

LUIGI CAROBENE (*)

TERRAZZI MARINI, EUSTATISMO E NEOTETTONICA (**)

ABSTRACT: CAROBENE L., *Marine terraces, eustatism and Neotectonics* (IT ISSN 0084 - 8948, 1980). The importance of marine terraces in Quaternary Stratigraphy and the identification of eustatic oscillations is well-known. The utilization of terraces for neotectonic research is more recent and is still in the early stages of development. This paper synthetically presents data and expounds concepts pertinent to geometry, genesis, geology, evolution and marine terrace dating, in order to single out the component, caused by Neotectonics, which has modified the correlation between the original stillstand of the sea and the present-day quota of the terrace surface.

The principal events linked fundamentally to climate and Tectonics, have thus been emphasised, which could have brought about the present-day geological and morphological configuration of the terraces. By determining the chronological succession of these events, it is possible to understand firstly, the stages of the geodynamic or geomorphological evolution of the region and secondly, clarify the (not always obvious) relationship, between the age of the marine deposits and the age of the terrace surface.

RIASSUNTO: CAROBENE L., *Terrazzi marini, eustatismo e Neotettonica* (IT ISSN 0084 - 8948, 1980). È nota l'importanza che hanno i terrazzi marini per la Stratigrafia del Quaternario e per il riconoscimento delle oscillazioni eustatiche; la loro utilizzazione per indagini di Neotettonica è più recente ed ancora in via di affinamento. In questa Nota sono sinteticamente riportati dati e messi a punto concetti relativi alla geometria, alla genesi, alla geologia, all'evoluzione e alla datazione dei terrazzi marini, al fine di individuare la componente avuta dalla Neotettonica nel modificare la corrispondenza tra quota originaria dello stazionamento marino e quota attuale della superficie terrazzata.

Sono stati perciò messi in evidenza i principali eventi, legati essenzialmente al clima e alla Tettonica, che possono aver portato all'attuale configurazione geologica e morfologica dei terrazzi; trovare la successione di tali eventi nel tempo significa capire in primo luogo le tappe dell'evoluzione geodinamica o geomorfologica della regione, in secondo luogo chiarire il rapporto (non sempre ovvio) tra età del deposito marino ed età della superficie terrazzata.

TERMINI-CHIAVE: terrazzo marino; Neotettonica; eustatismo.

PREMESSA

L'origine, il significato e l'aspetto morfologico dei terrazzi marini sono sufficientemente illustrati nei testi di Geomorfologia o in lavori specifici. In questa sede si intende essenzialmente puntualizzare l'utilizzazione che

dei terrazzi marini si può fare nel campo della Tettonica quaternaria.

La quota attuale dei terrazzi marini è infatti in relazione sia al livello marino che li ha formati sia ai movimenti verticali che possono aver interessato il settore costiero di appartenenza. Se non è nota l'interferenza di questi ultimi (dovuti a Tettonica, isostasia, subsidenza), non è possibile sapere a priori qual'è stata l'originaria quota di formazione del terrazzo. Il riferimento alle curve note delle oscillazioni marine nel passato (1) è possibile solo con l'ausilio di datazioni radiometriche precise. Viceversa è possibile affermare che un settore di costa ha subito sollevamento (o abbassamento) quando lo scostamento della posizione del terrazzo dal livello marino attuale è maggiore di quello teorico (corrispondente cioè alla massima ampiezza eustatica calcolata). Un terrazzo che, ad esempio, si trovi a 200 m di quota, è certamente in relazione ad un sollevamento della costa.

Nella letteratura non specializzata il terrazzo viene frequentemente inteso con vari significati, per la ragione che esso è una forma complessa, costituita cioè da elementi morfologici modellati in più intervalli di tempo successivi e da differenti processi morfogenetici.

Il terrazzo verrà pertanto analizzato, anche se in maniera concisa, prendendo in esame i suoi vari aspetti geometrici, genetici, costitutivi ed evolutivi.

GEOMETRIA DELLE FORME COSTITUENTI IL TERRAZZO

L'analisi di un terrazzo di origine marina avrà quindi in primo luogo come oggetto la *geometria* della forma, quale si può dedurre dalla cartografia o da rilievi diretti effettuati sul terreno.

(*) Istituto di Geologia dell'Università di Trieste.

(**) Lavoro pubblicato nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica, U.O. 6.2.10.

(1) Oltre ai noti lavori di SHEPARD e di FAIRBRIDGE, ricordiamo quelli di BLOOM & alii (1974), BRAY (1974), DONN & alii (1962), LISITZIN (1974), MORNER (1971; 1976) e WALCOTT (1972).

Dalle definizioni correnti ⁽²⁾ si ricava che il terrazzo è costituito da una superficie pianeggiante suborizzontale (o debolmente ondulata o inclinata), delimitata totalmente o parzialmente da scarpate. Tale definizione, pur essendo estremamente generica, non comprende tuttavia la totalità delle situazioni derivanti da un prolungato stazionamento del livello marino, in quanto differenti si presentano i suoi effetti sulle coste alte e su quelle basse. In quest'ultimo caso non sempre la superficie subpianeggiante che si origina per azione del mare è delimitata da scarpate. In altri casi, ad esempio per un rilievo spianato alla sommità dall'abrasione marina, non è presente la scarpata interna. A volte questa può mancare essendo stata distrutta dal successivo rimodellamento del paesaggio in condizioni subaeree. Tuttavia, poiché lo scopo della presente Nota è lo studio dei terrazzi per una loro utilizzazione in chiave neotettonica, è soprattutto importante associare ad essi il concetto di linea di costa, ovvero di margine interno del terrazzo (fig. 1), definito dall'inter-



FIG. 1 - Nomenclatura essenziale degli elementi geometrici di un terrazzo marino.

sezione della superficie del terrazzo con la scarpata interna. È questo infatti l'elemento che in generale meglio definisce la quota del livello di stazionamento marino che ha prodotto il terrazzo e che permette quindi di effettuare le considerazioni sui movimenti della costa dovuti a cause tettoniche. Verranno pertanto presi in considerazione i terrazzi che rispondono allo schema morfologico della fig. 1; ciò non toglie che molte delle considerazioni esposte nel testo possano essere ugualmente valide anche per superfici di origine marina in cui oggi non siano individuabili o riconoscibili tutti gli elementi morfologici della fig. 1.

Precisato quanto sopra, in una ideale sezione trasversale (fig. 1) gli elementi morfologici sono così distinguibili: 1) *Scarpata interna* (ad es. paleofalesia). 2) *Margine*

(2) I testi di Geomorfologia sono carenti di definizioni precise di « terrazzo marino »; da alcuni di essi (ad es. DERRAU, 1958; BIROT, 1959; HOLMES, 1965) si rileva inoltre la distinzione, ovvero la confusione, tra « terrazzo costruito » (cioè sovrastante un corpo sedimentario) e « terrazzo di erosione », ossia privo di sedimenti (piattaforma di abrasione). Una definizione valida rimane quella di *terrace* riportata nel *Dictionary of Geological Terms*. La puntualizzazione del rapporto tra superficie del terrazzo e superficie del mare collegata geneticamente al terrazzo stesso è uno dei punti meno chiariti; in realtà tale definizione non appare semplice in quanto diversi fattori (effetto dei climi e delle maree, morfologia della costa emersa e dei fondali, tipo di roccia, ecc.) intervengono a differenziare tra loro i terrazzi di aree geografiche molto diverse.

od orlo interno: linea (originariamente suborizzontale) lungo la quale è importante effettuare precise misure di quota. 3) *Superficie del terrazzo*, suborizzontale o inclinata verso mare di 1°-3°. Tale *inclinazione* (α) può essere diversa da quella originaria se il terrazzo ha subito basculaggio verso mare o verso terra, oppure rimodellamento. Se è avvenuto un basculaggio secondo un asse perpendicolare alla linea di costa, è possibile misurare, oltre alla inclinazione « trasversale » α , anche una inclinazione « longitudinale » (lungocosta). 4) *Margine esterno*, che delimita verso mare la superficie terrazzata. A volte è ben marcato, a volte tuttavia sfumato, in relazione sia alle modalità di formazione del terrazzo stesso, sia ai successivi processi erosivi. 5) *Scarpata esterna*, cioè verso mare. 6) *Larghezza del terrazzo*, misurata in senso trasversale alla linea di costa.

Con questi termini viene definita la forma del terrazzo, in modo da rendere più agevoli i confronti e le correlazioni tra terrazzi marini di località diverse.

GENESI DEL TERRAZZO

Gli eventi che hanno portato alla formazione di un terrazzo si possono ricondurre ai seguenti (fig. 2): 1) *Tra-*

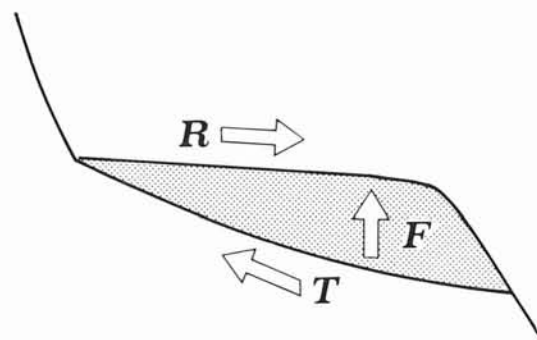


FIG. 2 - Eventi relativi alla formazione del terrazzo: T = trasgressione (abrasione-spianamento); F = formazione del corpo sedimentario; R = regressione (erosione-deposizione). Le frecce indicano sia il verso di sviluppo dei processi, sia il senso della diacronicità.

sgressione marina. Questo evento è accompagnato da un'azione di abrasione che, quando si verifici la condizione di stasi relativa del livello marino rispetto al settore costiero, produce anche spianamento, con arretramento della linea di costa. 2) *Formazione del deposito del terrazzo*. Il corpo sedimentario, di origine sia detritica che organica, si accresce non solo dal basso verso l'alto, ma contemporaneamente anche da mare verso terra (in concomitanza con l'arretramento della linea di costa). Pertanto anche la sua collocazione cronologica varia in tal senso. 3) *Regressione*. L'abbassamento del livello marino può essere accompagnato da un'azione di erosione o da deposizione, in funzione della velocità di abbassamento del livello marino.

Da quanto brevemente esposto, la considerazione più importante che si può fare è quella relativa al significato dell'espressione « *età del terrazzo* ». Infatti sia l'evento trasgressivo, sia la formazione del corpo sedimentario, sia

l'evento regressivo, hanno avuto una durata più o meno lunga nel tempo; è evidente pertanto che il terrazzo, per il suo carattere poligenico, non ha un'età « puntiforme », ma corrisponde ad un intervallo di tempo più o meno lungo.

GEOLOGIA DEL DEPOSITO TERRAZZATO

Il deposito terrazzato è delimitato da tre superfici che sono schematizzabili come in fig. 3: 1) *Superficie inferiore del deposito*, che nella maggioranza dei casi potrà identificarsi con la piattaforma di abrasione, ma che può anche essere una superficie di versante solo parzialmente erosa o, nel caso più generico, una qualsiasi superficie di appoggio preesistente. 2) *Superficie superiore* del de-

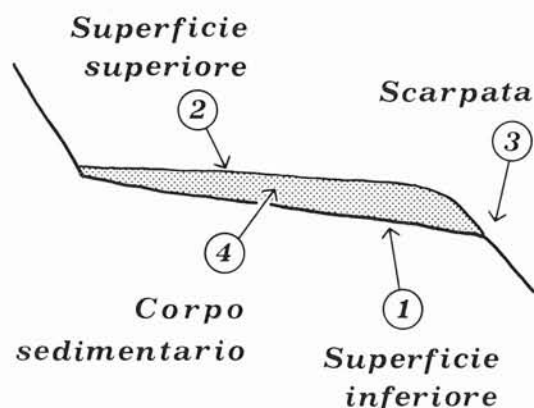


FIG. 3 - Elementi morfologici e geologici di un terrazzo: 1) superficie inferiore, che è piattaforma di abrasione o, più in generale, una qualsiasi superficie di appoggio; 2) superficie superiore, che corrisponde alla superficie del terrazzo; 3) scarpata (o pendio), che può essere primaria o secondaria; 4) corpo sedimentario, in generale costituito da depositi marini.

posito, ovvero del terrazzo, che può essere identificata con la superficie di regressione se il successivo rimodellamento in condizioni subaeree è stato di entità trascurabile. Tale superficie potrà pertanto essere erosionale oppure deposizionale, in rapporto all'azione prodotta dalla regressione stessa. È importante considerare che, su una superficie terrazzata suborizzontale, un rapido abbassamento del livello marino può non produrre effetti sensibili di erosione o di deposizione. 3) *Superficie laterale*, corrispondente ad una scarpata o pendio, che delimita verso mare il deposito. Tale superficie può essere primaria di accumulo, cioè legata alla genesi del deposito stesso, oppure secondaria, cioè di erosione. Nel *corpo sedimentario terrazzato* vanno infine considerate le caratteristiche fondamentali, cioè i parametri lito - e bio-stratigrafici. Nella sua configurazione teorica più completa, un deposito marino terrazzato è formato da sedimenti trasgressivi in basso e regressivi in alto; è ovvio che anche i fossili marini, le facies e le età da essi deducibili possono cambiare in misura variabile dal basso in alto. Come casi estremi possiamo trovare un corpo sedimentario costituito da depositi solo trasgressivi o solo regressivi.

Se il corpo sedimentario marino manca perché non si è formato, si può pensare che nella superficie terrazzata siano riunite idealmente sia la superficie di trasgressione che quella di regressione (fig. 4). In altri casi l'assenza del deposito può essere dovuta non solo a mancata sedimentazione, ma anche ad erosione completa del sedimento marino (fig. 5 C).

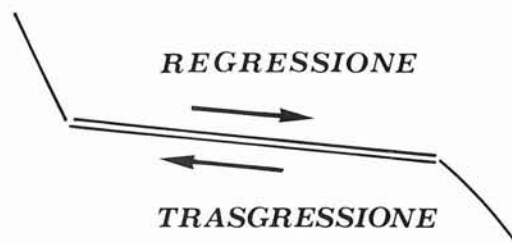


FIG. 4 - Schematizzazione di una superficie terrazzata senza depositi. I due eventi, trasgressione e regressione, si possono immaginare « condensati » in un'unica superficie.

EVOLUZIONE DI UN TERRAZZO

Per comprendere completamente il significato di un terrazzo marino, appare opportuno delineare brevemente anche l'evoluzione che esso può subire dopo la sua formazione (fig. 5): A) *Copertura parziale o totale da parte di depositi continentali* di varia origine che, oltre ad alterare la quota della superficie terrazzata, ne possono anche modificare la geometria originaria. B) *Erosione parziale del sedimento marino del terrazzo* che, pertanto, fornisce indicazioni sia di quota, sia di età, sia di litologia, non più corrispondenti a quelle di origine. C) *Erosione totale del corpo sedimentario*; l'originaria piattaforma di abrasione messa a nudo non fornisce più indicazioni sull'età del terrazzo; la sua quota può essere notevolmente più bassa di quella della originaria « superficie superiore » del terrazzo. D) *Asportazione totale dei sedimenti marini ed erosione della originaria « superficie inferiore »*, che diventa perciò superficie di erosione; per la determinazione del paleolivello marino diventa necessario ricorrere alla quota dell'« orlo interno » (che risulta essere l'elemento morfologico più conservativo). Per fare questo si dovrà ovviamente tener conto delle eventuali deformazioni avvenute dopo il suo modellamento, e procedere quindi al calcolo dei « tassi di deformazione » subiti dal terrazzo.

I casi di evoluzione sopra descritti, per quanto schematici e generici, mettono in evidenza come la originaria forma terrazzata modellata dal mare possa evolversi nel tempo verso forme ugualmente terrazzate ma di modellamento diverso. Da questa constatazione si può dedurre che per un terrazzo marino è più corretto e significativo parlare di *età di formazione del deposito marino* del terrazzo, piuttosto che di *età del terrazzo*. La prima, cioè l'età di formazione del deposito, è ricavabile in base alla quota (in aree stabili) o in base ai fossili marini o alle datazioni radiometriche di elementi contenuti nel sedimento marino; per comprendere la seconda non si può

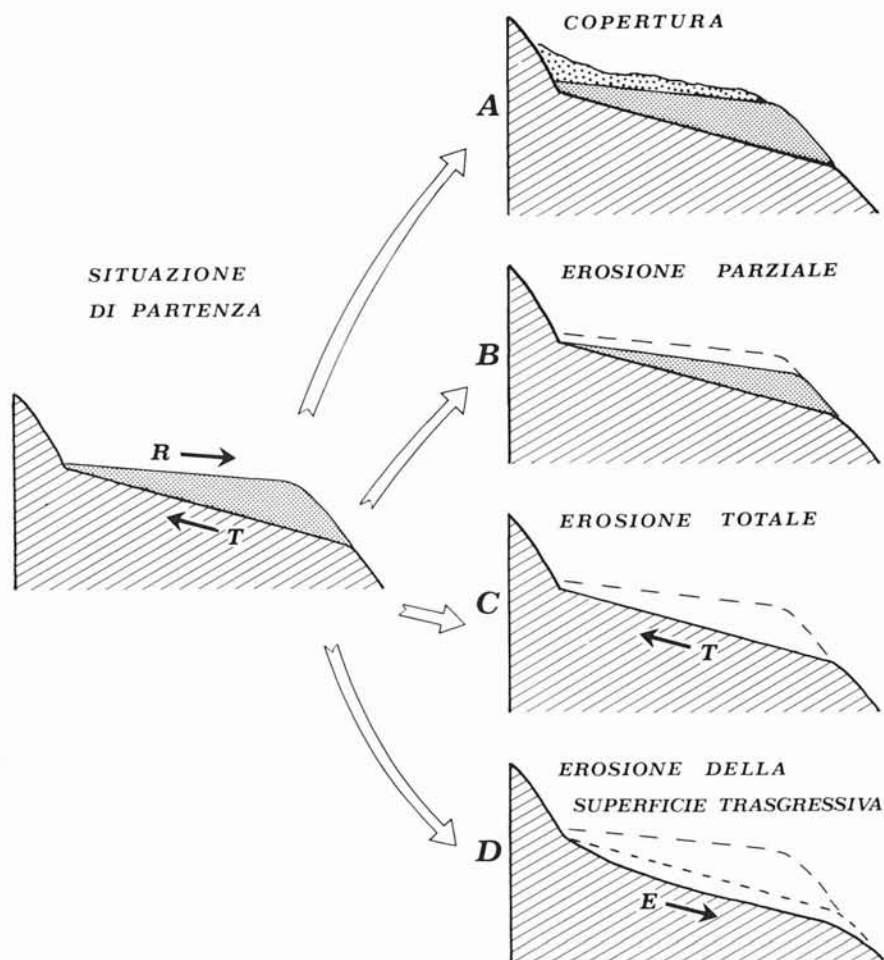


Fig. 5 - Evoluzione di un terrazzo con depositi marini. T, R ed E sono, rispettivamente, superfici di trasgressione, di regressione e di erosione. (I disegni sono schematici e le pendenze esagerate).

prescindere dagli eventi successivi a quello genetico iniziale, eventi che possono aver modificato nel tempo l'originaria morfologia. Il terrazzo, quale lo vediamo oggi, non ha perciò un'età, ma ha bensì avuto una *durata di sviluppo*, durata che va dall'età del deposito marino sul quale è sviluppata la superficie terrazzata (quale limite più antico) all'età dell'ultimo evento che ha dato al terrazzo l'attuale configurazione (quale limite più recente).

« Età di formazione del deposito marino » e « durata di sviluppo del terrazzo » si prestano perciò meglio del termine « età del terrazzo » a definire la successione anche complessa di eventi che ha portato al modellamento del terrazzo stesso.

TERRAZZI, EUSTATISMO E NEOTETTONICA

La genesi di un terrazzo è legata al concetto di trasgressione seguita da stasi del livello marino. Stasi relativa tuttavia, poiché i movimenti di sollevamento o di abbassamento che la costa può aver subito permettono di prevedere, anche se in via teorica, diversi modelli di formazione di un terrazzo. Nella fig. 6 sono state schematizzate tre situazioni: nella prima (fig. 6 A) si tratta di un settore costiero che viene invaso, per trasgressione, da un

mare il cui livello si stabilizza, per un lasso di tempo sufficientemente lungo, ad una certa quota. Poiché il livello dei mari è in primo luogo legato al volume delle calotte glaciali, risulta immediato il collegamento « terrazzo-livello marino-glaciazioni ». Con riferimento alla curva teorica delle variazioni del livello marino tra una glaciazione e l'altra (fig. 6 D), il terrazzo di cui sopra si può pertanto definire *interglaciale* (o glaciale, se lo stazionamento marino è legato ad una regressione).

La stasi del livello marino, questa volta relativa, può avvenire tuttavia anche se il settore costiero ed il livello marino si abbassano o si sollevano contemporaneamente (figg. 6 B e 6 C) con velocità adeguatamente simili⁽³⁾. In questi casi si potrà parlare, rispettivamente, di terrazzi anaglaciali e cataglaciali. Il collegamento « terrazzo-livello marino-glaciazioni » sopra menzionato può pertanto diventare: « terrazzo-livello marino-Tettonica ».

Un'ultima considerazione, anche se teorica, si può fare riguardo alla possibilità che un settore costiero in

⁽³⁾ Alla velocità dell'abrasione prodotta dal mare e alla velocità di sollevamento o abbassamento del settore costiero si può pertanto estendere il concetto di « rapporto dinamico » già introdotto da CARRARO (1976), che rappresenta uno dei concetti peculiari della Tettonica quaternaria.

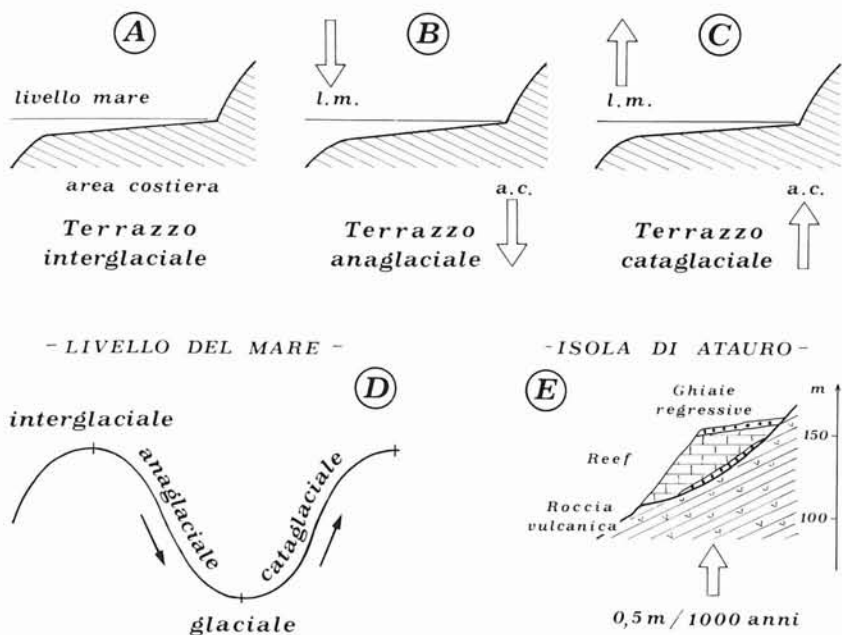


FIG. 6 - Rapporti tra eustatismo, glaciazioni e Neotettonica. Le possibili combinazioni tra innalzamento-stasi-abbassamento della superficie del mare e della costa, così come il gioco delle diverse velocità tra movimenti eustatici e tettonici, possono portare ovviamente a molteplici risultanze. Tra queste sono state schematizzate in A, B e C quelle che possono dar luogo a terrazzi marini, la cui formazione è stata messa in relazione con la curva schematica teorica (D) della variazione del livello del mare in funzione dei periodi glaciali ed interglaciali (Le frecce indicano abbassamento o sollevamento. L'esempio riportato in E è ridisegnato da CHAPPELL & VEEH, 1978, p. 359).

forte sollevamento o abbassamento renda nullo l'effetto di stazionamento di un livello marino legato alle glaciazioni. Nella fig. 6 E è riportato un esempio di terrazzo recifale impostato su un versante vulcanico dell'isola di Atauro (da CHAPPELL & VEEH, 1978). La vicinanza di quest'area all'arco della Sonda fa sì che tutta l'isola sia in forte sollevamento (0,5 m/1000 anni). Il terrazzo, che si trova attualmente a 165 m di quota, presenta un dislivello di 60 m tra la quota più alta e quella più bassa della « superficie inferiore » di appoggio, che è assai inclinata e coperta da conglomerato trasgressivo. Ciò sembra indicare che le condizioni favorevoli alla formazione del corpo sedimentario sono state raggiunte prima della effettiva stasi del livello marino (esempio collegabile pertanto al modello proposto in fig. 6 C).

DATAZIONE DEL TERRAZZO

In base a quanto precedentemente esposto, risulta evidente la necessità di distinguere tra età della *forma* ed età del *deposito terrazzato*; in pratica gli elementi 1 (superficie inferiore), 2 (superficie superiore), 3 (pendio esterno) e 4 (depositi) rappresentati nella fig. 3, hanno quattro posizioni cronologiche distinte.

A dimostrazione di ciò, nella fig. 7 è rappresentato un caso comune nelle successioni stratigrafiche: un deposito marino, conseguente ad una trasgressione T_1 , che è stato interessato da una seconda trasgressione T_2 (in un'epoca quindi posteriore a quella di formazione del deposito stesso). Le considerazioni sulle età, deducibili dallo studio del terrazzo di fig. 7, sono pertanto queste: a) le superfici T_1 (relativa alla prima trasgressione) e T_2 (seconda trasgressione) hanno età molto più distanziate di quanto ci si aspetterebbe in base all'intervallo di tempo ricavabile dall'analisi paleontologica dei depositi marini; b) l'età di formazione della superficie terrazzata

non è affatto coerente con l'età fornita dai depositi marini del terrazzo.

Premesso ciò, i principali elementi che possono venire utilizzati per inquadrare cronologicamente un « terrazzo », sono stati riassunti nella fig. 8 (4). Essi sono: 1) *Natura ed età del substrato* su cui poggiano i sedi-

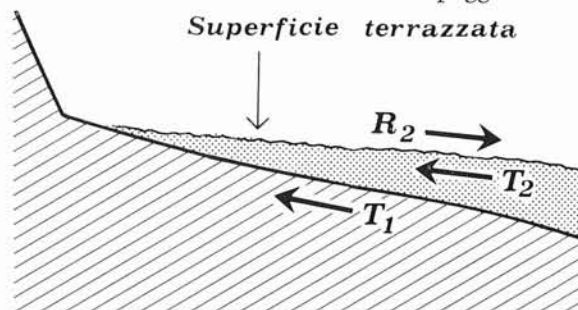
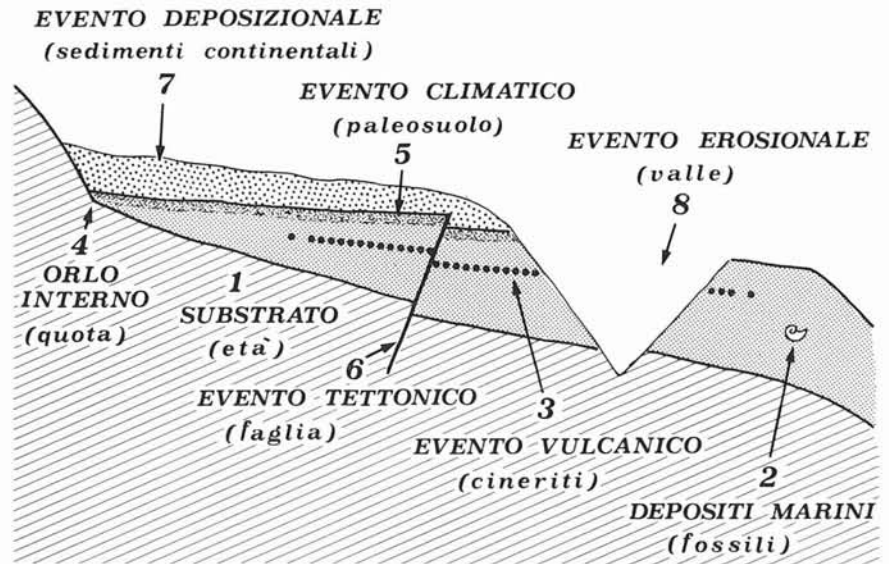


FIG. 7 - Esempio schematico di non corrispondenza tra età dei depositi marini che costituiscono il corpo sedimentario ed età del terrazzo. L'attuale superficie terrazzata è relativa infatti ad un ciclo trasgressivo-regressivo (T_2 - R_2) che ha intagliato depositi marini (in puntinato nel disegno) riferibili alla trasgressione più antica T_1 .

menti marini. 2) *Età del corpo sedimentario* e degli eventuali fossili marini. 3) *Orizzonte vulcanico* inserito nel corpo sedimentario, che permetta una datazione radiometrica, eventualmente paleomagnetica (evento vulcanico). 4) *Quota dell'orlo interno* del terrazzo, indicatrice dell'antico livello di stazionamento marino. 5) *Presenza di un paleosuolo* ben sviluppato che possa funzionare da unità pedo-stratigrafica (evento climatico, inquadrabile

(4) Nel presentare questo schema, che riunisce svariate situazioni difficilmente rinvenibili contemporaneamente, si è tenuto conto della letteratura esistente sull'argomento, e in particolare dei lavori di BARSOTTI & alii (1974), BRADLEY & GRIGGS (1976), BUTZER & CUERDA (1962), DAI PRA & STEARNS (1977), KERN (1977), RUGGIERI & UNTI (1974), RUGGIERI & alii (1975).

Fig. 8 - Schema che intende mostrare la varietà degli elementi da prendere in considerazione nello studio di un terrazzo, soprattutto al fine di giungere alla sua datazione. In ordine numerico, che è anche cronologico, sono raffigurati elementi sedimentologici, tettonici, morfologici, climatici, ecc., a volte indicati in modo più generico come « eventi »; tale termine lascia infatti il campo aperto a possibili altre rappresentazioni dei fenomeni che non siano quelle raffigurate. Ad es., « l'evento tettonico » potrebbe essere dato da pieghe nei sedimenti marini, « l'evento vulcanico » da lave, ecc.



cronologicamente tramite correlazioni o datazioni). 6) *Faglie o deformazioni* degli strati del deposito marino o, più in generale, deformazioni (es. basculaggio) del terrazzo (evento tettonico, sia precedente che posteriore al terrazzo, databile con i criteri utilizzati nella Tettonica quaternaria). Vi veda ad es. in DAMIANI (1970) una panoramica delle deformazioni differenziali riscontrate in più ordini di terrazzi (Calabria settentrionale); per la misura dei vari tipi di deformazione si rimanda a CAROBENE (1979). 7) *Copertura sedimentaria continentale* sulla superficie del terrazzo (evento deposizionale, posteriore al terrazzo marino). 8) *Incisioni vallive* che interessano profondamente il corpo terrazzato (*evento erosivo*, collegabile sia a fatti tettonici che a mutamenti del livello di base).

CONCLUSIONI

Sulla base delle attuali conoscenze, sia generali che specifiche, si può affermare che il « terrazzo marino » non deve essere visto come semplice testimonianza di uno stazionamento del livello del mare avvenuto nel passato (Pleistocene o Olocene); esso infatti è una « morfoscultura » poligenica (PANIZZA & PIACENTE, 1978) che può offrire le prove di tutta una serie di eventi ⁽⁵⁾ anche importanti nel tentativo di ricostruire l'evoluzione geodinamica o geomorfologica di una data regione.

Per arrivare a ciò, sembra indispensabile affrontare l'analisi di un terrazzo distinguendo tra « geometria della forma » e « geologia del deposito », al fine di ricavarne la connessione tra « sedimento marino terrazzato-superficie del terrazzo-età del livello di stazionamento del mare ».

L'utilizzazione che generalmente viene fatta del terrazzo marino si basa sul riconoscimento delle seguenti « uguaglianze », la cui accettazione tuttavia dovrà essere di volta in volta accuratamente valutata, sulla base di quanto esposto nella presente Nota: 1) *Età del deposito terrazzato-età del terrazzo*. Dette età possono essere sensibilmente diverse, soprattutto se deposito e terrazzo non hanno una comune causa genetica. 2) *Quota del terrazzo-quota dell'antico stazionamento marino*: questa identità è valida solo nelle aree stabili, in quanto la quota attuale di un terrazzo sul livello del mare dipende sia dalle oscillazioni eustatiche, sia dai movimenti tettonici eventualmente subiti dal territorio in esame. Come dire che terrazzi di ugual quota possono essere riferiti a stadi del mare avvenute a quote diverse (da quelle attuali dei terrazzi) e quindi anche di epoche diverse, e viceversa. 3) *Fase di stazionamento marino-fase glaciale o interglaciale nota*: anche questa corrispondenza non è sempre valida; c'è da rilevare infatti che gli eventi climatici in grado di determinare uno stazionamento marino possono essere stati veramente tanti (le curve paleoclimatiche ottenute con metodi astronomici, radiometrici, palinologici, ecc. risultano infatti assai complesse), per cui riferire una successione di terrazzi alla classica successione delle glaciazioni appare semplicistico.

Si può infine concludere che le svariate informazioni che i terrazzi marini possono fornire vanno considerate nell'ambito di settori costieri, entro i quali la Tettonica quaternaria sia ben conosciuta; correlazioni tra località lontane potranno essere fatte solo in possesso di datazioni relative o radiometriche ben precise.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F. P. & FOLLIERI M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the Thyrrhenian side of Central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 169-184, 2 tabb.

⁽⁵⁾ In particolare è stata già da tempo rilevata l'importanza che possono presentare le fasi di erosione e di alluvionamento nel permettere di ricostruire la cronologia del Pleistocene (AMBROSETTI & alii, 1972).

- AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE (1962) - *Dictionary of geological terms*. Dolphin Books, New York.
- ARISTARKHOVA L. B. & alii (1972) - *Manual of detailed geomorphological mapping*. Intern. Geogr. Union, Commission Geomorphological Mapping, Praga.
- BARSOTTI G., FEDERICI P. R., GIANNELLI L., MAZZANTI R. & SALVATORINI G. (1974) - *Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla Stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 425-495, 10 ff., 2 tabb., 4 tt.
- BIGAZZI G. & BONADONNA F. P. (1974) - *La geocronologia nella Stratigrafia del Quaternario*. Boll. Soc. Geol. It., 93, 129-142, 1 f.
- BIRD E. C. F. (1969) - *Coasts*. The M.I.T. Press, 245 pp., 95 ff.
- BIROT P. (1959) - *Précis de Géographie physique générale*. Armand Colin, 403 pp., 82 ff.
- BLOOM A. L., BROECKER W. S., CHAPPELL J., MATTHEWS R. S. & MESOLELLA K. J. (1974) - *Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: new Th^{230}/U^{234} dates from the Huon Peninsula, New Guinea*. Quat. Res., 4, 185-205.
- BORTOLAMI G. C., FONTES J. CH., MARKGRAF V. & SALIEGE J. F. (1977) - *Land, sea and climate in the Northern Adriatic Region during late Pleistocene and Olocene*. Paleog. Paleoclim. Paleoc., 21, 139-156, 5 ff., 2 tabb.
- BRADLEY W. C. & GRIGGS G. B. (1976) - *Form, genesis, and deformation of central California wave-cut platforms*. Geol. Soc. Am. Bull., 87, 433-449, 16 ff.
- BRAY J. R. (1974) - *Volcanism and glaciation during the past 40 millennia*. Nature, 252, 679-680.
- BUTZER K. W. & CUERDA J. (1962) - *Coastal Stratigraphy of southern Mallorca and its implication for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea*. Journ. Geol., 70, 398-416.
- CAROBENE L. (1979) - *Valutazioni di movimenti recenti mediante ricerche morfologiche su falesie e grotte marine del Golfo di Orosei*. Mem. Soc. Geol. It., Atti 69° Congr. Perugia (in corso di stampa).
- CARRARO F. (1976) - *Appunti sulla Tettonica quaternaria*. Quad. Gr. St. Quat. Pad., 3, Torino, 1-19.
- CHAPPELL J. & VEEH H. H. (1978) - *Late Quaternary tectonic movements and sea-level changes at Timor and Atauro Island*. Geol. Soc. Am. Bull., 89, 356-368, 10 ff., 2 tabb.
- DAI PRA G. & STEARNS C. E. (1977) - *Sul Tirreniano di Taranto. Datanzioni su coralli con il metodo del Th^{230}/U^{234}* . Geol. Rom., 16, 231-242, 5ff., 1 tab.
- DAMIANI A. V. (1970) - *Terrazzi marini e sollevamenti differenziali fra i bacini del Lao e del Corvino (Calabria settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 89, 145-158, 4 ff., 1 t., 1 tab.
- DAMIANI A. V. & PANNUZI L. (1979) - *Osservazioni neotettoniche nell'ambito dei fogli « Verbicaro » (220) e « Cetraro » (228) - Calabria nord-occidentale*. Nuovi Contributi Carta Neotettonica Italia, CNR, 121-132.
- DERRUAU M. (1958) - *Précis de Géomorphologie*, Masson Ed., Paris, 396 pp., 164 ff.
- DONN W. L., FARRAND W. R. & EWING M. (1962) - *Pleistocene ice volumes and sea-level lowering*. Journ. Geol., 70, 206-214, 4 tabb.
- DUPLESSY J. C., VERGNAUD-GRAZZINI C., DELIBRIAS G., LALOU C. & LETOLLE R. (1976) - *Paléoclimatologie des temps quaternaires à l'aide des méthodes nucléaires*. La Préhistoire Française, 1, 352-361.
- FLINT R. F. (1971) - *Glacial and Quaternary Geology*. Wiley, New York, 892 pp.
- HOLMES A. (1965) - *Principles of Physical Geology*. T. Nelson & S. LTD. 352 pp, 262 ff.
- LISITZIN E. (1974) - *Sea level changes*. Elsevier Ocean. Series, 8, 286 pp.
- KERN J. P. (1977) - *Origin and history of upper Pleistocene marine terraces, San Diego, California*. Geol. Soc. Am. Bull., 88, 1553-1566, 9 ff., 2 tabb.
- KING C.A.M. (1972) - *Beaches and coasts*. 2^a ed., Edward Arnold, London, 570 pp.
- MESOLELLA K. J., MATTHEWS R. K., BROECKER W. S. & THURBER D. L. (1969) - *The astronomical theory of climatic changes: Barbados data*. Journ. Geol., 77, 250-274.
- MÖRNER N.-A. (1971) - *Eustatic changes during the last 15,000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factors in an uplifted area*. Paleog., Paleocl., Paleoc., 9, 153-181.
- MÖRNER N.-A. (1976) - *Eustasy and geoid changes*. Journ. Geol., 84, 123-151, 17 ff.
- PANIZZA M. & PIACENTE S. (1978) - *Rapporti fra Geomorfologia Neotettonica. Messa a punto concettuale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 138-140.
- RUGGIERI G. & UNTI M. (1974) - *Pliocene e Pleistocene nell'entroterra di Marsala*. Boll. Soc. Geol. It., 93, 723-733, 3 ff.
- RUGGIERI G., UNTI A., UNTI M. & MORONI M. A. (1975) - *La calcarenite di Marsala (Pleistocene inferiore) e i terreni contermini*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1623-1657, 2 ff.
- SHACKLETON N. J. & OPDYKE N. D. (1973) - *Oxygen isotope and paleomagnetic Stratigraphy of equatorial Pacific core V 28-238*. Quat. Res., 3, 39-55.
- TREVISAN L. & TONGIORGI E. (1976) - *La Terra*. UTET, Torino, 638 pp., 114 ff.
- VEEH H. H. & CHAPPELL J. (1970) - *Astronomical theory of climatic changes: support from New Guinea*. Science, 167, 862-865.
- WALCOTT R. I. (1972) - *Past sea levels, eustasy and deformation of the Earth*. Quat. Res., 2, 1-14.
- WEST R. G. (1968) - *Pleistocene Geology and Biology*. Longmans, London, 377 pp., 127 ff., 16 tt.
- ZENKOVICH V. P. (1967) - *Processes of coastal development*. J. A., Steers. Oliver & Boyd, Edimburgh and London, 738 pp., 328 ff.