dello specchio d'acqua antistante. Oggi essa dista oltre 100 metri dalla battigia;



feriteoie la spiaggia e il mare non sono più visibili a causa di interposti cordoni dunali, presumibilmente formatisi successivamente, cioè dopo la seconda guerra mondiale.

Figura 7 - Casamatta nel tratto mediano della spiaggia di Torre San Giovanni: la visuale verso la battigia è impedita dalle dune interposte fra la casamatta e la battigia (Febbraio 2003).

### *Gomito di Rottacapozza*

Per quanto concerne il Gomito di Rottacapozza, la carta topografica del 1933 mostra che all'epoca esso era caratterizzato da una spiaggia bordata nell'entroterra da un solo cordone dunale, che arrivava a superare i 5 metri d'altezza. La situazione del Gomito risulta essersi radicalmente modificata a partire dagli anni '50 del secolo scorso, quando a più riprese fu asportata l'intera spiaggia e il suo cordone dunale, i cui lembi residui erano ancora osservabili nelle foto aeree del 1974. L'arretramento lungo il Gomito continua ancor oggi e nessuna duna si è più formata (Fig. 8).

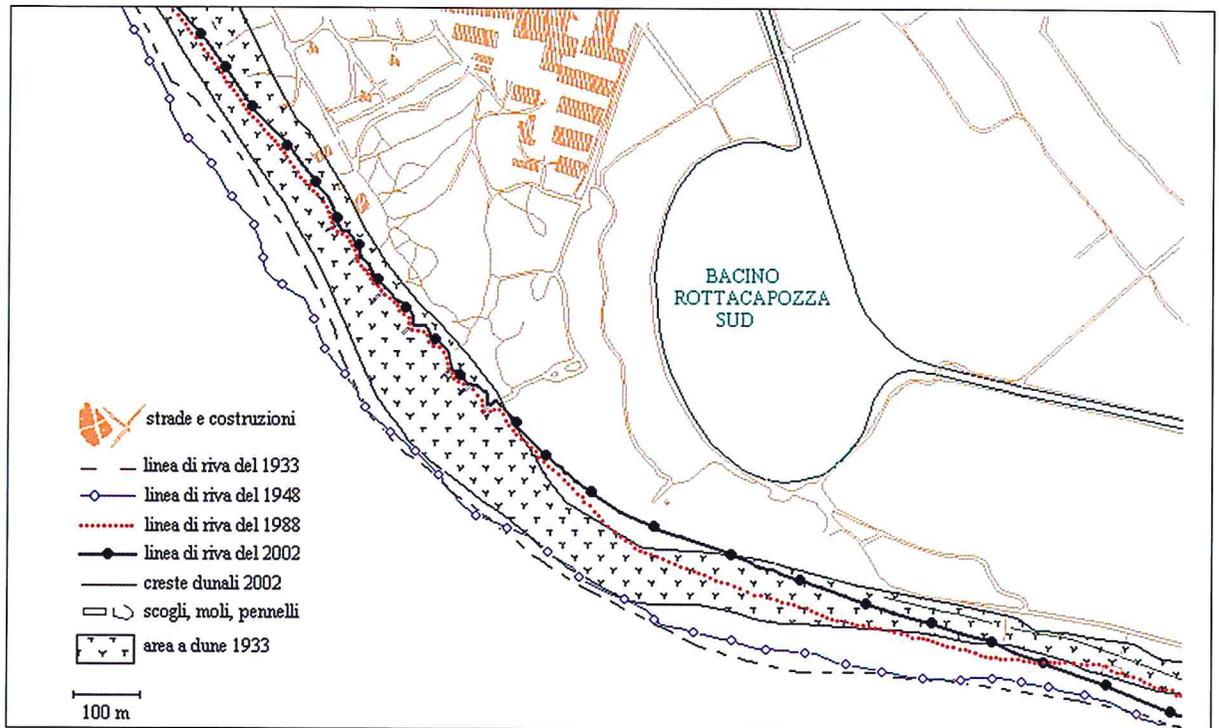


Figura 8 - Marina di Ugento. Variazioni della linea di riva al Gomito di Rottacapozza.

### *Spiaggia di Torre Mozza*

Come s'è detto in precedenza, ancor oggi, come già nel 1933 (Fig. 9), l'arenile della spiaggia di Torre Mozza è bordato da un unico cordone dunale, sempre all'incirca nella medesima posizione. Però mentre la duna del 1933 superava i 4 metri di altezza, l'attuale cordone solo in alcuni punti raggiunge i 3 metri; ancora e più importante, il grado di alterazione della sua sabbia e il tipo di copertura vegetale, identici a quelli dei cordoni dunali 4, 5, 6, 7 della Spiaggia di Torre San Giovanni, indicano che si tratta indubbiamente di una duna costruita più di recente, anche se forse in più punti a ridosso di lembi residui di quella antica. Questa osservazione è suffragata anche dalla posizione di una casamatta risalente alla II Guerra Mondiale, oggi ubicata in una sella del cordone dunale (Fig. 10), inclinata rispetto alla sua posizione originaria. Gli abitanti del luogo ricordano che la sua dislocazione si verificò in occasione di ripetute, intense mareggiate nel corso degli anni 1984 e 1985, quando il mare raggiunse la casamatta, ne scalzò la base asportando completamente il cordone di duna sul quale era poggiata, e si aprì in più punti ampi varchi verso il retroduna. Oggi davanti alla casamatta ci sono circa 80 metri di spiaggia.

In conformità con questi dati e con queste informazioni, confermate dalla ricostruzione delle linee di riva, si deve concludere che la spiaggia di Torre Mozza, nel periodo dal 1948 al 1988, ha subito una fase di arretramento che ha comportato anche la distruzione della duna riportata nella carta topografica del 1933. Successivamente, dal 1988 al 2002, ha subito una evidente rotazione: nella metà meridionale si è di molto ampliata, mentre in quella settentrionale, corrispondente in parte al Gomito di Rottacapozza, è arretrata profondamente. Ciò conferma che la duna attualmente presente è stata edificata, in gran parte, dopo gli ultimi eventi erosivi degli anni 1984 e 1985, durante la fase di progradazione della spiaggia.

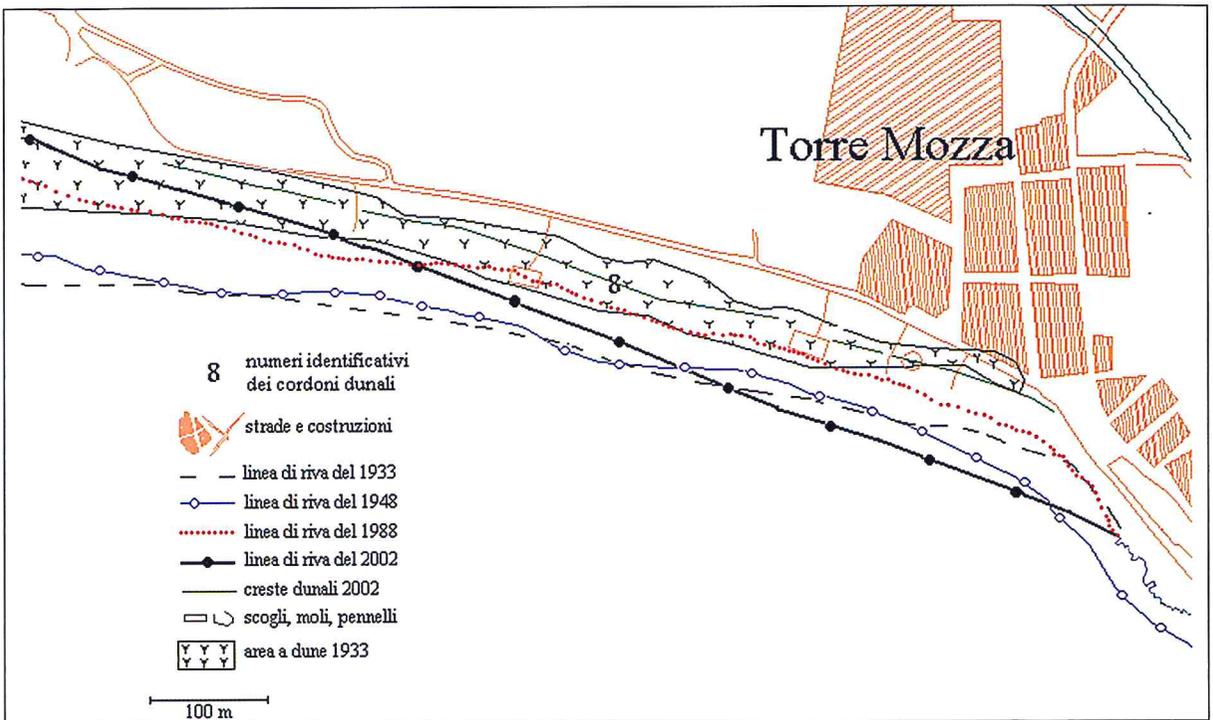


Figura 9 - Marina di Ugento. Variazioni della linea di riva della spiaggia di Torre Mozza.

#### *L'età radiometrica delle dune della spiaggia di Torre San Giovanni*

Le ricostruzioni riportate nelle pagine precedenti, basate su linee di riva rilevate anche oltre 73 anni fa (ad esempio quella del 1933), e che pertanto potrebbero essere non completamente attendibili, hanno richiesto una verifica ulteriore: è stata quindi commissionata la determinazione dell'età radiometrica  $^{14}\text{C}$  (con metodo AMS) di gusci di *Helix* sp. sistematicamente prelevati dalle parti più interne dei corpi di duna del tratto mediano della spiaggia di Torre San Giovanni. I risultati di queste determinazioni, eseguite dai laboratori Geochron del Massachusetts (U.S.A.), sono riportati in Tabella 1 ed in Figura 11.



Figura 10 - La casamatta basculata sulla piccola duna della spiaggia di Torre Mozza (Febbraio 2003).

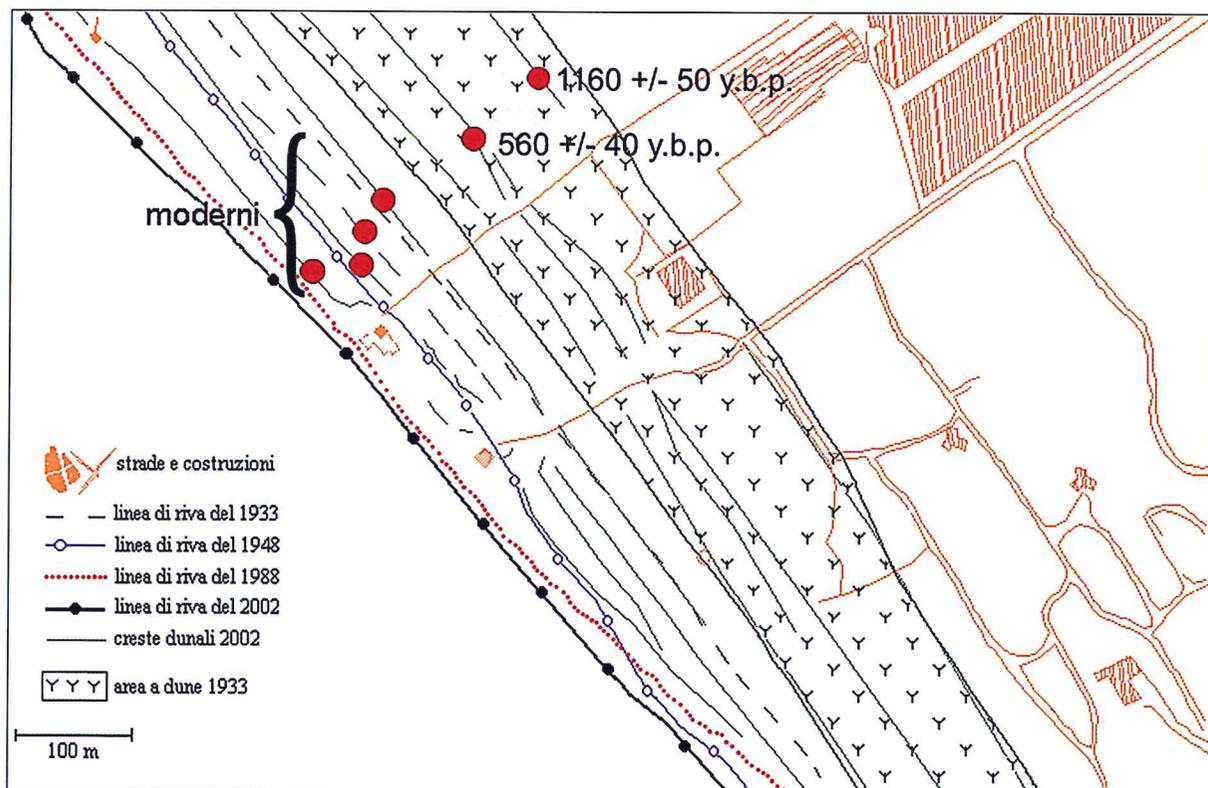
Tabella 1 - Età radiometriche dei cordoni dunali della spiaggia di Torre San Giovanni.

N. campione (n. cordone dunale della spiaggia di Torre San Giovanni)	tipo	$\Delta^{13}\text{C}$	Età non calibrata (y.b.p.)	Età calibrata (Reimer et al., 2004; y.b.p.)
1	Helix	-6.6	1160 ± 50	1051 - 1144
2	Helix	-8	560 ± 40	599 - 631
4÷7	Helix	-7.1	moderna	moderna

In sintesi, le età radiometriche indicano: che il cordone dunale più interno, il n. 1 della Fig. 3, è riferibile a 1160±50 anni fa (età non calibrata), cioè alla fase di dunazione di età medievale già individuata in altri siti costieri della Puglia (Mastronuzzi e Sansò, 2002); il n. 2, datato 560±40 anni (età non calibrata) e probabilmente anche il n.3, del tutto simile al precedente, sono riferibili ad una fase di dunazione tardo-medievale, che finora ha trovato pochi altri riscontri lungo la costa pugliese (Mastronuzzi e Sansò, 2002).

I quattro cordoni più esterni (n. 4, 5, 6, 7) sono risultati “moderni”, in accordo con i dati ricavati dallo studio sul campo e dall’esame dei documenti cartografici e fotografici. Tutti gli elementi raccolti permettono di affermare con ragionevole sicurezza che quei cordoni, come anche quello della spiaggia di T.re Mozza (n. 8), si sono formati nel corso degli ultimi 70 anni.

La configurazione dei cordoni “moderni”, sub paralleli alla linea di riva e di modesta altezza, (solo l’attuale foredune sfiora in qualche punto i 4 metri s.l.m.) testimonia, fra l’altro, che essi sono stati edificati in condizioni di rapido accrescimento della spiaggia, quando il punto di recapito dei maggiori volumi di sedimento trasportato dal vento si sposta verso mare seguendo la migrazione della linea di riva e pertanto ciascun cordone non é alimentato sufficientemente a lungo per raggiungere altezze cospicue (Psuty, 1992).

Figura 11 - Spiaggia di Torre San Giovanni: punti di prelievo di *Helix* sp. e relative datazioni radiometriche.

### Bilancio sedimentario recente della Marina di Ugento

Per quanto attiene il bilancio sedimentario, i dati riportati nelle pagine precedenti hanno indicato che lungo l'arenile della Marina due eventi importanti si sono verificati dopo il 1933: la distruzione pressoché totale della grande duna lungo il Gomito di Rottacapozza e la edificazione dei quattro cordoni esterni lungo la spiaggia di T.re S. Giovanni; mentre la situazione della spiaggia di T.re Mozza, pur attraverso varie modificazioni, è recentemente tornata decisamente simile a quella del 1933. Con queste premesse, è stato possibile effettuare un calcolo dei volumi rimossi e del bilancio sedimentario della Marina.

Il volume dello scomparso cordone dunale di Rottacapozza, calcolato ricostruendo quel cordone con l'ausilio della carta topografica al 5.000 del '33 (vedi Fig. 13), è risultato pari a circa 450.000 m<sup>3</sup>; quello delle dune edificate dopo il 1933 lungo la spiaggia di T.re S. Giovanni, ricavato mediante il rilevamento topografico dettagliato (vedi Fig. 12), è risultato pari a 340.000 m<sup>3</sup>; infine, il volume della duna della spiaggia di Torre Mozza (edificata nel periodo dal 1988 al 2002), ricavato da rilievo topografico dettagliato, è risultato di 67.000 m<sup>3</sup>.

A questi va aggiunto il volume di sedimento prelevato dal porticciolo di T.re S. Giovanni dove si era accumulato dalla seconda metà degli anni '80 durante l'ultima fase di drammatico arretramento del litorale di Rottacapozza (Palmentola, Cacciapaglia, De Santis, 2003), risultato pari a 110.000 m<sup>3</sup>, che è stato calcolato considerando i volumi utilizzati per effettuare un intervento di ripascimento artificiale, proprio nella zona del Gomito.

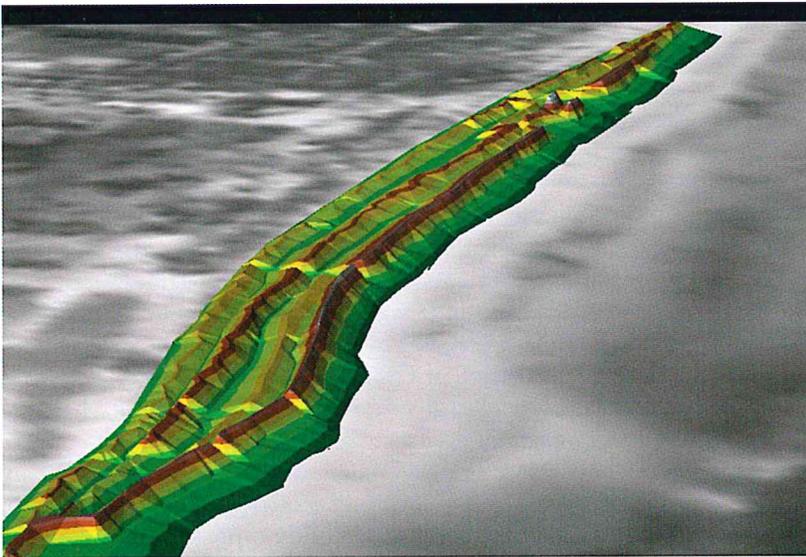


Figura 12 - Ricostruzione tridimensionale delle dune della spiaggia di Torre San Giovanni (Marina di Ugento) formatesi dal 1933 ad oggi. Vista verso sud; fattore di esagerazione verticale 5. I colori indicano le diverse fasce altimetriche del corpo duna (0.50 m).

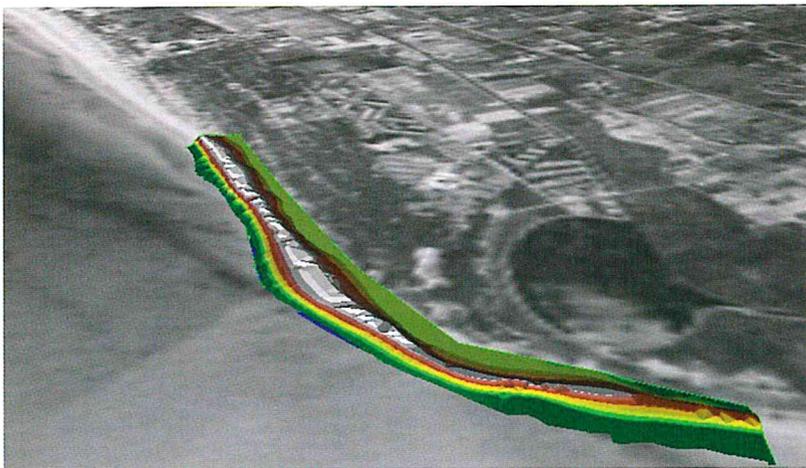


Figura 13 - Ricostruzione tridimensionale della duna del Gomito di Rottacapozza (Marina di Ugento) presente nel 1933 ed oggi scomparsa. Vista da sud-est; fattore di esagerazione verticale 5. I colori indicano le diverse fasce altimetriche del corpo duna (0.50 m).

Con queste operazioni è stato possibile stimare che, dal 1933 all'estate del 2004, è stato asportato un volume di circa 450.000 m<sup>3</sup> dal Gomito, e ne sono stati accumulati circa 517.000 lungo la spiaggia di Torre Mozza, di Torre San Giovanni e all'interno del porto della medesima località.

È parso opportuno verificare oltre i volumi complessivi rimossi e deposti (sabbia + vuoti), anche la quantità effettiva di sabbia, al netto dei vuoti, anche se il calcolo della porosità di una sabbia sciolta è difficile da effettuare. In questo studio, la porosità è stata determinata versando una quantità nota di sabbia asciutta della spiaggia di Ugento in un cilindro graduato, precedentemente riempito con un volume noto di acqua (Vat); nel cilindro la quantità nota di sabbia occupa un volume Vs. L'acqua presente nei vuoti della sabbia (Vas) è pari al volume totale di acqua versata nel cilindro meno il volume di acqua presente al di sopra della superficie della sabbia (Vass):

$$Vas = Vat - Vass$$

Pertanto la porosità percentuale P della sabbia è data dal volume di acqua presente nella sabbia diviso il volume occupato nel cilindro dalla sabbia, moltiplicato 100:

$$P = Vas / Vs \cdot 100 \quad (1)$$

Lo stesso cilindro con la stessa sabbia è stato poi sottoposto a vibrazione (addensamento della sabbia) per dieci minuti, cioè fin quando non si sono più verificati assestamenti e addensamenti. La porosità è stata rimisurata in queste nuove condizioni addensate riapplicando la (1). Questo secondo valore della porosità è stato assunto come il valore della porosità della sabbia sciolta dei corpi dunali.

L'operazione è stata eseguita con la sabbia del cordone n. 3 della Marina di Ugento, che in passato si continuava verso Sud nella duna scomparsa del Gomito di Rottacapozza, ed è stata eseguita proprio per calcolare i volumi di sabbia asportati dal Gomito. La porosità media è risultata pari al 42%, sicché la quantità di sabbia asportata fin al 2004 dal litorale del Gomito dovrebbe corrispondere a circa 260.000 m<sup>3</sup>.

Analogamente, la sabbia che costituisce la duna di Torre Mozza è risultata avere una porosità del 43%, sicché la quantità effettivamente lì accumulata dal 1988 al 2002 è valutabile in 38.200 m<sup>3</sup> circa. Un'ultima campionatura, effettuata sulle sabbie intrappolate nel porticciolo di Torre San Giovanni, ha permesso di determinarne la porosità in circa il 47%, il che permette di calcolare che, al volume di circa 110.000 m<sup>3</sup> lì accumulato a più riprese, corrisponde una quantità netta di sabbia pari a circa 58.000 m<sup>3</sup>.

La sabbia accumulata nel porticciolo e quella che costituisce le dune nuove delle spiagge di Torre San Giovanni e Torre Mozza sommano, quindi, una quantità di sedimento pari a circa 288.200 m<sup>3</sup>, a fronte dei 260.000 asportati dal Gomito. La differenza, circa 28.200 m<sup>3</sup>, dovrebbe rappresentare un'acquisizione, cioè un segno positivo nel bilancio. Si tratta di una quantità abbastanza trascurabile se si tiene presente la sabbia ancora in movimento lungo la riva e quella che costituisce le barre mobili allungate circa parallelamente a quest'ultima.

Si può concludere che, sostanzialmente, il bilancio sedimentario della Marina di Ugento è in pareggio: nell'ambito di quel sistema costiero, il sedimento si muove e si distribuisce in relazione al mutare delle condizioni meteo-marine, senza significative perdite, ma, forse, addirittura con qualche apporto dal mare, che può bilanciare la sabbia deflata e quella prelevata dall'uomo fino a qualche anno fa e allontanata definitivamente dal sistema.

### La duna di Punta Penna Grossa

Lungo la costa adriatica della Puglia, in località Punta Penna Grossa, situata circa 15 km a Nord di Brindisi, sono state rilevate profonde differenze nell'ambito di parti diverse del cordone di duna più esterno che margina attualmente l'arenile.

Lo studio sedimentologico, insieme con l'esame di documenti cartografici e di foto aeree del 1955, 1972 e 2002, hanno consentito di ricostruire la storia recente di quella fascia costiera, di risalire alle cause di quelle differenze e ai tempi in cui si sono realizzate.

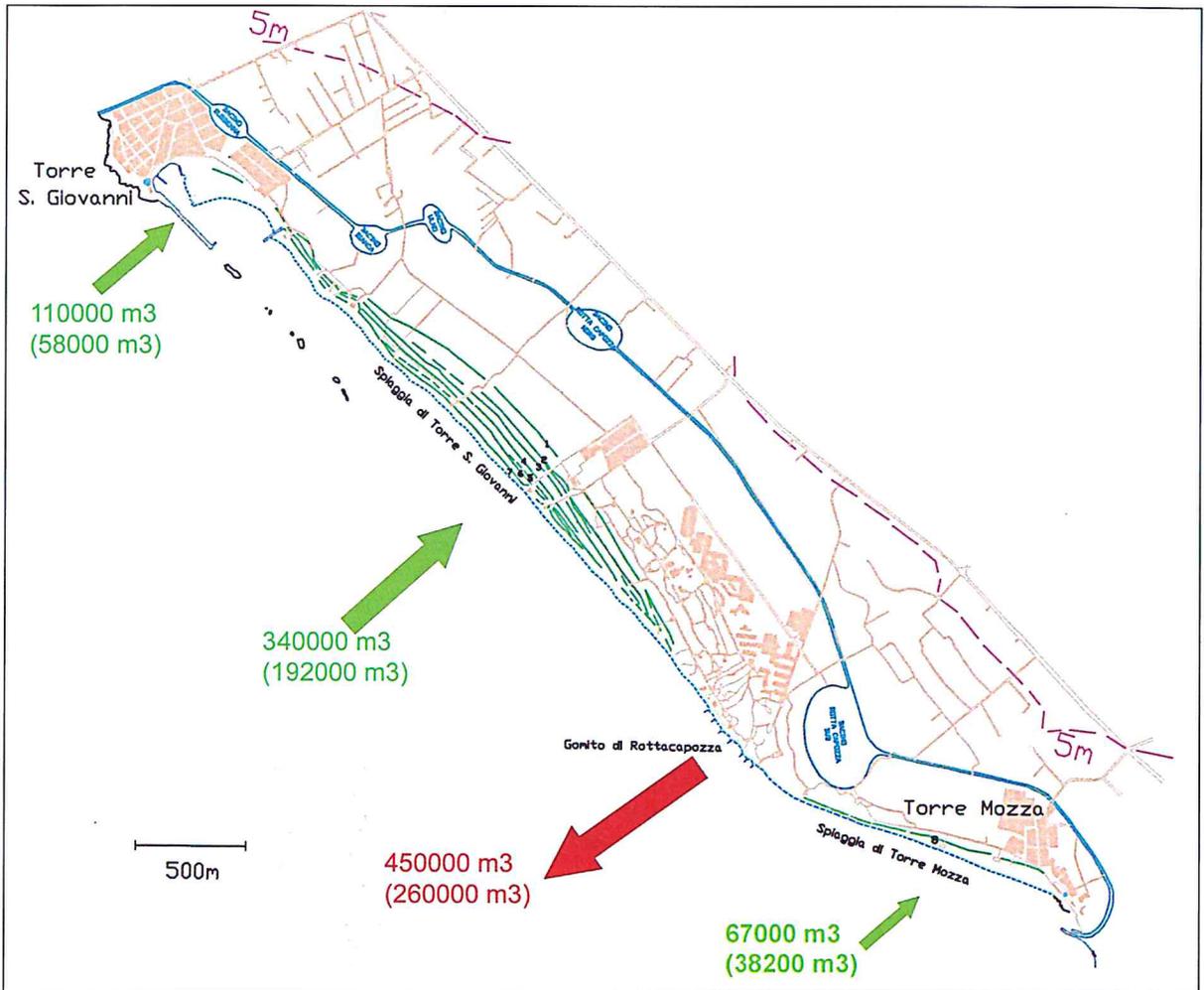


Figura 14 - Apporti ed rimozioni di sabbia dalla Marina di Ugento dal 1933 ad oggi. Le cifre tra parentesi indicano la sola sabbia, le altre indicano i volumi di spazio occupato.

La fascia costiera di Punta Penna Grossa (vedi Fig. 20) è costituita da una spiaggia allungata da ONO a ESE e limitata da un cordone di duna.

La metà sud - orientale di quel cordone (Figg. 15 e 20), lunga poco più di 500 metri e alta fino a 12 m, ha il versante esterno profondamente inciso dal mare, ed è costituita da alternanze di orizzonti di sabbia di colore marroncino chiaro e di livelli decimetrici di suolo bruno contenenti numerosi gusci di gasteropodi del genere *Helix*. Determinazioni di età assoluta con il metodo del radiocarbonio su alcuni di questi hanno rivelato (Mastronuzzi e Sansò, 2002) un'età di  $2910 \pm 50$  anni (età non calibrata); sicché si tratta di un deposito di età greco - romana, oggi in via di smantellamento ad opera del mare. Che questa metà del cordone dunale di Punta Penna Grossa sia abbastanza "vecchia", esposta in prima linea solo recentemente, è confermato dalla associazione fitosociologica che lo riveste: si tratta di "Juniperetum" che, sulle coste del Mediterraneo, colonizza le aree retrodunali e i cordoni di dune più interni. Concludendo, vi è una duna con copertura vegetale tipica delle dune più interne, ma oggi esposta direttamente sul mare. Ciò significa che molto probabilmente sono state asportate una o più dune antistanti con la relativa spiaggia.

La metà nord - occidentale del medesimo cordone (Figg. 16 e 20) si allunga per poco meno di 500 metri, è elevata fin oltre 7.50 m ed è costituita da sabbia di colore avana, colonizzata da specie vegetali riferibili all'associazione fitosociologica "Ammophiletum", tipica delle foredunes nel Mediterraneo e rappresentata da

specie erbacee quali *Ammophila arenaria*, il *Pancratium maritimum*, l'*Otanthus maritimus*, l'*Euphorbia paralias*, la *Calistegia soldanella*, la *Mathiola sinuata*, indicatrici di un ambiente estremo, caratterizzato da forte mobilità del sedimento.

Questo tratto di duna, con caratteristiche profondamente diverse da quelle del tratto descritto precedentemente, partecipa anche attivamente ai processi di scambio sedimentario eolico con la spiaggia antistante. Le osservazioni fin qui descritte indicano che, benché i due lembi siano abbastanza ben giustapposti, diversa dev'essere stata la loro storia.



Figura 15 - Spiaggia di Punta Penna Grossa; parte sud-orientale del cordone dunale (Settembre 2004).



Figura 16 - Spiaggia di Punta Penna Grossa; parte nord-occidentale del cordone dunale (Settembre 2004).

### L'evoluzione della spiaggia di Punta Penna Grossa

Per verificare le ragioni di questa "stranezza", quindi, sono state esaminate foto aeree di epoche diverse, è stata studiata la natura e la composizione del sedimento e sono state ricostruite le vicende meteo-marine di quel tratto di litorale.

Fra le foto aeree disponibili, si sono rivelate di particolare importanza quelle del 1955 e quelle del 1972; dal loro esame si ricava che nel 1955 il sito di Punta Penna Grossa era caratterizzato da un'unica duna di prima linea lunga circa 960 metri (Fig. 17).

Le carte topografiche IGM in scala 1:25.000 risalenti al 1955 riportano per quella duna altezze fra i 10 e i 12 m sufficienti per consentirne la rappresentazione mediante le isoipse ausiliarie. Particolare di rilievo, che tornerà utile nel confronto con foto aeree più recenti: sia le foto aeree sia le carte topografiche mostrano che tutta la fascia costiera era interessata da una rete di sentieri.

Nelle foto del 1972 (Fig. 18), la rete dei sentieri appare più densa e compaiono anche alcune larghe piste, le quali suggeriscono il transito di mezzi pesanti; inoltre, al posto della metà nord - occidentale del cordone dunale compare uno sventramento per l'apertura di una cava. Un'altra cava ampia più di due ettari appare alle spalle della metà sud - orientale del cordone di duna, che è stato risparmiato.

Informazioni raccolte in loco segnalano che, in seguito all'intervento delle autorità preposte alla conservazione dei beni ambientali e del demanio, in un momento non precisato fra il 1965 e il 1970 l'asportazione di sabbia venne sospesa. Le medesime fonti, a momenti apparse reticenti, riportano che, successivamente, non sarebbe stato eseguito alcun intervento di rimodellamento del paesaggio e, in particolare, del cordone di duna.

Tuttavia, oggi, e già nelle foto aeree levate nel 2002, al posto dello sventramento di cava, all'incirca nello stesso luogo occupato dalla duna asportata, è presente una nuova duna (vedi Fig. 16) di sabbia complessivamente "fresca" e con attivo scambio sedimentario con l'arenile antistante: la duna ad *Ammophylletum*, (Figg. 19 e 20). Il confronto fra i documenti cartografici di epoche diverse indica che, nel tempo durante il quale si è formata la nuova duna, si è verificato un arretramento medio della linea di riva, uniforme per tutto il tratto di costa in esame, di circa 10 metri (Fig. 20).

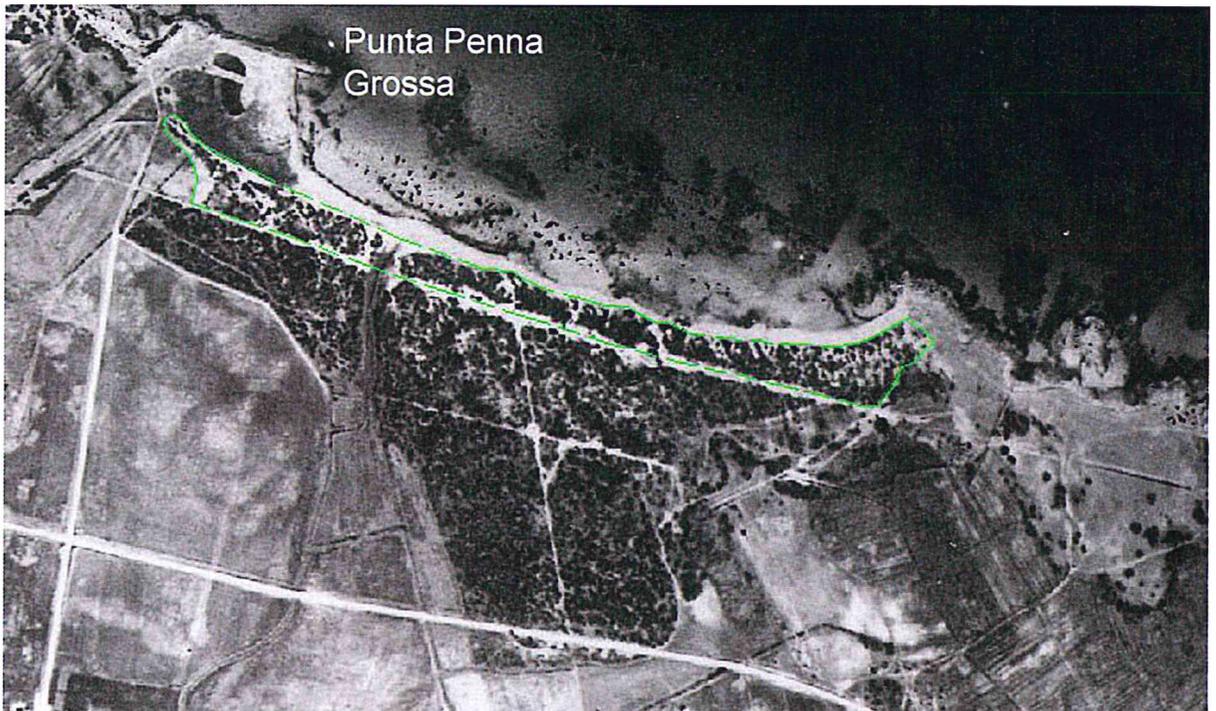


Figura 17 - Punta Penna Grossa nel 1955. Esiste un solo integro cordone dunale in prima linea, contornato nella foto. (Foto IGMI; autorizzazione alla pubblicazione n.6068 del 14/07/2005).

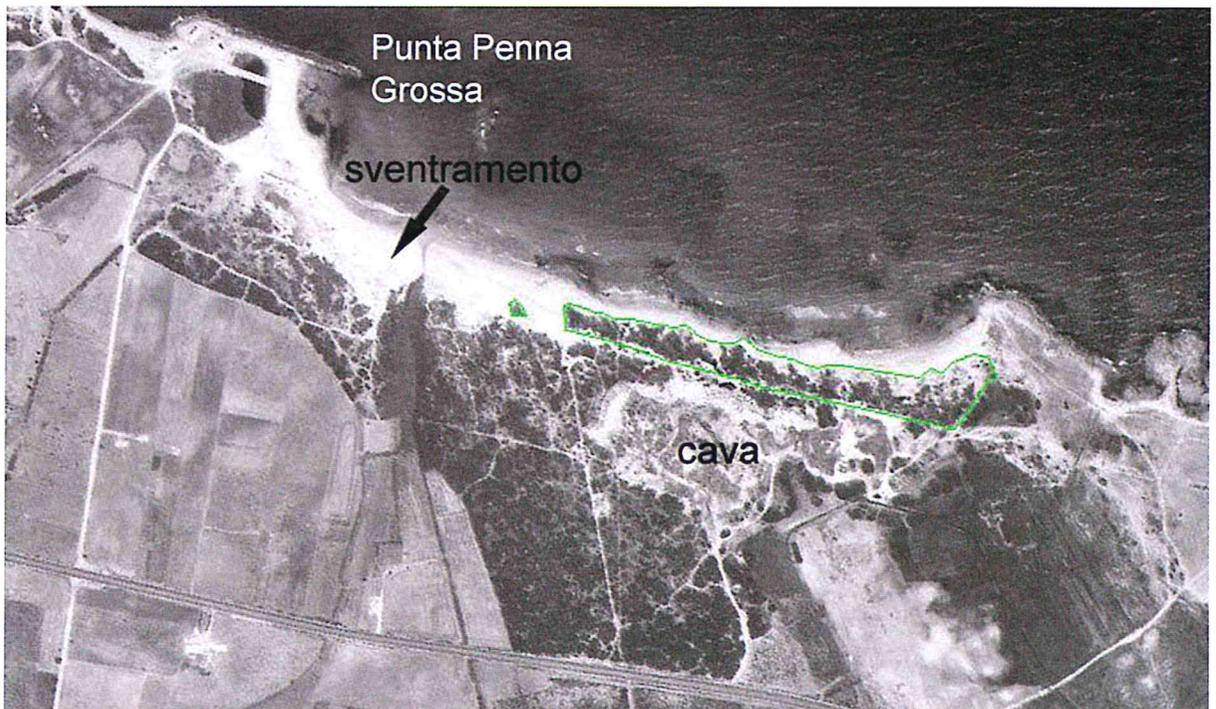


Figura 18 - Punta Penna Grossa nel 1972. La parte nord - occidentale del cordone dunale visibile nella foto del 1955 è stata asportata. Si noti anche la cava aperta subito dietro la parte sud - orientale dello stesso cordone, contornato nella foto (Foto IGMI; autorizzazione alla pubblicazione n. 6068 del 14/07/2005).

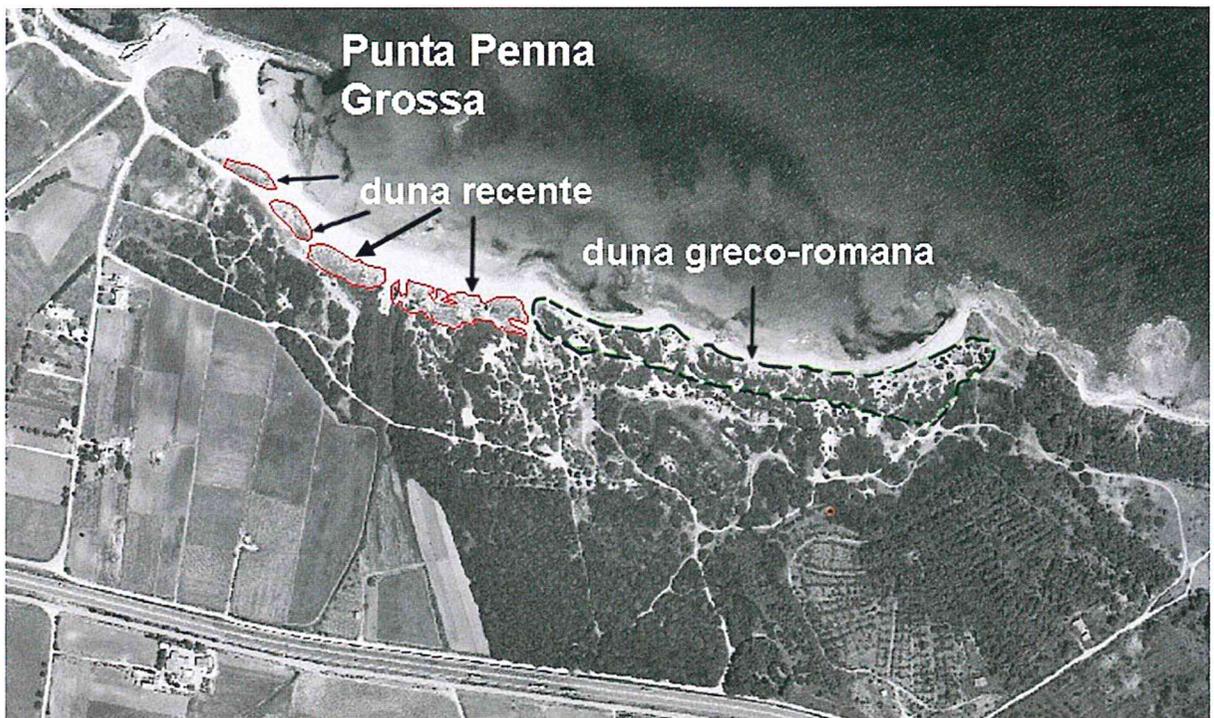


Figura 19 - Punta Penna Grossa nel 2002. Si noti la duna recente cresciuta al posto di quella asportata dall'uomo (foto AGEA, Italia). Il contorno in tratteggio delimita la parte superstita della duna greco-romana.

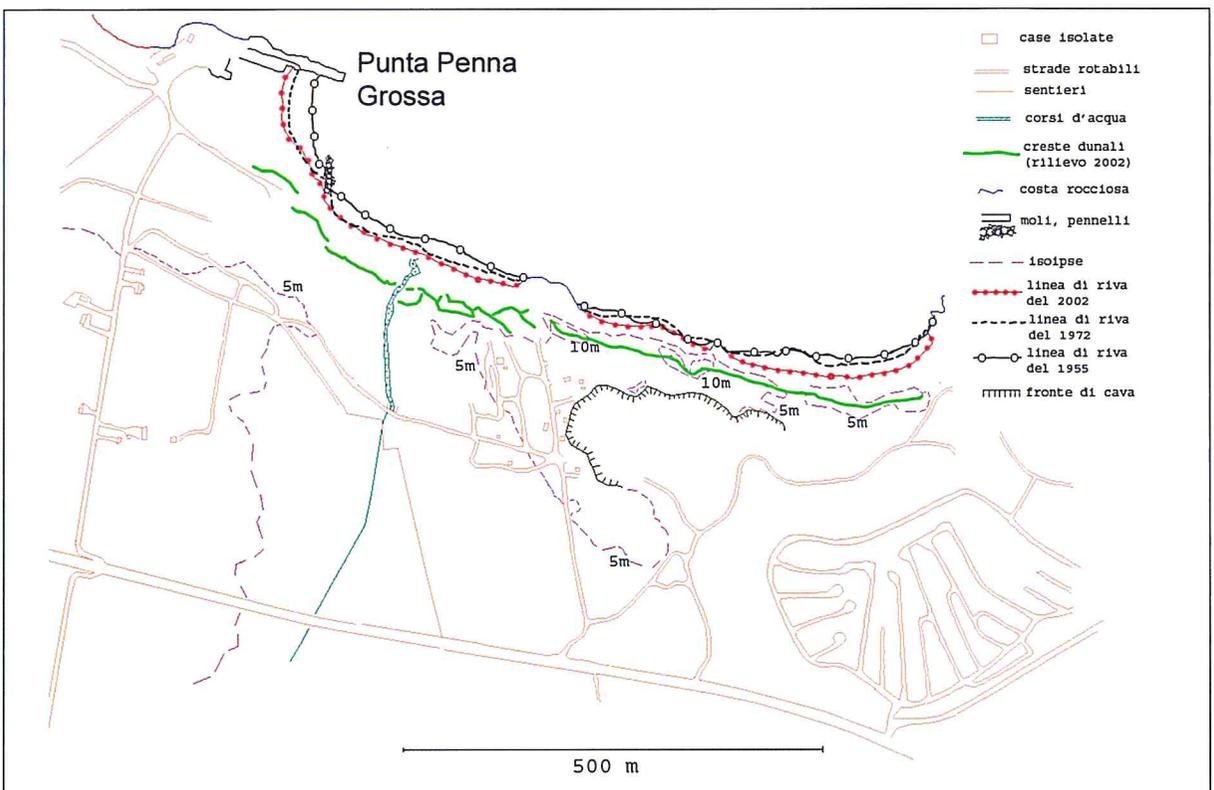


Figura 20 - Punta Penna Grossa: evoluzione della linea di riva e cordoni dunali come rilevati nel 2002.

In mancanza di documenti ufficiali e certi, si è posto il problema se la duna sia stata ricostituita artificialmente, in parte o *in toto*, oppure se essa si sia ricostituita in modo naturale. In quest'ultimo caso, essa sarebbe stata formata in un intervallo di tempo compreso tra un massimo di 37 (attività di cava cessata nel 1965) ed un minimo di 32 anni (attività di cava cessata nel 1970).

Per comprendere cosa possa essere accaduto e cosa sia possibile e compatibile con i fattori che controllano la dinamica del sito, si è deciso di verificare se, data la posizione, la configurazione del sito e le vicende meteo-marine che lo hanno interessato, la costruzione "naturale" di una simile duna sia da considerarsi un evento possibile, e quale sarebbe dovuto essere il tasso medio annuo di crescita del corpo sedimentario.

Per effettuare il calcolo del tasso sedimentario medio del nuovo cordone, ne è stato realizzato il rilievo topografico: questo ha permesso di calcolarne il volume in circa 21000 m<sup>3</sup> e, pertanto, di dedurre che per la sua costruzione naturale è stato necessario un tasso medio annuo di crescita compreso fra un minimo annuo di 1.45 m<sup>3</sup>/m lineare (37 anni dalla definitiva sospensione dell'attività di prelievo) e un massimo di 1.67 m<sup>3</sup>/m lineare (32 anni dalla sospensione).

E' stata quindi eseguita l'analisi dei dati anemometrici registrati fra il 1951 e il 1998 dalla stazione meteorologica di Brindisi-Casale, situata 15 km a sud di Punta Penna Grossa; la loro elaborazione ha permesso di stabilire le frequenze dei venti e, per ciascuna direzione di provenienza, la distribuzione delle velocità secondo 4 classi (classi Beaufort 1-2, 3-4, 5-6, 7-12). I dati ricavati sono riportati nella Tabella 2.

Tabella 2 - Distribuzione percentuale dei venti e, per ciascuna direzione, distribuzione percentuale nelle diverse classi di forza Beaufort. Elaborazione dei dati anemometrici registrati dalla stazione di Brindisi - Casale (da Schinaia, 2000).

Provenienza	Frequenza media annua	Classi Beaufort			
		1-2	3-4	5-6	7-12
N	14.8%	25.1	56.3	17.3	1.3
NE	6.4%	42.4	45.6	10.9	1.1
E	4.3%	43.3	50.9	5.5	0.3
SE	7.2%	31.4	55.2	12.5	0.9
S	15.2%	30.6	55.6	13.3	0.5
SO	6.7%	48.2	45.6	6	0.2
O	8.1%	47.8	45.6	6.3	0.3
NO	20.1%	21.1	62	16.2	0.6

Escludendo le calme, che rappresentano il 17.2% del tempo, nel periodo 1951-1998 il vento regnante proveniva da NO con frequenza del 20.1%, seguito dal vento da Sud (15.2%) e da quello da Nord (14.8%). I venti da N e da NO sono risultati anche i più intensi e sono ai primi due posti nelle classi di forza Beaufort 3-4 e 5-6, seguiti al terzo posto dai venti da S. I venti da N, poi, sono i più frequenti anche nella classe 7-12. Rispetto all'orientazione del tratto di costa in esame, i venti con il maggiore fetch di spiaggia sono, in ordine decrescente, quelli da NO, N e NE. Data la forma della duna nuova di punta penna Grossa, che è infatti costituita da quattro lembi di altezza e massa crescenti procedendo da ONO a ESE, si ritiene che i venti più efficaci nel processo di costruzione di questa duna siano stati quelli provenienti da NO e, in subordine, da N, che occupano anche posizioni significative nelle classi di velocità Beaufort 5-6 e 7-12. Resta comunque il dubbio connesso con la mancanza di un sufficientemente ampio bacino di prestito dal quale quei venti, pur capaci, possano aver prelevato la quantità di sedimento necessaria.

## Conclusioni

Gli studi effettuati su due siti costieri pugliesi caratterizzati dalla presenza di cordoni di duna con sedimenti non alterati e con copertura vegetale ed *Ammophyllum*, hanno messo in evidenza che essi si sono formati in età molto recente, negli ultimi 70 anni per il sito di Marina di Ugento, negli ultimi 30 anni per il sito di Punta Penna Grossa. Le cause di questo recente sviluppo di apparati dunali sono alquanto diverse per i due siti. A Marina di Ugento esso è dovuto a processi naturali di evoluzione della linea di riva che hanno causato la redistribuzione del sedimento, la progradazione del tratto settentrionale di quella spiaggia (Spiaggia di Torre San Giovanni) e, quindi, la formazione di un intero nuovo sistema di dune. Sull'Adriatico, a Punta Penna Grossa, la duna recente, for- s'anche in parte artificiale, risulta compatibile con le condizioni anemometriche del paraggio.

Alcune considerazioni particolari circa le dune della Marina di Ugento sembrano interessanti e possono costituire elementi di riflessione e spunto per ulteriori ricerche. Come si è visto, l'intero corredo di dune oggi presente lungo quella Marina è stato costruito nel corso di due fasi. La prima e più antica è rappresentata da tre cordoni di età medievale, fatto raro lungo la costa pugliese dove molto più diffusi sono gli apparati di dune di età medio-olocenica e greco-romana (Mastronuzzi e Sansò, 2002). La seconda fase, verificatasi nel corso degli ultimi 70 anni circa, ha consentito la costruzione di 4 estesi cordoni, di cui finora si ignorava l'età.

L'intero apparato di dune della Marina di Ugento, riferito ad un lasso di tempo esteso tra  $1160 \pm 50$  anni da oggi e i giorni nostri, risulta edificato in un periodo di complessiva e generalizzata risalita del livello del mare (Dai Pra ed Hearty, 1988; Pirazzoli, 1998; Dini et al., 2000, Fig. 21; Auriemma, Mastronuzzi, Sansò, 2004;) e per di più lungo un litorale privo di significativi apporti solidi dall'entroterra. Questa situazione è ben diversa da quelle accertate lungo la costa pugliese, dove le dune finora studiate sono risultate tutte riferibili a fasi di stazionamento del livello del mare: alto per le dune medio-oloceniche, basso per quelle di età greco-romana (Fig. 21).

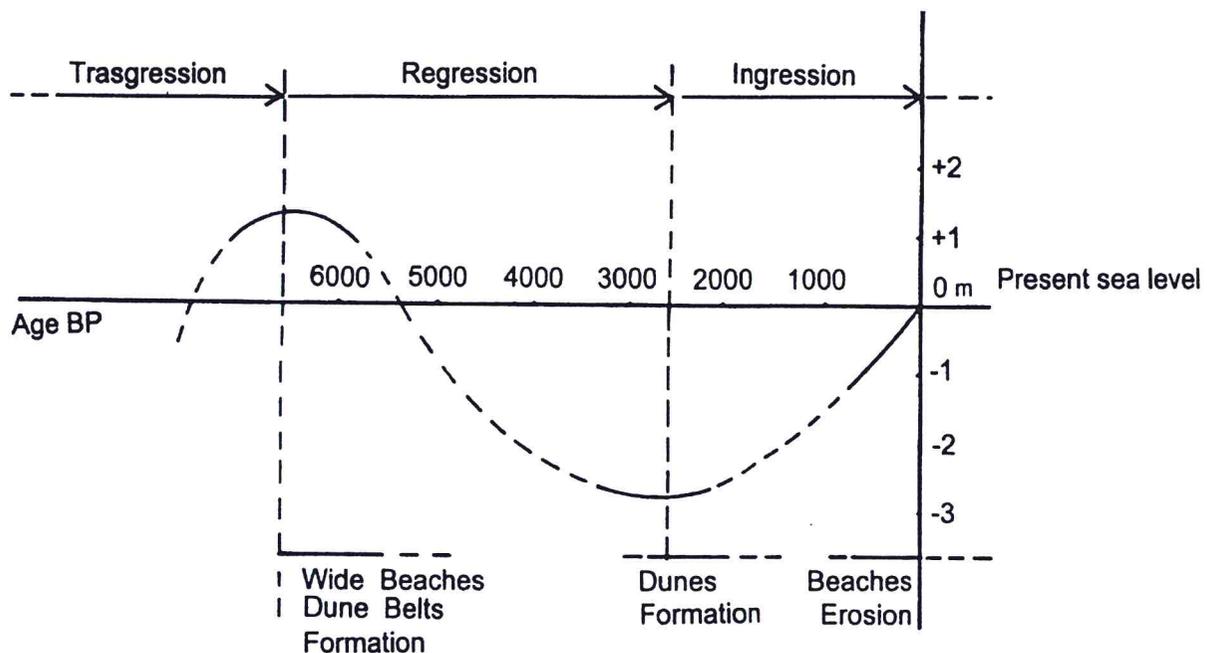


Figura 21 - Variazioni relative del livello marino e fasi di dunazione riconosciute lungo le coste adriatiche della Puglia (da Dini et al., 2000).

La dinamica complessivamente anomala del litorale della Marina è probabilmente dovuta alla sua particolare conformazione: il litorale sabbioso è infatti delimitato alle estremità da due brevi promontori rocciosi; il basso fondale antistante, esteso per oltre 3 km dalla linea di riva, conserva una riserva di sabbia ("Secche di Ugento") che, a seconda delle condizioni meteo-marine, può alimentare la spiaggia. Quest'ultima infine, a causa della sua posizione rispetto al "corridoio" del Golfo di Taranto, vede i suoi sedimenti "oscillare" alternativamente verso NO o verso SE, a seconda del vento, senza che, di norma, quantità importanti di sabbia arrivino a uscire dal sistema.

## Ringraziamenti

Lavoro eseguito e stampato nell'ambito del progetto COFIN 2002: "I depositi eolici delle spiagge italiane e il flusso di sedimenti spiaggia - dune" (coordinatore Scientifico Nazionale del Programma di Ricerca: prof. Giuliano Fierro; Responsabile Scientifico dell'Unità Operativa dell'Università di Bari: prof. Giovanni Palmentola) e con i contributi dell'Università degli Studi di Bari (Fondo di ateneo per la ricerca e Contributo straordinario) e del Dottorato di ricerca in Geomorfologia e Dinamica Ambientale dell'Università degli Studi di Bari.

Si ringraziano sentitamente il prof. Nicola Walsh, per l'assistenza durante le prove di laboratorio, e i referee, prof. Giovanni Battista La Monica e prof. Leandro D'Alessandro, per gli utili suggerimenti anche in merito alla leggibilità del lavoro.

## Bibliografia

- Arens S.M., Wiersma J. (1994) - *The Dutch foredunes: inventory and classification*. J. of Coastal Research, 10: 189-202.
- Auriemma R., Mastronuzzi G., Sansò P. (2004) - *Middle to late Holocene relative sea-level changes recorded on the coast of Apulia (Italy)*. Geomorphologie: relief, processus, environment, 1: 19-34.
- Carter R.W.G. (1988) - *Coastal environments*. Academic Press, London, 671 pp.
- Dai Pra G., Hearty P.J. (1988) - *I livelli marini pleistocenici del Golfo di Taranto. Sintesi Geocronostratigrafica e tettonica*. Mem. Soc. Geol. It. 41: 637-644.
- Dal Cin R., Simeoni U. (1988) - *Processi erosivi e trasporto dei sedimenti nelle spiagge pugliesi fra S.M. di Leuca e Taranto (Mare Ionio). Possibili strategie di intervento*. Boll. Soc. Geol. It., 108: 768-783.
- De Santis V. (2005) - *Stato ed evoluzione di alcuni apparati dunali della costa pugliese*. Tesi di Dottorato in Geomorfologia e Dinamica Ambientale. Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari.
- De Santis V., Palmentola G. (2003) - *The Penna Grossa Point dune ridge (Adriatic Apulia, Southern Italy)*. Proceedings of Medcoast 03 Conference, Ravenna, Italy; pp. 1435-1444.
- Dini M., Mastronuzzi G., Sansò P. (2000) - *The effects of relative sea level changes on the coastal morphology of southern Apulia (Italy) during the Holocene*. In Slaymaker O. ed.: *Geomorphology, human activity and global environmental change*, Wiley, Chichester, UK, pp. 43-65.
- Kenneth P., Tsoar H. (1990) - *Aeolian sand and sand dunes*. Cambridge University press, 396 pp.
- Mastronuzzi G., Palmentola G., Ricchetti G. (1989) - *Aspetti della evoluzione olocenica della costa pugliese*. Mem. Soc. Geol. Ital., 42: 287-300.
- Mastronuzzi G., Palmentola G., Sansò P. (2001) - *Evoluzione morfologica della fascia costiera di Torre Canne (costa adriatica, Puglia)*. Studi Costieri, 4: 287-300.
- Mastronuzzi G., Sansò P. (2002) - *Holocene coastal dune development and environmental changes in Apulia (southern Italy)*. Sedimentary Geology, 50: 139-152.
- Nordstrom K.F. (2000) - *Beaches and dunes of developed coasts*. Cambridge University press, pp. 352.
- Palmentola G., Cacciapaglia G., De Santis V. (2003) - *Some data about the Marina di Ugento sand beach dynamics (Apulia, Southern Italy)*. Proceedings of Medcoast 03 Conference, Ravenna, Italy, pp. 1537-1546.
- Pirazzoli P.A. (1998) - *A comparison between postglacial isostatic prediction and late Holocene sea-level field data from Mediterranean and Iranian coastal areas*. GeoResearch Forum, 3 e 4: 401-420.
- Psuty N.P. (1992) - *Spatial variation in Coastal foredune development*. In Carter R.W.G. et al.: *Coastal dunes: geomorphology, ecology and management for conservation*. Balkema, Rotterdam, pp. 3-13.
- Schinaia S. (2000) - *Dinamica morfologica e analisi dei sedimenti della spiaggia compresa tra Torre San Leonardo e Torre Canne (Brindisi)*. Tesi di laurea inedita, Dip. di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari.
- Sherman D.J., Jackson D.W.T., Namikas S.L., Jinkang W. (1998) - *Wind-blown sand on beaches: an evaluation of models*. Geomorphology, 22: 113-133.