

## CAPITOLO 11 - CHAPTER 11

# FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA EOLIAN FORMS AND DEPOSITS

GIOVANNI BATTISTA CASTIGLIONI

### 11.1 Dune

Secondo la *legenda*, la *Carta Geomorfologica* indica, oltre alla presenza di queste forme di origine eolica (circoletto viola, pieno), anche le testimonianze di *dune spianate*, in genere per azione antropica (circoletto vuoto).

Nell'insieme, le dune non occupano aree estese nella Pianura Padana se non nella fascia costiera lungo l'Adriatico, dove sono di solito strettamente associate ai cordoni litoranei; qui, sebbene alte pochi metri (in rari casi 10-11 m), esse conferiscono, o conferivano, risalto morfologico ai cordoni stessi, essendone parte integrante (Capitolo 10). Non mancano le «dune vive», modellate nelle fasce di retrospiaggia, presenti fino ad una distanza di 100-200 m dalla battigia (comprendendovi anche le forme coperte da vegetazione cespugliosa); esse hanno per lo più forme irregolari, definibili in parte come *hummocky dunes*, oppure presentano forme minute allungate preferenzialmente secondo la direzione dei venti di Bora, da E-NE.

La morfogenesi eolica è oggi ostacolata dalla diffusione delle strutture antropiche; inoltre l'arretramento delle spiagge, ben manifesto in molti tratti, non solo ha ristretto la fascia soggetta a deflazione, ma ha causato importanti fenomeni di scalzamento o di distruzione totale anche delle vecchie dune (Bondesan, 1971). Molte di queste dune della fascia costiera, che nella prima parte del 20° secolo erano state sede di importanti opere di rimboschimento artificiale, successivamente sono state sacrificate per l'edificazione degli insediamenti balneari: lo si nota sia nel settore veneto-friulano, sia in quello dell'Emilia-Romagna. Allo spianamento ha contribuito anche il bisogno di acquisire terreni adatti all'orticoltura, come è accaduto nell'area di Sottomarina (presso Chioggia).

Secondo uno studio relativo al litorale emiliano-romagnolo (Cencini, 1991), risultava che tra il 1955 e il 1980 le dune vive avevano subito una riduzione areale da 370 a 105 ha, quelle già consolidate dal bosco una riduzione da 570 a

### 11.1 Dunes

According to the legend, the Geomorphological Map shows not only dunes (filled-in small violet circles) but also flattened dunes, generally reworked by anthropic action (empty circles).

Overall, dunes do not occupy large areas in the Po Plain, except along the Adriatic coastline, where they are generally closely associated with littoral ridges. Here, although only a few metres high (rarely 10-11 m), they give, or once gave, morphological emphasis to the ridges themselves, being integral parts of them (Chapter 10). There are also «living dunes» in the back-shore zones, which may be found even to distances of 100-200 m from the shoreline (including forms covered with bushy vegetation). They are generally irregular in shape, partly defined as hummocky dunes, or are very small forms elongated preferentially according to the direction of the Bora wind, blowing North-East or East.

Eolian morphogenesis is now hindered by coastal changes and the spread of anthropic structures. Beach retreat, clearly manifest in many stretches, has not only narrowed the belt subject to wind deflation, but has caused direct wave erosion of the old dunes and sometimes their total destruction (Bondesan, 1971). Many of these dunes of the coastal belt, which were subjected to extensive reforestation programs in the first part of the 20th century, were later sacrificed to build tourist resorts: evident examples may be found in the Veneto-Friuli and Emilia-Romagna sectors. The need to acquire soil for horticulture, e.g., in the area of Sottomarina (near Chioggia), also contributed to dune flattening.

According to a study on the Emilia-Romagna littoral (Cencini, 1991), between 1955 and 1980 living dunes underwent an areal reduction from 370 to 105 hectares, and those already reforested from 570 to 315 ha. This conside-

315 ha. Meritano molta attenzione questi ingenti processi distruttivi, che hanno in gran parte eliminato i rilievi sabbiosi che costituivano una naturale difesa dell'entroterra.

Le dune si trovano (o si trovavano) tipicamente associate anche ai cordoni litoranei relitti. Tra i più interessanti rilievi a dune, abbastanza conservati nel loro sviluppo altimetrico, si cita quello di Moraro (a Sud di Massenzatica, alla destra del Po di Goro, Provincia di Ferrara); esso «costituiva, fino ad alcuni decenni fa, una delle principali componenti del paesaggio della bassa padana» (Bondesan, 1970). Notevoli i rilievi a dune di Bosco Nordio (alla sinistra dell'Adige, Provincia di Venezia) che raggiungono un'altezza di 6 m. Molti altri rilievi a dune collegati ad antichi cordoni litoranei sono stati spianati, e in parte potevano avere già all'origine un risalto modesto. Di solito i loro resti si rintracciano soltanto mediante la fotointerpretazione, presentando una tipica macchiettatura chiara tra terreni più scuri. Spesso i cordoni sabbiosi erano stati «fossilizzati» perché coperti da nuovi sedimenti (ad esempio lagunari), oppure furono spianati durante i lavori di bonifica e di sistemazione agraria.

*Dune continentali* sono state più volte citate dagli studiosi. Negli scritti degli autori sono state tuttavia espresse opinioni divergenti a proposito dell'origine eolica di vari dossi sabbiosi, cosicché, nella cartografia geologica, essi risultano spesso compresi nelle unità di origine fluviale/fluvioglaciale, oppure non sono stati presi in considerazione. Queste circostanze spiegano anche la prudenza con cui il tema è trattato nella *Carta Geomorfologica*. D'altra parte, si deve riconoscere che la ventosità della Pianura Padana, abbastanza limitata oggi (cfr. Capitolo 2) in confronto con altre regioni europee, poteva esserlo similmente nel passato.

Nella *Carta* sono state indicate dune continentali presso Trofarello (Torino), già descritte da Craveri (1910); altre in Friuli (dune di Belvedere, alle spalle della Laguna di Grado; cfr. Comel, 1951), altre nel Veneto (presso Este); infine un caso (peraltro di dune distrutte da attività di cava) fu segnalato nella piccola piana interna all'anfiteatro morenico di Rivoli Veronese, allo sbocco della Val d'Adige (Habbe, 1969). Trattazioni ampie si trovano in Boni (1947) per i «dossi» sabbioso-ciottolosi relitti nella pianura pavese, attribuiti però alle acque correnti; nonché in Gabert (1962) per la discussione delle forme eoliche in Piemonte e in Lombardia. Più recentemente Marocco (1991b) e Lenardon & Marocco (1994) hanno indicato come le dune di Belvedere (Friuli) non possano essere collegabili ad antichi cordoni litoranei. Rizzetto & alii (1998) hanno analizzato l'esempio di Este (fig. 11.1).

I riferimenti degli studiosi all'aspetto cronologico, sebbene non abbondanti, tenderebbero a riportare l'origine delle dune continentali a condizioni ambientali del Pleistocene superiore caratterizzate, oltre che da aridità e da attività eolica, dalla presenza nelle vicinanze di corsi d'acqua ricchi di sedimenti esposti alla deflazione. Nell'area di Trofarello citata sopra, dove le «sabbie eoliche» si estendono su una decina di km<sup>2</sup> e raggiungono localmente lo spessore di 8 m (Forno, 1979), esse derivano da deflazione nella vicina fascia a meandri del Po, e sono di età posteriore al «loess eolico» tipico, affiorante nei dintorni.

*orable destruction deserves close attention, since it has mainly eliminated those sandy reliefs which once represented natural defences for inland areas.*

*The dunes are (or were) also found typically associated with relict old beach ridges. Among the most interesting dune reliefs, quite well preserved as regards height, is the Moraro dune (South of Massenzatica, on the right bank of the Po di Goro, province of Ferrara). Until a few decades ago, this dune «constituted one of the main landscape elements of the low Po Plain» (Bondesan, 1970). Another notable example is the dune field of Bosco Nordio (left bank of the Adige, province of Venice), which reaches a height of 6 m. Many others, linked to ancient littoral belts, some of which already originally may have been quite modest in height, have been flattened. The remains can generally only be traced by means of photo-interpretation, showing up as typical pale speckles among darker terrain. The sandy belts were often «fossilized» when they were covered with new sediments (e.g., lagoonal) or flattened during reclamation and agricultural operations.*

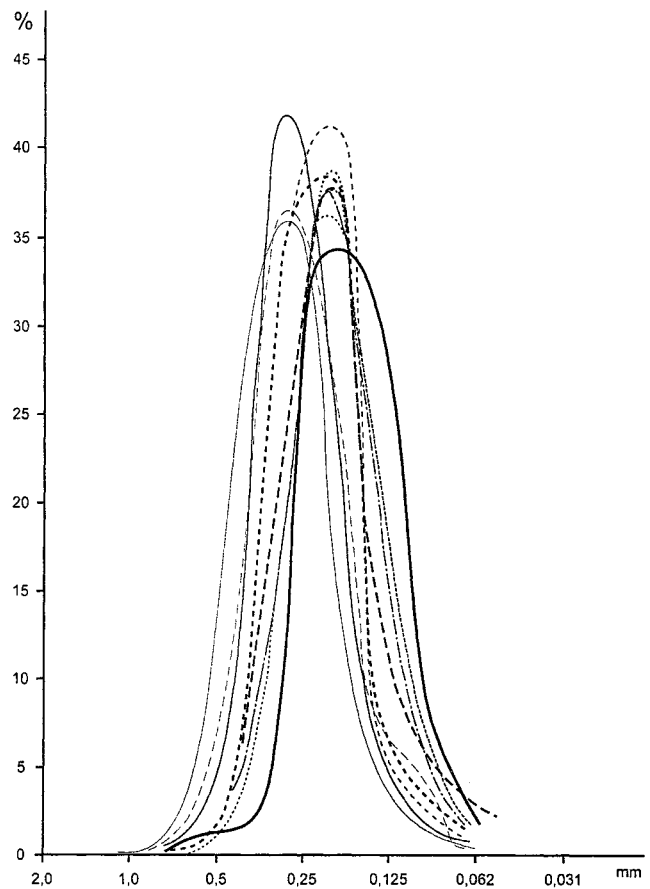
*Continental dunes have been reported several times. However, authors' opinions often diverge as regards the eolian origin of some sandy ridges, so that, in geological mapping, such forms are often included in units of fluvial/fluvioglacial origin, or else not considered at all. These circumstances also explain the caution with which the topic is treated in the Geomorphological Map. It must be recognized that, in comparison with other European regions, the windiness of the Po Plain, today quite limited (cfr. Chapter 2), may have been not very different in the past.*

*The Map shows continental dunes near Trofarello (S-E of Torino), already described by Craveri (1910); others in Friuli (Belvedere dunes, inland from the Lagoon of Grado; cfr. Comel, 1951) and in the Veneto (near Este); and, lastly, one case of dunes destroyed by quarrying, reported in the small plain inside the morainic amphitheatre of Rivoli Veronese, at the mouth of the Adige valley (Habbe, 1969). Boni (1947) amply described the relict sandy-pebbly «dossi» in the Pavia plain, attributed to stream action; and Gabert (1962) discussed eolian forms in Piemonte and Lombardia. More recently, Marocco (1991) and Lenardon & Marocco (1994) have demonstrated that the Belvedere dunes (Friuli) cannot be linked to ancient littoral belts. Rizzetto & alii (1998) have analysed the example of continental dunes near Este (fig. 11.1).*

*References to chronological aspects, although not abundant, tend to refer the origin of continental dunes to the environmental conditions of the Upper Pleistocene, characterized not only by aridity and wind activity, but also by the nearness of beds of sediment-rich watercourses exposed to deflation. Near Trofarello, quoted above, where «eolian sands» cover about 10 km<sup>2</sup> and locally reach a thickness of 8 m (Forno, 1979), they derive from deflation in the nearby meander belt of the Po, and have been deposited later than the typical «eolian loess» outcropping nearby.*

FIG. 11.1 - Depositi di duna: granulometria di 12 campioni di sabbia prelevati a profondità diverse a Boaria Dosso, presso Este (da Rizzetto & alii, 1998, modif.).

FIG. 11.1 - Dune deposits: granulometry of 12 sand samples from various depths at Boaria Dosso, near Este (from Rizzetto & alii, 1998, modified).



## 11.2 Coperture di loess

Interessano aree notevolmente ampie, ma di solito i loro spessori sono modesti. Spessori fino a 6 m sono stati osservati alle falde meridionali della Collina di Torino; in quest'area, grazie ad uno studio approfondito (Forno, 1979; 1990) (fig. 11.2), ne è stata definita con precisione la natura eolica, in confronto con loess colluviali e con altri sedimenti. Una successione di depositi loessici spessa oltre 4 m è stata osservata nell'alta Lombardia (a Nord di Milano, su un terrazzo presso il Seveso) (Orombelli, 1970). Spessori di 2 m sono documentati presso Novi Ligure (Biancotti & Cortemiglia, 1982b); ma, nell'insieme, queste coltri non oltrepassano il metro. Si comprende come non diano luogo a particolari forme del terreno.

Per quanto riguarda la distribuzione del loess, una cartina d'insieme per il territorio di pianura a Nord del Po, dal Pellice all'Adige, era stata abbozzata da Fränzle (1965); in essa risultava evidente la presenza di loess sugli antichi terrazzi pedemontani, fatto che appare evidente anche nella *Carta Geomorfologica* (dove il retino a tratti obliqui, in viola, spesso si associa ai retini relativi alle coltri di alterazione).

Per gli scopi di questa *Carta* il loess ha un significato in quanto è parte integrante dei sedimenti di superficie; inoltre, ciò che più importa, è sottolineare che la sua presenza

## 11.2 Loess covers

Loess covers, although they are generally quite thin, involve very large areas. Thicknesses of up to 6 m have been observed on the southern slope of the Collina di Torino: in this area, thanks to in-depth studies (Forno, 1979, 1990), the eolian nature of the covers has been clearly identified, in comparison with colluvial loess and other sediments (fig. 11.2). A succession of loess deposits more than 4 m thick has been observed in high plain of Lombardia (North of Milano, on a terrace near the Seveso river) (Orombelli, 1970). Thicknesses of 2 m are documented near Novi Ligure (Biancotti & Cortemiglia, 1982b), but loess covers do not generally exceed 1 m and clearly, therefore, do not give rise to particular landforms.

As regards loess distribution, a preliminary map for the plain area North of the Po, from Pellice to the Adige, had been prepared by Fränzle (1965), showing the presence of loess on the ancient terraces of the piedmont areas, a fact also clearly shown in the Geomorphological Map (the violet oblique raster representing eolian sediments is often associated with those regarding weathered mantels).

For the purposes of the Map, loess is significant, since it is an integral part of surface sediments and, even more importantly, its presence establishes the relative «geomorpho-

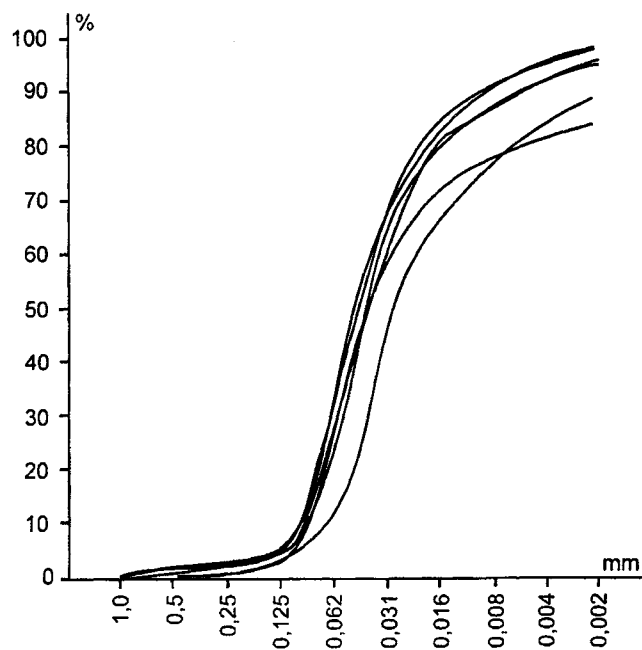


FIG. 11.2 - Depositi di loess: curve cumulative per la granulometria di 6 campioni di «loess eolico», poco alterato, al margine meridionale della Collina di Torino (da Forno, 1979, modif.).

FIG. 11.2 - Loess deposits: cumulative curves for granulometry of 6 samples of only slightly weathered «eolian loess» from southern margin of Collina di Torino (from Forno, 1979, modified).

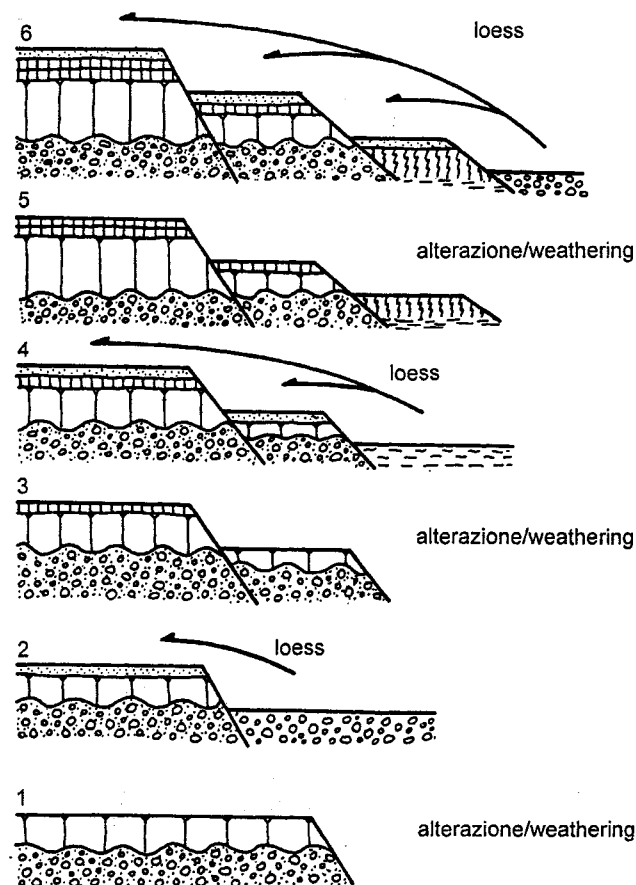


FIG. 11.3 - Origine e sviluppo delle coltri di loess e dei suoli nel corso dell'evoluzione dei terrazzi fluviali presso il F. Trebbia (da Cremaschi, 1990, modif.): 1 - Pleistocene inferiore; 2-5 - Pleistocene medio; 6 - Pleistocene superiore.

FIG. 11.3 - Origin and development of loess covers and soils during evolution of fluvial terraces near river Trebbia (from Cremaschi, 1990, modified): 1 - Lower Pleistocene; 2-5 - Middle Pleistocene; 6 - Upper Pleistocene.

attesta la relativa «stabilità geomorfologica» delle superfici su cui si è conservato. Per questi e per altri aspetti, sia geografici che stratigrafici, si rinvia agli studi e alle rassegne bibliografiche di Cremaschi (1987b, 1990).

È stata riconosciuta frequentemente la sovrapposizione di coltri di loess diverse, sedimentate nei periodi di glaciazione del Pleistocene cui corrispondevano condizioni di clima assai freddo nelle aree che in quei periodi non erano coperte dai ghiacci. È stato messo in evidenza l'alternarsi di fasi di prevalente alterazione pedogenetica con fasi di deposizione di loess, nel quadro dell'evoluzione geomorfologica complessiva di ciascuna area; ad esempio, in tale evoluzione si considera la formazione di terrazzi pleistocenici modellati a vari livelli, come, in forma schematica, è illustrato dalla fig. 11.3, riferita ad un settore della fascia subappenninica: è evidente che le coltri di loess, se conservate almeno parzialmente, attestano, assieme ai suoli antichi, la prolungata stabilità geomorfologica delle superfici dei terrazzi.

logical stability» of the surfaces on which it still remains. For these and other aspects, both geographic and stratigraphic, see the studies and the bibliographic reviews of Cremaschi (1987b, 1990).

The overlapping of several loess covers, deposited during the Pleistocene glaciations, during very cold climatic conditions in areas which were not covered by glaciers, has often been recognized. Phases of prevailing pedogenetic weathering alternating with phases of loess deposition have been highlighted within the framework of the overall geomorphological evolution of each area. For example, within this evolution, Pleistocene terraces of various ages were modelled at various levels, as illustrated in fig. 11.3, referring to a sector of the pede-Apennine belt: clearly, at least partially preserved loess covers indicate prolonged geomorphological stability of the terrace surfaces, together with ancient soils.