

## LEMBI DI DEPOSITI FLUVIALI PROVENIENTI DAI BACINI ALPINI NORDOCCIDENTALI SULLA COLLINA DI TORINO PRESSO VILLA GUALINO (NW ITALY)

Maria Gabriella Forno<sup>1</sup>, Giuseppe Ben<sup>2</sup>, Paola Boano<sup>1</sup>, Piercarlo Bocca<sup>3</sup>,  
Valter Boero<sup>4</sup> & Roberto Compagnoni<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino

<sup>2</sup>Servizi Tecnici di Prevenzione, Regione Piemonte

<sup>3</sup>Libero professionista, C. Regina Margherita 1, Torino

<sup>4</sup>Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università di Torino

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrografiche, Università di Torino.

### RIASSUNTO

Il Quaternario, *Italian Journal of Quaternary Sciences* - Gli studi più recenti riguardanti il versante occidentale della Collina di Torino evidenziano una successione di superfici pianeggianti terrazzate da riferire al modellamento fluviale del rilievo, realizzatosi in una situazione morfologica sensibilmente diversa dall'attuale. L'estrema antropizzazione dell'area collinare e la diffusione della copertura eolica ostacolano lo studio di queste superfici e in particolare rendono difficile valutare se, nei diversi casi, esse conservino o meno gli originali depositi alluvionali: la realizzazione di sondaggi in corrispondenza al lembo di superficie di Villa Gualino, sospeso di circa 130 m rispetto alla pianura, consente invece, in questo caso, di riconoscere nelle stratigrafie la successione fluviale, con spessore di circa 5m, interposta tra il substrato e il loess. In particolare la caratterizzazione geotecnica e lo studio dei campioni raccolti dal punto di vista tessiturale, mineralogico e pedologico, evidenziano come questi sedimenti si differenzino sia dai termini marini sottostanti, sia dalla soprastante copertura eolica.

L'insieme delle osservazioni effettuate, pur limitate ad un singolo lembo di superficie terrazzata e quindi necessariamente da integrare con le osservazioni al contorno, indica per i depositi fluviali in esame una provenienza dall'antistante area alpina, con un particolare contributo dal bacino idrografico del F. Dora Riparia, in un intervallo di tempo precedente rispetto all'impostazione del F. Po. Le osservazioni pedologiche, in assenza di altri dati stratigrafici, indicano una attribuzione cronologica della successione fluviale alla parte superiore del Pleistocene medio, in accordo con il riferimento al tardo Pleistocene superiore già noto per il loess eolico.

### ABSTRACT

Remnants of fluvial deposits from Northwestern Alpine basins in the Turin Hills at Villa Gualino (NW Italy). *Recent investigation on the Western slope of the Turin Hills reveals a series of flat terraced surfaces produced by fluvial modelling occurred when morphological conditions were very different from the present. Intense human occupation of the hillsides and diffusion of aeolian loess hinder the study of these surfaces and make it hard to determine whether they still retain the original alluvial deposits or not.*

*Stratigraphic examination of some boreholes made during restructuring of Villa Gualino on a terraced surface (130 m above the Po Plain level) points out the presence of fluvial deposits in the immediate subsoil between the marine substratum and the aeolian cover.*

*Evidence in favour of this view is provided first of all by penetrometric tests of a cover 10-15 m thick of incoherent sediments, unusual for these hills.*

*The stratigraphic data show the presence of an approximately 5-m thick lenticular sandy to silty fluvial body that is distinct from the substratum and separated from it by an evident erosion surface. The concave shape of the base indicates the presence of a channel. The subhorizontal upper surface, on the other hand, points to the development of a strip of alluvial plain subjected to overspill flooding. Moreover in the alluvial deposits fossils, which are abundant in the marine substratum, and bedding are lacking.*

*Textural and mineralogical data show that the grain size of fluvial deposits is much finer than substratum and less selected than loess, and that their mineral composition qualitatively and quantitatively is different.*

*Pedological data reveal a marked weathering different from that of both the substratum and the overlying loess. These observations point to a surface erosion earlier than the formation of the alluvial body and that significant time gap occurred before the loess deposition.*

*In the absence of other stratigraphic data, the fluvial deposits can be assigned to the upper part of Middle Pleistocene in agreement with the accepted, late Upper-Pleistocene age of the aeolian loess.*

*These observations are confined to a single strip of terraced surface and must be supplemented with further evidence from its surroundings. These preliminary results suggest that the fluvial deposits are derived from the facing mountain Alpine area, especially from the hydrographic basin of the Dora Riparia River, prior the establishment of the Po River.*

Parole chiave: depositi fluviali, Collina di Torino, Pleistocene medio.

Keywords: fluvial deposits, Turin Hills, Middle Pleistocene

## 1. INTRODUZIONE E LAVORI PRECEDENTI

Villa Gualino, ubicata sul versante occidentale della Collina di Torino alla quota di 352 m e compresa nel territorio comunale di Torino (Fig. 1), sorge su un lembo di superficie subpianeggiante sospesa di circa 130 metri rispetto all'incisione del Po.

La redazione del progetto di ristrutturazione degli edifici esistenti e di edificazione di nuovi fabbricati ha

offerto l'opportunità di condurre una campagna geognostica finalizzata alla valutazione della stratigrafia dell'immediato sottosuolo e alla sua caratterizzazione geotecnica. Nel corso della esecuzione di una prima serie di sondaggi e di prove penetrometriche continue, statiche e dinamiche, è emersa una situazione geologica locale del tutto particolare, non inquadrabile nel contesto stratigrafico tipico della Collina di Torino, contraddistinto in genere dal diffuso affioramento o subaffioramento della

successione marina terziaria con una sottile coltre di loess eolico. Tale situazione peculiare è riassumibile nello sviluppo di una copertura relativamente potente con caratteristiche geotecniche scadenti (Figg. 2 e 3): lo spessore anomalo dei sedimenti incoerenti, variabile tra 10 e 15 m, poteva essere congruente con il modello interpretativo messo a punto attraverso i più recenti sviluppi delle ricerche geologiche sull'area collinare (Boano & Forno, 1997).

Scopo del presente lavoro (coordinato da M. G. Forno) è quello di descrivere ed interpretare la successione di depositi che costituiscono in superficie il lembo di Villa Gualino e in particolare di verificare se alcuni termini di questa corrispondano a depositi fluviali analoghi a quelli segnalati localmente in corrispondenza ad altri lembi terrazzati conservati nel versante occidentale della Collina di Torino. Con questa finalità, in seguito alle indagini geotecniche che hanno fornito lo spunto per questa ricerca (P. Bocca), sono stati eseguiti il rilevamento geologico di dettaglio e la descrizione delle carote dei sondaggi (P. Boano e M. G. Forno) ed effettuate una serie di analisi tessiturali (G. Ben), mineralogiche (P. Boano e R. Compagnoni) e pedologiche (V. Boero). Le interpretazioni sono frutto della discussione collegiale degli autori.

La letteratura geologica sulla Collina di Torino riguarda quasi esclusivamente la successione marina terziaria del substrato: per l'area su cui sorge Villa Gualino il Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia Ila ed. (Bortolami *et al.*, 1969) e le relative note illustrative (Bonsignore *et al.*, 1969) riportano, al di sopra dei sedimenti marini del Complesso di Baldissero, una coltre discontinua di loess; la distribuzione di quest'ultimo e dei prodotti colluviali legati alla sua rielaborazione è stato oggetto di studi specifici (Forno, 1979; 1990).

E' noto da tempo che l'impostazione del F. Po a Nord della Collina di Torino è di età molto recente (Carraro, 1976); i precedenti andamenti del collettore del Bacino Piemontese Meridionale (a in Fig. 1) sono conservati sul versante meridionale del rilievo collinare (Carraro *et al.*, 1982): le tracce di questo corso d'acqua corrispondono a relitti di meandri con raggio di curvatura chilometrico che conservano diffusamente gli originari sedimenti alluvionali prevalentemente siltosi e localmente ghiaiosi (Forno, 1979; Compagnoni & Forno, 1992). Solo recentemente (Boano & Forno, 1997) è stata segnalata la presenza di relitti di forme fluviali anche sul versante oppo-

sto, occidentale: queste sono rappresentate da una successione di superfici terrazzate relitte, sulle quali è conservata localmente una esigua copertura di depositi alluvionali. Tali superfici sono distribuite in corrispondenza delle dorsali spartiacque del reticolato idrografico locale e appaiono allungate in direzione N-S, trasversalmente rispetto all'andamento di questo reticolato: i caratteri morfologici di questi lembi terrazzati suggeriscono il legame genetico con un importante corso d'acqua che convogliava il drenaggio del Bacino Piemontese Settentrionale (b in Fig. 1) prima dell'impostazione del F. Po al margine settentrionale della Collina di Torino (Boano & Forno, 1997).

La presenza delle tracce di antichi corsi d'acqua distribuite in una ampia fascia altimetrica sul versante esterno della Collina di Torino indica che quest'area, nell'intervallo di tempo precedente alla diversione del Po, è stata interessata da un sensibile sollevamento recente a cui è connesso l'approfondimento del drenaggio (Boano *et al.*, 2000): il reticolato idrografico attuale ha successivamente disseccato queste forme, che risultano pertanto conservate in lembi di piccole dimensioni.

## 2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO DELL'AREA

Il tratto del versante occidentale del rilievo collinare su cui insiste il complesso degli edifici di Villa Gualino, caratterizzato da un'acclività media sensibile (12%), è interrotto, nella fascia altimetrica compresa tra 345 e 350 m, da un lembo di superficie con acclività

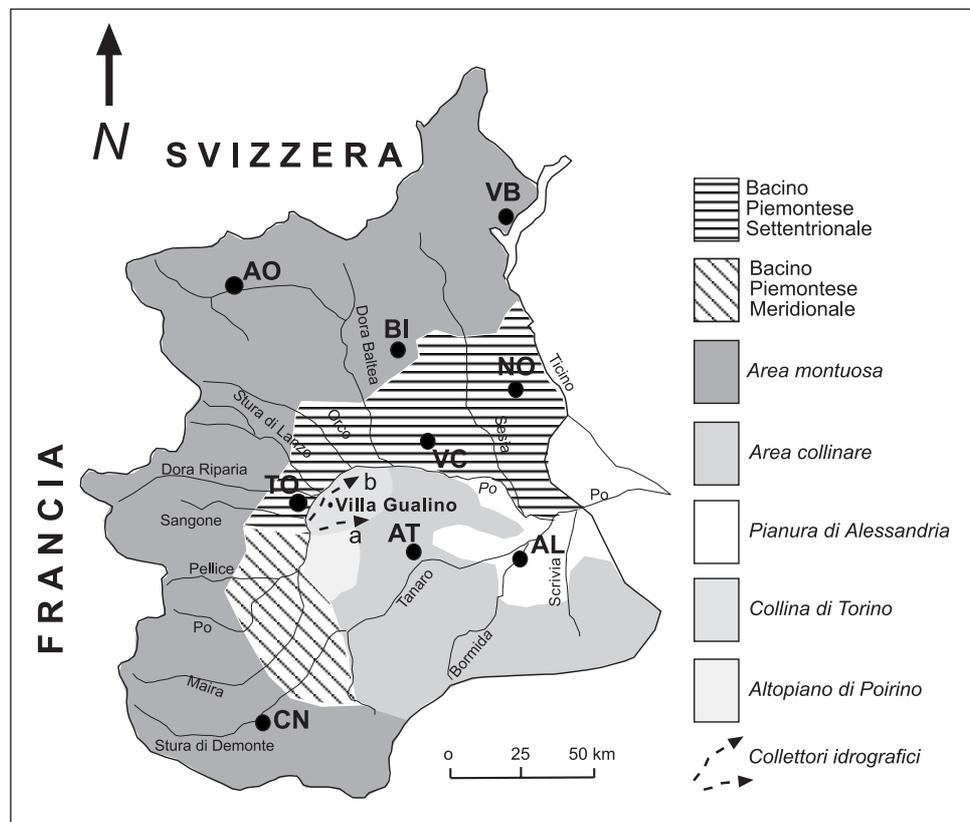


Fig. 1 - Ubicazione dell'area di studio nell'ambito del versante occidentale della Collina di Torino.

Location of the studied area on the Western slope of the Turin Hills.

sensibilmente inferiore (2 %), allungato per circa 300 m in direzione N-S.

Le osservazioni morfologiche consentono di ipotizzare che questo lembo pianeggiante, con estensione complessiva di circa 15.000 m<sup>2</sup>, sia parte di origine naturale e parte sia stato invece realizzato artificialmente, con un ampliamento della superficie originaria. In particolare il settore a quota inferiore, sviluppato tra 345 e 347 m, su cui sorgono gli edifici della Fondazione Gnocchi e del Centro Convegni di Villa Gualino (Settore A in Figg. 2 e 4) risulta correlabile altimetricamente con altri lembi pianeggianti, interpretabili come relitti di un'unica superficie che mostra nel suo insieme una modestissima inclinazione verso Nord, successivamente terrazzata (Boano & Forno, 1997). Il settore a quota superiore, sviluppato tra 347 e 350 m, su cui sorgono la Residenza di Villa Gualino e il piazzale antistante (Settore B in Figg. 2 e 4), in più punti mostra di essere modellato in materiale di riporto e non risulta correlabile con altri lembi di superfici pianeggianti: tali elementi inducono a interpretarlo parte come una forma di accumulo artificiale sull'originaria prosecuzione del Settore A e parte come il prodotto dello spianamento artificiale di un tratto del versante soprastante.

I dati geologici di superficie consentono una differenziazione anche dal punto di vista stratigrafico dell'area interpretabile come il lembo pianeggiante originario (Fig. 4). In particolare nel Settore A si sviluppa una diffusa e potente copertura di loess eolico che impedisce le osservazioni geologiche dell'immediato sottosuolo, rendendo la successione fluviale sottostante individuabile esclusivamente tramite i sondaggi (v. §3.): la coltre eolica mostra una tessitura siltosa, molto omogenea arealmente, porosità elevata e assenza di stratificazione; contiene diffusamente gusci di gasteropodi continentali. È interessata da un suolo di colore giallo-bruno (10YR 4/6), con spessore di alterazione superiore ai 2 m, in accordo con l'età tardo pleistocenica superiore (Forno, 1979); caratteristica di questi sedimenti è inoltre l'evidente fessurazione prismatica.

Nel Settore B, al di sotto di una copertura di loess e di materiali di riporto, affiorano invece localmente prodotti colluviali: corrispondono a mescolanze sabbioso-siltose scarsamente addensate, con colore variabile tra il bruno (7,5YR 4/4) e il grigio (5Y 4/4); la loro natura eterogenea è legata al fatto che rielaborano indifferentemente il substrato e i diversi termini della copertura quaternaria.

Sui versanti circostanti il lembo di Villa Gualino si osserva infine il diffuso subaffioramento del substrato marino terziario (Complesso di Baldissero - Miocene medio), costituito essenzialmente da alternanze sabbiose e ghiaiose di colore grigio-oliva (5Y 4/4): al di sopra si sviluppa una copertura discontinua, con spessore esiguo, essenzialmente di natura eolica. In particolare alcuni affioramenti del substrato mettono in luce sabbie debol-

mente cementate che mostrano un'evidente stratificazione decimetrica ed appaiono inclinate di circa 20° verso 250°: sono interessate da due sistemi di fratture, con immersione rispettivamente di 45° verso 85° e di 55° verso 340°, entrambi sottolineati da riempimenti carbonatici con spessore di circa 0,5 cm; localmente si hanno ridotti affioramenti di ghiaie minute.

### 3. LA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO DI VILLA GUALINO

#### a) Interpretazione stratigrafica dei sondaggi

I sondaggi sono ubicati prevalentemente nel Settore A nel tratto di raccordo tra le aree su cui sorgono gli edifici della Fondazione Gnocchi e della Residenza di Villa Gualino (sondaggi S1, S2, S3 e S4) e subordinatamente nel Settore B su cui si sviluppa il

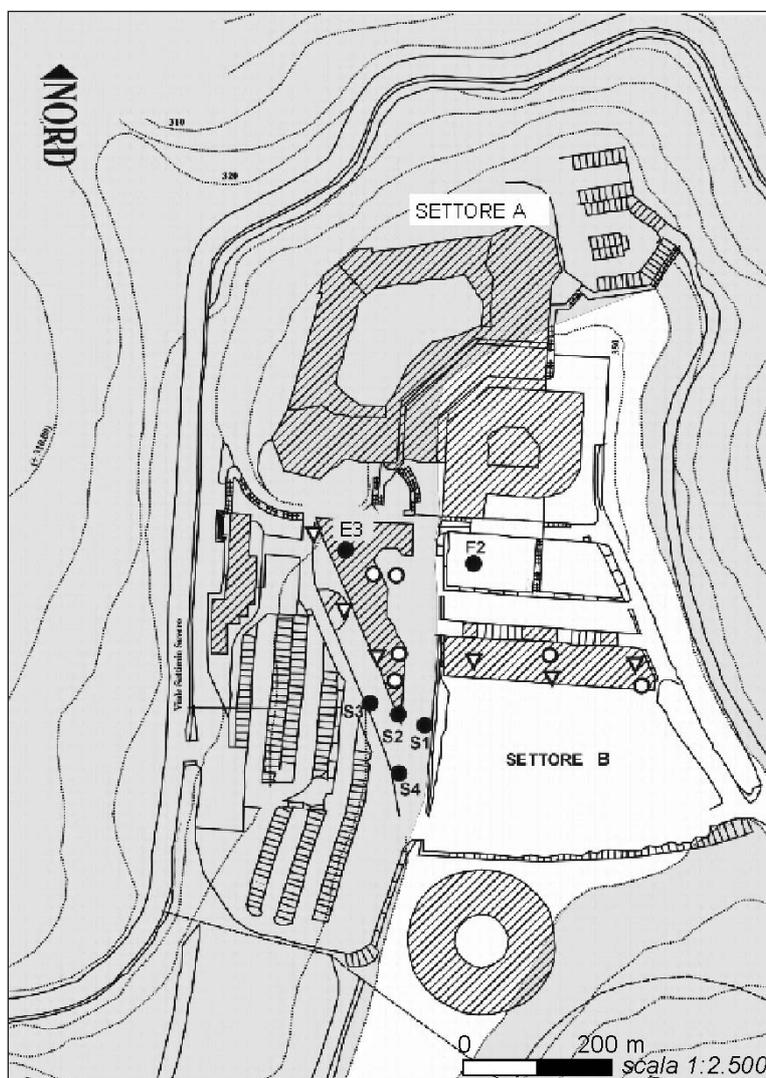


Fig. 2 - Carta topografica di dettaglio della superficie di Villa Gualino con l'ubicazione delle prove penetrometriche statiche (triangoli) e dei sondaggi (cerchietti): i sondaggi S1, S2, S3, S4, E3 e F2, utilizzati per la ricostruzione stratigrafica, sono contraddistinti da cerchi pieni.

*Detailed topographic map of the Villa Gualino area: triangles and circles indicate the sites of penetrometric tests - CPT and boreholes, respectively; the studied boreholes S1, S2, S3, S4, E3 e F2 are marked by full circles.*

piazzale antistante la Residenza di Villa Gualino (sondaggio F2) e nel versante sottostante (sondaggio E3) (Fig. 2). In tutti i sondaggi, nella parte più superficiale, è stata osservata una copertura costituita da terreno di riporto, con spessore variabile tra 2 e 6 m.

Le osservazioni stratigrafiche delle carote dei sondaggi ubicati nel Settore **A** (S1, S2, S3 e S4 in Figg. 2 e 5) suggeriscono che tra il substrato e il loess eolico si sviluppi una sequenza relativamente potente, i cui caratteri suggeriscono, come si vedrà in seguito, l'origine fluviale.

In particolare, nella parte inferiore delle carote, si riconoscono alternanze di sabbie e ghiaie minute, caratterizzate da evidenti stratificazione piano-parallela, da colore verde-grigio e dall'abbondanza di microfossili marini, confrontabili con il substrato affiorante (1 in Figg. 4b e 4c). Al di sopra, separata dal termine sottostante tramite un limite netto, erosionale, si osserva una sequenza costituita da sabbie fini di colore bruno-giallastro (10 YR 5,4/4) e da silt argillosi di colore bruno (7,5 YR 4/4), entrambi privi di evidenti strutture sedimentarie e di resti fossili (rispettivamente **2a** e **2b** in Figg. 4b e 4c). Questi sedimenti, con spessore variabile tra 2 e 5 m, non risultano confrontabili con nessuno dei termini superficiali: pur nell'impossibilità di effettuare osservazioni di superficie per l'assenza di affioramenti, le caratteristiche sedimentologiche individuabili nelle carote sono compatibili con il riempimento di un canale fluviale, interessato successivamente da fenomeni di esondazione.

I principali elementi a favore dell'origine fluviale di questi sedimenti (**2** in Figg. 4b e 4c) sono rappresentati dalla natura erosionale della superficie di appoggio e dalla giacitura discordante rispetto al substrato marino,

come osservabile nelle carote, e dalla geometria complessivamente lenticolare del corpo sedimentario, quale risulta dalla correlazione dei profili. Tale geometria è caratterizzata da una base concava modellata nel substrato, legata verosimilmente allo sviluppo del canale, e da un tetto suborizzontale corrispondente all'espressione morfologica dell'originaria pianura alluvionale, successivamente terrazzata dal corso d'acqua e sepolta dal loess eolico. Un altro elemento significativo è rappresentato dall'osservazione che questo corpo mostra di chiudersi lateralmente sia in corrispondenza al tratto di versante al di sotto del Settore **A**, sia in corrispondenza al Settore **B**.

Il termine più superficiale è rappresentato infine da silt estremamente selezionati dal punto di vista tessiturale, caratterizzati da colore bruno-giallastro (10 YR 4/6) e dalla diffusione delle concrezioni carbonatiche, privi di stratificazione e ricchi di gasteropodi continentali, assimilabili al loess eolico affiorante (**4** in Figg. 4b e 4c).

Le osservazioni delle carote relative ai sondaggi ubicati rispettivamente nel Settore **B** (F2 in Figg. 2 e 5) e lungo il versante sottostante (E3 in Figg. 2 e 5) evidenziano una successione diversa da quella precedente. Nel primo caso, interposti tra i termini **1** e **4** sono presenti mescolanze sabbioso-siltose, eterogenee dal punto di vista tessiturale e come colorazione: le loro caratteristiche sono confrontabili con quelle dei prodotti colluviali affioranti (**3** in Figg. 4b e 4c). Nel secondo caso si osserva invece la sovrapposizione diretta del loess eolico sul substrato marino (**1** e **4** in Fig. 5). È da sottolineare che in corrispondenza a entrambi questi sondaggi non sono presenti i termini fluviali **2a** e **2b**, che quindi risultano presenti esclusivamente nel Settore **A**, interpretabile come il lembo pianeggiante originario (cf. §2.).

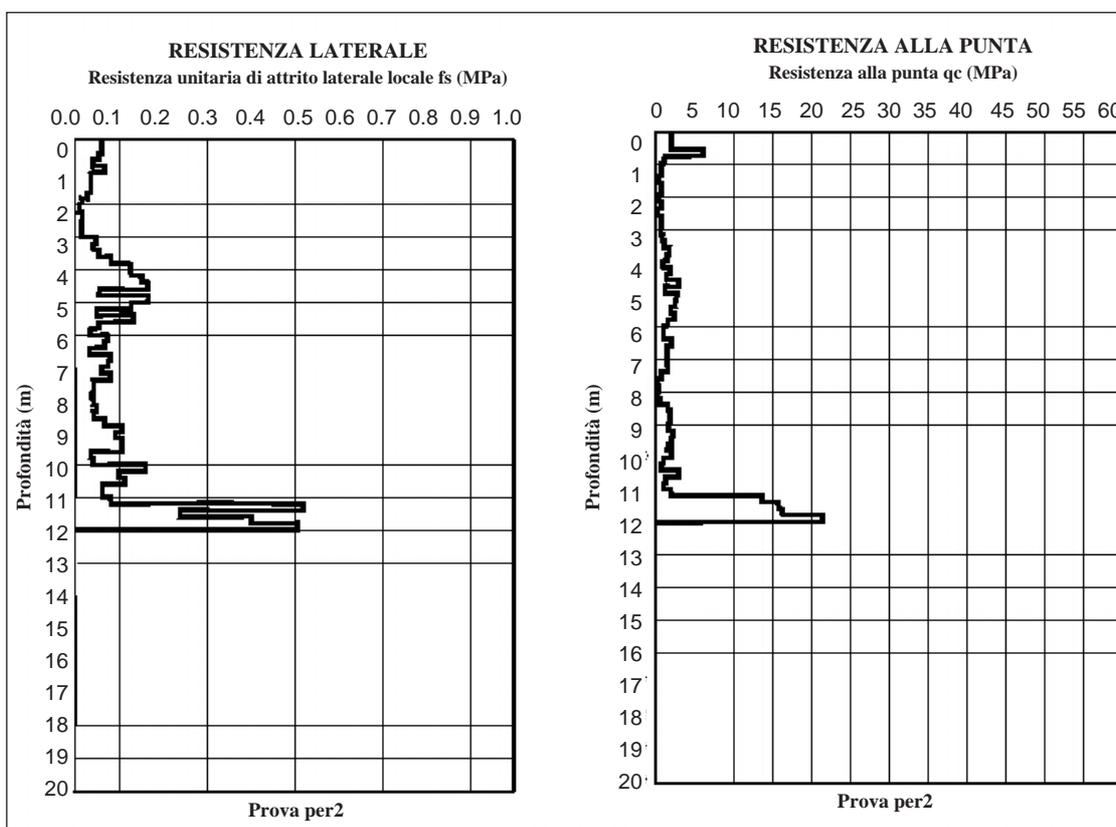


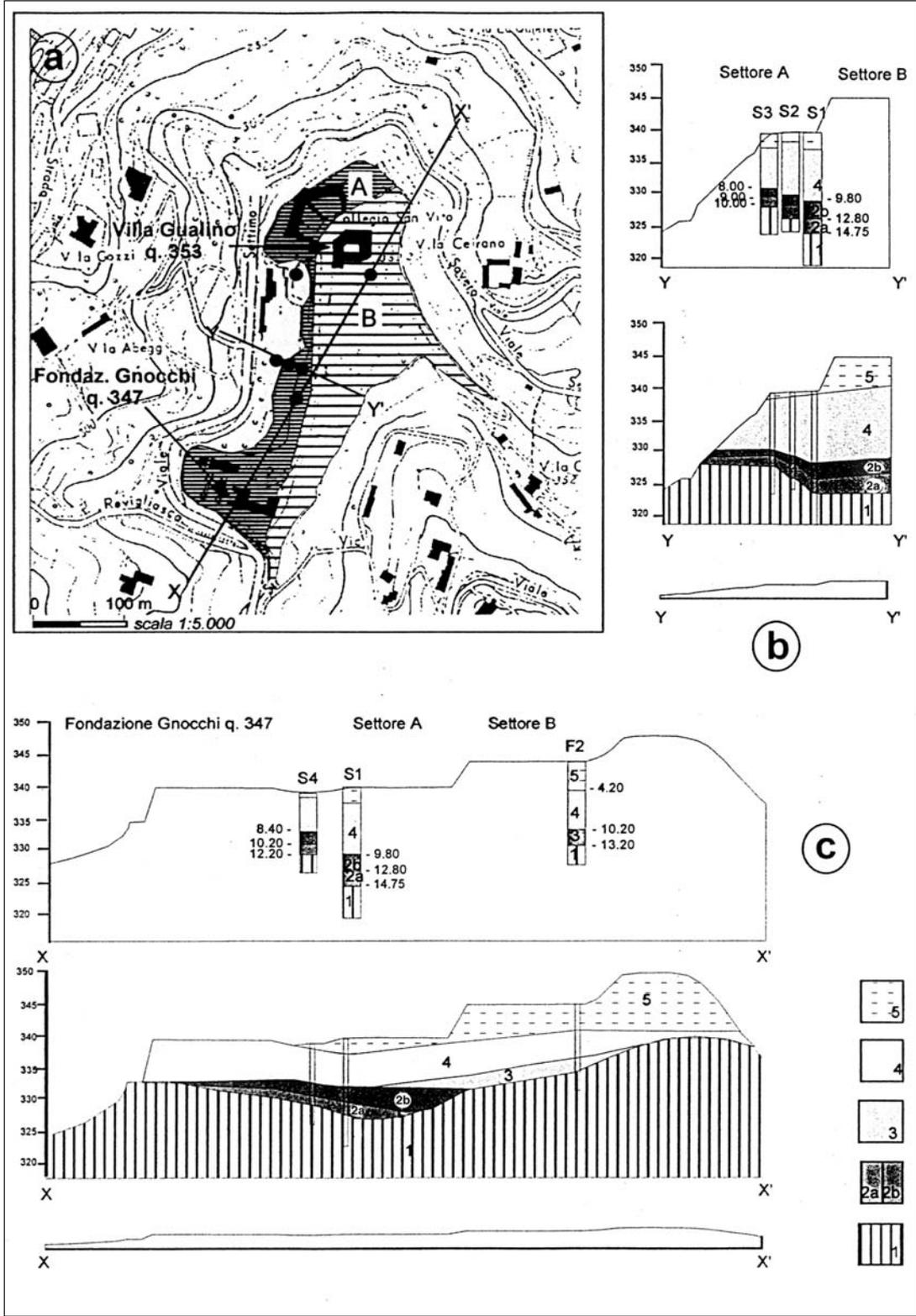
Fig. 3 - Caratteri geotecnici dei sedimenti in corrispondenza al Settore **B**, come risulta dalle prove penetrometriche.

*Geotechnic characteristics of sediments in the Sector **B**, resulting from the penetrometric tests.*

Fig. 4a - Carta topografica della superficie di Villa Gualino, con l'indicazione delle tracce dei profili rappresentati in Figure 4b e 4c. Il Settore A, indicato con il rigato ravvicinato, corrisponde all'areale di distribuzione dei sedimenti fluviali; il Settore B, indicato con il rigato distanziato, corrisponde all'areale di distribuzione dei terreni di riporto.

Fig. 4b e Fig. 4c - Rappresentazione in profilo delle stratigrafie dei sondaggi e profili geologici interpretativi: le profondità indicate si riferiscono al piano campagna.

I simboli utilizzati sono i seguenti: 1) alternanze di sedimenti ghiaiosi e sabbiosi marini, ricchi di microfossili (Complesso di Baldissero - Miocene medio); 2) successione di depositi fluviali sabbiosi (a) e silty (b), caratterizzati da un suolo con spessore di alterazione superiore a 4 m, patine di argilla discontinue e colore bruno (7.5 YR 5/6) (Pleistocene medio); 3) depositi colluviali eterogenei, con grado di pedogenesi variabile (Pleistocene superiore); 4) loess eolico ricco di gasteropodi continentali, caratterizzato da un suolo con spessore di alterazione di circa 2 m e colore bruno-giallastro (10 Y R 4/6) (Pleistocene superiore); 5) terreno di riporto.



Detailed topographic map of the Villa Gualino area with location of Sectors A and B and cross sections.

Cross sections with stratigraphic records of boreholes: depth is referred to the surface.

1) alternating sandy and gravelly marine sediments rich in microfossils (Complesso di Baldissero - Middle Miocene); 2) sandy (a) and silty (b) fluvial sequence capped by a brown soil (7.5 YR 5/6), at least 4m thick, with discontinuous clay patinas (Middle Pleistocene); 3) heterogeneous and variously weathered colluvial deposits (Upper Pleistocene); 4) aeolian loess rich in continental molluscs, capped by a yellowish brown soil (10 Y R 4/6), at least 2 m thick (Upper Pleistocene); 5) dump.

I dati analitici di carattere geotecnico, tessiturale, mineralogico e pedologico di seguito riportati confermano le ipotesi circa la presenza di una successione alluvionale in corrispondenza al Settore A e consentono di stabilire quindi che, almeno localmente, ai lembi terrazzati descritti sono associati depositi fluviali.

### b) Parametri geotecnici

Nell'area di Villa Gualino la stesura del progetto di ristrutturazione degli edifici esistenti e di edificazione di nuovi fabbricati ha comportato l'esecuzione di una serie di indagini geognostiche (Fig. 2), così come previsto dal quadro normativo del DM. LL.PP. 11/3/1988.

I parametri geotecnici indice misurati in occasione della realizzazione delle prove penetrometriche hanno evidenziato la presenza di una copertura di sedimenti sciolti, relativamente potente, con caratteristiche geotecniche scadenti (Fig. 3). In particolare, sulla base delle correlazioni empiriche tra prove geognostiche e parametrizzazione del terreno più note e di uso generalizzato impiegate nel campo della meccanica dei terreni, sono stati misurati per questi sedimenti i valori di resistenza penetrometrica dinamica SCPT  $N=3-4$ , di resistenza penetrometrica statica CPT alla punta  $R_p=35-35$  Mpa e di attrito laterale  $F_s=0,1$  Mpa, di resistenza al taglio non drenata  $C_u$  da Vane Test =  $0,5$  Kg/cm $^2$  e di resistenza unitaria non drenata al Poket  $2CU=1,12$  Kg/cm $^2$ .

Le caratteristiche della copertura hanno portato ad ampliare il quadro conoscitivo mediante un approfondimento di indagine: sono stati quindi eseguiti numerosi sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2, S3, S4, F2 ed E3 e altri privi di sigla in Fig. 2) e raccolti una ventina di campioni rappresentativi delle diverse profondità di indagine (Fig. 5), al fine di caratterizzare i parametri geotecnici. I dati più significativi si riferiscono a prove di taglio diretto con valutazione dell'angolo di resistenza al taglio residua compreso tra  $27,5^\circ$  e  $31,4^\circ$  e a prove di valutazione dei limiti di consistenza con limite liquido LL compreso tra  $28,5\%$  e  $33,8\%$ , limite plastico LP tra  $24,3\%$  e  $23\%$  e indice di plasticità IP tra  $4,2\%$  e  $10,8\%$ .

L'insieme dei dati geognostici e di laboratorio ha permesso di evidenziare lo spessore significativo dei sedimenti incoerenti, variabile tra  $10$  e  $15$  m e quindi anomalo per l'area collinare, in base al quale è stato predisposto il progetto esecutivo dei nuovi edifici.

### c) Caratteri tessiturali

Sono stati presi in esame dal punto di vista tessiturale due gruppi rispettivamente di  $3$  e  $4$  campioni provenienti dai sondaggi F2 ed E3 ad una profondità compresa tra  $15$  e  $12$  m, riferibili al substrato, tre gruppi di  $3$  campioni provenienti rispetti-

vamente dai sondaggi S1, S2 e S3 e un gruppo di  $4$  campioni provenienti dal sondaggio S4 ad una profondità compresa tra  $12$  e  $8$  m, riferibili ai sedimenti fluviali (considerati in modo indifferenziato a causa della scarsità del materiale a disposizione), e infine due gruppi rispettivamente di  $7$  e  $9$  campioni provenienti dai sondaggi F2 ed E3 ad una profondità compresa tra  $8$  e  $4$  m, riferibili al loess eolico (Fig. 5).

Le analisi granulometriche per la determinazione delle percentuali in peso di ciascuna classe di particelle costituenti i sedimenti in esame sono state effettuate con la procedura per via umida e per la frazione fine, avente diametro inferiore a  $0,074$  mm, con l'analisi per sedimentazione mediante densimetro A.S.T.M. 152H, secondo le norme A.S.T.M. e le raccomandazioni A.G.I. sulle prove geotecniche di laboratorio del 1994.

L'osservazione dei sedimenti individuati alla base dei sondaggi F2 ed E3 e le relative analisi granulometriche mettono in evidenza la presenza di nette alternanze di ghiaie sabbiose, debolmente limose, e di sabbie limose con ghiaia, riferibili al substrato marino: la curva granulometrica di sintesi conferma la tessitura grossolana di questi sedimenti (1 in Fig. 6).

L'esame dei termini incontrati nella parte intermedia dei sondaggi S1, S2, S3 e S4, sviluppati al di sopra del substrato marino, e le relative analisi granulometriche evidenziano la presenza di una successione fluviale costituita alla base da limi molto sabbiosi e nella parte alta da limi molto argillosi. La curva granulometrica di sintesi conferma l'esistenza di sedimenti caratterizzati da tessitura nettamente più fine, rispetto al substrato, e da una modesta selezione, come suggerito dallo sviluppo di "code" sia ghiaiose che argillose, in accordo con la genesi fluviale ipotizzata per questi sedimenti (2 in Fig. 6).

Infine l'osservazione dei sedimenti più superficiali incontrati nelle stesse stratigrafie e le relative analisi granulometriche evidenziano lo sviluppo di una copertura costituita da sedimenti siltosi estremamente selezionati, assimilabili al loess eolico: la curva granulometrica di sin-

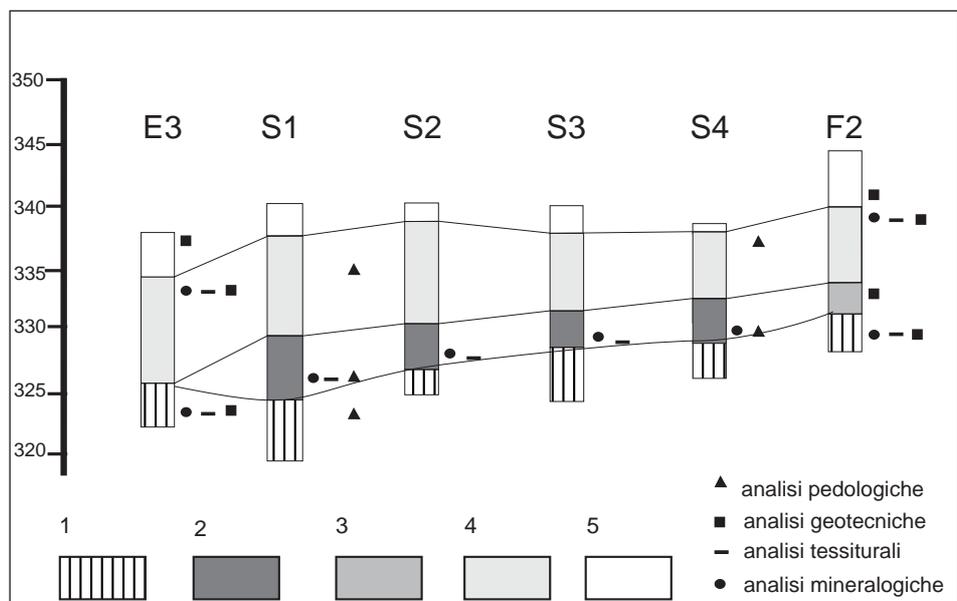


Fig. 5 - Localizzazione dei campioni presi in esame: 1) substrato marino; 2) depositi fluviali; 3) depositi colluviali; 4) loess eolico; 5) terreno di riporto.

Location of studied samples: 1) marine sediments; 2) fluvial sediments; 3) colluvial sediments; 4) aeolian loess; 5) dump.

tesi, realizzata previa eliminazione dei granuli cementati e caratterizzata da un andamento subverticale e dall'esclusiva presenza di limo e sabbia, conferma la presenza di sedimenti con elevata selezione, in accordo con lo sviluppo di una copertura di loess (3 in Fig. 6).

#### d) Composizione mineralogica

Le analisi sono state effettuate mediante l'osservazione al microscopio binoculare del trattenuto al setaccio 200 *mesh*, con apertura delle maglie di 0,074 mm: i granuli, corrispondenti alla classe granulometrica della sabbia molto fine secondo la classificazione di Wentworth, dopo essere stati trattati in mortaio con acetone per eliminare eventuali patine di incrostanti, sono stati posti su vetrini, fissati seppure blandamente con eugenolo, quindi coperti con vetrino copri oggetto. Sono stati osservati complessivamente 26 campioni; i caratteri tessiturati e pedologici suggerivano di riferirne 6 al substrato marino, 16 ai depositi fluviali e 4 al sovrastante loess eolico.

In particolare (Fig. 5), i campioni relativi al substrato e al loess provengono dai sondaggi F2 ed E3, ubicati rispettivamente in corrispondenza al Settore B (sondaggio F2) e al versante sottostante (sondaggio E3); i depositi fluviali sono stati, invece, osservati nei campioni provenienti dai sondaggi S1, S2, S3 e S4 ubicati in corrispondenza al Settore A.

I dati raccolti, schematizzati in Tabella 1, possono così essere riassunti.

Il substrato marino (1 in Fig. 4) è costituito, in percentuali circa confrontabili, da quarzo, mica bianca, serpentino, glaucofane, anfibolo verde scuro (hastingsite?), tremolite, epidoti e granato, con ridotte quantità di minerali accessori.

I depositi fluviali (2a e 2b in Fig. 4) sono formati in netta prevalenza da quarzo, mica bianca e clorite e da minori quantità di biotite, glaucofane, tremolite, anfibolo verde scuro (hastingsite?) e minerali opachi, con trascurabili

quantità di minerali accessori. In particolare i diversi campioni di depositi fluviali, riferibili sia alla facies sabbiosa (termine 2a) sia a quella siltosa (termine 2b), mostrano caratteristiche mineralogiche del tutto confrontabili tra loro: l'unica differenza significativa è rappresentata dalla diffusa presenza di incrostazioni di ossidi idrati sui granuli dei campioni riferibili al termine 2b.

Il loess eolico (3 in Fig. 4) risulta costituito essenzialmente da quarzo, mica bianca e carbonati, con quantità nettamente subordinate di clorite, glaucofane, tremolite, biotite, epidoti e minerali opachi.

I tre termini costituenti la successione stratigrafica risultano, quindi, ben differenziabili tra loro anche dal punto di vista mineralogico.

#### e) Caratteri pedogenetici

Al fine di valutare il grado di alterazione dei depositi fluviali presi in esame è stato condotto uno studio impiegando i metodi di analisi chimica del suolo (Ministero delle Politiche agricole e forestali, 2000): i parametri presi in considerazione sono la tessitura, il contenuto carbonatico e la quantità e natura degli ossidi di Fe, che rappresentano i principali indici di maturità del suolo (Arduino *et al.*, 1984; Jackson, 1965).

I campioni erano costituiti prevalentemente da particelle <2mm e sono stati previamente essiccati a 40 °C prima di essere analizzati. In particolare la valutazione della tessitura è stata effettuata mediante sedimentazione di sospensioni acquose disperse con Na esametafosfato (metodo della pipetta); il tenore in carbonato totale è stato determinato dosando volumetricamente la CO<sub>2</sub>. Il contenuto totale di Fe, Al, Ni (Fe<sub>t</sub>, Al<sub>t</sub>, Ni<sub>t</sub>) è stato dosato mediante spettrofotometria in assorbimento atomico (SAA) negli estratti ottenuti previo attacco con miscela regia dei campioni macinati con mortaio (<0.5mm); la caratterizzazione degli ossidi di Fe è stata condotta mediante alcune estrazioni chimiche selettive. In particolare l'estrazione degli ossidi di Fe solubili in ossalato è stata eseguita secondo

Schwertmann (1964) e il contenuto di Fe in soluzione (Fe<sub>o</sub>) è stato misurato via SAA. Fe<sub>o</sub>, per la selettività dell'estrattore, può essere considerato derivato principalmente da ossidi e ossidrossidi di Fe amorfi o a basso ordine cristallino. La quantità totale di ossidi di ferro di origine pedogenetica è stata stimata mediante la dissoluzione con ditionito citrato bicarbonato (Boero & Schwertmann, 1987); il Fe e l'Al in soluzione (Fe<sub>d</sub> e Al<sub>d</sub>) sono stati dosati via SAA. L'Al<sub>d</sub> si assume derivi dalla sostituzione isomorfa del Fe nel reticolo

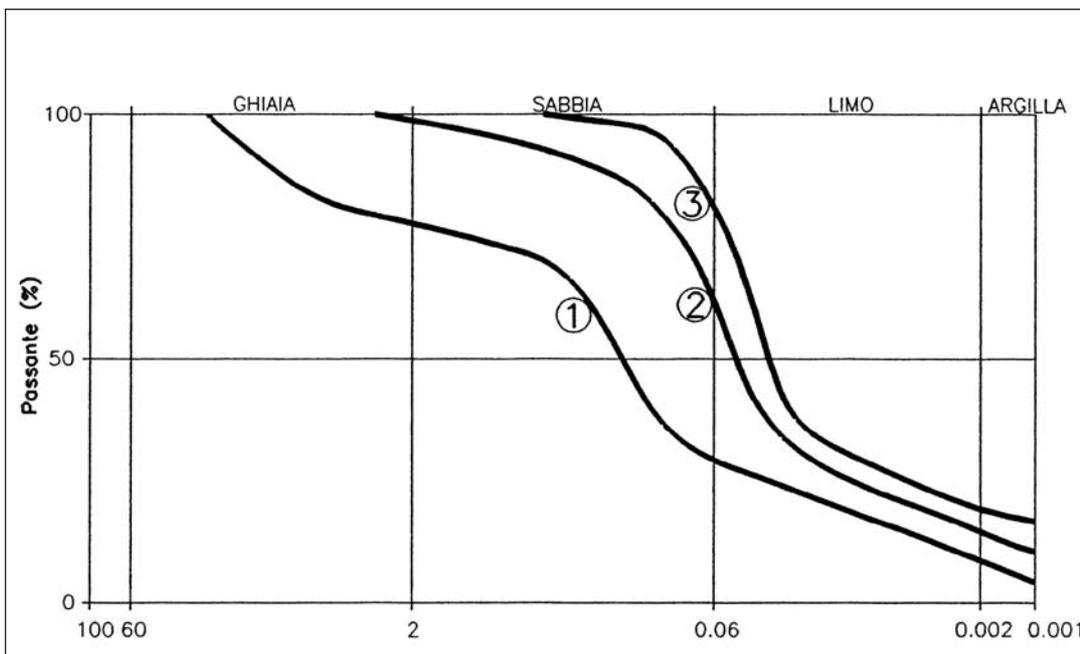


Fig. 6 - Curve granulometriche cumulative relative ai sedimenti marini del substrato (1), ai depositi fluviali (2) e al loess eolico (3).

Cumulative texture curves of marine sediments (1), fluvial sediments (2) and aeolian loess (3).

cristallino degli ossidi di Fe. Sono state condotte anche estrazioni di controllo con solo citrato bicarbonato ( $Fe_{cb}$  e  $Al_{cb}$ ) per tener conto del rilascio eventuale della matrice. Nei rapporti di  $Fe_d$  con  $Fe_t$  e nei calcoli con  $Al_d$  è stata detratta la quantità corrispondente a  $Fe_{cb}$  e  $Al_{cb}$  rispettivamente.

Poiché  $Fe_d$  deriva dagli ossidi di Fe pedogenetici *in toto*, la differenza  $Fe_d-Fe_o$  è verosimilmente ascrivibile alla goethite avendo i sedimenti una colorazione giallastra (variabile tra 10YR 4,5/4 e 7,5YR 4/4); il rapporto ( $Fe_d/Fe_t$ ) è considerato un indice strettamente correlato con l'intensità dei processi pedogenetici con valori prossimi all'unità per suoli molto alterati e prossimi allo zero in assenza di ossidi di ferro pedogenetici (Cornell & Schwertmann, 1996). La quantità di goethite è stata quindi calcolata assumendo questo minerale come unica fase cristallina ed attribuendole la differenza  $Fe_d-Fe_o$ .

Complessivamente sono stati studiati undici campioni provenienti dai sondaggi S1 e S4 (Fig. 5): i risultati ottenuti sono compendiate in Tab. 2.

Prendendo in esame il sondaggio S4 si osserva che il loess eolico (campione 1) è caratterizzato da un contenuto in carbonati totali del 9% che contrasta con quello dei depositi fluviali sottostanti (campioni 2, 3 e 4), con un contenuto di carbonati del 1-2%. Solo alla base della successione fluviale (campione 5) si ha un contenuto di carbonati del 7%: tale elevata quantità potrebbe essere attribuita alla precipitazione del carbonato di Ca di origine secondaria alimentata dalla dissoluzione di quello contenuto nel loess sovrastante. Un'altra ipotesi è che i depositi fluviali sabbiosi basali contengano carbonato in quanto al momento della sepoltura ad opera dei depositi fluviali sovrastanti, i processi pedogenetici erano appena iniziati, come testimonierebbe anche il modesto grado di alterazione stimato dal rapporto  $Fe_d/Fe_t$  di 0.36.

Tab. 1 - Composizione mineralogica media dei campioni presi in esame. I simboli utilizzati sono i seguenti: xxxx = minerali prevalenti; xxx = molto abbondanti; xx = abbondanti; x = poco abbondanti; - = scarsi; -- = molto scarsi; / = assenti.

*Mineralogical composition of the studied samples. Symbols for lithotype abundance are: xxxx = prevailing; xxx = very abundant; xx = abundant; x = poorly abundant; - = scanty; -- = very scanty; / = absent.*

Minerali	Substrato marino	Depositi fluviali	Loess eolico
quarzo	xxx	xxxx	xxxx
K-feldspato	x	-	/
albite	x	-	/
plagioclasio	x	/	/
mica bianca	xxx	xxxx	xxxx
sericite in aggregati	x	x	--
clorite	x	xxxx	x
biotite	x	xx	x
serpentino	xxx	x	-
epidoto	xx	xx	-
glaucofane	xxx	xx	x
anf. verde scuro (hastingsite)	xx	xx	/
tremolite	xx	xx	x
cloritoide	x	--	/
pirosseno onfacitico	x	x	/
carbonato in aggregati	x	x	xxxx
rutilo sagenitico (inclusioni)	x	x	/
granato	xx	--	/
tormalina	x	-	--
minerali opachi (alterati)	x	xx	x

Tab. 2 - Principali caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti. (G= grossa, F= fine,  $CaCO_3$  tot= carbonati totali, Gt= goethite, Al sost= sostituzioni isomorfe nella goethite, altre abbreviazioni cfr. testo).  
Main physical and chemical characteristics of the sediments. (G= coarse, F= fine,  $CaCO_3$  tot= total carbonates, Gt= goethite, Al sost = isomorphous substitution of Al for Fe in the goethite, other abbreviations see text).

Sondaggio	Campioni	Natura del deposito	Profondità (m)	Sabbia G (%)	Sabbia F (%)	Limo G (%)	Limo F (%)	Argilla (%)	$CaCO_3$ tot (%)	$Fe_d$ (%)	$Fe_t$ (%)	Fe o (%)	Fed/Fet (%)	Gt (%)	Al sost (mol%)
S4	1	loess	8,30-8,35	0,6	30,9	28,5	21,3	18,7	9	1,75	3,775	0,18	0,457	2,495	10,56
	2	dep. fluv. siltosi	8,70-8,80	0,8	31,2	22,8	24,1	21,2	2	2,07	3,95	0,24	0,516	2,897	12,88
	3	dep. fluv. siltosi	9,50-9,60	2,2	36,2	14,8	18,3	28,5	1	3,19	5,025	0,22	0,630	4,731	21,66
	4	dep. fluv. sabbiosi	10,50-10,60	0,1	47,3	24,5	16,3	11,9	2	2,19	4,225	0,21	0,514	3,145	16,66
	5	dep. fluv. sabbiosi	11,70-11,80	10,1	37,4	15,1	19,1	18,3	7	1,64	4,475	0,10	0,362	2,449	9,76
	6	substrato	14,70-14,80	51,5	16,2	5,8	14,0	12,5	0,4	0,65	4,525	0,14	0,138	0,808	4,12
S1	7	loess	9,80-10,00	0,6	71,3	2,3	9,3	16,5	11	1,58	3,625	0,16	0,431	2,251	10,08
	8	dep. fluv. siltosi	10,60-10,70	2,6	54,0	6,1	12,8	24,4	1	2,31	3,75	0,26	0,611	3,265	16,24
	9	dep. fluv. siltosi	11,60-11,70	1,6	58,6	8,0	10,4	21,4	0	2,84	4,95	0,25	0,570	4,119	20,96
	10	dep. fluv. sabbiosi	13,60-13,70	8,0	41,4	27,4	14,2	9,0	19	1,35	2,9	0,14	0,460	1,928	9,57
	11	dep. fluv. sabbiosi	14,20-14,30	5,3	50,0	22,3	14,8	7,7	21	1,19	2,95	0,19	0,396	1,743	8,72
	12	substrato	16,60-16,70	55,7	23,4	4,5	9,8	6,7	8	0,28	4,7	0,11	0,055	0,269	3,33

Il loess eolico (campione 1) si caratterizza anche per un contenuto di  $Fe_t$  inferiore rispetto ai depositi fluviali (campioni 2, 3, 4 e 5) (3.8 versus 4.4%): questi ultimi appaiono decisamente più alterati (mediamente  $Fe_d/Fe_t$  0.58) rispetto al loess ( $Fe_d/Fe_t$  0.46) e la goethite risulta essere l'unico ossido di ferro cristallino presente. Si osserva inoltre come complessivamente i depositi fluviali siltosi (campioni 2 e 3) risultino più alterati (media  $Fe_d/Fe_t$  0.58) di quelli sabbiosi sottostanti (campioni 4 e 5) (media  $Fe_d/Fe_t$  0.42): nei primi infatti anche la goethite è caratterizzata da un elevato grado di Al sostituzione (16 mol % *versus* 13).

I depositi fluviali si differenziano anche rispetto al substrato marino (campione 6) per un maggior contenuto di carbonato (media 3% *versus* 0.4) e per un grado di alterazione nettamente maggiore (media  $Fe_d/Fe_t$  0.50 *versus* 0.14).

Nel sondaggio S1 si evidenzia come la copertura loessica (campione 7) sia caratterizzata dall'11% di carbonato e contrasti con i depositi fluviali siltosi sottostanti (campioni 8 e 9) pressoché decarbonatati. I depositi fluviali inferiori (campioni 10 e 11) contengono invece mediamente il 20% di carbonati, in analogia ai sedimenti marini basali, anch'essi carbonatici (8%): la maggiore vicinanza di questi depositi al substrato marino complica le ipotesi genetiche del carbonato rispetto al sondaggio S4, pur non perdendo la netta differenziazione in termini di alterazione.

I depositi fluviali siltosi (campioni 8 e 9), caratterizzati da un rapporto  $Fe_d/Fe_t$  pari a 0.59, risultano caratterizzati da un grado di alterazione maggiore sia rispetto ai depositi fluviali sabbiosi sottostanti (campioni 10 e 11), sia rispetto alla copertura loessica (campione 7), entrambi caratterizzati da un rapporto  $Fe_d/Fe_t$  pari a 0.43. Il maggior grado di alterazione di questi sedimenti si traduce in una maggior quantità di goethite (3.70 %) avente in media 18 moli % di Al sostituzione, rispetto ai depositi fluviali sabbiosi sottostanti aventi un minore tenore di goethite (2%) con 10 moli % di Al sostituzioni. Sulla base dello stesso indice di alterazione il substrato marino (campione 12) sottostante la successione fluviale risulta sostanzialmente inalterato.

L'insieme delle osservazioni riportate consente di ipotizzare come nei sondaggi presi in esame si sviluppi una successione stratigrafica caratterizzata, anche dal punto di vista pedologico, da tre diversi termini sovrapposti. Tale successione risulta costituita alla base da sedimenti privi di evidenti segni di alterazione, corrispondenti al substrato marino, nella parte intermedia da sedimenti caratterizzati da una notevole concentrazione di ossidi di Fe di origine pedogenetica, corrispondenti ai sedimenti fluviali, e nella parte superiore da sedimenti sensibilmente carbonatici, corrispondenti al loess eolico. Come indicato nella letteratura (Jackson, 1965) la presenza di ossidi di Fe pedogenetici è infatti tipica dei suoli che hanno subito intensi processi di alterazione; la presenza dei carbonati è invece indice di uno stadio iniziale nei processi di pedogenetici.

La netta disomogeneità del grado di alterazione tra i depositi fluviali e il substrato marino suggerisce che quest'ultimo sia stato decapitato della parte pedogenizzata ed è coerente con la presenza di una superficie di erosione alla base dei depositi fluviali.

L'alterazione dei depositi fluviali, pur inibiti nel loro sviluppo dal contatto con il loess eolico, documenta la

presenza di intensi processi pedogenetici soprattutto nella sua porzione più superficiale.

Per quanto riguarda il significato cronologico dei suoli descritti i processi di alterazione cui sono stati sottoposti i depositi fluviali di entrambi i sondaggi sarebbero collocati nella parte superiore del Pleistocene medio secondo la relazione di Arduino *et al.* (1984) che, prendendo in considerazione la successione pedostratigrafica di alcuni terrazzi dell'alta pianura piemontese opportunamente calibrata con elementi stratigrafici di altra natura, lega il grado di alterazione del suolo attraverso lo studio degli ossidi di Fe con l'età del deposito fluviale sottostante. E' da sottolineare che le considerazioni prima riportate si riferiscono a successioni fluviali affioranti, tuttora interessate da fenomeni di alterazione: trattandosi invece, nel caso in esame, di sedimenti sepolti i dati misurati si riferiscono all'intervallo di tempo anteriore alla copertura da parte del sovrastante loess eolico.

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La campagna geognostica, effettuata nell'ambito del progetto di ristrutturazione e nuova edificazione dell'area di Villa Gualino (Figg. 1 e 2), ha offerto l'opportunità di studiarne in dettaglio l'immediato sottosuolo.

L'insieme dei dati, suggeriti in un primo momento dai risultati delle prove penetrometriche (Fig. 3) e successivamente controllati in modo più circostanziato tramite l'esame delle stratigrafie dei sondaggi, individua la presenza di uno spessore rilevante di depositi incoerenti: tale spessore, compreso a seconda dei punti tra 10 e 15 m, risulta anomalo per l'area collinare dove in genere si sviluppa un'esigua copertura di natura colluviale e/o eolica direttamente sulle formazioni marine del substrato.

I risultati dell'indagine effettuata suggeriscono invece che in corrispondenza al Settore **A** dell'area in esame, tra il substrato (**1** in Figg. 4b e 4c) e questa copertura (**3** e **4**), si abbia l'interposizione di sedimenti fluviali (**2**). A suggerire questa interpretazione valgono essenzialmente la natura erosionale della superficie di appoggio, osservata nelle diverse stratigrafie prese in esame e sottolineata dai dati pedologici, la giacitura discordante rispetto al substrato marino e la geometria complessivamente lenticolare del corpo sedimentario, evidenziata tramite la correlazione dei profili (Fig. 5): la base concava, corrispondente a una depressione modellata nel substrato, sembrerebbe testimoniare la presenza di un canale fluviale, mentre la superficie sommitale suborizzontale corrisponderebbe ad un lembo di pianura alluvionale, successivamente terrazzata dal corso d'acqua e sepolta dai sedimenti eolici; anche le osservazioni sedimentologiche, e in particolare il confronto tra la netta stratificazione piano-parallela del substrato e la mancanza di una evidente stratificazione dei termini alluvionali, sono in accordo con lo sviluppo di un canale fluviale interessato da fenomeni di esondazione.

Il modellamento fluviale del Settore **A** è anche suggerito dalla distribuzione della successione alluvionale, limitata appunto a un lembo subpianeggiante, e dall'analogia di facies rispetto ad altri depositi riferibili alla successione fluviale terrazzata individuata sul versante occidentale della Collina di Torino. Inoltre il lembo di Villa Gualino si raccorda altimetricamente con altri lembi conservati sulle diverse dorsali dello stesso ver-

sante che rappresentano i relitti di una originaria superficie terrazzata, caratterizzata da una debole inclinazione verso Nord (Boano & Forno, 1997).

La differenziazione della successione fluviale è legata ai diversi caratteri rispetto alle formazioni marine e ai sedimenti eolici e colluviali, evidenziati tramite lo studio dei campioni raccolti (Fig. 5).

In particolare, per quanto riguarda l'aspetto tessiturale, i sedimenti alluvionali presentano natura essenzialmente sabbiosa nella parte inferiore e siltoso-argillosa in quella superiore e sono caratterizzati da scarsa selezione (**2** in Fig. 6): differiscono, quindi, sia dalle sottostanti formazioni marine, costituite prevalentemente da alternanze sabbiose e ghiaiose (**1** in Fig. 6), sia dalla sovrastante copertura eolica, con tessitura siltosa omogenea (**3** in Fig. 6).

Dal punto di vista mineralogico i sedimenti fluviali sono formati essenzialmente da quarzo, mica bianca e clorite, con minori quantità di biotite, epidoto, glaucofane, hastingsite, tremolite e minerali opachi: i diversi campioni mostrano tra loro una costituzione omogenea ed invece differiscono dai sedimenti marini, che sebbene caratterizzati dagli stessi costituenti principali (quarzo e mica bianca) mostrano anche notevoli quantità di serpentino, glaucofane, hastingsite, tremolite e granato (Tab. 1). Marcate sono anche le differenze di tali sedimenti rispetto alla copertura eolica, che risulta caratterizzata da una minore varietà mineralogica e da un elevato contenuto carbonatico. Ulteriori differenze tra i diversi termini riguardano la diffusione nel substrato marino e nel loess eolico di gusci carbonatici, corrispondenti rispettivamente a microfossili marini e a frammenti di molluschi continentali, assenti invece nei sedimenti alluvionali.

I dati pedologici indicano inoltre la maggiore alterazione dei sedimenti fluviali sia rispetto ai termini marini, privi di evidenti segni di alterazione, sia nei confronti del loess eolico, caratterizzato essenzialmente da fenomeni di lisciviazione dei carbonati (Tab. 2): confermano quindi la deposizione della successione fluviale al di sopra di una superficie erosionale, responsabile della troncatura dei suoli sviluppati sul substrato. Gli stessi dati, in assenza di informazioni stratigrafiche dirette, suggeriscono l'attribuzione dei suoli sviluppati su quest'ultima alla parte superiore del Pleistocene medio, in analogia ad altri suoli rinvenuti nel settore piemontese (Arduino *et al.*, 1984); confermerebbero inoltre l'attribuzione del loess eolico al tardo Pleistocene superiore già ipotizzata in precedenza (Forno, 1979).

I risultati dell'indagine suggeriscono invece che il Settore **B**, caratterizzato solo dalla presenza di sedimenti colluviali, corrisponda ad una superficie almeno in parte antropica: in particolare tale settore sarebbe stato interessato da lavori sia di accumulo, in corrispondenza alla superficie su cui sorge la Residenza di Villa Gualino, sia di spianamento, in corrispondenza all'esteso piazzale antistante.

La composizione mineralogica dei sedimenti fluviali fornisce alcune utili indicazioni sul bacino di provenienza del corso d'acqua. In particolare, la mineralogia sembrerebbe escludere l'apporto dei collettori del Bacino Piemontese Meridionale, in quanto sono assenti o molto scarsi i granuli di plagioclasio provenienti dal Massiccio migmatitico dell'Argentera e i granuli di lave acide riferibili alle coperture vulcaniche e vulcanoclasti-

che permiane. Questa ipotesi è confortata dalle conoscenze riguardanti sia l'andamento, nello stesso intervallo di tempo, del reticolato idrografico del Bacino Piemontese Meridionale, caratterizzato come si è detto da un collettore impostato in corrispondenza al versante meridionale della Collina di Torino (**a** in Fig. 1), sia la natura dei clasti dei depositi ad esso associati (Compagnoni & Forno, 1992; Carraro *et al.*, 1995).

La composizione mineralogica è invece compatibile con un'alimentazione dai corsi d'acqua del Bacino Piemontese Settentrionale provenienti dal settore alpino, caratterizzati dall'abbondanza dei clasti della Zona Sesia-Lanzo e del Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi (**b** in Fig. 1): tale provenienza è suggerita dall'abbondanza dei minerali caratteristici sia delle metafoliti in facies eclogitica della Zona Piemontese interna (glaucofane, hastingsite, epidoto, onfacite) sia dei metasedimenti o calcescisti (quarzo e miche chiare). La scarsità di granato, che rappresenta in associazione con l'onfacite il minerale più tipico delle eclogiti, potrebbe essere legata alla densità di questo minerale che ne avrebbe favorito la concentrazione nelle frazioni più grossolane, non rappresentate nei sedimenti fluviali in esame. L'insieme degli elementi mineralogici suggerisce essenzialmente il contributo del F. Dora Riparia, in cui queste rocce sono particolarmente diffuse, piuttosto che delle Valli di Lanzo, dove si ha anche una notevole distribuzione delle peridotiti più o meno serpentinizzate del Massiccio Ultrabásico di Lanzo, totalmente assenti nei sedimenti in esame.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano F. Carraro e G. B. Castiglioni per la revisione critica del manoscritto. Lavoro realizzato con il contributo finanziario dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte.

## LAVORI CITATI

- Arduino E., Barberis E., Carraro F. & Forno M. G. (1984) - *Estimating relative ages from iron-oxide/total-iron ratios of soils in the Western Po Valley, Italy*. Geoderma, **33**, 39-52, Amsterdam.
- Boano P. & Forno M. G. (1997) - *Evoluzione morfologica quaternaria del versante occidentale della Collina di Torino*. GEOITALIA, 1° Forum FIST, 1997, **2**, 221-222.
- Boano P., Carraro F., Forno M. G., Giardino M., Lozar F., Lucchesi S., Perotto A., Piana F. & Polino R. (2000) - *L'evoluzione recente della Collina di Torino: un esempio di interazione tra attività geodinamica e morfogenesi*. In: Carulli G. B. & Longo Salvator G. (Eds.) - *Riassunti delle comunicazioni orali e dei posters della 80° Riun. Est. Soc. Geol. It.* (Trieste, 6-8 settembre 2000), ed. Univ. Trieste, 81-83.
- Boero V. & Schwertmann U. (1987) - *Iron oxide mineralogy of terra rossa and its genetic implications*. Geoderma, **44**, 319-327.
- Bonsignore G., Bortolami G. C., Elter G., Montrasio A., Petrucci F., Ragni U., Sacchi R., Sturani C. & Zanella E. (1969) - *Note illustrative della Carta*

- Geologica d'Italia, Fogli 56 e 57 "Torino e Vercelli"*. Ila ed., Serv. Geol. It., Roma, 96 pp.
- Bortolami G. C., Crema G. C., Sacchi R., Sturani C. & Zanella E. (1969) - *Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Ila ed., Serv. Geol. It., Roma.
- Carraro F. (1976) - *Diversione pleistocenica nel deflusso del bacino piemontese meridionale: un'ipotesi di lavoro*. Gruppo di Studio del Quaternario Padano, **3**, 89-100.
- Carraro F., Forno M. G. & Valpreda E. (1982) - *Field trip in northern Italy. Guidebook. September 15th. Piedmont: Asti area*. International Geological Correlation Programme - Project 73/1/24 "Quaternary glaciations in the northern hemisphere". Final session. September 1/17th 1982. France-Italy. Litografia Massaza & Sinchetto, 24 pp.
- Carraro F., Collo G., Forno M. G., Giardino M., Maraga F., Perotto A. & Tropeano D. (1995) - *L'evoluzione del reticolato idrografico del Piemonte centrale in relazione alla mobilità quaternaria*. In: Polino R. & Sacchi R. (Eds.) - *Atti del Convegno "Rapporti Alpi-Appennino" e guide alle escursioni* (Peveragno (CN), 31 maggio-1 giugno 1994). Accademia Nazionale delle Scienze, **14**, 445-461.
- Compagnoni R. & Forno M. G. (1992) - *Significato geologico di depositi fluviali ghiaiosi pleistocenici medi nella Collina di Torino*. Il Quaternario, It. Journ. Quatern. Sc., **5**, 105-122.
- Cornell R. M. & Schwertmann U. (1996) - *The iron oxides*. VCH, Weinheim, 573 pp.
- Forno M. G. (1979) - *Il "loess" della Collina di Torino: revisione della sua distribuzione e della sua interpretazione genetica e cronologica*. Geogr. Fis. Dinam. Quatern., **2**, 105-124.
- Forno M. G. (1990) - *Aeolian and reworked loess in the Turin Hills (Northwestern Italy)*. Quatern. Int., **5**, 81-87, Oxford.
- Jackson M. L. (1965) - *Clay transformations in soil genesis during the Quaternary*. Soil Sc., **99**, 15-22.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (2000) - *Metodi di analisi chimica del suolo*. Franco Angeli, Milano.
- Schwertmann U. (1964) - *Differenzierung der Eisenoxide des Boden durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Loesung*. Z. Pflanzenernähr. Düngung Bodenkunde, **105**, 194-202.

Ms. ricevuto il 23 aprile 2002

Testo definitivo ricevuto il 30 luglio 2002

Ms. received: April 23, 2002

Final text received: July 30, 2002