

Dove la pendenza é elevata sono consigliabili acquidocci di forma trapezoidale; quelli parabolici sono invece preferibili se la pendenza é modesta. Tenendo conto della forma (trapezoidale, triangolare, parabolica), del tipo di vegetazione, della velocità ammissibile di flusso, del coefficiente di scabrezza e della portata da smaltire, il dimensionamento può essere effettuato con la procedura standard utilizzata per il calcolo dei canali.

Hudson (1971) e Durbach (Hudson, 1971) proposero metodologie di calcolo semplificate per il dimensionamento degli acquidocci

Una volta calcolate le dimensioni del canale é buona norma aumentare del 20% la profondità calcolata per assicurare un adeguato margine di sicurezza.

Nel caso di acquidocci di nuova realizzazione o di impluvi naturali sottoposti a rimodellamento é buona norma impedire l'ingresso delle acque di ruscellamento fino a che la vegetazione non si sia ben sviluppata per impedire, in particolare in suoli di elevata erodibilità, intensi fenomeni erosivi. E' dunque importante che la vegetazione, seminata o meglio ancora trapiantata, cresca il più rapidamente possibile. A questo scopo possono essere utilizzate specie annuali di rapido accrescimento per formare una protezione adeguata, anche se temporanea, in aggiunta a specie perenni ben adattate all'ambiente pedologico e climatico. Per ridurre il rischio di erosione, particolarmente elevato in questa fase, il canale può essere rivestito con una rete ed é buona norma distribuire residui vegetali (mulches) la cui efficacia protettiva può essere aumentata se il terreno viene compattato con mezzi meccanici od anche manualmente. Questa ultima operazione é particolarmente importante quando l'acquidoccio deve drenare le acque subito dopo la sua costruzione.

Gli elevati rischi erosivi connessi con questo tipo di canali hanno determinato la crescente tendenza, sopra ricordata, di sostituire gli acquidocci con pozzetti e tubature sotterranee.

## Drenaggio

L'emungimento delle acque in eccesso rispetto alla capacità di trattenuta del terreno deve essere assicurato anche attraverso una adeguata rete drenante che ha anche lo scopo di consentire un migliore ricambio dell'aria tellurica, in particolare negli strati più profondi, e di determinare un miglioramento delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche e quindi della fertilità del suolo (Gasparini e Zanchi, 1970). Non deve



inoltre essere trascurato, come precedentemente ricordato, l'effetto del drenaggio sia nel ridurre il ruscellamento superficiale e l'erosione, sia, come evidenziato da alcune ricerche, nell'assicurare una maggiore stabilità ai versanti collinari (Zanchi 1983 e 1988). L'efficacia di questa tecnica è stata riscontrata in una ricerca (Canuti et al., 1987) svoltasi in Mugello su un versante collinare argilloso in movimento. A seguito dell'intervento sono cessati i movimenti di massa mentre, questi ultimi, hanno continuato a manifestarsi nella parte di versante non drenata.

Fig. 13. Drenaggio tubato in uno strato di ghiaia.

Da un punto di vista pratico il drenaggio può essere fatto in corrispondenza di particolari punti del versante dove si riscontrano ristagni idrici o presenza di falde sospese, oppure preferibilmente su tutto l'appezzamento. Le linee drenanti hanno un andamento trasversale alla pendenza (a lisca di pesce e sfociano negli acquidocci. A volte le linee laterali invece di sfociare nell'acquidoccio si raccordano con un collettore tubato che sostituisce l'acquidoccio. La distanza tra le linee drenanti oscilla da 8 – 12 m in terreni argillosi, a più di 20 – 25 m in quelli più sciolti, mentre la profondità di posa varia da un minimo di 0,80 – 0,90 m a 1,20 m per le colture erbacee e da 1,00 a 1,50 per le colture arboree. A volte la profondità può essere maggiore e raggiungere anche i 6 m, ma in tal caso si tratta di interventi miranti alla stabilizzazione di versanti con elevato rischio di frana destinati all'impianto di colture arboree di pregio, come la vite. Per quanto riguarda la scelta del materiale drenante è necessario utilizzare dreni rivestiti, anche se di maggior costo rispetto a quelli nudi, solo quando la granulometria del terreno presenta una elevata percentuale di particelle comprese tra 50 e 200 micron. Se al dreno viene assegnata una pendenza trasversale tale da assicurare una velocità di flusso dell'acqua superiore ad 1 m/s il materiale di copertura del dreno diventa inutile poiché tale velocità assicura un autopulimento della tubazione dalle particelle che eventualmente fossero penetrate all'interno del dreno stesso.

Il miglior materiale di copertura è certamente la ghiaia anche se il suo costo di acquisto, trasporto e posa in opera è certamente più oneroso della fibra di cocco con la quale sono preavvolti i dreni rivestiti. Molto usato è anche il tessuto non tessuto anche se la sua funzionalità non è stata comprovata. Il Dipartimento di Scienze agronomiche e gestione del territorio agroforestale di Firenze ha in corso un'esperienza per valutare l'efficienza di vari materiali di predrenaggio.

Per quanto riguarda la posa in opera si raccomanda l'impiego di posadreni automatiche dotate di regolazione della profondità mediante apparecchiatura a raggio laser che consente di ottenere una profondità di posa costante per tutta la lunghezza del dreno.

### **I casi di studio di Montepaldi e Vinci.**

La crescente esigenza di limitare i fenomeni erosivi e la vetusta degli impianti viticoli esistenti, ha spinto l'ARSA e l'Autorità di Bacino del fiume Arno a cofinanziare un progetto di ricerca, proposto dal Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale (DISAT), sulla "Progettazione e collaudo di nuovi schemi sistematori a basso rischio erosivo compatibili con l'assetto paesaggistico e ambientale".

I criteri che hanno guidato la scelta dei siti sperimentali sono stati essenzialmente quelli di rappresentatività di vaste aree viticole toscane, di facile visibilità in modo che le realizzazioni potessero avere un impatto divulgativo notevole, e di situazioni rischiose dal punto di vista erosivo.

La scelta

#### **L'area sperimentale di Montepaldi.**

Il sito presso l'azienda sperimentale di Montepaldi è stato prescelto oltre che sulla base dei criteri sopra indicati, anche per il fatto che il versante oggetto dell'intervento presentava un elevato rischio di franosità.

Dal punto di vista pedologico il suolo, dove è stata realizzata la nuova sistemazione, presenta una tessitura franco-argillosa con elementi litoidi arrotondati. In profondità è presente uno strato di altezza variabile di ghiaia e ciottolami.

Il versante sperimentale è caratterizzato da una esposizione ovest-nord/ovest, con una pendenza media del 35%, tra le quote di 255 e 280 m s.l.m., con una superficie denunciata di 5.94.67 ha.

Dai rilievi di campagna e dall'analisi stereoscopica delle foto aeree (Fig. 14) fu rilevato un corpo di frana quiescente (in verde), un corpo di frana antica (in blu) e un'area soggetta a forte erosione superficiale (in giallo). Dall'analisi non risultava la presenza di frane attive, ma nonostante questo il rischio di smottamento rimaneva elevato.

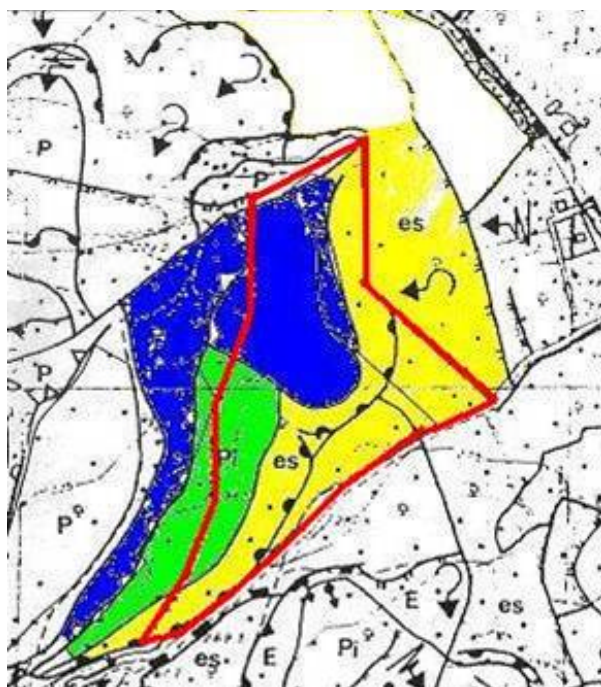


Fig. 14. Suddivisione dell'area in funzione del rischio.

I lavori iniziati nel 2002, hanno contemplato, nella prima fase le operazioni di stabilizzazione e di messa in sicurezza della pendice mediante la realizzazione di un drenaggio tubato profondo, oscillante tra 4,5 e 6 m. La realizzazione è stata effettuata mediante dreni di 200 mm di diametro immersi in uno spesso strato di ghiaia.

Il versante collinare ha subito successivamente un rimodellamento completo con la realizzazione di ripiani trasversali alla pendenza.

Si è quindi provveduto alla progettazione e alla posa in opera di una rete drenante più superficiale, rispetto alla precedente, essendo caratterizzata da una profondità oscillante tra 1,3 e 1,5 m, e con orientamento trasversale rispetto alla pendenza.

In questo caso sono stati utilizzati dreni del diametro di 100 mm posti ad una interdistanza di circa 15 metri.

La pendice collinare è stata suddivisa in ripiani, con pendenza verso valle oscillante tra 1 e 3% e di larghezza variabile a seconda della morfologia e dello spessore del suolo, e ciglioni alla cui base sono stati realizzati dei fossetti che portano le acque verso l'acquidoccio.

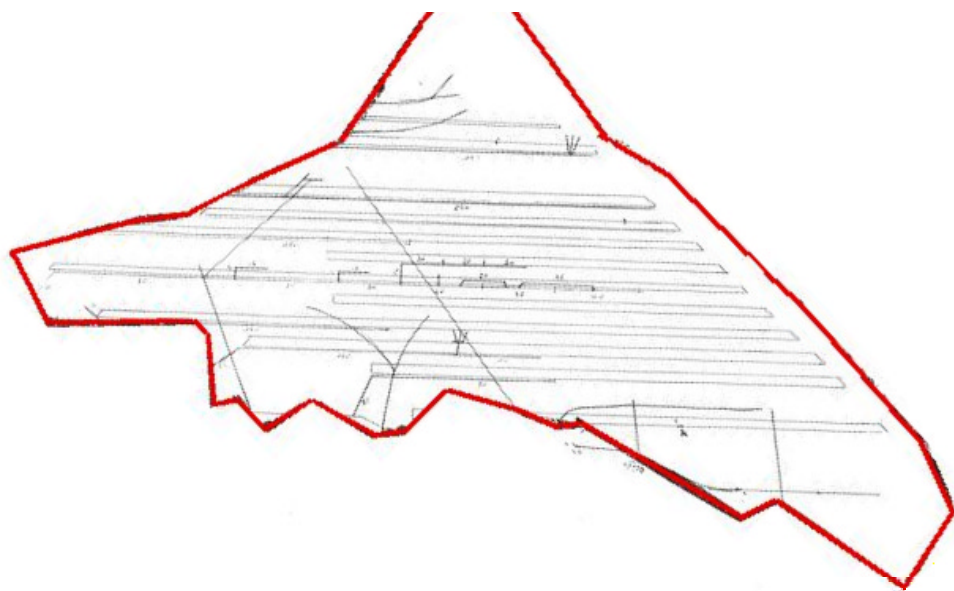


Fig.15. Rappresentazione schematica della sistemazione.

In questo caso l'acquidoccio funge anche da fosso di guardia perimetrale; quest'ultimo è stato anche realizzato nel lato a monte. Il loro scopo è quello di raccogliere le acque di deflusso superficiale e profondo originatisi negli appezzamenti circostanti.

Successivamente è stato realizzato lo scasso.

Al termine dei lavori la pendice risultava suddivisa in 9 ripiani principali, di cui 4 presentano un ciglione che li suddivide parzialmente in due ripiani più piccoli.

I ripiani presentano pendenze trasversali tra il 2% e il 5% in modo tale che le velocità di ruscellamento delle acque siano ridotte. Due ripiani, a causa della morfologia della pendice presentano pendenze maggiori (7%-10,5%). Al piede di quello con pendenza più elevata è stata installata una canaletta per la raccolta delle acque di scorrimento superficiale, che tramite pozzetto e tubazione convoglia il deflusso al misuratore di portata e al campionario della torbida trasportata.

La strumentazione installata consente di raccogliere l'acqua di ruscellamento superficiale, di misurare il volume defluito, le portate e di prelevare un campione integrato di deflusso per le successive determinazioni in laboratorio della concentrazione del materiale terroso trasportato dall'acqua.

Tale concentrazione, in grammi/litro, tenendo conto del volume defluito consente di calcolare l'erosione verificatasi in ciascun evento piovoso.





Fig. 16. la strumentazione per la misura dei deflussi e la raccolta delle torbide a Montepaldi.

I risultati di erosione, acquisiti dopo un anno e mezzo di prove, relativi al ripiano di maggior pendenza evidenziano un'asportazione media di suolo di 9,18 t/ha anno, entità di erosione ai limiti dell'ammissibilità.

La sistemazione, nel suo complesso, è risultata dunque efficace dal punto di vista conservativo poiché i valori acquisiti derivano dal ripiano con maggiore pendenza e quindi è facilmente intuibile che negli altri ripiani che costituiscono la sistemazione l'erosione è notevolmente inferiore al valore sopra citato.

Un altro aspetto da puntualizzare è il fatto che durante il periodo di misurazione si è registrata una erosività della pioggia (R) doppia rispetto a quella registrata normalmente nella zona.

In altri due appezzamenti sperimentali, su un vigneto a rittochino di 12 anni, situato in un versante caratterizzato da una piovosità notevolmente inferiore rispetto a quella registrata nel nuovo impianto, le perdite di suolo sono state pari a 10,6 e 16,6 t/ha a rispettivamente nel filare inerbito e nel filare lavorato.

### **L'area sperimentale di Vinci**

Il versante collinare, dell'estensione di 3,5 ha, dove è stata realizzata la sistemazione idraulica-agraria è caratterizzato da un suolo di tessitura franca, da una pendenza media del 15% e da una esposizione sud-sud/est.

L'area non è risultata soggetta a movimenti gravitativi, ma molto soggetta a fenomeni di erosione idrica superficiale e incanalata.

La sistemazione ha comportato un leggero rimodellamento della superficie per creare una sorta di ripiani trasversali alla pendenza, di ampiezza pari alla larghezza dell'interfilare e separati dal sottostante da uno scalino di modesta altezza. In tal modo è stata assicurata una pendenza trasversale del filare, rispetto alla pendenza, molto modesta e tale da limitare gli intensi fenomeni erosivi caratteristici della pendice.

Anche in questo caso è stata messa in opera una rete drenante superficiale, profonda tra 1,3 e 1,5 m e con una interdistanza di circa 20 metri. Sono stati utilizzati dreni in PVC corrugati di 10 cm di diametro rivestiti con tessuto-non-tessuto.

È stato infine effettuato lo scasso ad un metro.

Nell'appezzamento contermina a quello sistemato è stato impiantato un vigneto a rittochino.

In questo caso è stato possibile, oltre a misurare l'entità dei deflussi e dell'erosione, anche confrontare i risultati relativi alla sistemazione trasversale con quelli derivanti dalla sistemazione rittochino.

Anche in questo caso è stato realizzato un acquidoccio tubato sottosuperficiale in modo da consentire anche un facile collegamento con i vigneti situati sul versante opposto. La strumentazione e la metodologia di indagine sono identiche a quella utilizzata a Montepaldi.



Fig. 17. In sinistra il vigneto a rittochino, a destra i filari trasversali alla pendenza, centralmente gli strumenti di misura.

I primi risultati hanno evidenziato una perdita di suolo di circa 7,7 t/ha anno nella sistemazione trasversale e di circa 13,8 t/ha anno rilevate nella sistemazione a rittochino lavorato.



A questo riguardo si deve però specificare che l'erosione misurata sul vigneto a rittochino è certamente inferiore a quella reale, in quanto negli eventi piovosi di maggior entità le perdite di suolo sono state così rilevanti, da occludere le canalette di raccolta poste alla base del versante e i relativi pozzetti.

### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La progettazione dei nuovi schemi sistematori, rappresentati essenzialmente dalle fosse e strade fosso livellari, dai canali terrazza, dai ripiani raccordati e dalle scogliere, oltre che dalla disposizione delle colture a scacchiera lungo il versante collinare, da fasce livellari inerbite (Fig. 14.), dovrebbe essere effettuata attraverso metodiche affidabili che tengano conto delle caratteristiche climatiche, dell'erodibilità del suolo, della pendenza e dell'ampiezza degli appezzamenti e del tempo di concentrazione dei deflussi.

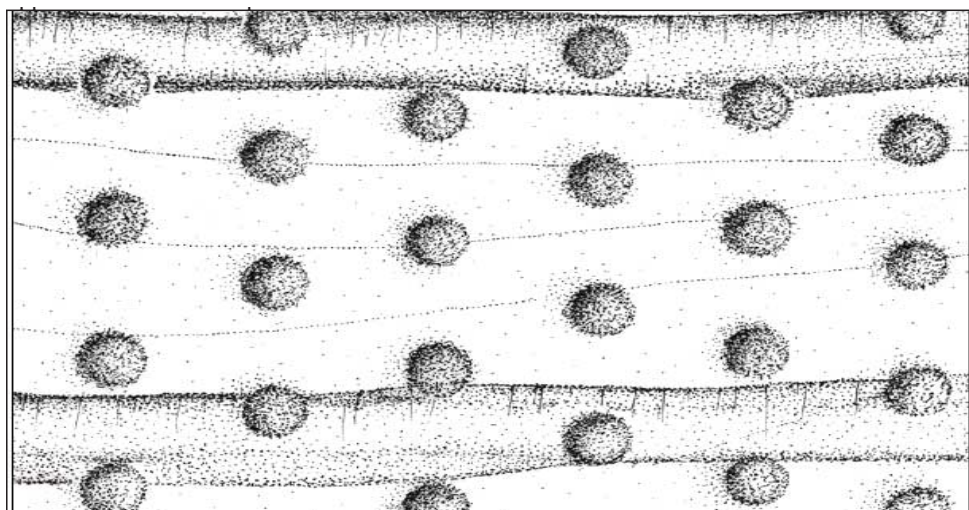


Fig. 14. Una schematizzazione di fasce livellari inerbite.

La scelta ed il dimensionamento delle opere sistematorie dipendono anche dagli ordinamenti colturali prescelti, dal tipo di meccanizzazione disponibile e dalle modalità di lavorazione del terreno. Queste ultime in particolare sono strettamente interdipendenti con le sistemazioni idraulico agrarie di cui costituiscono un indispensabile complemento nella regimazione delle acque e nel controllo dell'erosione. I risultati di numerose ricerche effettuate in differenti condizioni pedoclimatiche (Zanchi, 1989; Chisci, 1989;), hanno evidenziato la notevole efficacia delle tecniche di lavorazione minima ed in particolare della non lavorazione nel contenere i deflussi e ridurre drasticamente l'erosione.

Tabella. 9. Influenza delle colture sull'erosione e sui deflussi (1)., in differenti situazioni pedoclimatiche italiane (da Zanchi 1988a, 1988b, 1990, 2002, 2005; Bonari e Zanchi, 1997, Bazzoffi e Chisci, 1999).

COLTURE E TECNICHE	Ruscella- Mento	Erosione
Maggese nudo lavorato a rittochino (2)	100	100
Grano lavorato a rittochino	82	39
Grano con lavorazione minima	77	20
Mais lavorato a rittochino	90	60
vigneto lavorato a rittochino	100	100
Vigneto inerbito	18	0
Pescheto lavorato a rittochino	100	100
Pescheto inerbito	11	0
Prato polifita in rotazione	54	8
Pascolo	44	1
Erba medica	55	14
Terreno consolidato con vegetazione erbacea spontanea	14	13
Terreno consolidato con veget. erbacea e arbusti foraggeri	10	0
Terreno consolidato con veget. Erbacea erbacea e Conifere e conifere	10	10

(1) Espressi in valori indice ponendo pari a 100 i valori ottenuti su suolo nudo e lavorato a rittochino.

(2) Condizione considerata di maggior rischio erosivo.

Tabella 10. Effetti di differenti tecniche di lavorazione sui deflussi e sull'erosione.\*).

TECNICHE DI LAVORAZIONE	ARATURA	LAV. MINIMA	NON LAVORAZIONE
RUSCELLAMENTO	100	74,9	61,1
EROSIONE	100	30,3	13,1

(\*) Posto uguale a 100 i valori di deflusso e di erosione relativi alla aratura .

Un'altra importante considerazione riguarda le determinazioni progettuali che sono quanto mai importanti, anche se purtroppo non ancora molto diffuse in pratica. Da esse infatti deriva l'efficienza della rete sistematoria e la rispondenza agli obiettivi. Se un tempo era infatti l'agricoltore che sulla base di una tradizione secolare determinava la dimensione della sezione trasversale dell'affossatura e la distanza degli organi emungenti, oggi il rapido cambiamento delle esigenze agronomiche e la maggiore ampiezza degli appezzamenti non consentono di avere un altrettanto affidabile riferimento nella tradizione.



I risultati di numerose ricerche evidenziano oltre all'efficacia delle sistemazioni idraulico agrarie nel limitare l'erosione e nel conservare la fertilità del suolo, anche la loro capacità di aumentare il tempo di concentrazione dei deflussi e conseguentemente di ridurre i picchi di portata. In questa ottica le sistemazioni idraulico agrarie potrebbero essere valutate in termini di equivalenza rispetto alle casse di espansione idraulica e dunque entrare a pieno titolo in un piano di messa in sicurezza del territorio dalle esondazioni.

Le sistemazioni idraulico agrarie sono il fondamento di un'agricoltura economicamente sostenibile ed ecologicamente compatibile in grado cioè di conservare le risorse naturali non rinnovabili, o rinnovabili a lungo termine come il suolo, e dunque di limitare l'erosione, i deflussi e l'inquinamento.

L'importanza delle sistemazioni era già stata evidenziata da Giovan Battista Landeschi, parroco di S. Angelo a Montorzo nei pressi di S. Miniato di Pisa, nei "I saggi di agricoltura" del 1775, dove metteva in guardia dal fatto che l'assenza o la non corretta esecuzione delle opere sistematorie in collina avrebbe avuto la conseguenza di mettere il terreno *"in bocca al lupo, cioè in bocca all'acque, acciò lo sbranassero con tutta libertà come anno fatto"*. Poneva inoltre l'accento sull'importanza del mantenimento delle opere sistematorie che *"non basta praticare alla sfuggita"* per assicurarne la funzionalità nel tempo.

## Bibliografia

- Baldeschi P., Zanchi C.; 2002 "I paesaggi dell'identità toscana. Il Montalbano". Congresso internazionale "Innovazione e regole nella progettazione del paesaggio". 21-22 novembre, Firenze.( CD interattivo)
- Bazzoffi P., Chisci G.; 1999. Tecniche di conservazione del suolo in vigneti e pescheti della collina cesenate, Rivista di Agronomia, XXXIII, n.4177-184.
- Bonari E., Zanchi C. 1997. *"L'erosione idrica del terreno"*. L'Informatore Agrario, 43, 28-32 .
- Canuti P., Focardi P., Garzonio C.A., Vannocci P., Rodolfi G., Saulle G., Zanchi C. 1987. *"Landslide sample area of Fagna (Mugello-Italy): effectiveness of stabilizing slope measures"*. Proceedings of the 9th European Conference on soil mechanics and foundation engineering. 393-396
- Gasparini M. 1970. *"Evoluzione delle sistemazioni idraulico agrarie nelle terre declivi"*. In difesa e conservazione del suolo dalle erosioni idrogeologiche. Istituto di tecnica e propaganda agraria. Roma.
- Gasparini M., Zanchi C. 1970. *"Nuovi aspetti della regimazione idrica nelle terre declivi"*. Le sistemazioni idraulico-agrarie, i drenaggi dei terreni e le macchine per l'attuazione dei lavori". 23-33, U.M.A. Verona.
- Giordani C., Zanchi C., 1995. *"Elementi di conservazione del suolo"*; Patron Editore-Bologna, 260 pp.
- Hudson W.H., 1971. *"Soil conservation"* Cornell University Press. Ithaca, New York.
- Oliva A., 1938. *"Le sistemazioni idraulico-agrarie"*. Barbera, Firenze.
- Oliva A., 1948. Trattato di agricoltura generale, Aetas, Milano.
- Zanchi c., 2005. *"La sostenibilità del paesaggio agrario"* in il *Paesaggio agrario del Montalbano*, Passigli editore; 147-166.

- Zanchi C., Chisci G. 1980. *“Funzioni del drenaggio in collina: aspetti idrologici, produttivi e di difesa del suolo”*, Annali Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, XI, 285-303.
- Zanchi C. 1983. *“Caratteristiche e tecniche di drenaggio in ambienti collinari”*. Annali Ist.Sper. Studio e Difesa Suolo, XIV, 393-411.
- Zanchi C. 1988. *“Drainage as a Soil Conservation and Soil Stabilizing Practice on Hilly Slopes”*. In *“Soil Erosion Protection Measures in Europe”*. Soil technology Series, 1. Proceedings of the European Community Workshop on Soil Erosion Protection. Freising, FR Germany. Ed.Schwertmann, Rickson R.J. & Auerswald K.. Soil Technology Series I, Catena Verlag, 73-82 .
- Zanchi C. 1988a. *“Soil loss and seasonal variation of erodibility in two soils with different texture in Mugello Valley (Central Italy)”*. Catena, supplement n° 12, 167-173, Braunschweig (Germany).
- Zanchi C. 1988b *“The cropping pattern and its role in determining erosion risk: experimental plot results from the Mugello Valley (Central Italy)”*. Proceedings of I.A.H.S Symposium, Porto Alegre (Brasile). Pubbl. n° 174, 139-145.
- Zanchi C. 1990. *“Influenza delle cotiche erbose sul ruscellamento superficiale e sull’erosione in differenti condizioni pedoclimatiche”*. Agricoltura Ricerca 12, 107-109, 166. Ismea Roma.



## INGEGNERIA DELLE PRODUZIONI VITICOLE ECOCOMPATIBILI

M. Vieri - Professore Straordinario di Meccanica  
Dipartimenti di Ingegneria Agraria e Forestale, Università di Firenze

### Introduzione

L'impresa viticola, fondata sull'azienda agraria, sulla terra e su una coltura attuata nella previsione di un turno superiore ai venti anni, la cui durata supera ogni odierno limite di investimento ordinario, si trova oggi a progettare e gestire un sistema produttivo in cui sorgono maggiori esigenze di previsione e di verifica di tutti i fattori produttivi, con nuove competenze, più efficienti procedure e adeguati strumenti di monitoraggio e controllo.

Questo costringe l'azione imprenditoriale a muoversi nel difficile e stretto passaggio delimitato dalle condizioni particolari dell'attività agricola da una parte; e dalla necessità di massima efficienza e produttività delle risorse dall'altra. L'unione contemporanea di stagionalità delle operazioni, variabilità ambientale e sue conseguenze sul suolo e sulle colture, tempestività di intervento, elevata intensità periodica delle operazioni, variabilità operativa in relazione alle mutevoli condizioni ambientali, è assai rara se non impossibile a riscontrarsi in qualsiasi altra attività lavorativa.

Una considerazione particolare riguarda le risorse, cui appartengono elementi spesso considerati intoccabili come la terra, nel concetto di impresa e pur con la prudenza sempre necessaria nelle scelte di un sistema complesso come quello agrario, è d'altronde indispensabile rivedere la combinazione dei fattori in un difficile atto di rivoluzione; ne sono un esempio concreto i nuovi schemi sistematori con l'impiego di escavatori con cui si rimodella la pendice, si crea una sistemazione con interrimento dello scheletro e si imposta la base di una geometria perfetta su cui operare con tecnologie di precisione.

Nel ritrovato concetto di agricoltura razionale (sinonimo di *raisonnée* o di *precisione*) tutte le risorse produttive (ambientale-biologica, strutturale, strumentale e umana) ritrovano una loro importanza nella ineludibile sinergia che esprimono nell'impresa. La tendenza è quindi rivolta ad una maggiore razionalizzazione di tutti questi fattori produttivi e, nella gestione della risorsa strumentale, la scelta delle macchine agricole deve rispondere a precise esigenze di *efficacia agronomica*, *efficienza tecnologica e operativa*, ed a *vincoli interni ed esterni*, *diretti ed indiretti*.

Così ad esempio la corretta gestione del suolo ha influenza sullo stato fisiologico della pianta e quindi sulla sua resistenza alle malattie; il controllo delle infestanti, soprattutto sul filare, evita il permanere di un microclima umido favorevole allo sviluppo di focolai di infestazione;

nella lavorazione del terreno ad esempio, l'emersione di pietre e la creazione di buche che possono compromettere la stabilità dei mezzi, o la creazione di linee di corrivazione delle acque che possono provocare pericolose erosioni.



L'efficienza operativa dipende inoltre dalle strutture, dall'impianto e dal sistema di allevamento che devono essere quindi correttamente configurati in fase progettuale; obiettivo questo piuttosto difficile se pensiamo che su un impianto viticolo verranno adottate macchine di diverse generazioni.

La progettazione dell'impianto, nel presupposto che lo schema di riferimento ha come primo vincolo lo studio dei percorsi delle macchine che dovranno operarvi, deve quindi osservare precise attenzioni, per ottenere una geometria perfetta delle piante e del filare, una adeguata resistenza ed elasticità strutturale, una base di transito perfettamente livellata; è necessario infatti che le macchine possano muoversi su un terreno livellato e regolare che non provochi oscillazioni sul complesso meccanico. È per questo che ha avuto grande sviluppo la recente rivoluzione nella realizzazione dei nuovi impianti; gran parte degli scassi vengono ormai fatti con la tecnica della trincea progressiva realizzata con escavatori che lavorano l'intero profilo verticale, rimuovendo le pietre di dimensioni maggiori di mezzo metro di lato, interrando le rimanenti e livellando con benna grigliata la superficie, che in tal modo rimane perfettamente piana e senza scheletro. A ciò si aggiunge la creazione di uno strato drenante continuo che aumenta l'efficienza dei drenaggi principali e permette fra l'altro di ridurre i tempi di rientro delle macchine dopo una pioggia, aumentando di conseguenza i tempi disponibili e la superficie dominabile. tale complesso di vantaggi ne rende comprensibile l'accettazione del notevole aumento del costo di impianto.

La creazione o il mantenimento di una superficie regolare ha portato anche alla introduzione di una operazione fino ad ora considerata proibitiva per gli elevati costi: la riduzione delle pietre; in pratica viene effettuata l'andatura dei sassi nel centro del filare e poi la frantumazione. I vantaggi in termini di stabilità dei mezzi, aumento delle velocità operative, riduzione dei consumi e delle rotture degli utensili sembrano compensare anche in questo caso l'elevato costo.

La gestione dello scheletro ha introdotto anche altre tecniche innovative quali l'impiego dei sassi tritati alle dimensioni di 40-60 mm, disposti in strato cospicuo (10-30 cm) sotto il filare con molteplici scopi fra i quali la creazione di una barriera alle infestanti estremamente dannose lungo il filare, l'aumento della insolazione dei grappoli per l'albedo che ne deriva.<sup>1</sup>

Nella gestione dell'impianto vi sono molte altre scelte che possono aumentare l'efficienza operativa; l'inerbimento ad esempio consente una maggiore portanza anche in condizioni di umidità, con maggiore aderenza e stabilità del mezzo e minori tempi per il rientro in campo dopo le piogge. Di pari importanza risultano le operazioni di ripristino della regimazione idraulica principale e in alcuni casi la creazione di solchi temporanei di sedimentazione che vengono eliminati durante la rincalzatura di diserbo a fine primavera.

Una attenzione particolare nella progettazione e gestione delle attività rurali riguarda precisi vincoli cui ogni impresa deve attenersi per assicurare la sicurezza degli operatori e dei prodotti e per controllare le *esternalità* <sup>2</sup> (emissioni dannose ed

<sup>1</sup> Nachtergaele J., Poesen J., van Weselmael B. (1998). Gravel mulching in vineyards of southern Switzerland. Soil & Tillage Research 46 (1998) 51-59. Elsevier Science

<sup>2</sup> Galka A. (1999). The reduction of the negative environmental impact of agricultural production. Proceedings International Conference "Sustainable agriculture and rural development in the enlarging European Union" Breitenfurt, 24-27 May 1999, Austria, Prace-z-Zakresu-Nauk-Rolniczych. 1999,87: suppl., 205-211.

i danni ambientali). Tutto ciò si traduce in norme legislative fino ad ora considerate un costo aggiuntivo quanto inutile per l'attività produttiva. d'altronde vi è oggi una induzione indiretta per la crescente domanda di prodotti di qualità, derivanti da processi di qualità, intendendo in questo la loro compatibilità sociale, ambientale, paesaggistica, culturale, etica; ne è un esempio la sempre maggiore necessità di certificazione aziendale negli specifici disciplinari di produzione, nel sistema di qualità, nella compatibilità ambientale.<sup>3</sup>

Nell'impresa produttiva agricola i vincoli riguardano oggi soprattutto gli ambiti della compatibilità ambientale e territoriale, nonché della gestione della sicurezza. La scelta, la regolazione e l'impiego di qualsiasi tecnica e tecnologia deve essere quindi fatta nella considerazione dei possibili danni diretti o indiretti che si possono produrre sull'ambiente (erosione, contaminazione, ecc..) e che possono avere influenza per la sicurezza delle operazioni successive.

La necessità di nuovi schemi sistematori e di appropriate tecniche per la riduzione della erosione costituisce una delle attuali sfide cui l'imprenditorialità deve rispondere. la viticoltura ben progettata costituisce sempre un elemento paesistico di notevole impatto e un notevole beneficio ambientale per la regimazione idraulica, il consolidamento dei versanti e il costante presidio. molti sono gli esempi in cui le sistemazioni e l'attività colturale nel suo insieme hanno adottato una raffinata architettura ingegneristica nel controllo delle acque e delle pendici; si pensi alla cosiddetta viticoltura *di montagna*, i terrazzamenti alpini e quelli delle coste greche e portoghesi. il "ciglione biologico" delle terrazze apuane è un raffinato esempio di ingegneria naturalistica che, nella introduzione della meccanizzazione operata con il "progetto candia" è stato assolutamente mantenuto.<sup>4</sup>

D'altronde l'introduzione della meccanizzazione in viticoltura degli anni '60 ha portato alla realizzazione di ampie superfici con filari disposti a rittochino che, con una gestione del suolo non appropriata, producono enormi perdite per erosione con danni diretti ed indiretti all'ambiente. oltre alla adozione dell'inerbimento è oggetto di studio, con lo progetto specifico finanziato dall'ARSIA<sup>5</sup>, la comparazione degli utensili che, nei diversi terreni, meglio operano ai fini della riduzione della corrivazione delle acque e dei componenti da questa trasportati. sulla base di esperienze già sperimentate in Portogallo sono state ad esempio studiate soluzioni tecniche che possano creare un profilo ondulato o tagli trasversali rispetto alla linea di pendenza dopo la lavorazione del terreno o la discissura lungo l'interfilare.

Di seguito vengono sinteticamente presentati i risultati di 5 linee di ricerca del DIAF:

- *le lavorazioni conservative nella viticoltura collinare;*
- *la gestione dell'inerbimento nei vigneti terrazzati;*
- *l'utilizzo di compost come mezzo per contrastare i fenomeni erosivi del terreno;*
- *la gestione dello scheletro nei nuovi schemi sistematori dei vigneti;*
- *nuovi strumenti di progettazione previsionale dei vigneti terrazzati.*

<sup>3</sup> Sanchez L.E., Hacking T. (2002). An approach to linking environmental impact assessment and environmental management systems. Impact Assessment and Project Appraisal. 2002, 20:1, 25-38.

<sup>4</sup> Vieri M., Giovannetti M., Lorieri P.P., Tarducci S., Zoli M., Beltrami M. (1996) Progetto di meccanizzazione di vigneti su pendici terrazzate a forte declività. Quaderno ARSIA 2/97.

<sup>5</sup> Progetto ARSIA 2002-2004. Progettazione e collaudo di sistemazioni idraulico agrarie a basso rischio erosivo per impianti viticoli, compatibili con l'assetto paesaggistico ed ambientale.

## LE LAVORAZIONI CONSERVATIVE NELLA VITICOLTURA COLLINARE

Emilio Romagnoli, Daniele Bibbiani, Marco Vieri

### **Tecniche di lavorazione del suolo**

Le lavorazioni, modificando la porosità e la qualità dei pori, modificano anche tutti i parametri, in qualche modo con essa collegati, che possono influenzare la produttività sia direttamente (permeabilità all'acqua, capacità di ritenzione idrica, temperatura e aerazione del terreno) che indirettamente (evoluzione della materia organica, erosione dei terreni in pendio, trafficabilità del terreno che condiziona la tempestività d'intervento con mezzi agronomici). oltre alle proprietà fisiche, le lavorazioni hanno importanti interazioni con le proprietà chimiche, determinando la disponibilità di elementi nutritivi per le piante e la loro distribuzione lungo il profilo, la reazione (il ph), il grado di ossigenazione (potenziale di ossidoriduzione) e le interazioni tra questi effetti e gli interventi di concimazione e di correzione del ph. infine l'incidenza delle lavorazioni sull'attività biologica del terreno deriva dalle modifiche delle proprietà fisiche che esse causano e dal loro effetto sulla lotta alle infestanti. spesso, però, alle lavorazioni sono attribuibili anche effetti negativi: raggiungimento di profondità eccessive; rivoltamento degli strati del suolo che non sempre si dimostra utile; intensità eccessiva dell'intervento che provoca la polverizzazione degli aggregati; formazione di suola di lavorazione; rapida mineralizzazione della sostanza organica che porta alla disaggregazione della struttura del terreno; maggiore erosione idrica ed eolica della superficie; eccessivo interrimento dei residui vegetali; minor trafficabilità del terreno lavorato; compattamento del suolo; riduzione della biodiversità negli ambienti agricoli; incremento delle emissioni di Co<sub>2</sub> nell'atmosfera contribuendo così al riscaldamento globale del pianeta. Tutto ciò ha portato gli operatori del settore a mettere in discussione le tecniche tradizionali di lavorazione del terreno, sviluppando un nuovo *modus operandi* definito in seno al più ampio concetto di agricoltura conservativa, definita dalla FAO come un'agricoltura finalizzata a conservare, migliorare e rendere efficiente l'uso delle risorse naturali attraverso la gestione integrata del suolo, acqua e risorse biologiche combinate con input esterni. In quest'ottica, le tecniche di lavorazione conservativa influiscono il meno possibile sulla naturale composizione del suolo, sulla sua struttura e sulla biodiversità, favoriscono l'infiltrazione dell'acqua e la conservazione dell'umidità, contrastando l'erosione e contribuendo a migliorare la qualità delle acque; rientrano quindi nell'ottica di un'attività agricola attenta al mantenimento, nel lungo periodo, della fertilità e dunque della potenzialità produttiva del suolo. La meccanizzazione agricola si è adattata ai nuovi concetti dell'agricoltura sostenibile proponendo tecnologie che, nel rispetto delle produzioni ottenibili, hanno un impatto limitato sull'ambiente.

I criteri di riferimento generali da tenere presenti per una meccanizzazione agricola ecocompatibile e quindi antierosiva sono:

- preservare la struttura del suolo per diminuire l'erosione: evitando lavorazioni aggressive che polverizzino lo strato lavorato; aumentando il contenuto in sostanza organica; non approfondendo le lavorazioni e intervenendo sul terreno al momento ottimale;
- ottenere una rugosità superficiale del suolo elevata e duratura, evitando la formazione di solchi di lavorazione paralleli alle linee di massima pendenza in cui l'acqua si possa incanalare; mantenere i residui vegetali in superficie senza

interrarli o interrarli nei primissimi centimetri di suolo in modo che possano limitare l'effetto battente della pioggia e lo scorrimento superficiale; evitare il compattamento del terreno (e la formazione della suola di lavorazione); migliorando così la permeabilità del terreno sia superficialmente, garantendo un adeguato strato strutturale, sia in profondità evitando la formazione di strati compatti; effettuare se possibile lavorazioni trasversali alle linee di massima pendenza perché garantiscono un miglior controllo dei volumi idrici.

#### Il compattamento del suolo

Il compattamento sottosuperficiale, generato dall'uso di determinati utensili, e quello superficiale dovuto al passaggio dei mezzi meccanici sono fenomeni dovuti all'azione di pressione di un corpo di forma, dimensioni e peso qualsiasi, che si trova ad operare per un tempo variabile sul suolo e la cui azione provoca la diminuzione del volume apparente del terreno. l'effetto più evidente è la riduzione della macroporosità, utile per il drenaggio dell'acqua oltre che per la penetrazione delle radici, specie in terreni tenaci e a tessitura fine.

una notevole influenza sul compattamento superficiale possono avere lo slittamento, la velocità di avanzamento ed il numero di passaggi sulla stessa traccia. il sottosuolo risulta poco coinvolto dal compattamento dovuto al frequente transito di macchine avendo tenacità e compattezza ben più elevate, tuttavia l'azione di taglio orizzontale di aratri classici e di zappatrici rotative può creare uno strato impermeabile, la cosiddetta suola di lavorazione, che può risultare dannosissimo soprattutto nei terreni collinari dove può essere la causa di ingenti movimenti di terra. inoltre la sua formazione determina l'impossibilità da parte dell'apparato radicale di svilupparsi in profondità e provoca un degrado strutturale ed organico del terreno nella parte superficiale.

Ciò porta a notevoli ripercussioni negative in quanto questo strato impermeabile superficiale aumenta di molto la possibilità di uno scorrimento superficiale con trasporto di particelle ed inoltre crea stress all'apparato radicale della pianta, limitando la sua vigoria e, quindi, la sua produzione. tali lavorazioni intense, quali quelle realizzate con zappatrici rotative, dovrebbero essere messe da parte a favore di quelle che determinano in superficie una più elevata rugosità. una soluzione al problema potrebbe essere l'adozione di utensili differenti ma con la stessa validità agronomica quali erpici a dischi ed estirpatori (minima lavorazione) oppure sostituire l'utensile a zappa delle fresatrici con utensili a lame o spuntoni.

#### ***Rugosità del suolo e formazione di solchi***

Per rugosità superficiale si intende l'insieme di rilievi e depressioni, che vanno da pochi millimetri a qualche decina di centimetri, che caratterizzano la superficie del suolo. tale caratteristica del suolo è il risultato dell'azione di più fattori, di origine antropica, come le lavorazioni e la compattazione, o naturali, come la degradazione della struttura superficiale ad opera dei vari fattori ambientali. la rugosità superficiale è quindi una proprietà dinamica del suolo che varia in funzione del tempo, ed ha effetti diretti su molti processi che avvengono sulla superficie quali l'infiltrazione, la capacità di invaso, la resistenza opposta al ruscellamento e, di riflesso, sulla suscettibilità all'erosione.

La rugosità superficiale determinata su una superficie dalla lavorazione, sarà modificata progressivamente per effetto della pioggia e delle fluttuazioni di



temperatura e di umidità determinando un pareggiamento delle irregolarità superficiali. Tale decadimento dipende dalla stabilità degli aggregati e principalmente risulta più veloce in quei suoli che presentano uno scarso contenuto di sostanza organica.

Una soluzione di basso costo e di consistente efficacia a questo tipo di problema è l'abbinamento di un rullo a gabbia o a lame; la sua azione infatti va, senza compattare troppo il terreno, a cancellare/ridurre la continuità dei solchi di lavorazione e, in talune situazioni operative, può determinare un'ondulazione trasversale alle linee di massima pendenza, andando a formare macrobacini di raccolta dell'acqua.

### ***Mantenimento ed incremento del contenuto in sostanza organica***

Una riduzione del contenuto in sostanza organica del suolo ha effetto sfavorevole sulla struttura e sulla stabilità degli aggregati, nonché sulle proprietà fisiche (macropori) del terreno, oltre che sulla capacità di ritenzione idrica, sulle attività biologiche e sulla capacità di scambio di elementi nutritivi. Ciò, nel medio e lungo termine potrebbe causare nel suolo una elevata sensibilità e vulnerabilità ai fattori che determinano il processo di erosione: acqua e vento; nonché alla compattazione, all'acidificazione, alla salinizzazione ed alla degradazione più avanzata che porta alla desertificazione.

### ***Valutazione delle migliori tecnologie per la gestione del suolo in arboricoltura***

#### ***Ripuntatori***

La lavorazione è determinata dall'effetto dirompente realizzato tramite ancora dritte o ricurve alla cui estremità sono montati utensili a punta di forma varia. Il terreno lavorato in superficie presenta tipici rigonfiamenti, maggiori se si usano ancora ricurve, in corrispondenza dei punti di passaggio delle ancore, più evidenti quando l'ancora monta piedi vibranti. L'effetto ottenuto è quello di smuovere ed arieggiare il terreno in profondità, rompendo l'eventuale suola di lavorazione ed evitando di portare in superficie gli strati più profondi.

Le diverse forme del piede determinano:

- piede diritto: buona penetrazione; la frantumazione che determina dipende dalla sua larghezza.
- piede con zappette laterali: migliorano la capacità di dirompimento ed aumentano il volume di suolo interessato agendo come esplosori e portando ad una sorta di ribaltamento negli strati sottosuperficiali.

Nel vigneto un primo passaggio nella zona centrale con una sola ancora consente, oltre all'areazione del terreno, il rinnovo dei terminali assorbenti delle radici. per le normali lavorazioni in vigna si usano ripuntatori a due o tre denti. a tal scopo si può usare un ripuntatore ad ancore incurvate lateralmente ad inclinazione opposta che, dal centro verso l'esterno e dal basso verso l'alto, sgretolano le orme lasciate dalle ruote, senza però tranciare parti principali dell'apparato radicale. Esiste la possibilità di abbinare i ripuntatori con altri utensili per lavorazioni superficiali; in questo modo abbiamo una lavorazione a due strati che permette di correggere i difetti dell'una o dell'altra lavorazione: non si forma suola di lavorazione né si hanno solchi superficiali nei quali l'acqua possa incanalarsi. Nei terreni più compatti e argillosi dove potrebbero insorgere problemi di ristagno idrico il loro utilizzo è sempre utile.

### Erpice a dischi o tandem

Sono costituiti da uno o più rotori orizzontali, montati obliqui rispetto alla direzione d'avanzamento, che portano una serie di dischi bombati, con margine liscio o dentato, in grado di produrre una lavorazione omogenea per una profondità di lavoro di 15-20 cm.

il terreno lavorato si presenta ben livellato e la zollosità residua dopo la lavorazione è abbastanza elevata (3-5 cm), soprattutto nei terreni più pesanti.

#### Estirpatori o coltivatori

Sono costituiti da un telaio rigido al quale sono fissati tre o più ancore rigide o articolate. negli estirpatori o coltivatori pesanti le ancore sono distanziate tra loro di 30-60 cm e creano un'efficace dissodamento e rimescolamento superficiale del terreno a profondità medie (15-25 cm); nei coltivatori leggeri tale distanza è di 15-30 cm e lavorano a profondità di 10-20 cm.

Alcuni modelli di estirpatori per la lavorazione del vigneto nell'interfilare sono abbinati con un gruppo scavallatore che può portare la lama sarchiatrice o una lama scarificante per lavorare contemporaneamente sulla fila. qualora l'appezzamento da lavorare sia caratterizzato da forte presenza di sassi, è consigliabile l'utilizzo di estirpatori idropneumatici in grado, grazie all'idraulica, di ritirare le ancore quando la resistenza è eccessiva.

#### Scavallatori interceppo a dischi

La lavorazione si caratterizza per l'opera di strappo e rivoltamento del terreno dovuta ai dischi mossi dalla p.d.p. non si ha compattamento del terreno né formazione di suola di lavorazione a meno che non si operi in terreni argillosi umidi. si ha buona ed omogenea distribuzione dei residui ed una distribuzione abbastanza uniforme degli aggregati. i dischi non hanno problemi a penetrare nel terreno completamente e la motricità data dalla p.d.p. garantisce lo scarico della zolla appena tagliata senza che ci siano problemi di accumulo sull'organo lavorante; in questo svolge un ruolo importante anche il movimento laterale dettato dal tastatore che, oltre allo scarico della terra, fa sì che vengano allontanati anche i sassi.

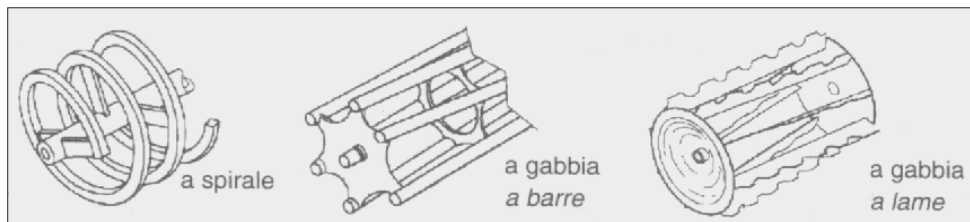
Molto utile, soprattutto nei vigneti vecchi che presentano colmi e scalini alla base delle piante, è l'utilizzo di una lama battipiante, che viene montata dietro il set di dischi. questa, seguendo il movimento dell'utensile, va a sbattere sullo scalino sbriciolandolo e permettendo così una migliore pulizia del ceppo.

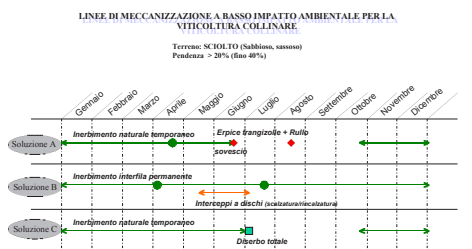
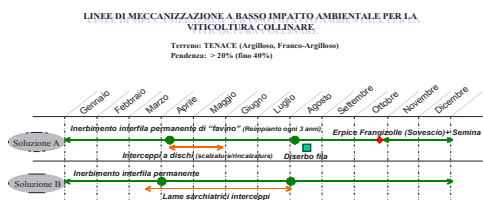
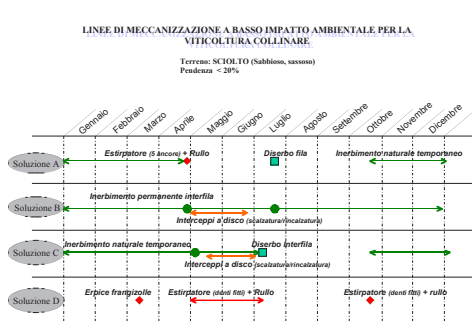
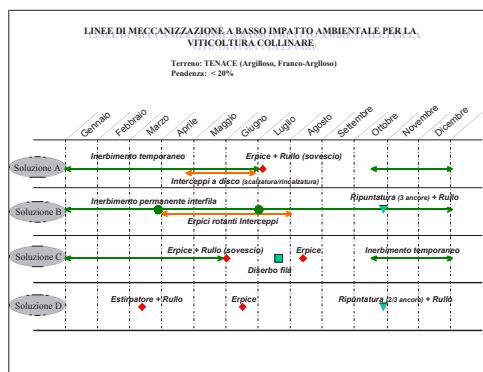
#### Sarchiatori a lame interceppo

L'utensile è una lama orizzontale di 50-60 cm sulla quale è montato un pettine. il passaggio della lama a velocità sostenute (fino 7 km/h) consente il taglio e smuove il terreno a profondità di pochi centimetri. La dinamica prevede il sollevamento del terreno che si sbriciola per il contatto con l'utensile e per la successiva ricaduta; il terreno così lavorato si presenta piano con le infestanti lasciate in superficie a disseccarsi. In questa maniera si ha rottura della crosta superficiale ed il controllo delle erbe infestanti se queste sono ancora allo stadio di plantula. l'attrezzatura è studiata per lavorare singolarmente, ma può essere accoppiata con altri utensili e non di rado lavorare contemporaneamente su due filari grazie all'utilizzo delle lame sarchiatrici da entrambi i lati. In terreni sciolti è ottimo l'abbinamento lama sarchiante più un disco (solitamente piatto a bordo liscio) anteriore; mentre nei terreni dotati di scheletro è preferibile che anteriormente ci sia un'ancora; questo soprattutto per assicurare protezione all'utensile.

### **Linee di meccanizzazione a basso impatto ambientale**

Da quanto esposto riguardo le tecniche per affrontare il problema erosione e le caratteristiche degli utensili valutati maggiormente idonei e, sono state sviluppate linee di meccanizzazione per la viticoltura e l'olivicoltura collinari. Tali schemi sono stati pensati per impianti realizzati a rittochino, con sesti d'impianto di m 2,50 x 0,80 e m 6 x 6, rispettivamente per la vigna e l'oliveto. Per la loro costruzione, oltre che l'efficacia antierosiva, si è tenuto conto della necessità di ridurre i costi ed il numero di passaggi. Le diverse soluzioni sono state suddivise in funzione della pendenza del terreno ( $5\% < \text{pendenza} < 20\%$  e  $20\% < \text{pendenza} < 40\%$ ) e, per la viticoltura, in funzione della tipologia di terreno (tenace e sciolto). Le lavorazioni sono considerate eseguite dall'alto verso il basso con ritorno a vuoto allorché la pendenza è troppo elevata. Inoltre, per ogni soluzione, viene schematizzata la dotazione di utensili, facendo riferimento alle loro caratteristiche lavorative (numero passaggi/anno; larghezza di lavoro; velocità avanzamento; potenza richiesta; capacità oraria) ed economiche (costo unitario lavorazione e prezzo di listino). I dati economici sono stati calcolati considerando le combinazioni utilizzate, il numero di interventi previsti riferito ad una situazione colturale e ambientale ordinaria ed i prezzi medi applicati dai terzisti e reperiti in articoli su riviste specializzate (ottobre 2004). A tale riguardo la tecnica più vantaggiosa da adottare è il diserbo totale, ma la sua applicazione è spesso limitata per ragioni agronomiche, estetiche ed ambientali e non viene ammesso nei disciplinari di coltivazione ecocompatibile. Negli altri casi esaminati la differenziazione riguarda soprattutto la gestione dello spazio interceppo. La modalità più economica si trova con la localizzazione del diserbo quando integra lo sfalcio o la lavorazione semplificata dell'interfila. La soluzione senza il diserbo meno costosa è lo sfalcio integrale, che può offrire anche molti altri vantaggi di natura agronomica e pedologica ma appare applicabile solo in terreni freschi e fertili o con l'ausilio dell'irrigazione. Le rimanenti soluzioni ipotizzate rappresentano combinazioni più costose, che però possono risultare indispensabili in condizioni di bassa fertilità e ridotta disponibilità idrica. Nelle soluzioni in cui è previsto l'acquisto di rulli (spiropaker, a lame, a gabbia), questi sono abbinati all'utensile con il quale sono accoppiati e qualche volta il loro costo di acquisto è compreso in quello della combinata, questo perché, ad eccezione dei rulli compattatori, tutti gli altri non sono reperibili sul mercato come attrezzatura singola. Anche il costo unitario della lavorazione si riferisce all'utensile provvisto di rullo. Manifestamente tali soluzioni non rappresentano la soluzione perfetta alle problematiche derivanti dalla coltivazione in collina delle colture in oggetto, tuttavia, rapportandole alla dimensione nella quale si opera, possono essere un valido strumento decisionale.





legenda:

- le linee arancioni individuano lo spazio temporale nel quale è possibile praticare la lavorazione;
- le linee verdi rappresentano il periodo di inerbimento; quando presenti i pallini abbiamo gli sfalci;

## Sperimentazione di soluzioni o allestimenti per la riduzione dell'erosione

L'obiettivo alla base della ricerca è stato la verifica della possibilità di introdurre modifiche tecniche al lavoro svolto da una zappatrice rotativa che permettano di incrementare l'infiltrazione delle acque meteoriche nei suoli con elevata potenzialità di generazione di deflusso. grazie a tali soluzioni si è cercato di creare un profilo ondulato o tagli trasversali rispetto alla linea di massima pendenza che, incrementando il grado di rugosità superficiale ottenuto, permettano di ridurre la corruzione delle acque e dei componenti da questa trasportati. La soluzione studiata prevede l'utilizzo, in accoppiamento con la fresatrice, di un rullo. il rullo utilizzato è del tipo a gabbia del diametro di 40 cm, con 8 sbarre tonde del peso complessivo di 95 kg.

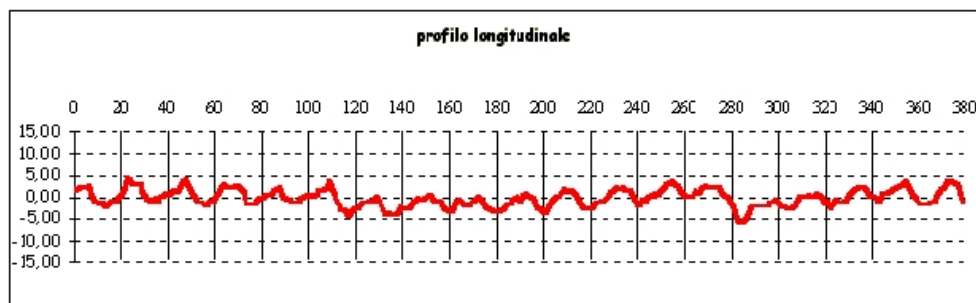
L'attacco alla fresatrice è stato predisposto costruendo un telaio formato da due sbarre metalliche collegate lateralmente al cofano: durante il trasporto o gli spostamenti le sbarre sono fissate rigidamente alla fresatrice tramite doppia bullonatura per lato, mentre durante la lavorazione le sbarre sono incernierate in un solo punto e quindi il rullo è libero di approfondirsi sfruttando tutto il suo peso nell'azione di "scavo". Per incrementare tale azione di scalzamento del terreno ed incrementare l'elevazione delle ondulazioni, a 4 sbarre del rullo, per la loro intera lunghezza, sono state saldate lame metalliche dello spessore di 1 cm e larghe 5 cm. lo studio del lavoro svolto è stato effettuato impiegando un profilometro laser, mosso, in direzione della lavorazione su un binario lungo 4 metri, da un motore elettrico.

Il profilo creato è caratterizzato longitudinalmente dalla presenza di affossature e creste che vanno a definire microbacini trasversali alla linea di pendenza di



dimensioni simili; la rugosità creata risulta maggiore rispetto a quella che si avrebbe qualora la fresatrice avesse operato senza il rullo. Con questa conformazione, durante un evento piovoso, si ha la formazione di pozzanghere nelle affossature che evitano lo scorrimento superficiale ed attenuano l'impatto delle gocce di pioggia. nel contempo, la rugosità superficiale trasversale delle "onde", permette il deflusso sottosuperficiale e quello da un microbacino a quello sottostante senza che l'acqua raggiunga velocità eccessive. L'approfondimento dell'acqua nel sottosuolo avviene fintanto che l'acqua non incontra la suola di lavorazione venutasi a creare con l'utilizzo degli utensili a zappetta. la conformazione del profilo così ottenuta è strettamente collegata con la velocità di avanzamento della macchina, con l'approfondimento degli organi di taglio e con le caratteristiche del terreno. Per avere uniformità nella distribuzione e nelle dimensioni delle onde, si deve procedere a velocità non eccessive in modo che il rullo abbia la possibilità di approfondirsi e che quindi ogni suo organo possa alternativamente raccogliere e comprimere il terreno lavorato. se la velocità è eccessiva si corre il rischio che il rullo rimanga troppo in superficie determinando così onde di basso profilo; questo è particolarmente evidente in terreni con molto sasso, in cui il rullo rimbalza.

Un'ultima riflessione da fare sul modellamento del profilo superficiale riguarda la sua praticabilità in ambienti molto piovosi. quando si è in situazioni di piogge che determinano volumi di acqua che eccedono quello totale di invaso superficiale creato con la sconcatura, si rischia che questa misura, adottata per limitare il pericolo erosivo, si riveli dannosa, infatti, qualora i microbacini si riempiano completamente e l'acqua cominci a tracimare, avremo un effetto domino che genererà un forte deflusso superficiale. In queste zone, aumentare la profondità ed i picchi dell'ondulatura potrebbe non essere risolutivo in quanto ciò potrebbe comportare difficoltà nell'esecuzione di tutte le altre pratiche agronomiche.



### **Migliorie realizzabili**

Per evitare la formazione della suola di lavorazione sarebbe opportuno o sostituire le zappette con lame o coltelli, oppure abbinare alla lavorazione con la fresatrice una, in modo combinato o singolo, con strumenti discissori. La rottura o comunque la creazione di fenditure più profonde assicurano un'altra via di deflusso rispetto allo scorrimento sullo strato creatosi. In particolare la combinazione della fresatrice con ancore lunghe 30-40 cm disposte anteriormente potrebbe, oltre che eliminare l'inconveniente della suola di lavorazione e quello della formazione di solchi paralleli alle linee di massima pendenza, garantire un consistente risparmio di spazio, tempi e costi.

Condizioni di abbondante presenza di scheletro e terreno umido determinano problemi di costipamento del rullo. Per eliminare tale problema la soluzione identificata quale migliore è di dotare il rullo di una sorta di coclea, la quale permette, grazie al movimento rotatorio, di scaricare l'accumulo di sassi e terra lateralmente.

Altro accorgimento per migliorare l'attrezzatura descritta consiste nell'evitare la formazione dei solchi realizzati dai cilindri esterni a cui sono saldate le sbarre. tali solchi possono infatti risultare linee di scorrimento preferenziale per l'acqua che può incanalarvisi bypassando gli sbarramenti che si è creato. una soluzione a tale problema potrebbe essere il modellamento dei cilindri, in modo che non abbiano un perimetro uniforme e che quindi non possano formare una linea retta molto demarcata sul suolo appena lavorato. Altra soluzione potrebbe prevedere l'allungamento delle lame, includendo quindi anche lo spessore dei cilindri.

Per la creazione del profilo ondulato o dei tagli trasversali, si possono prendere in considerazioni anche altre tipologie di rullo che risultano molto efficaci quali quelli spiropaker (elicoidali), quelli con sbarre a spigolo o a profilo dritto e quelli a spina di pesce.

### ***Suggerimenti***

L'utilizzo del rullo in maniera non convenzionale, ovvero non per compattare o ridurre la zollosità, bensì per creare sbarramenti perpendicolari alle linee di massima pendenza è indispensabile per quelle lavorazioni che creano i maggiori problemi erosivi, ma risulta utile anche come completamento del lavoro svolto da quelle attrezzature che si è indicato come le migliori per la conservazione del suolo: la sperimentazione del rullo a gabbia con sbarre munite di lame ha dimostrato come sia possibile, anche per una lavorazione critica quale quella realizzata con la fresatrice, migliorarne concretamente le caratteristiche e di riflesso migliorare quelle legate alla gestione delle acque superficiali, così come utile si rivela essere il suo utilizzo in tutte quelle pratiche che, sebbene con innumerevoli vantaggi, possono in ambiente collinare con sistemazione a rittochino, presentare problemi. L'uso del rullo come completamento e rifinitura delle classiche lavorazioni si presenta quindi come agronomicamente valido.

## LA GESTIONE DELL'INERBIMENTO NEI VIGNETI TERRAZZATI

Marco Vieri

La gestione non chimica dell'erba nell'interfila e sulla fila trova ormai soluzione nelle tecnologie disponibili quali i trinciatutto o i rasaerba.

Realizzazioni specifiche sono rappresentate da macchine che sono integrate con dispositivi atti a convogliare la massa vegetale tagliata sulla fila così da costituire uno strato pacciamante.



Trinciaerba con scarico laterale del materiale vegetale a scopo pacciamante

Negli impianti che hanno terrazzamenti e ciglionamenti è necessario prevedere adeguati spazi per il passaggio di macchine ed utensili di taglio dell'erba.

Nel caso limite dei terrazzamenti possono essere convenientemente utilizzati trinciaerba di dimensioni contenute negli 80 cm di larghezza, dotati di motore e ruote di propulsione autonomi, comandati da stegole e condotti a piedi; mezzi simili ma specializzati per il lavoro su pendenze laterali fino a 45°, dotati di particolari dispositivi di stabilità e di blocco in caso di difficoltà per l'operatore, possono essere utilmente impiegati nel controllo della vegetazione sui cigli.



Rasa-trincia erba per il lavoro in spazi difficili e ristretti ed in condizioni di forte declività

In tutti i casi ordinari è necessario prevedere adeguati spazi operativi per macchine (trattori o escavatori a piattaforma girevole) dotati di bracci estensibili con testate trinciaerba.



In generale l'altezza dei ciglioni per una effettiva gestione non deve superare i 3-4 m di dislivello ed è necessario tenere nella debita considerazione la compatibilità in dimensioni fra le macchine per la gestione dell'erba, l'interfilare adiacente al ciglione ed i necessari spazi di manovra. Nell'impianto di un nuovo vigneto questi problemi devono essere affrontati già in fase di progetto e realizzazione.



Esempi di “bracci trinciaerba” montati su trattore, escavatore, minicingolato



Per l'inerbimento controllato e forzato si potranno adottare seminatrici particolare detet “da sovescio” e per i ciglioni la moderna tecnica dell'idrosemina che realizza un lancio di seme e materiale collante che impedisce l'erosione fino alla copertura vegetale.

Seminatrice da vigneto e impianto per l'idrosemina.





## **L'UTILIZZO DI COMPOST COME MEZZO PER CONTRASTARE I FENOMENI EROSIVI DEL TERRENO**

*Marco Rimediotti, Daniele Bibbiani, Marco vieri*

La sostanza organica svolge un ruolo fondamentale per la conservazione della fertilità dei terreni, tuttavia, nel corso degli anni, le moderne pratiche agricole hanno portato ad un progressivo depauperamento della dotazione di questa nei terreni coltivati.

la diminuzione di sostanza organica comporta gravi rischi di diversa natura tra i quali l'incremento dei fenomeni erosivi, che determinano perdite di terreno fertile.

Il compost, in questo senso può trovare spazio in agricoltura, per ripristinare la fertilità del suolo e contrastare i fenomeni erosivi.

esistono macchine già collaudate idonee per lo spandimento in campo del compost, si tratta di carri spandiletame modificati nelle versioni da pieno campo e da frutteto adattabili per lo spandimento di tale materiale, che a differenza del letame risulta molto più incoerente e polverulento. l'impiego del compost in campo è del tutto analogo a quella del letame e in tal modo deve essere gestito dall'azienda.

Il compost trova anche impiego come fertilizzante nella tecnica ormai diffusa dell'idrosemina, per il rivestimento delle scarpate, effettuata attraverso la distribuzione di una miscela costituita da semi, collanti, compost e altre sostanze.

Erosione non significa soltanto asportazione di terreno fertile, ma anche lisciviazione di prodotti fitosanitari, che a seguito di trattamenti ripetuti vengono dispersi nell'agroecosistema andando a contaminare le falde acquifere, con ingenti danni ambientali. I terreni ricchi di sostanza organica d'altronde trattengono i prodotti fitosanitari ostacolando la loro diffusione e consentendo, in periodi più o meno lunghi, la loro decomposizione, sia ad opera di organismi viventi (decomposizione biotica) sia a causa di agenti fisici quali temperatura, umidità, luce (decomposizione abiotica o degradazione).

Il fenomeno delle dispersioni nell'ambiente di prodotti fitosanitari è correlato anche al problema dello smaltimento delle acque di lavaggio delle irroratrici, che contengono residui di antiparassitari, che scaricati nel terreno provocano un impatto ambientale non trascurabile. a tal proposito sono comparsi nel nord europa i biobeds, che possono essere definiti come una sorta di fosse biologiche, che intercettano le acque di lavaggio delle irroratrici e biodegradano i prodotti fitosanitari residui.

Fondamentale è conoscere il destino ambientale delle molecole dei prodotti fitosanitari nel suolo, le interazioni che si possono instaurare e le degradazioni stesse, al fine di verificare la mobilità dei diversi composti nel terreno.

Attraverso un modello di riferimento Peri (Nilsson, 1999), che tiene conto delle principali proprietà chimiche e fisiche delle molecole e dell'interazione delle sostanze con i diversi comparti ambientali è stata costruita una tabella riguardante alcuni tra i prodotti fitosanitari più utilizzati nell'ambito della difesa fitosanitaria di un vigneto, andando a caratterizzare per ciascun prodotto il potenziale rischio ambientale.

Il rischio ambientale così calcolato è stato moltiplicato per il numero di trattamenti eseguiti nell'annata agraria e diviso per la classe tossicologica dei diversi antiparassitari. il risultato ottenuto non è altro che la quantificazione del rischio, che tiene conto dell'impatto dei prodotti fitosanitari sull'ambiente e sull'uomo.

I prodotti più pericolosi sono risultati dei fungicidi largamente impiegati, ma

da non sottovalutare anche i preparati a base di zolfo, che per gli alti dosaggi e l'elevato numero di trattamenti, alzano significativamente il valore relativo al rischio ambientale.

in conclusione possiamo affermare che gli effetti della sostanza organica sulla fertilità del suolo, sono ormai da tempo noti, tuttavia è da rivalutare l'azione della sostanza organica nel contrastare i fenomeni erosivi, tanto più pericolosi in condizioni di forti pendenze. il compost in tal senso può costituire una risorsa enorme, vista anche la ormai irreperibilità del letame. si utilizza anche con successo come fertilizzante nella tecnica dell'idrosemina, proprio per il rivestimento delle superfici più esposte ai fenomeni erosivi (scarpate).

Infine sono inoltre accertate le proprietà della sostanza organica nel trattenere i prodotti fitosanitari, che si disperdono nell'ambiente andando a contaminare le falde superficiali. l'apporto di sostanza organica permette quindi di limitare l'impatto ambientale provocato dalle svariate pratiche colturali.

### **LA GESTIONE DELLO SCHELETRO NEI NUOVI SCHEMI SISTEMATORI DEI VIGNETI**

*Marco Panichi, Giuseppe Corti, Marco Vieri*

La preparazione iniziale del terreno è uno degli aspetti fondamentali nell'impianto di un vigneto e consiste in una serie di operazioni atte a predisporre le condizioni ottimali di abitabilità del suolo per le piante e per tutta la loro durata produttiva. è un'operazione che richiede lavori di notevole entità e molto dispendiosi in termini di tempo e denaro, in particolar modo nella collina tipica toscana ed in quella strutturale chiantigiana. la preparazione iniziale del terreno consiste nell'eliminazione della vegetazione esistente sull'appezzamento, nella sistemazione della superficie, nella realizzazione della rete emungente, nella lavorazione principale, nella correzione di eventuali difetti del terreno e nella realizzazione della concimazione di fondo. tra queste operazioni, di primaria importanza è la lavorazione principale del suolo, comprendente lo scasso, lo spietramento e l'aratura di affinamento post-scasso. lo scasso ha lo scopo di aumentare il volume di terreno esplorabile dalle radici, migliorarne la struttura, aumentarne l'ossigenazione, di favorire lo sviluppo di microrganismi per una maggiore disponibilità degli elementi nutritivi e di contribuire alla totale eliminazione dei residui radicali di un'eventuale precedente coltura (Di Collalto e Bandinelli, 1997; Landi, 1999).

Nel chianti, caratterizzato da terreni collinari, con pendenze elevate, ricchi di scheletro e con numerosi banchi di roccia affiorante, si sono sviluppate nuove tecniche e tecnologie per l'esecuzione delle operazioni colturali, sia ordinarie che straordinarie. diversamente dalla pianura e media collina, dove vengono generalmente utilizzate le macchine agricole tradizionali, nella collina strutturale chiantigiana ci si è recentemente avvalsi delle macchine comunemente non utilizzate in agricoltura come ruspe ed escavatori: questo ha permesso contemporaneamente di sviluppare nuove tecniche di lavorazione del terreno, la messa a coltura di suoli impervi e l'utilizzo delle macchine in ogni operazione colturale, rendendo possibile una riduzione dei costi a favore della produttività (Cianferoni, 1979).

tra gli obiettivi dell'utilizzo di escavatori e ruspe, oltre alla predisposizione di un

maggior volume di terreno esplorabile dalle piante, ha assunto grande importanza anche l'eliminazione di quantità sempre maggiori della frazione più grossolana dello scheletro, ritenuta chimicamente inerte e potenzialmente dannosa per le macchine impiegate nelle lavorazioni di gestione ordinaria del vigneto.

### ***Preparazione iniziale del terreno in suoli scheletrici***

In generale, l'impianto del vigneto prevede una prima fase di tipo progettuale, costituita dai rilievi topografici e geopedologici della zona e dalla predisposizione del progetto di sistemazione idraulica-agraria. la seconda fase, operativa, è caratterizzata dall'estirpazione della coltivazione precedente, dal livellamento del terreno, dalla predisposizione della rete drenante, dallo scasso e, infine, dalle operazioni di affinamento (Biasi et al., 1998; Gasparinetti et al., 2002). Nella realtà del Chianti e nei terreni ricchi di scheletro, la divisione e la successione delle operazioni non sono sempre così nette, grazie anche all'utilizzo di tecniche e macchine che consentono l'esecuzione di più operazioni contemporaneamente.

l'eliminazione delle precedenti colture o della vegetazione spontanea presente sull'appezzamento è un'operazione che assume importanza per quanto riguarda la salubrità del terreno stesso: allontanare i residui radicali infatti riduce la possibilità che si manifesti il fenomeno della "stanchezza". Tale asportazione può essere realizzata mediante apripista cingolati, che eliminano piante e tutori al livello del suolo, o mediante escavatori che, partendo dall'alto dell'appezzamento, asportano totalmente le piante ed i relativi sostegni. il lavoro eseguito mediante escavatore, magari equipaggiato con benna a rastrello, fornisce maggiori garanzie permettendo sia l'eliminazione di tutti gli organi colpiti da marciumi, sia un più rapido risanamento del terreno e conseguenti minori tempi di "attesa" per la messa a dimora delle barbatelle. generalmente si stimano circa 10 h ha<sup>-1</sup> le ore necessarie per la ripulita del terreno con escavatori di 15 – 25 t e circa 3 h ha<sup>-1</sup> con apripista.

Una volta ripulito dai residui della coltivazione precedente, il terreno deve essere sistemato. le sistemazioni idraulico-agrarie hanno il compito di regolare il flusso delle acque superficiali e profonde, di limitare l'erosione e di agevolare la meccanizzazione. progettata la sistemazione, occorre avviare le operazioni di preparazione del terreno: il livellamento, la realizzazione della rete drenante e lo scasso.

Il livellamento superficiale del terreno, eliminando i dossi e colmando gli avvallamenti, è ormai una pratica usuale nella realizzazione di un nuovo impianto viticolo. vengono utilizzati grossi apripista (250 kW) che effettuano, con una produttività media di circa 70 h/ha, una scarificazione mediante ripper e, in un secondo momento, spostano il terreno con lame montate anteriormente, creando così superfici uniformi. una simile operazione può comportare alcuni problemi: l'eliminazione di un dosso comporta la riduzione in quel punto dello spessore di suolo esplorabile dalle radici, di conseguenza, anche nel caso in cui si ricreasse una profondità ottimale con lo scasso successivo, gli strati più profondi del profilo risulterebbero non pedogenizzati e dunque poco fertili. nelle zone di accumulo si può presentare il problema opposto: il maggiore spessore del suolo risulta maggiore aumenta il rischio di smottamenti o di asfissie radicali (Morando, 2001).

L'operazione successiva consiste nella realizzazione della rete emungente sotterranea. la rete drenante viene collocata al di sotto dello strato lavorato ed ha il compito di allontanare sia l'acqua gravitazionale sia quella eventualmente presente

per affioramento e ristagno in determinate zone dell'appezzamento. possono essere utilizzati come dreni tubi forati di materiale plastico, oppure, in suoli ricchi di scheletro grossolano, lo stesso materiale pietroso ricavato dalla preparazione del terreno, disposto in fosse di dimensioni e distanza proporzionale all'acqua da allontanare.

Al posizionamento dei dreni seguono generalmente le lavorazioni del terreno, ossia lo scasso e l'affinamento del terreno post scasso.

Le tecniche di scasso si sono evolute con l'introduzione di diverse macchine, utilizzabili in funzione del tipo di terreno e dell'obiettivo finale dell'operazione. lo scasso può essere effettuato essenzialmente utilizzando aratri da scasso, ripper o escavatori.

L'aratro da scasso è una macchina che può essere portata, semiportata o trainata da un mezzo cingolato. presenta forma analoga ai comuni aratri utilizzati nelle lavorazioni del terreno, ma con dimensioni maggiori. consente di effettuare una lavorazione ad una profondità compresa tra 80 e 100 cm, provocando il rovesciamento di una parte di terreno ed invertendo l'ordine degli strati. nei terreni chiantigiani, comunque, l'aratro da scasso è caduto in disuso, sia per le notevoli quantità di frammenti scheletrici negli appezzamenti sia per l'avvento di nuove tecnologie, come ripper ed escavatori, più adattabili alle caratteristiche del terreno e alle sue asperità.

L'apripista, o bulldozer, è una macchina cingolata dotata nella parte anteriore di una lama (dozer) e nella parte posteriore di un ripper, ossia uno o tre discissori a forma di dente, che eseguono una rottura verticale del suolo senza provocarne il ribaltamento degli strati. nella sistemazione iniziale del terreno, questi trattori cingolati sono usati per rippare (scarificare), per scalzare grossi macigni, per livellare e per spostare materiale lapideo estratto durante le operazioni di scasso.

I ripper operano un taglio verticale del terreno mediante denti che possono essere singoli, di lunghezza variabile da 100 a 180 cm, oppure tre di circa 70 cm di lunghezza distanti tra loro circa 50 cm. Tecnicamente, lo scasso mediante ripper consiste in un primo passaggio, con il quale si realizza la lavorazione principale del terreno, effettuato da un singolo dente alla profondità di 115-120 cm a rittochino ed in un successivo intervento del ripper a tre denti alla profondità di circa 50 cm, in direzione ortogonale alla massima pendenza. Il secondo passaggio ha lo scopo di dissodare ulteriormente il terreno nella parte più superficiale e di allontanare il materiale scheletrico grossolano. Quando il terreno si presenta particolarmente tenace, o semplicemente per non rischiare di lasciare aree dell'appezzamento non lavorate, prima della lavorazione superficiale, può essere effettuata un'ulteriore lavorazione in direzione della massima pendenza o leggermente inclinata di qualche grado rispetto a questa con ripper a singolo dente alla profondità di 115-120 cm. la distanza tra due passaggi successivi dovrebbe essere la minima possibile, compresa generalmente tra 70 e 150 cm, ma occorre comunque tenere presente che gli apripista utilizzati hanno carreggiate di notevoli dimensioni e che minore è la larghezza di lavoro, maggiore è la superficie di terreno lavorato che verrà, anche se lievemente, ricompattata. nei suoli ricchi di materiale roccioso, quando il ripper trova una pietra può arpiarla e portarla in superficie oppure semplicemente creare un aumento di volume del suolo intorno al masso. In entrambi i casi, è un secondo apripista, di peso e potenza inferiore, che ha il compito di scalzare il masso e di posizionarlo sulla superficie del terreno già scassato, in modo da non ostacolare il



movimento della prima macchina durante il passaggio successivo.

Mediante la rippatura viene asportata solamente quella frazione di scheletro di dimensioni apprezzabili; i frammenti di pezzature ridotte vengono al massimo toccati e spostati orizzontalmente. utilizzando il ripper, quindi, lo scheletro del suolo continua a mantenere la disposizione lungo il profilo determinata dalla pedogenesi. gli apripista utilizzati nelle operazioni di rippatura profonda nei suoli pietrosi del chianti hanno motori con potenze comprese tra 150 e 300 kw, con carreggiate variabili da 2,5 a 3 metri e di peso operativo compreso tra 25 e 50 t. nelle operazioni di spostamento dei frammenti scheletrici più grossolani, estratti con ripper o con escavatore, o in quelle di esecuzione della seconda passata dello scasso con ripper a tre denti, vengono utilizzare macchine di media potenza 60-80 kw, carreggiate di circa 2 m e peso tra le 7 e le 9 t.

la prima lavorazione profonda, eseguita a rittochino, è effettuata con una produttività che varia da circa 8 a circa 10 h ha<sup>-1</sup>, con consumo di gasolio che va da circa 500 a circa 600 l ha<sup>-1</sup>, variabile in funzione del tipo di suolo, quantità e tipo di scheletro presente. per il secondo passaggio, effettuato sempre con ripper monodente in direzione quasi parallela al primo, i valori di produttività e consumi sono analoghi, o leggermente ridotti, a quelli stimati per il primo passaggio. per la rippatura finale ortogonale alla prima, con ripper a tre denti la produttività stimata è pari a 6 h ha<sup>-1</sup>. il gasolio consumato risulterà di circa 300 l ha<sup>-1</sup>. in zone ad alta difficoltà, ricche di scheletro, la produttività sale fino a circa 10 h ha<sup>-1</sup> ed i consumi a 500 l ha<sup>-1</sup>.

Nei suoli scheletrici, quando all'apripista che esegue la rippatura ne è associata un'altra con lama grigliata, sono necessarie ulteriori 15-25 h ed un consumo di 300-500 l di gasolio ad ha per l'estrazione e l'accantonamento delle pietre estratte. al lavoro di rippatura segue infine un'aratura o un'erpatura di affinamento dello strato arabile, generalmente i primi 40-50 cm, con una produttività di circa 2 h ha<sup>-1</sup>.

I valori relativi al completamento dello scasso sono condizionati dalla quantità di scheletro grossolano presente sull'appezzamento, dalla quantità di questo che si decide di asportare, dalla presenza di rocce affioranti, dalla profondità e dalla larghezza di lavoro. in linea di massima, si può concludere che per uno scasso mediante ripper in zona chiantigiana ad alta difficoltà, sono necessarie circa 50 h ha<sup>-1</sup> ed un quantitativo di gasolio pari a circa a 2000 l ha<sup>-1</sup>, mentre in un suolo privo di scheletro, per le stesse operazioni, la produttività scenderebbe a 20 h ha<sup>-1</sup> ed il consumo di carburante a circa 800 l ha<sup>-1</sup>.

L'utilizzo del ripper permette di mantenere e migliorare la struttura del terreno, conservare lo strato microbiologicamente attivo, facilitare l'immagazzinamento ed un adeguato smaltimento delle acque piovane e salvaguardare gli equilibri idrogeologici ed ambientali. l'uso di questa macchina è però raccomandabile solo in determinate condizioni: il suolo al momento della lavorazione dovrebbe essere nello stato di tempera asciutta (specialmente in presenza di argilla), presentare uno spessore di almeno 80 cm ed essere privo di banchi omogenei di roccia.

Per ovviare alle difficoltà che si presentano utilizzando il ripper nei suoli scheletrici e per effettuare la lavorazione del terreno anche nei periodi non ottimali, sono state individuate nuove tecniche per la preparazione iniziale del suolo che prevedono l'utilizzo dell'escavatore. Il cantiere tipico di questa tecnica (chiamata scasso a tappeto drenante) prevede l'utilizzo di due scavatori coadiuvati da un apripista. il primo, di maggiore peso e potenza (25-33 t e 130-190 kw), munito di benna classica

o da roccia, effettua una lavorazione alla profondità di 100-120 cm, sollevando e smuovendo tutto lo spessore di suolo. mentre effettua queste operazioni, la macchina estrae dal suolo pietre e massi di notevoli dimensioni, accumulandole in una zona dell'appezzamento dove non creino impedimento ai movimenti delle macchine stesse. Per la realizzazione della rete drenante lo stesso escavatore esegue, ogni 5-7 metri, ad una profondità di 120-150 cm una trincea, poi riempita con materiale scheletrico derivante dalla vagliatura dei 50-60 cm più superficiali del terreno effettuata dal secondo escavatore. Quest'escavatore, munito di benna a rastrello, di peso operativo compreso tra 15 e 25 t e potenza tra 75 e 130 kw, lavora in contemporanea al primo ed opera lo spietramento del volume più superficiale del terreno scassato. la parte di scheletro che ha dimensioni inferiori al vaglio ritorna nell'area da cui viene prelevata, mentre la frazione più grossolana che rimane nella benna e viene depositata sul fondo della trincea aperta in precedenza. Le trincee vengono realizzate lungo la massima pendenza (a volte con andamento a zig-zag), a distanza variabile sia in base alla quantità di acqua da allontanare che alla quantità di pietre estratte. In caso di presenza di falda, si realizzano ulteriori trincee disposte a spina di pesce. Quando non è necessario realizzare muretti o drenaggi supplementari, i sassi di dimensioni maggiori, estratti dall'escavatore che effettua la lavorazione profonda, vengono allontanati mediante un apripista equipaggiato con una lama grigliata e raccolti ai lati dell'appezzamento, rimanendo spesso senza uno specifico impiego.

Le benne utilizzate, come accennato, sono principalmente di due tipi: da roccia e grigliate. le prime hanno una larghezza di circa 120 cm e capacità inferiore ad 1 m<sup>3</sup> e sono caratterizzate da un profilo slanciato, che consente di aumentare la capacità di penetrazione nei terreni compatti e rocciosi, e da una particolare struttura rinforzata nei punti di maggior sforzo ed usura, le benne grigliate sono benne di forma analoga a quella tradizionale, ma con una griglia operante da vaglio. hanno dimensioni maggiori rispetto alle benne da scavo, sono larghe 150 cm ed hanno capacità di circa 1,5 m<sup>3</sup>. La distanza tra le fessure della griglia è generalmente di 12-13 cm. esistono, e sono sempre più utilizzate, benne da roccia grigliate, che consentono di effettuare sia la lavorazione profonda che la vagliatura della parte superficiale del terreno, con una significativa riduzione di tempo. questo tipo di utensile, naturalmente, è utilizzabile qualora non si presentino banchi di roccia omogenei e la parte scheletrica sia di ridotte dimensioni.

La produttività ed i consumi di un cantiere di lavoro composto da due escavatori ed un apripista per la realizzazione di uno scasso sono estremamente variabili dalla quantità e dal tipo di scheletro presente sull'appezzamento: per la prima lavorazione profonda eseguita con l'escavatore di 25-35 t la produttività oscilla tra 50 e 70 h ha<sup>-1</sup> ed il consumo di gasolio tra 1500 e 2100 l ha<sup>-1</sup>; per la vagliatura eseguita con l'escavatore di 15-25 t la produttività è sempre analoga (50-75 h ha<sup>-1</sup>) ma è minore il consumo di gasolio (1000-1500 l ha<sup>-1</sup>). per l'apripista con lama grigliata utilizzata per lo spostamento massi estratti, la produttività è di circa 30-50 h ha<sup>-1</sup> ed il consumo di gasolio di 600-1000 l ha<sup>-1</sup>.

Quindi per effettuare uno scasso mediante la tecnica del tappeto drenante, con cantiere di lavoro costituito da due escavatori ed un'apripista, sono necessarie in totale 130-195 h ha<sup>-1</sup> per un consumo di 3100-5000 l ha<sup>-1</sup> di gasolio. i valori potrebbero addirittura essere più elevati quando il suolo si presenta estremamente

ridotto o anche quando si incontrano macigni di notevoli dimensioni che richiedono un lavoro supplementare da parte di tutte le macchine del cantiere, prevedendo l'utilizzo anche di martelli montati al posto della benna.

il lavoro di scasso realizzato utilizzando queste macchine e queste tecniche, anche se più costoso, risulta più accurato rispetto a quello con il ripper o con l'aratro, e svincola dalla necessità di effettuare l'erpatura di affinamento: il suolo viene maggiormente arieggiato, finemente sminuzzato, ben strutturato (consentendo anche di allungare il periodo utile d'intervento) nonché reso più sicuro dal punto di vista sanitario, dato che gli apparati radicali residui vengono completamente asportati.

Nei suoli scheletrici, indipendentemente dalla tecnica e dalle macchine utilizzate, per la preparazione del suolo è fondamentale l'estrazione e l'asportazione della frazione rocciosa delle dimensioni superiori a circa 12-15 cm, considerata inerte dal punto di vista chimico, di ostacolo per l'impianto delle barbatelle e dei tutori ma anche dannosa per gli organi lavoranti delle macchine utilizzate per la gestione del vigneto. dai suoli del chianti, in particolare modo quelli originati da alberese e macigno, durante le operazioni di scasso vengono estratti frammenti rocciosi tra 500 e 3000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, variabile in relazione alla profondità di scasso, alla natura del suolo ed alla precedente utilizzazione dello stesso (in caso di reimpianto lo scheletro grossolano sarà minore rispetto a quello presente su un appezzamento non coltivato).

Numerosi studi hanno però evidenziato che la frazione grossolana del suolo svolge numerose funzioni, sia fisiche sia chimiche. essa, infatti, contiene acqua e, se porosa, ne favorisce l'assorbimento, influenza positivamente il drenaggio (Mehuys et al., 1975; Ravina e Magier, 1984), riduce la compattazione (Huberty, 1944; Lutz e Chandler, 1946; Saini e Grant, 1980), riduce l'evaporazione (unger, 1971; Fairbourn, 1973; Nachtergaele et al., 1998), favorisce la strutturazione (Magier e Ravina, 1984), è efficiente nel contenimento dell'erosione (Poesen e Lavee, 1994; Chow e Rees, 1995; Oostwoud Wijdenes et al., 1997; de Figueiredo e Poesen, 1998) e migliora le proprietà termiche del suolo (Nachtergaele et al., 1998). inoltre, secondo Delmas (1980) e Nachtergaele et al. (1998), la presenza di frammenti di colore chiaro sotto i filari di viti aumenterebbe la riflessione dei raggi solari anche nella parte inferiore dei grappoli, migliorandone quindi la maturazione. gli stessi autori, indicano inoltre una riduzione del rischio di gelate, nel caso in cui la superficie del filare sia "pacciamata" mediante frammenti scheletrici.

dal punto di vista chimico, lo scheletro non solo fornisce elementi nutritivi utilizzabili dalle piante ma è anche implicato nel ciclo della sostanza organica e nelle attività dei microrganismi (Agnelli et al., 2001). le proprietà chimiche sono tanto più espresse quanto maggiore è il grado di alterazione dello scheletro del suolo (corti et al., 1998) e quanto maggiore è la superficie specifica esposta. queste proprietà sono state evidenziate anche da recenti studi (Panichi, 2003), prendendo in considerazione diverse pezzature di arenaria ed alberese inalterate ed interrate per 6 e 12 mesi. con l'interramento è stato rilevato che l'alterazione alla superficie dei clasti è così rapida da essere analiticamente percepibile anche in tempi così brevi. In un solo anno, infatti, il carbonio organico e l'azoto totale risultano diminuiti, mentre aumenta la disponibilità degli elementi nutritivi calcio, potassio, magnesio, fosforo e ammonio. con la permanenza nel suolo, nel tempo che i frammenti rocciosi diventeranno scheletro, è immaginabile che questi fenomeni persistano e che quindi la liberazione

di elementi nutritivi possa continuare nel tempo.

sarebbe dunque auspicabile che al momento della sistemazione del terreno la maggior parte dello scheletro grossolano estratto venisse recuperato e nuovamente immesso nel suolo, con dimensioni tali da non recare danno agli organi lavoranti per le operazioni colturali successive. una soluzione potrebbe essere rappresentata dalla frantumazione. sia l'alberese che l'arenaria sono facilmente frantumabili mediante frantoi a mascelle. questo tipo di macchine, montate su impianti mobili di dimensioni contenute (10-13 m di lunghezza, 2,5-3 m di larghezza, 3-4 m di altezza e 30-50 t di peso), risultano facilmente trasportabili ed essendo dotati di un carro cingolato, sono in grado di compiere brevi spostamenti nell'area di utilizzo. attraverso una bocca di carico, larga tra 0,6 e 1,5 m e lunga tra 1 e 1,3 m, il frantoio può ricevere massi di dimensioni generalmente comprese tra 20 e 70 cm e di produrre frammenti di grandezze variabili da pochi millimetri fino a 20 cm (in funzione dei modelli). le potenze di questo tipo di macchine variano da 120 a 230 kw e le produttività sono comprese tra 50 e 300 t h<sup>-1</sup>. considerando che dalle operazioni di scasso nel chianti si tende ad eliminare una quantità di frammenti grossolani compresa tra 500 e 3000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> (corrispondenti a circa 1200-7500 t di macigno e 1300-8000 t di alberese) ed ipotizzando di utilizzare un frantoio con produttività di 200 t h<sup>-1</sup>, la frantumazione potrebbe avvenire in tempi compresi tra 6 e 35 h.

frantumando 1000 m<sup>3</sup> di roccia estratta ed ottenendo frammenti rocciosi di dimensioni comprese tra 2 e 50 mm, in 5 mesi di permanenza nel suolo, si ottiene un rilascio totale per il calcio di quasi 4000 kg sia per il macigno sia per l'alberese, per il potassio di oltre 100 kg per il macigno e di 25 kg per l'alberese e per il magnesio di oltre 300 kg per il macigno e di 35 kg per l'alberese. questo rilascio, inoltre, non è temporaneo ma continua per un periodo variabile da 3 ad almeno 200 anni, assicurando la presenza nel tempo di elementi nutritivi.

da queste considerazioni è possibile concludere che la frantumazione delle rocce e dello scheletro grossolano e la relativa immissione nel suolo dei frammenti ottenuti, possono entrare a far parte a pieno titolo della serie di operazioni atte a preparare il suolo per accogliere un nuovo impianto viticolo.  
seminario

## **NUOVI STRUMENTI DI PROGETTAZIONE PREVISIONALE DEI VIGNETI TERRAZZATI**

*Federico Alderighi, Marco Vieri*

### **Localizzazione e descrizione**

I campi sperimentali sono stati localizzati all'interno del territorio del Chianti e più precisamente compresi nel bacino idrografico dell'Arno e classificati come appartenenti a zone ad alto rischio idrogeologico.

Il primo impianto viticolo oggetto di ricerca è situato nel Comune di Vinci (FI) in località Valle nella zona industriale di Mercatale, ed è di proprietà delle Cantine Leonardo anche loro situate nello stesso Comune. Il secondo impianto considerato è localizzato nel Comune di San Casciano (FI) presso l'Azienda agricola di Montepaldi di proprietà dell'Università degli Studi di Firenze. Il terzo impianto considerato è localizzato nel Comune di Greve in Chianti (FI) in Località San Polo in Chianti.



## IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DEGLI IMPIANTI VITICOLI RISTRUTTURATI

Nella progettazione di un'opera che comporta dei movimenti terra, così come avviene necessariamente per la realizzazione degli impianti viticoli in zone declivi, acquisisce particolare rilievo la conoscenza dello stato originario della superficie interessata.

Per conoscere questi dati, tradizionalmente si opera ricercando mappe in scala più o meno dettagliate per avere un quadro d'insieme, e successivamente si eseguono rilievi topografici in campo, per avere un maggior dettaglio.

Gli strumenti topografici in grado di effettuare misure di angoli sono detti goniometri; in base alla loro precisione si distinguono in tacheometri (precisione angolare di 50cc-100cc) e teodoliti (precisione angolare fino a 1cc-0,5cc).

Il rilievo topografico con strumenti ottico-meccanici, pur essendo preciso ed affidabile comporta vari inconvenienti, tra i quali:

- la presenza di più di un operatore per eseguire le misurazioni;
- l'impiego di molto tempo sia nelle rilevazioni in campo che nella ricostruzione a tavolino della mappa;
- il raggio d'azione degli strumenti è limitato dalle elevate distanze e dagli ostacoli che interferiscono nel campo visivo;
- le maggiori difficoltà di trasformare i dati in formato digitale.

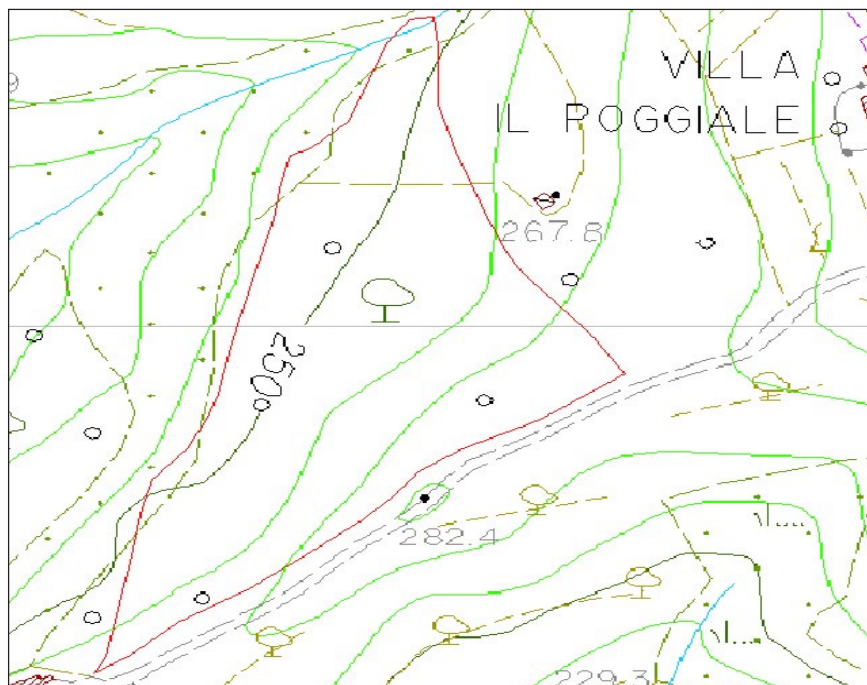
Le distanze, la cui misura diretta ha costituito un problema in passato, si misurano oggi con distanziometri a onde elettromagnetiche (EDM). I distanziometri hanno introdotto significative variazioni nei vecchi schemi di rilievo ed hanno reso più agevole l'esecuzione delle misure con il raggiungimento di precisioni più elevate in tempi più rapidi.

Da qualche decina d'anni goniometri e distanziometri sono integrati nelle stazioni totali.

Il passaggio dagli strumenti ottico-meccanici a quelli elettronici più che consentire il raggiungimento di precisioni maggiori ha permesso di ridurre il lavoro di lettura e trascrizione manuale delle misure, spesso causa di errori grossolani. È l'introduzione dell'automatismo del sistema di lettura per le direzioni angolari infatti che, coniugato alla lettura delle distanze con il distanziometro e alla registrazione su supporto magnetico, costituisce l'elemento innovativo delle stazioni totali.

Le misure vengono così memorizzate su memorie di massa e trasferite automaticamente al PC per l'elaborazione con software dedicati.

Tra gli strumenti di nuova generazione che consentono la realizzazione rapida dei rilievi troviamo i sistemi GPS.



Estratto di mappa realizzata dalla Regione Toscana, dove è possibile vedere nella zona delimitata l'impianto di Montepaldi.



Illustrazione 12 Ricevitore GPS

Esistono vari metodi diversi fra loro per determinare una posizione mediante il sistema GPS. La scelta del metodo dipende dalle esigenze di accuratezza dell'utente e dal tipo di ricevitore GPS disponibile. In linea di massima tali tecniche possono essere suddivise in tre categorie principali:

- Navigazione autonoma, che si avvale di un singolo ricevitore indipendente ed è utilizzata da escursionisti, navi in alto mare e per usi militari. L'accuratezza della posizione è di circa 20m.
- Correzione differenziale del posizionamento, meglio noto come DGPS, questo sistema consente un'accuratezza di 0.5-5m. E' utilizzato per la navigazione marina costiera, l'acquisizione di dati GIS, rilevamenti in campo agricolo, etc.
- Posizione differenziale di fase, consente un'accuratezza di 0.5-2 cm. E' utilizzata per varie attività di rilevamento, per il controllo di dispositivi, ecc. Si tratta della tecnica più semplice utilizzata dai ricevitori GPS per fornire istantaneamente la posizione, la quota e/o l'ora precisa ad un utente. L'accuratezza ottenuta è di circa 20 metri.

I ricevitori utilizzati per questo tipo di operazione sono tipicamente unità portatili di piccole dimensioni e di basso costo.

Tutte le posizioni GPS sono basate sulla misurazione della distanza intercorrente fra i satelliti e il ricevitore GPS. Tale distanza è determinata dal ricevitore GPS. Il concetto di base è quello dell'intersezione, utilizzato da gran parte dei topografi nel loro lavoro quotidiano.

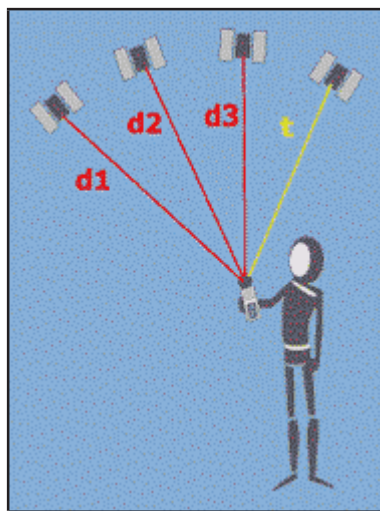
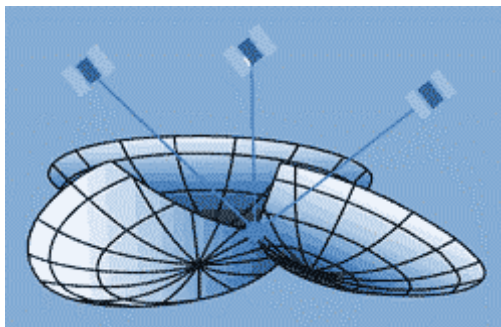


Illustrazione 13 Intersezione delle distanze dai satelliti

Le quattro incognite richieste per determinare la posizione del ricevitore

Conoscendo la distanza da tre punti rispetto al punto da determinare è possibile calcolarne la posizione.

In base alla misura della distanza a cui si trova un satellite si evince che la posizione del ricevitore deve trovarsi in un determinato punto della superficie di una sfera immaginaria che ha come origine il satellite.

Intersecando tre sfere immaginarie originate da tre satelliti è possibile determinare la posizione del ricevitore.

Esiste tuttavia un problema con il sistema GPS rappresentato dal fatto che le incognite da determinare sono in realtà quattro e precisamente la posizione del

satellite (X, Y, Z) e l'ora di trasmissione del segnale.

L'osservazione di quattro satelliti produce quattro equazioni risolvibili che consentono di determinare tali incognite.

Gran parte degli errori che influiscono sulla misurazione della posizione dei satelliti è completamente eliminabile, o può almeno essere significativamente ridotta, utilizzando le tecniche di misurazione differenziale o più comunemente chiamata correzione differenziale delle posizioni (DGPS).

Il concetto base di questa tecnica è l'impiego di dati registrati contemporaneamente di almeno due ricevitori. La correzione differenziale (DGPS) consente di migliorare l'accuratezza della posizione da 15-20 m a 2-3 m o meno, ampliando quindi l'utilità dell'impiego del GPS a molte applicazioni. Per sfruttare questa tecnica sono necessarie due unità fondamentali, la stazione di riferimento e il ricevitore Rover.

L'antenna del ricevitore (stazione) di riferimento è montata in un punto misurato in precedenza e con coordinate note. Il ricevitore installato in questo punto è noto come Ricevitore di riferimento o Stazione base.

Il ricevitore viene attivato e inizia il rilevamento dei satelliti. Tale ricevitore è in grado di calcolare la propria posizione assoluta usando le tecniche descritte precedentemente. Trovandosi su un punto di coordinate note, il ricevitore di riferimento può stimare molto precisamente quale dovrebbe essere la reale distanza dei vari satelliti, individuando la differenza esistente fra i valori calcolati e i valori misurati. Tale differenza è nota come "correzione". Il ricevitore di riferimento è in genere dotato di un collegamento radio che si utilizza per trasmettere tali correzioni.

Il ricevitore Rover può essere equipaggiato con un collegamento radio per la ricezione delle correzioni trasmesse dal ricevitore di riferimento. Mentre il Rover entra in tracciamento con i satelliti calcolando direttamente la distanza da questi, applica le correzioni ricevute dal ricevitore di riferimento, ottenendo in questo modo le coordinate corrette della propria posizione. Questa tecnica consente infatti di ridurre al minimo tutte le fonti di errore, ottenendo quindi la posizione più accurata. Si specifica inoltre che più ricevitori Rover possono ricevere i dati di correzione da una singola Stazione di Riferimento. Per tali motivi bisogna evidenziare il fatto che in un sistema DGPS particolarmente importante è il collegamento radio.

Il sistema GPS presenta numerosi vantaggi rispetto ai tradizionali metodi di rilevamento:

- un singolo operatore è in grado di poter eseguire le misurazioni;
- non è richiesta l'intervisibilità fra punti;
- può essere usato in qualsiasi momento del giorno e della notte e con qualsiasi condizione meteorologica;
- produce risultati molto accurati con rapida immissione dei dati tramite i software specifici;
- consente di completare il lavoro in minor tempo;
- consente la scelta nell'acquisizione dei punti rispetto ai vari sistemi geodetico-cartografici.

Invece i limiti riscontrabili sono:

- nell'utilizzo del sistema GPS è essenziale che l'antenna GPS abbia la possibilità di ricevere il segnale da almeno 4 satelliti;
- In qualche caso i segnali dei satelliti possono essere bloccati da edifici alti, alberi,



ecc. Non è quindi possibile utilizzare il GPS al chiuso e l'uso può risultare difficoltoso anche nei centri urbani o nei boschi.

A causa di questo limite per alcune applicazioni può essere più conveniente ed economico utilizzare una stazione totale o associare l'uso di tale strumento al sistema GPS.

### 3.1.1 Le prove in campo

Per comprendere le potenzialità di questi strumenti ai fini della progettazione degli impianti viticoli, sono state eseguite delle prove comparative.

La prima prova è stata eseguita facendo un rilievo dell'impianto viticolo situato in località Valle nel Comune di Vinci, nel periodo antecedente alla sua ristrutturazione, utilizzando il sistema IsaGPS della società ISAGRI.

IsaGPS è costituito dall'abbinamento di un computer tascabile di tipo Pocket PC (computer palmare), di un ricevitore satellitare GPS e di un programma di rilevamento e misurazione.

Permette di rilevare parcelle, disegnarle e misurarne la superficie ed il perimetro con una precisione adeguata, semplicemente percorrendone i bordi; è adatto per effettuare misurazioni e rilievi rapidamente e con facilità.

Tutte le mappe rilevate con IsaGPS possono essere integrate nei software IsaColture ed IsaPlan.

IsaColture è un programma di gestione tecnica ed economica delle produzioni agricole e delle attività di campagna; mentre IsaPlan è un programma per disegnare e gestire le mappe (catasto, piano culturale, CTR, foto aeree...) delle aziende agricole ed i dati a queste associati.

Il pocket PC integrato in IsaGPS, è un computer tascabile a tutti gli effetti. Una volta staccato il sistema GPS, esso offre tutti i vantaggi di un PC (agenda, note, contatti, foglio elettronico...).

Per avere un quadro d'insieme della superficie interessata, oltre al GPS erano state fornite dalle Cantine Leonardo, una mappa 1:10.000, una foto aerea e mappe catastali.

Come avviene per ogni sistema GPS prima dell'acquisizione dei punti deve essere impostato il sistema geodetico-cartografico di riferimento sul quale essi vengono calcolati. Questo perché nel caso in cui ci sia la necessità di confrontare la mappa ottenuta dal rilievo con delle altre, le stesse si devono riferire allo stesso sistema di riferimento.

Nel caso della prova effettuata è stata utilizzata la rappresentazione cartografica UTM con inquadramento nel sistema di riferimento WGS84.

Sullo stesso appezzamento sono state eseguite più misurazioni per validare l'acquisizione di ogni punto.

I dati ottenuti sono stati poi elaborati tramite il software specifico e resi disponibili in diversi formati al fine di poter essere utilizzati per l'elaborazione grafica.

I vantaggi nell'utilizzo di questo strumento possono essere:

- la sufficiente rapidità nell'esecuzione del rilievo;
- la misurazione è eseguita da un singolo operatore;
- i dati sono subito pronti per elaborazione
- il basso costo per l'acquisto dello strumento.

Il limite, soprattutto in funzione della progettazione, è dato dalla non sufficiente precisione dei punti acquisiti.

Si riscontra infatti l'impossibilità di acquisire punti troppo ravvicinati, perché altrimenti si avrebbe la sovrapposizione dei punti stessi con la conseguente impossibilità del loro riconoscimento. Inoltre, come si può vedere dalla mappa ottenuta, risultano rilevanti le discrepanze tra la prima e la seconda misurazione.

Inoltre lo strumento è apparso inadeguato nella stima dell'altimetria dei punti discostandosi di molto dalle approssimative quote indicate dalla carta 1:10.000.

In conclusione si tratta di un ottimo strumento per la gestione mentre è insufficiente per la progettazione dell'impianto viticolo.

La seconda prova è stata eseguita facendo un rilievo dell'impianto viticolo situato in località Valle, nel Comune di Vinci, sempre nel periodo antecedente alla sua ristrutturazione, utilizzando la stazione totale LEICA TPS1200.

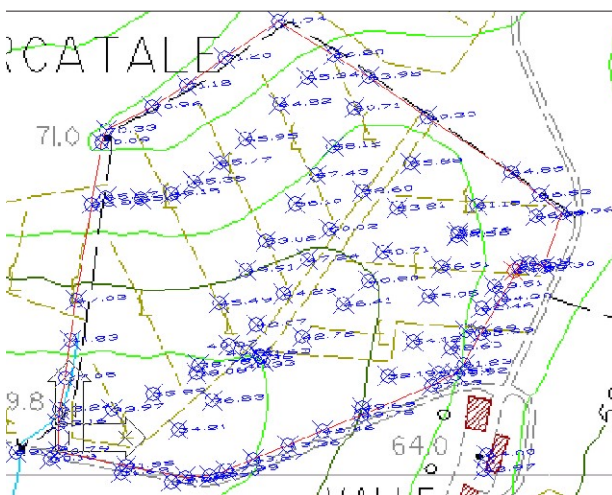
Come descritto precedentemente a riguardo delle stazioni totali, anche la TPS1200 è uno strumento multifunzionale di elevata precisione.

Anche per le stazioni totali si ha la possibilità di scegliere il sistema cartografico di riferimento sul quale calcolare l'acquisizione dei punti.

Infatti nella prima fase della misurazione, un operatore deve posizionare lo strumento, impostarne l'orientamento e scegliere le funzioni da utilizzare per eseguire la misurazione.

Successivamente un'altro operatore munito di un'apposita palina riflettente si pone nel punto da acquisire affinché l'operatore della stazione base possa registrare il punto.

In questo modo vengono presi tutti i punti necessari al rilievo con un'elevata precisione. La velocità è soprattutto subordinata dal tempo di spostamento dell'operatore con la palina perché i tempi di registrazione del punto sono molto rapidi. Al termine della misurazione i dati possono essere scaricati direttamente sul PC per poter essere elaborati.



Disegno 11 Rilievo con la stazione totale LEICA TPS1200

I limiti riscontrabili in questa tecnologia sono tre:

- necessitano due operatori per effettuare la misurazione ed inoltre i due devono avere la possibilità di poter comunicare tra loro per concordare i punti che devono essere misurati e per stabilire l'inizio e la fine dell'operazione necessaria all'acquisizione del punto;
- non ci devono ostacoli tra la stazione base e la palina;
- elevati costi per l'acquisto dello strumento.

Comunque, per l'elevata precisione della misura lo strumento risulta ottimo sia per la fase di progettazione che di collaudo dell'impianto viticolo.

La terza prova, invece, è stata eseguita realizzando misurazioni di tutti gli impianti viticoli facenti parte del campo sperimentale, che ricordando brevemente sono:

- la porzione di vigneto situato nel Comune di Vinci (FI) in località Valle;
- l'intera superficie dell'impianto localizzato nel Comune di San Casciano (FI) presso l'Azienda agricola di Montepaldi di proprietà dell'Università degli Studi di Firenze;
- l'intera superficie dell'impianto localizzato nel Comune di Greve in Chianti (FI) in Località San Polo in Chianti.

Al momento della prova i vigneti erano già stati ristrutturati.

Lo strumento utilizzato è stato il sistema LEICA GPS 1200.

Gli elementi che costituiscono questo sistema sono tre:

- il terminale;
- la stazione di riferimento;
- il ricevitore Rover.



Il terminale è un piccolo PC applicabile sia sulla stazione di riferimento che sul Rover ed è perfettamente compatibile con entrambi.





Illustrazione 18 Stazione di riferimento

La stazione di riferimento è costituita da un treppiede dove è montata la strumentazione, il supporto e i collegamenti per il terminale e l'antenna satellitare.



Illustrazione 19 Rover



Il Rover è contenuto in uno zaino dal quale fuoriescono i collegamenti per il terminale e per l'antenna satellitare che è posta su una palina usata per battere il punto. Tra i ricevitori è attivo un collegamento radio per la ricezione delle correzioni trasmesse dalla stazione di riferimento.

L'antenna della stazione di riferimento o stazione base è montata in un punto misurato tramite il terminale e avente coordinate note. È in questa fase che l'operatore sceglie sistema cartografico di riferimento. Successivamente il terminale viene montato sul Rover e adeguatamente impostato.

Eseguite queste operazioni preliminari non serve altro che raggiungere i punti che si vogliono rilevare e con un tempo di 3 secondi questi vengono acquisiti.

A questo punto la velocità del rilievo è subordinata al numero dei punti che si devono acquisire e dal tempo che l'operatore impiega per raggiungerli.

Il numero dei punti che si possono rilevare con una singola misurazione è davvero notevole. Per una stessa stazione riferimento possono essere utilizzati più rover per un raggio di 25-30km dal punto in cui esso è dislocato.

È possibile inoltre l'uso combinato del sistema DGPS con quello della stazione totale soprattutto se le misurazioni sono fatte in condizioni estreme.

Tramite il software specifico, i dati sono stati elaborati per creare le mappe dello stato finale degli impianti viticoli ristrutturati.

### 3.2 I software utilizzati per la gestione dei dati

Dopo aver esaminato gli strumenti usati nel reperimento dei dati, la ricerca ha cercato di individuare quali software risultavano più efficaci nella loro gestione al fine della progettazione di nuovi impianti viticoli o nel collaudo di quelli già realizzati.

Le tipologie di software prese in esame dalla ricerca appartengono a due categorie distinte tra loro ma che possono interagire facilmente tra loro.

Il primo tipo è rappresentato dai programmi GIS.

In questi programmi, al fine di ottimizzare l'organizzazione, i dati vengono suddivisi in categorie: rete stradale, edifici, vegetazione, ...

Ogni categoria è contenuta in un file diverso; tali file sono i layer. Quando è necessario integrare insieme i vari dati, si "sovrappongono" i vari layer, producendo lo stesso effetto che si ha quando si sovrappongono vari disegni fatti su carta trasparente (overlay).

Ci sono sostanzialmente tre modelli in cui i dati spaziali vengono organizzati:

**Modello dati raster;** per ogni variabile dei dati, si costruisce un layer. In ciascun layer si divide la regione d'interesse in blocchi regolari (di solito quadrati) e si assegna ad ogni blocco il valore corrispondente della variabile che si sta considerando (zero se in quel blocco la variabile non c'è).

Vantaggi:

Tutti i layer relativi alla stessa regione e definiti in base ad un reticolo di uguali dimensioni hanno questo vantaggio: la topologia è implicitamente definita, poiché la locazione di ogni cella relativa alle altre può essere facilmente determinata.

Svantaggi:

Se si vuole aumentare la risoluzione, vale a dire diminuire la dimensione della cella (che si dice pixel per dati 2D e voxel per dati 3D), per esempio di un fattore due, la corrispondente matrice di valori della variabile associata raddoppierà di dimensione

(e quindi anche la dimensione del file contenente il layer). Un'altra problematica legata al modello raster è che il necessario processo di discretizzazione sottostante la creazione del layer causa la perdita di dettaglio (gli oggetti più piccoli della cella non vengono rappresentati) e la deformazione dei contorni degli oggetti grandi.

Utilizzo:

Tutti i dati provenienti dal telerilevamento aereo e satellitare sono in formato raster. Ogni pixel rappresenta l'intensità di potenza riflessa da una corrispondente area equivalente di terreno. Tipicamente da un'unica missione si ottengono più immagini (più pixel vengono acquisiti in parallelo, es. tecniche SLAR o SAR) perché si eseguono scansioni multifrequenza (si ottiene un layer per ogni frequenza di indagine). I dati in formato raster sono particolarmente adatti per rappresentare variabili che cambiano con continuità nello spazio, come la quota. 0

Programmi GIS largamente utilizzati che si basano sul modello raster sono GRASS e IDRISI.

**Modello dati vettoriali;** tutti gli oggetti geografici vengono descritti tramite forme geometriche (linee, punti, curve, poligoni, volumi per dati 3D). Ogni categoria di dati viene salvata su un file diverso.

Vantaggi:

Si ottengono oggetti dai contorni più precisi del modello raster, perché la descrizione è geometrica. Inoltre i dati, essendo formule che descrivono geometrie, occupano molto meno spazio di una matrice di punti (che deve tener conti anche delle celle vuote).

Svantaggi:

Bisogna definire la topologia tra gli oggetti, in ogni modo ciò può essere fatto, ed anche efficientemente. La struttura dei dati è più complessa rispetto al caso raster, per cui l'operazione di overlay dei layer è più difficile da fare. Inoltre vari procedimenti matematici, come le derivate, sono quasi impossibili da eseguire su layer vettoriali.

Utilizzo:

E' un modello ampiamente utilizzato in cartografia computerizzata, analisi delle reti (geografiche), database demaniali. Tra i più comuni software GIS che usano questo modello vi sono Arcinfo, Arcview e MapInfo.

**Modello dati object-oriented;** detto anche modello semantico, in questo caso i dati sono organizzati in classi e sottoclassi, in pratica in livelli, con una precisa gerarchia e regole di eredità. Per esempio ci può essere una classe "pantano" appartenente ad una classe "lago" la quale a sua volta appartiene ad un'altra classe, "acqua". Ogni sottoclasse in genere eredita dalle classi-genitrici varie proprietà.

Vantaggi:

Tutti i dati concernenti un certo oggetto sono incapsulati nella definizione dell'oggetto stesso, e questo fatto li protegge da inopportune operazioni generate dall'"esterno". Inoltre la gestione ad oggetti è il modo più naturale per modellare i dati spaziali.

Svantaggi:

Richiede un maggior tempo di preparazione a causa delle strutture che vanno create ed inizializzate.

### Utilizzo:

Attualmente non è molto usato. Due sistemi GIS che lo usano sono SYSTEM9 e Tigris.

Il funzionamento complessivo di un GIS si può suddividere in fasi, che schematicamente sono:

Relazionare informazioni da sorgenti diverse

I dati geografici da immettere nel GIS possono essere mappe, carte stradali, tabulati, liste numeriche, immagini digitali da satellite, ecc.

Tutte le informazioni devono essere trasformate sotto forma di mappe; per cui i tabulati verranno convertiti in figure, le immagini digitali verranno analizzate e ne verranno estratti i contorni.

Lo scopo di questa fase è di ottenere un set di dati omogeneo. Ogni dato viene identificato univocamente dalle sue coordinate spaziali, x, y, z cioè longitudine, latitudine e quota.

### Acquisire dati

Ogni dato di una mappa deve essere digitalizzato per poterlo successivamente usare nelle ricerche. Per cui è necessario che le immagini siano importate manualmente in casi delicati, o automaticamente tramite opportuniscanner. Un GIS, a differenza di un semplice sistema di mappe computerizzato, è in grado di relazionare immediatamente i dati che acquisisce: ad esempio può individuare che una data linea sulla mappa non è solamente una strada, ma è anche il confine tra una coltivazione e una zona residenziale. Questa fase di acquisizione dati è generalmente la più lenta dell'intero lavoro. Inoltre durante la digitalizzazione la strumentazione può erroneamente scambiare polvere, sporcizia, ecc. per dati reali della mappa, creando delle correlazioni inesistenti con i dati genuini. Per cui alla fine del processo è di solito necessario una fase manuale di "ripulitura" dei dati appena digitalizzati.

### Integrare i dati

E' una delle fasi più importanti e utili del lavoro del GIS. I dati vengono collegati assieme (se sono correlati) ed è possibile ottenere nuove informazioni che ne sono la sintesi. I dati possono provenire da sorgenti anche molto diverse.

### Proiettare e registrare

Una mappa geografica è una rappresentazione bidimensionale della crosta terrestre, che è tridimensionale. Una proiezione è un metodo matematico che effettua il passaggio dal 3D al 2D (eventualmente con perdita di qualche informazione, di dettaglio o di precisione). Se le mappe (originate dalle sorgenti) hanno proiezioni diverse, vanno riportate ad una proiezione comune, tramite delle opportune trasformazioni. Mappe geografiche diverse possono avere scale differenti. Si dice registrazione il processo tramite il quale si portano tutte le mappe in questione alla stessa scala, in modo da poterle sovrapporre.

Sfruttando le capacità di calcolo del computer, il GIS effettua trasformazioni di proiezione e registrazioni, creando una mappa virtuale unica, in modo che la successiva analisi dei dati abbia senso.

## Strutturare i dati

Poiché i dati possono essere stati ottenuti con tecniche diverse, alcuni saranno vettoriali (curve, linee, punti, aree) altri raster (matrici di scalari i cui valori hanno un significato geografico). E' basilare che il GIS sia in grado di convertire un tipo di dato nell'altro (logicamente con dei limiti) e viceversa, in modo da poter integrare dati diversi. Per esempio il GIS potrebbe convertire in formato vettoriale un'immagine raster ottenuta dal satellite collegando assieme tutte i pixel che contengono lo stesso valore.

## Modellizzazione dei dati

Per modellizzazione si intende la capacità del sistema di visualizzare determinate caratteristiche dei dati per esempio in 2D o 3D. Per cui il GIS potrebbe creare una mappa con contorni in rilievo a partire da misurazioni puntuali di un'area.

In questo modo si facilita la visualizzazione e la comprensione dei dati all'utente finale. Nulla vieta di usare in seguito questa mappa assieme ad altre, ed eventualmente di integrarle insieme.

Alcune fasi sono tipicamente software, per questo il sistema potrebbe non eseguirle in questo ordine sequenziale.

Riassumendo il GIS dovrà organizzare tutti i dati spaziali e i loro attributi (detti anche dati non spaziali) tramite metodi e modelli che minimizzino la dimensione del file e i tempi di ricerca. Il punto focale è che con l'aggiunta di dati geografici bidimensionali o tridimensionali al database si apre letteralmente una nuova dimensione al livello di complessità raggiungibile tramite le query.

Le query non sono altro che interrogazioni vincolate che l'operatore richiede al software.

Tra le molte query che possono essere richieste, ai fini della progettazione e della gestione degli impianti la creazione automatica di carte tematiche è una delle più importanti funzioni del GIS. Una mappa tematica visualizza graficamente su una carta geografica una o più variabili (in genere non spaziali) tabulate. Queste mappe, tramite grafici, colori e ideogrammi facilitano la comprensione e la visualizzazione dei dati geografici all'utente. La sovrapposizione di mappe tematiche può in certi casi mettere in luce la correlazione tra più variabili. Occorre in ogni caso controllare che la rappresentazione grafica non distorca la reale situazione sottolineando certe relazioni tra i dati che un'analisi più rigorosa smentirebbe.

Sebbene i programmi GIS offrano molte funzioni utili, la ricerca è stata indirizzata maggiormente verso un'altra tipologia di software ovvero programmi di progettazione grafica per ricercare altre funzioni diverse da quelle ottenibili dai GIS.

Spesso, infatti, i problemi più sentiti in fase di progettazione riguardano aspetti tecnico - ingegneristici come ad esempio:

- creazione di isoipse da punti rilevati in campo;
- planimetrie molto dettagliate;
- sezioni per la verifica del profilo del suolo, che deve presentare pendenze che limitino l'attività erosiva delle acque superficiali;
- calcolo dei volumi di sterro e di riporto dei movimenti terra per prevenire le spese necessarie;
- la visualizzazione tridimensionale dello stato finale dell'opera per verificarne l'impatto paesaggistico.



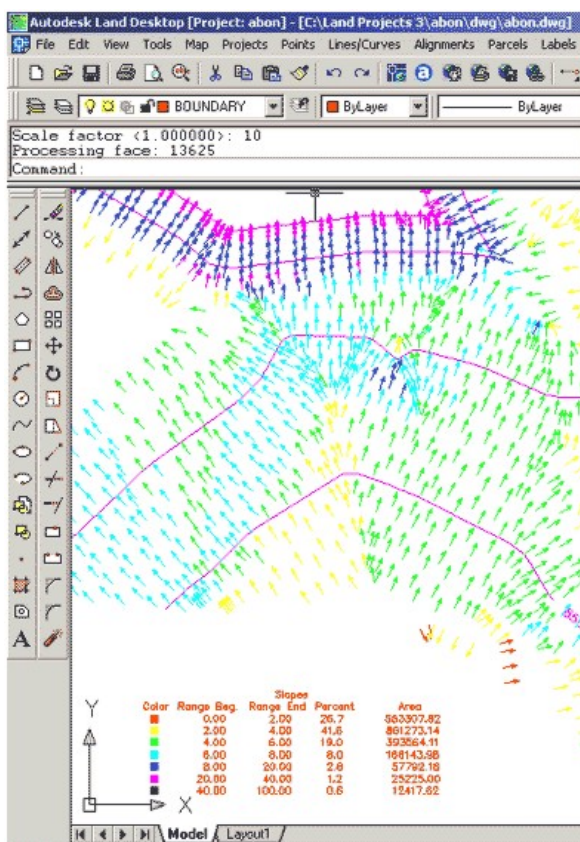
Per tale ragione sono state eseguite prove con programmi che avessero questi requisiti.

I programmi usati sono stati:

- AutoCad, che per la sua versatilità viene utilizzato in molti campi, è uno dei programmi di disegno tecnico più conosciuti;

- programmi usati in ingegneria, come Land Development Desktop R3 e Discav.

Mediante AutoCad è possibile l'importazione dei dati sotto forma di file in varie tipologie di formato. Si possono disegnare con elevata precisione planimetrie, proiezioni ortogonali e rappresentazioni di superfici e oggetti tridimensionali. Inoltre possono essere eseguiti calcoli delle lunghezze, delle aree e degli angoli.



Disegno 15 Esempio di visualizzazione di vettori di scorrimento delle acque superficiali ottenuto con il programma Land Development Desktop R3

AutoCad può agevolmente interagire sia con il programma Land Development Desktop R3 che con Discav.

A differenza di AutoCad, questi programmi sono più complessi e meno intuitivi nell'approccio da parte di un operatore poco esperto. Infatti, è necessaria una formazione da parte dell'operatore, che viene acquisita solamente dopo molte ore di studio e di lavoro.

Nella fase preliminare, mediante appositi manuali sono state studiate le caratteristiche generali di entrambi i programmi ed è stato verificato che molte delle funzioni sono disponibili in entrambi.

Quindi essendo i programmi simili tra loro e risultando l'approccio a Discav relativamente più semplice, si è preferito indirizzare la ricerca verso un maggior approfondimento delle sue capacità.

### 3.3 Progettazione e collaudo degli impianti viticoli tramite l'elaborazione grafica digitale

Mediante l'uso combinato di AutoCad e Discav è stato possibile realizzare delle mappe e delle elaborazioni grafiche degli impianti viticoli del campo sperimentale al fine di comprendere l'efficacia dell'utilizzo di tali programmi nella progettazione e nel collaudo dei vigneti.

Lo studio è stato eseguito su impianti ristrutturati, ed ovviamente non si può parlare di progettazione ma di collaudo della sistemazione, ma è altrettanto vero che le operazioni che sono state eseguite per la verifica possono essere utilizzate proficuamente in sede progettuale.

I dati utilizzati per la realizzazione di queste elaborazioni sono stati ricavati dalle misurazioni effettuate con il sistema IsaGPS, la stazione totale LEICA TPS1200 ed infine il sistema LEICA GPS 1200, descritti precedentemente nel sottoparagrafo 3.1.1.

Sono stati usati inoltre degli estratti di mappa di carte elaborate dalla Regione Toscana con scala 1:10.000, al fine di avere un quadro generale della situazione precedente alla ristrutturazione dei vigneti considerati.

#### 3.3.1 Impianto viticolo situato nel Comune di Vinci (FI) in località Valle

Per quest'impianto sono state eseguite tre misurazioni, delle quali le prime due antecedenti alla ristrutturazione del vigneto e una a impianto già ultimato.

Dal disegno n°16 è possibile vedere i punti quotati della prima misurazione ottenuta con il sistema IsaGPS, e quelli della seconda ottenuti invece con la stazione totale LEICA TPS1200 sulla carta in scala 1:10.000.

Dopo l'inserimento dei dati, è possibile tramite Discav generare dei triangoli, chiamati falde, aventi come vertici gli stessi punti quotati al fine di costruire le varie superfici.

Infatti avremo una superficie precedente (profilo originario dell'impianto) generata dai punti della seconda misurazione, ed un'altra generata dai punti della terza misurazione che rappresenta la superficie attuale (profilo attuale dell'impianto, dopo la ristrutturazione).

Discav è anche in grado di costruire sezioni proiettando delle linee, stabilite graficamente o automaticamente sulla planimetria, sui triangoli precedentemente generati. Automaticamente il programma genera il disegno della sezione fornendo molte informazioni aggiuntive che preventivamente si è deciso di inserire come ad esempio le pendenze dei singoli tratti della sezione, la quota dei punti che si generano dall'intersezione tra i lati delle falde e la sezione, le distanze relative dal punto di partenza, ed altre informazioni ancora.

Tra le ulteriori operazioni che può fare Discav troviamo, non solo la possibilità di calcolare il volume degli sterri e dei riporti dalla sovrapposizione delle superfici, ma anche lo sviluppo di una mappa tematica divisa per classi di volumi di sterro e di riporto. Il calcolo viene fatto tramite la sovrapposizione delle singole falde generate dal programma. Mediante il calcolo dei volumi si può creare una tabella che indica i movimenti terra per singola falda.

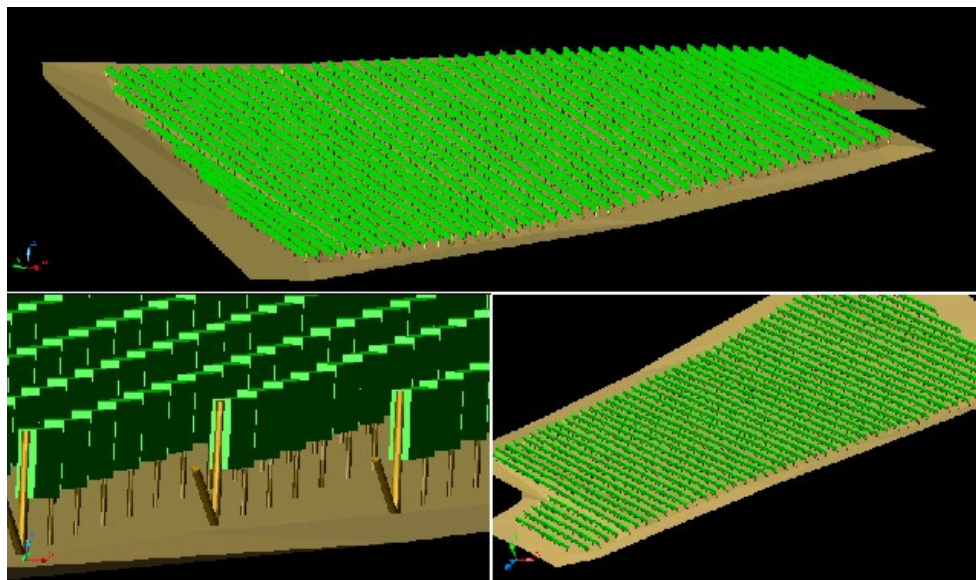
Si capisce bene l'importanza rilevante di questi calcoli nel fare i preventivi, si sarebbe in grado infatti di stimare preliminarmente i tempi e le spese per la realizzazione dell'opera. I vantaggi che se ne possono trarre non sono solo legati ai preventivi, ma anche alla realizzazione effettiva dell'opera, infatti le mappe dei movimenti terra semplificano graficamente attraverso l'utilizzo dei colori gli spostamenti di volume che si devono compiere facilitandone la comprensione anche agli operatori dei mezzi meccanici, che così potrebbero più agevolmente comprendere l'esecuzione dei lavori. È possibile vedere un esempio della mappa dei movimenti terra nel disegno n°28 e del relativo calcolo dei volumi.

Una delle finalità della Tesi è stata quella di valutare nel rispetto dell'assetto paesaggistico ed ambientale, l'evoluzione del profilo del terreno e di verificare la compatibilità della meccanizzazione e delle operazioni colturali con i nuovi schemi di sistemazione e di conduzione ed indicare le eventuali correzioni possibili.

Per fare questo è stato indispensabile utilizzare le ottime funzioni grafiche offerte da AutoCad, che come già detto offre la possibilità di elaborare oggetti tridimensionali.

Nel disegno n° 29 è possibile vedere grazie alla grafica tridimensionale come sarà effettivamente l'aspetto del vigneto potendo valutare quale impatto potrebbe avere nel paesaggio circostante.

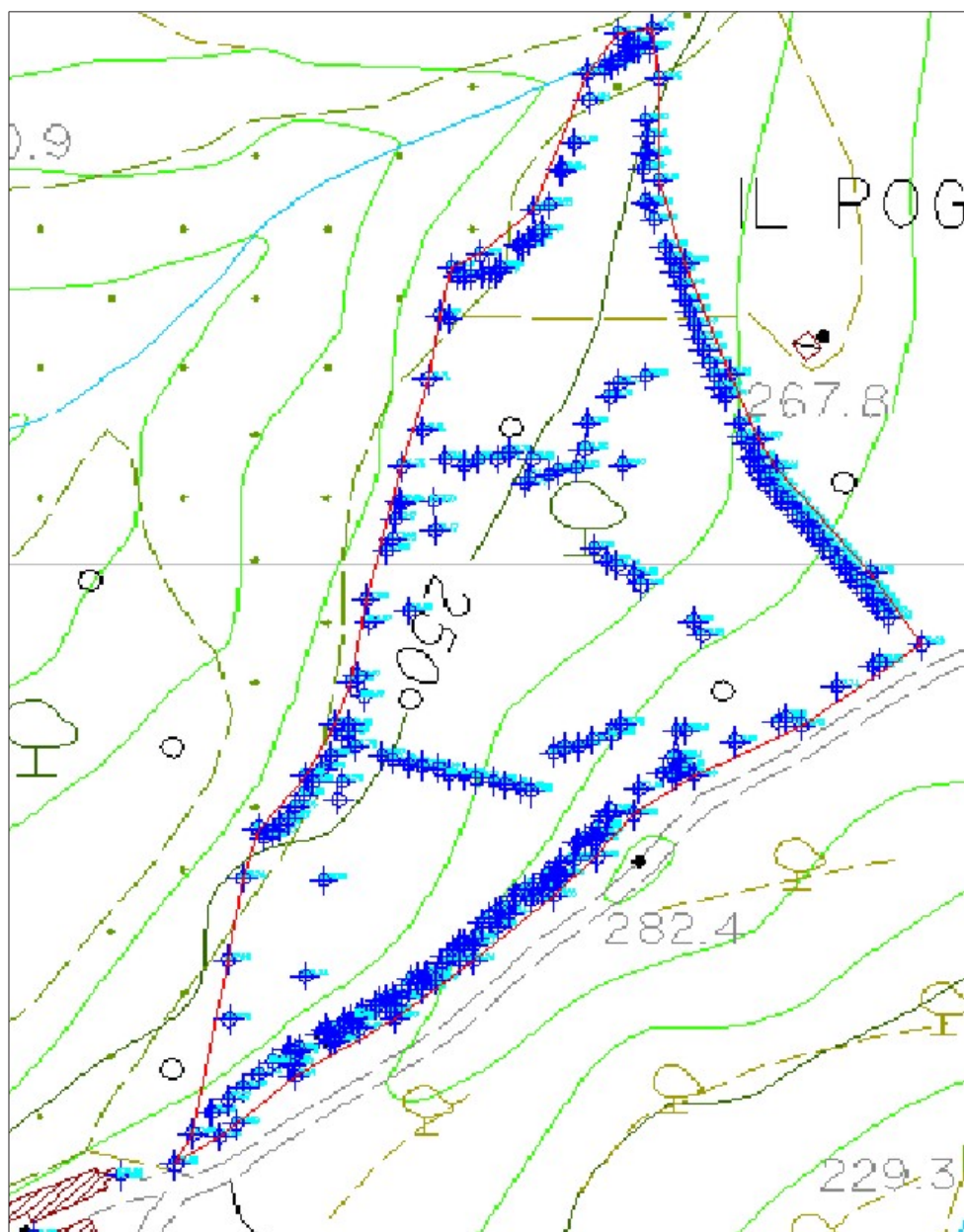
Questo metodo potrebbe essere usato nei casi in cui si avesse bisogno di fare una valutazione di impatto ambientale in zone vincolate.



Disegno 29 Viste tridimensionali dell'impianto



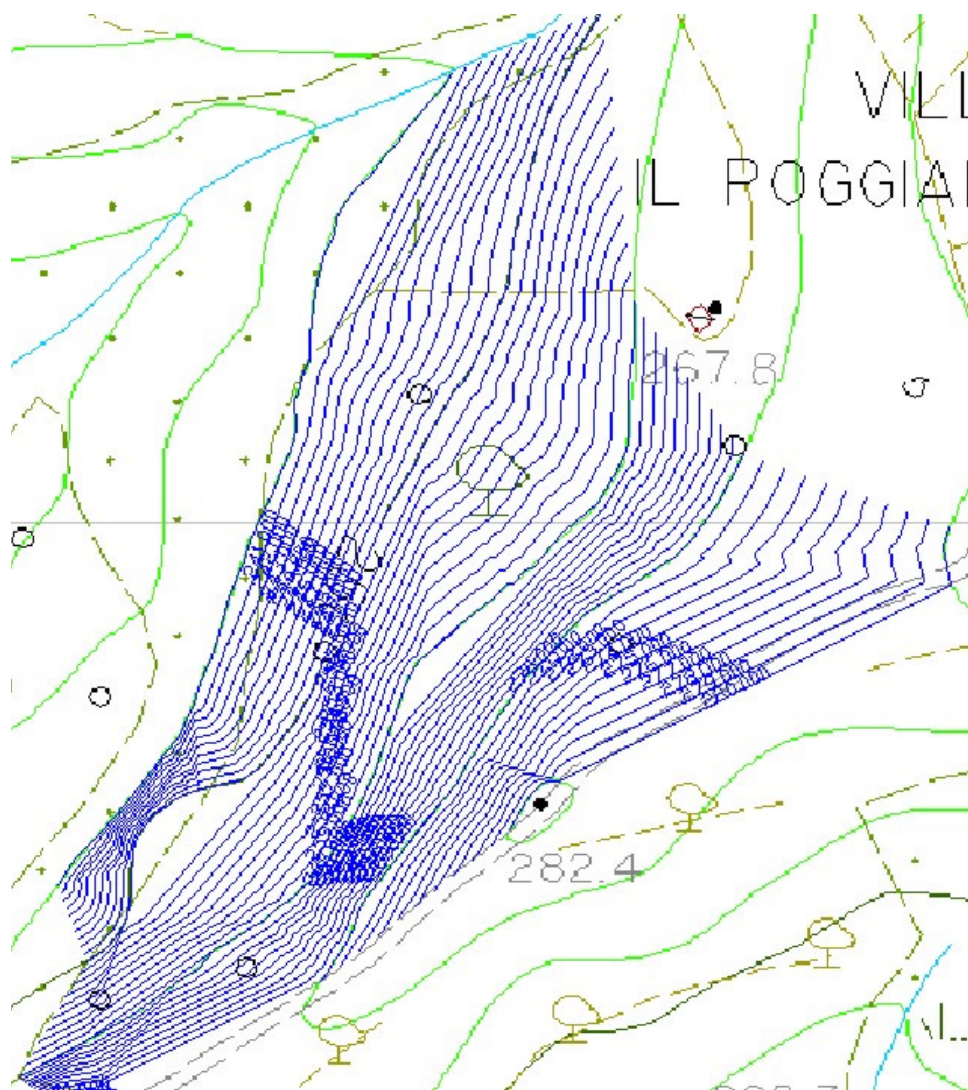
### 3.3.2 Impianto localizzato nel Comune di San Casciano (FI) presso l'Azienda agricola di Montepaldi



Disegno 14 Rilievo del campo sperimentale di Montepaldi

Per questo vigneto è stata eseguita un'unica misurazione a impianto già ultimato. La misurazione è stata eseguita con il sistema LEICA GPS 1200, ottenendo direttamente i dati sul PC. I punti ottenuti dal rilievo sono riportati nel disegno n°30.





Disegno 31 Curve di livello della superficie originaria dell'impianto, ottenute dalla digitalizzazione delle curve di livello della mappa sottostante e dall'elaborazione di Discav

Mancando la misurazione antecedente alla ristrutturazione del vigneto è stata usata la carta 1:10.000 per costruire un profilo originario, che ovviamente risulta essere puramente indicativo per la scala della mappa, ma ai fini della Tesi è servito a dimostrare come si possano introdurre mappe già esistenti.

Per ottenere i punti necessari alla costruzione della superficie originaria, sono state digitalizzate le curve di livello della mappa 1:10.000 mediante AutoCad.

Dopo l'inserimento dei dati, è stato possibile tramite Discav generare delle falde (triangoli), aventi come vertici sia i punti creati con la digitalizzazione e quelli ottenuti dal rilievo, al fine di costruire le varie superfici.