

# AGRISTAPP

## Linee guida per la regimazione idraulico agraria della Piana Fiorentina



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI FIRENZE  
**DAGRI**  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
E TECNOLOGIE AGRARIE  
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Il documento è stato realizzato con il contributo dello strumento finanziario PSR 2014-2020 della Regione Toscana - Bando Multimisura Progetti Integrati Territoriali "PIT Piana Fiorentina" - Misura 16.5 "AGRISTAPP"



Regione Toscana



# **Linee guida per la regimazione idraulico agraria della Piana Fiorentina**

Documento redatto nell'ambito del progetto "AGRISTAPP" Misura 16.5 del Progetto Integrato Territoriale "PIT Piana Fiorentina" - PSR 2014-2020 della Regione Toscana

## **A cura di**

Marco Napoli - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI) – Università degli Studi di Firenze

Daniele Vergari – Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno

Simone Orlandini - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI) – Università degli Studi di Firenze

## **Grafica e impaginazione**

Marco Napoli - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI) – Università degli Studi di Firenze

## **Foto e schemi**

Marco Napoli - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI) – Università degli Studi di Firenze

Daniele Vergari – Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno

## **Contatti**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari Ambientali e Forestali (DAGRI) – Università degli Studi di Firenze – 055 2755746 – [marco.napoli@unifi.it](mailto:marco.napoli@unifi.it)

Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno – 0554625772 – [d.vergari@cbmv.it](mailto:d.vergari@cbmv.it)

## **Premessa**

Il progetto PIT “Parco della Piana” ci ha coinvolto fin dal 2016 con un percorso complesso e tutt’altro che facile, ma entusiasmante perché gli obiettivi che i Progetti integrati territoriali (PIT) si ponevano erano perfettamente in linea con la nostra visione: salvaguardia delle risorse naturali e della mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici attraverso il ruolo svolto proprio dalle aziende agricole.

Il progetto, nato con il ruolo di capofila della Città metropolitana di Firenze e il coordinamento del Dipartimento DAGRI dell’Università di Firenze, del Consorzio stesso, e delle tre organizzazioni sindacali agricole (Coldiretti, Cia Toscana e Confagricoltura), ha coinvolto oltre imprenditori agricoli, enti e importanti realtà sul territorio fiorentino e pratese con un finanziamento complessivo di oltre due milioni e mezzo di euro.

Il presente lavoro raccoglie una parte dei risultati del progetto, quelli che per il Consorzio sono forse i più rilevanti ovvero le linee guida per la regimazione idraulico agraria della Piana Fiorentina che raccoglie una serie di indicazioni utili per la gestione dell’acque meteoriche in collina e in piano, strumento indispensabile per il contrasto al dissesto idrogeologico e il contrasto ai cambiamenti climatici, e che speriamo possa essere diffuso e conosciuto fra gli agricoltori.

Gli ostacoli sorti nel corso del progetto, dovuti a problemi normativi – finalmente superati – e a problemi contingenti come la recente pandemia, sono stati superati dalla stretta collaborazione fra i soggetti partner del progetto dimostrando che sulle azioni concrete la collaborazione e il raggiungimento di obiettivi comuni è fondamentale.

*Il Presidente del Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno  
Marco Bottino*

## Sommario

<b>Il progetto PIT</b> .....	4
<b>Il partenariato</b> .....	6
<b>Inquadramento territoriale</b> .....	7
<b>L'importanza della gestione idraulica dei suoli</b> .....	14
<b>Cenni storici sulle sistemazioni di pianura e di collina della Piana Fiorentina</b> .....	16
<b>Gli schemi sistematori di pianura adottati nel tempo nella Piana Fiorentina</b> .....	29
<i>La tradizionale sistemazione a "prode"</i> .....	29
<i>L'evoluzione della tecnica sistematoria - Un disegno di sistemazione idraulico-agraria sviluppato per le aree di pianura toscane</i> .....	34
<i>La sistemazione alla "ferrarese"</i> .....	36
<b>L'evoluzione dell'intensità delle sistemazioni idraulico agrarie di pianura nella Piana Fiorentina</b> .....	39
<b>Danni derivanti dalla non corretta regimazione idraulica di pianura nella Piana Fiorentina</b> .....	46
<b>Il dimensionamento e la realizzazione delle sistemazioni idraulico agrarie di pianura nella Piana Fiorentina</b> .....	50
<i>La baulatura dei campi</i> .....	50
<i>Le scoline</i> .....	50
<i>Sezione</i> .....	50
<i>Profondità</i> .....	51
<i>Pendenza longitudinale</i> .....	51
<i>Inter-distanza tra le scoline</i> .....	51
<b>L'integrazione delle sistemazioni di campo con gli organi idraulici di ordine superiore</b> .....	54
<b>Le sistemazioni idraulico agrarie di collina nella Piana Fiorentino-Pratese</b> .....	55
<i>Le affossature</i> .....	60
<i>Fossi di guardia</i> .....	61
<i>Fosse livellari</i> .....	61
<i>Strade fosso livellari</i> .....	62
<i>Acquidocci</i> .....	62
<i>Le sistemazioni idrauliche divise</i> .....	63
<i>Ripiani terrazzati mediante ciglionamento e tramite muretto in pietra a secco</i> .....	63



<i>Ripiani raccordati</i> .....	63
<b>Danni derivanti dalla non corretta regimazione idraulica di collina nella Piana Fiorentina</b> .....	64
<b>Criteria per la realizzazione dei muri in pietra a secco</b> .....	66
<i>Piano di fondazione</i> .....	67
<i>I “Corsi”</i> .....	69
<i>La “scarpa”</i> .....	71
<i>“Testa del muro” o “coronamento”</i> .....	72
<i>La “tassellatura”</i> .....	73
<b>La gestione delle sistemazioni</b> .....	74
<b><i>Gestione ordinaria</i></b> .....	74
A) <i>Ripulitura dei fossi - canali collettori, scoline, fossi di guardia, acquidocci</i> .....	74
B) <i>Sfalcio periodico del manto erboso a rivestimento dei ciglioni</i> .....	74
C) <i>Gestione dei muri a secco</i> .....	75
<b><i>Gestione straordinaria</i></b> .....	77
A) <i>Ripristino dei fossi di guardia, canali collettori, scoline e acquidocci</i> .....	77
B) <i>Ripristino della funzionalità dei muri in pietra dei terrazzamenti</i> .....	77
<b>Bibliografia</b> .....	79

## **Il progetto PIT**

All'interno del Piano Sviluppo Rurale (PSR 2014-2020) la Regione Toscana ha previsto l'attivazione dei Progetti Integrati Territoriali 'PIT'. Progetti, che attraverso un'azione organica di soggetti pubblici e privati, affrontano a livello locale specifiche criticità ambientali promuovendo il mantenimento e lo sviluppo delle attività agricole nell'ambito delle seguenti tematiche: suolo e dissesto idrogeologico, gestione e tutela delle risorse idriche, biodiversità, paesaggio ed energia, migliorando il valore ambientale e valorizzando il ruolo svolto dalle aziende agricole nel territorio della Piana Fiorentina.

La Città Metropolitana di Firenze, in qualità di soggetto capofila, insieme all'Università di Firenze (DAGRI), al Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno, agli 8 Comuni ricompresi nell'area di oggetto di finanziamento e dalle Organizzazioni professionali agricole Coldiretti Firenze Prato, Cia Toscana Centro e Unione degli Agricoltori di Firenze, ha coordinato e presentato alla Regione Toscana all'interno del Psr 2014-2020 (Bando Multimisura 'Progetti Integrati Territoriali') il progetto il 'PIT - Piana Fiorentina'. Il progetto ha visto l'adesione diretta di 11 imprese agricole, 1 gestore di terreni privato, 4 Enti pubblici territoriali, 1 dipartimento dell'Università di Firenze, 1 Consorzio di Bonifica, 3 Organizzazioni professionali agricole. In totale i beneficiari sono stati 21 per un importo di interventi a finanziamento di 3000000 di euro. Il progetto è stato sostenuto anche da partecipanti indiretti: 2 aziende agricole, 5 enti pubblici, 4 associazioni locali, 1 Associazione territoriale di caccia, 1 Rappresentante della Filiera Cerealicola. Tra soggetti pubblici e privati coinvolti si è stimato l'interessamento di circa 596.30 ettari pari al 8% dell'intera Piana Fiorentina di cui circa 120 ha ricadenti anche in aree Natura 2000. L'obiettivo più significativo è rappresentato dal mantenimento e lo sviluppo delle attività agricole, che hanno concorso attraverso l'azione progettuale promossa e coordinata dai partner pubblici, alla riqualificazione paesaggistica dei territori interessati oltre a mirare al

ripristino della funzionalità degli ambienti agrari e delle zone umide, attraverso la ricostituzione dell'ecosistema. Infatti, il 'PIT - Piana Fiorentina' si prefigge di dare le giuste basi alla produzione agricola attraverso il ripristino di opere per la regimazione delle acque superficiali in eccesso e per favorire al contempo l'assorbimento della maggior quantità d'acqua possibile. Inoltre sono stati operati interventi di ampliamento e recupero di zone umide finalizzate alla conservazione della biodiversità. L'attività svolta nell'ambito del 'PIT - Piana Fiorentina' concorrerà ad incrementare la protezione del territorio dal dissesto idrogeologico, ad incrementare la resilienza ai cambiamenti climatici, a migliorare la gestione delle acque e tutela dei corpi idrici, a conservare e ripristinare gli elementi caratteristici del paesaggio, e salvaguardare e valorizzare la biodiversità.

## **Il partenariato**

### **Gruppo di coordinamento**

Città Metropolitana di Firenze – Capofila

Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno

Università degli Studi di Firenze DAGRI

Cia Toscana Centro

Coldiretti Firenze Prato

Unione Agricoltori Firenze

### **Partecipanti aderenti**

Az.Agr. Bellavista - Comune di Sesto Fiorentino

Az.Agr. Ceri - Comune di Prato

Az.Agr. Gironaia - Comune di Campi Bisenzio

Az.Agr. Il Borro - Comune di Sesto Fiorentino

Az.Agr. La Pergola - Comune di Sesto Fiorentino

Az.Agr. Mordini Mirko - Comune di Sesto Fiorentino

Az.Agr. Podere Montisi - Comune di Calenzano

Az.Agr. Poggiolino al Sole - Comune di Calenzano

Az.Agr. Poggio Le Fonti - Comune di Poggio a Caiano

Fattoria Massedonica - Comune di Calenzano

Fattoria Il Vivaio - Comune di Carmignano

Soc. Edil Cosmi srl

Comune di Calenzano

Comune di Poggio a Caiano

Comune di Prato

Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno



## Inquadramento territoriale

L'area interessata dal progetto è rappresentata dall'ambito di salvaguardia "A" e relativa disciplina, di cui all'integrazione al Piano di Indirizzo Territoriale della Toscana (delibera C.R. n. 61 del 2014) (da ora Piana Fiorentina).

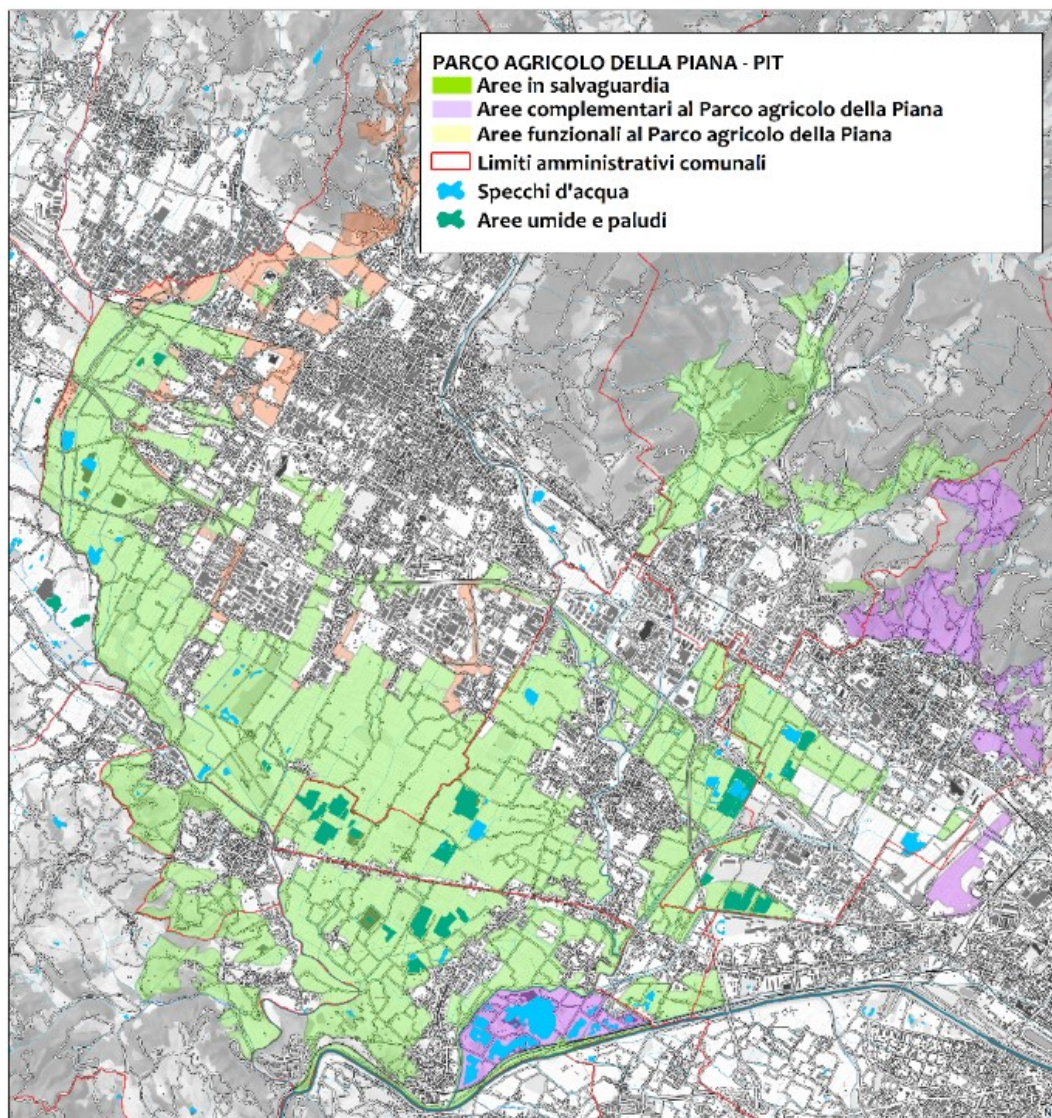


Figura 1: Il Parco agricolo della Piana Fiorentina - Ambito di salvaguardia A

La superficie interessata dal progetto è complessivamente superiore ai 7000 ettari, collocata al centro dell'area più intensamente popolata della Toscana oltre che più

direttamente interessata da attività manifatturiere e terziarie, e da importanti aggregati infrastrutturali. Si tratta, notoriamente, di uno spazio intensamente urbanizzato che conserva al proprio interno una dotazione significativa di aree rurali, la cui salvaguardia e qualificazione appare essenziale per promuovere il riequilibrio (anche ecologico) a fronte delle molteplici criticità ambientali che vi si manifestano e di ulteriori tensioni ambientali che deriveranno da una serie di opere infrastrutturali già programmate.

Oggi la Piana Fiorentina è un territorio fra i più densamente popolati della Toscana; nella Piana Fiorentina vivono circa 800000 abitanti, ai quali si aggiungono tutti coloro che in quel territorio lavorano e sviluppano attività produttive o semplicemente “transitano”, determinando la produzione di oltre un terzo della ricchezza regionale. La storia agricola del territorio in oggetto può esser fatta risalire all'imponente sistema di bonifiche operate degli etruschi e successivamente integrate e mantenute dal sistema di centuriazione di epoca romana. La trama della centuriazione romana è stata per secoli l'orditura su cui si sono sviluppati gli insediamenti del territorio e su cui si è successivamente affiancato il sistema della regimazione idraulica di epoca medievale, medicea, lorenese e a seguire le moderne opere idrauliche. Nonostante le grandi trasformazioni dell'area, nella prima metà del XX secolo, il volo aereo del 1954 documentava ancora come, fino alla metà del secolo scorso, fosse nettamente distinto il confine tra città e campagna.

Con il boom edilizio degli anni '60 gli spazi urbani si sono progressivamente dilatati facendo diventare la campagna un grande spazio periurbano, sottoposto a forti pressioni di carattere insediativo e infrastrutturale che ne hanno provocato una rapida trasformazione, e alterato in buona parte le sue caratteristiche. La progressiva urbanizzazione dell'area, tradizionalmente utilizzata a fini agricoli, legata alle crescenti pressioni insediative, produttive e commerciali, ha dunque generato un notevole consumo di territorio, con una conseguente modifica dei

coefficienti di deflusso e dei tempi di corrivazione e quindi creando notevoli problemi alla rete di scolo, originariamente prevista al servizio di terreni agricoli, e fenomeni di allagamenti, ristagni e perdite dei raccolti.

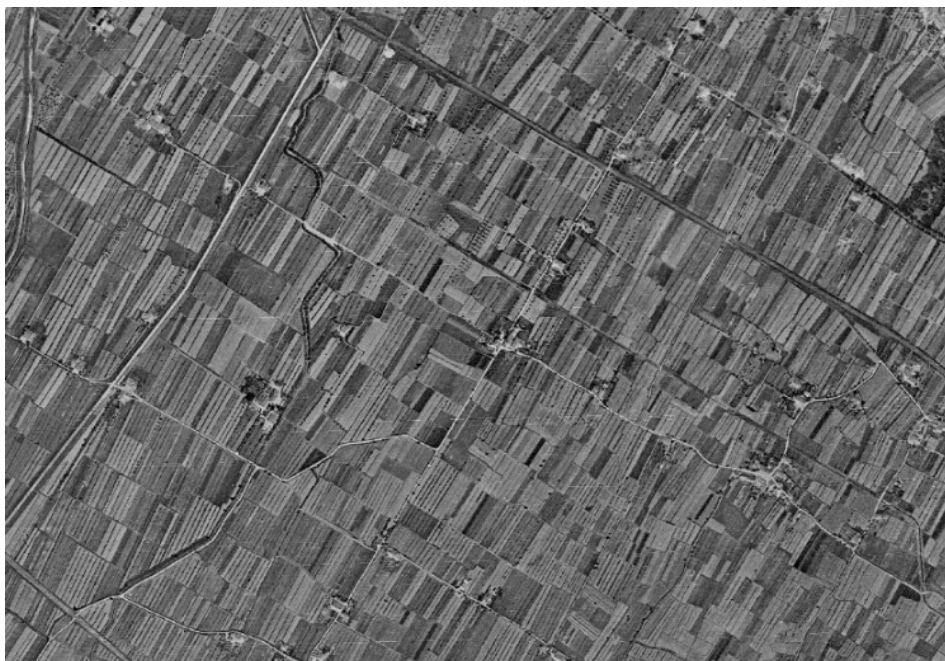


Figura 2: Foto aerea del 1954 in cui si evidenzia l'orditura delle sistemazioni idraulico agrarie della Piana Fiorentina e il loro retaggio risalente alla centuriazione di epoca romana.

Con il boom edilizio degli anni '60 gli spazi urbani si sono progressivamente dilatati facendo diventare la campagna un grande spazio periurbano, sottoposto a forti pressioni di carattere insediativo e infrastrutturale che ne hanno provocato una rapida trasformazione, e alterato in buona parte le sue caratteristiche. La progressiva urbanizzazione dell'area, tradizionalmente utilizzata a fini agricoli, legata alle crescenti pressioni insediative, produttive e commerciali, ha dunque generato un notevole consumo di territorio, con una conseguente modifica dei coefficienti di deflusso e dei tempi di corrivazione e quindi creando notevoli



problemi alla rete di scolo, originariamente prevista al servizio di terreni agricoli, e fenomeni di allagamenti, ristagni e perdite dei raccolti.

Tuttavia, a fronte della pressione urbana, che costituisce la principale criticità ambientale, e di ulteriori tensioni ambientali che deriveranno da una serie di opere infrastrutturali già programmate, la Piana Fiorentina mantiene ancora oggi una dotazione significativa di aree rurali, con la presenza di un'agricoltura territorialmente frammentata, ma ancora funzionale, e di micro ambienti relittuali, idonei per la sosta e la nidificazione dell'avifauna, la cui salvaguardia e qualificazione appare essenziale per promuovere il riequilibrio dell'area stessa. Il territorio della Piana Fiorentina è caratterizzato dalla presenza di molte aree rurali, in parte coltivate ed in parte incolte, intercluse o intervallate da piccole e grandi infrastrutture, fossi, insediamenti residenziali e produttivi, stagni, casse di espansione e dune artificiali. Il paesaggio rurale mantiene tuttora i caratteri funzionali dell'agricoltura tradizionale quali le sistemazioni idraulico agrarie, seppure rarefatte e discontinue per consentire la meccanizzazione, e in alcuni casi alberature sono ancora presenti lungo i fossi. L'agricoltura dell'area della piana è prevalentemente interessata dalla coltivazione intensiva dei seminativi, finalizzata alla produzione di cereali principalmente ad uso alimentare. Orticoltura e frutticoltura sono poco presenti sul territorio perché la loro coltivazione trova fattori limitanti nella disponibilità idrica e nel basso valore economico delle produzioni locali. Inoltre, nell'ambito della Piana Fiorentina sono stati preservati spazi aperti di valore naturalistico come i SIR Stagni della Piana Fiorentina, le Anpil Stagni di Focognano, Podere la Querciola e Cascine di Tavola, i Parchi come il Parco agricolo di Travalle, il Parco agricolo delle Cascine di Tavola, il Parco urbano Chico Mendes, il Parco di Villa Montalvo, il Parco dei Renai.

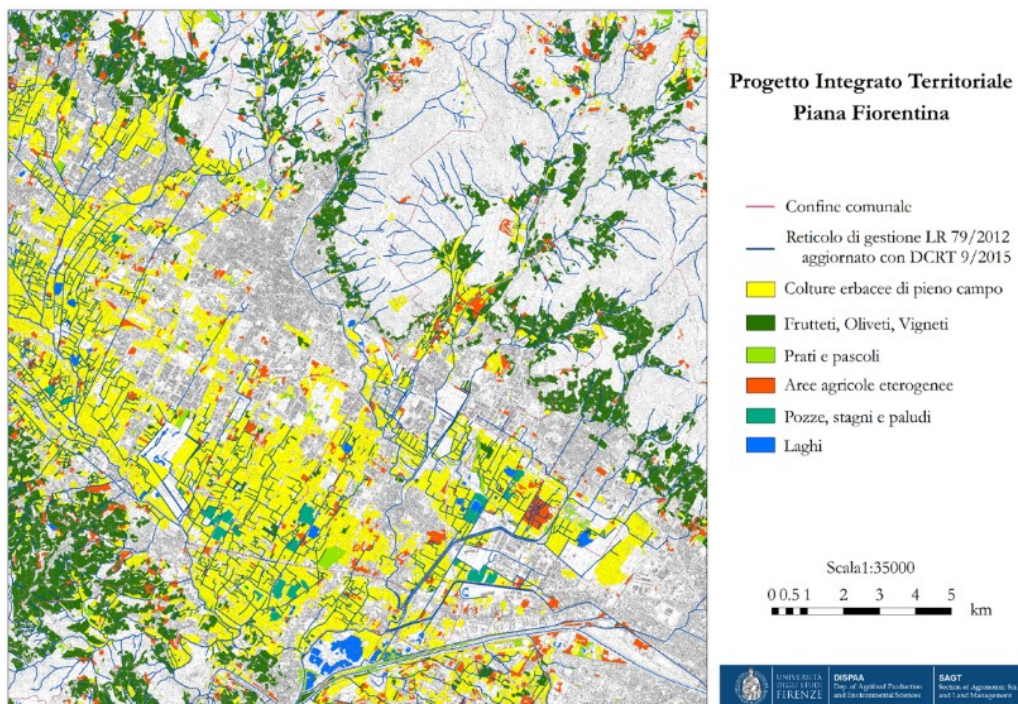


Figura 3: Aree agricole della Piana Fiorentina

Queste residue aree di spazio rurale fra il fiume Arno ed i rilievi collinari-montani a nord della piana tra Firenze e Prato rivestono eccezionale valore storico identitario. L'identità rurale, le risorse agricole e ambientali dell'area rappresentano un valore importante per questo territorio sia per la salvaguardia del paesaggio e dell'ambiente sia come fonte di reddito diretto e indiretto. Inoltre il mantenimento della ruralità di questi ambienti, rappresenta uno dei dispositivi fondamentali per la rigenerazione di questo territorio. Infine il mantenimento delle aree agricole e dell'agricoltura all'interno dell'area assicura un ruolo fondamentale di presidio del territorio e di difesa dal dissesto idrogeologico.

La gestione territoriale delle criticità ambientali precedentemente esposte, anche considerando l'attuale fase di cambiamenti climatici, non può prescindere dall'attivazione di un sistema di promozione dell'innovazione attraverso forme di

aggregazione tra imprenditori, enti gestori, ricercatori e altri soggetti preposti al trasferimento della conoscenza. È essenziale potenziare le azioni volte a favorire una progettualità di natura collettiva sul territorio in modo da accrescere il valore dei singoli interventi. A tal fine è necessario ‘fare sistema’ in modo da concentrare informazioni e risultati, facilitare la comunicazione tra gli operatori e consentire la condivisione e la collaborazione nella Piana Fiorentina, nonché incentivare l’adozione di pratiche sostenibili in altri territori.

È essenziale valorizzare il ruolo che le attività agricole possono esercitare per la protezione dal dissesto idrogeologico nelle aree collinari come nelle aree di pianura. In primis, attraverso l’attivazione interventi finalizzati al ripristino e alla salvaguardia dell’efficienza del reticolo idrografico e in particolare delle sistemazioni idraulico-agrarie. Peraltro, la notorietà internazionale di questo territorio, legato al patrimonio paesaggistico e storico-culturale di gran pregio, rende necessario sostenere l’attività agricola nell’adozione di tutti gli interventi atti a tutelare il paesaggio rurale, sostenendo e promuovendo il mantenimento degli elementi paesaggistici caratteristici quali i terrazzamenti, i ciglionamenti e tutto il tipico sistema di regimazione idraulica. Al contempo, favorire la stabilità dei versanti e la capacità di ritenzione idrica nei suoli attraverso il recupero delle superfici agricole, la diffusione di pratiche colturali sostenibili e con ridotto impatto ambientale nonché di tecniche di gestione conservativa del suolo che possono contribuire al rallentamento dei deflussi a valle e alla difesa del suolo da fenomeni di erosione. In tal senso, ai fini di ridurre la formazione dei deflussi superficiali e migliorare il volume d’acqua invasato nei suoli, è necessario sostenere attività di informazione e formazione con cui diffondere tecniche colturali e di gestione del suolo che favoriscano la capacità di infiltrazione e di ritenzione delle risorse idriche. Allo stesso modo, è necessario promuovere e valorizzare i sistemi di raccolta delle acque meteoriche nei momenti di massima piovosità. Inoltre, è necessario



promuovere attività di informazione e formazione, sia dei tecnici che degli imprenditori, sugli effetti che i diversi sistemi produttivi e le singole attività agricole, come le intense lavorazioni del suolo, provocano sull'emissione dei gas serra. E in tal senso promuovere le tecniche di coltivazione conservative quali l'inerbimento che consentono di ridurre le emissioni di gas serra e al contempo di proteggere il suolo dai processi erosivi.

## **L'importanza della gestione idraulica dei suoli**

In pianura, nei terreni sottoposti a periodi lunghi di ristagno idrico, sia a causa di un eccesso di precipitazioni o per presenza di una falda superficiale, la maggior parte delle piante agrarie erbacee e legnose tendono a manifestare sintomi di sofferenza più o meno gravi a seconda della durata del ristagno. In particolare, le piante crescono a stento, ingialliscono, danno una produzione bassa sia in termini quantitativi che qualitativi e nei peggiori casi finiscono per morire lasciando così spazio allo sviluppo delle malerbe. Ciò dipende dal fatto che in condizioni di ristagno, tutti gli spazi (la porosità di aereazione) all'interno del suolo vengono occupati da acqua, mentre ne viene scacciata l'aria, che al pari dell'acqua è fondamentale per la crescita e l'attività delle radici e dei microorganismi utili, creando al contempo condizioni favorevoli alla vita e alla diffusione dei microorganismi dannosi. L'eccesso di acqua favorisce anche la destrutturazione del suolo e il compattamento dello strato superficiale. Questo fenomeno, porta con i caldi primaverili estivi alla formazione di crosta superficiale, la quale favorisce la continua perdita di acqua per evaporazione e alla conseguente rapida perdita, per risalita capillare, dell'acqua che era stata precedentemente immagazzinata negli strati profondi del terreno. Inoltre, occlusione della porosità di aereazione impedisce ulteriormente lo sviluppo delle radici, facendo sì che queste si sviluppino più in superficie piuttosto che in profondità. L'insieme di queste problematiche spiega come mai nei terreni mal drenati, le piante soffrono molto più la siccità che non nei terreni in cui lo sgrondo è facilitato.

Oltre ai sopracitati obiettivi di miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche dei suoli, la funzione delle sistemazioni idraulico-agrarie negli agro-ambienti collinari è quella di regimare il deflusso delle acque in eccesso rispetto alla capacità di invaso del suolo, favorendo il contenimento sia dell'erosione sia dei fenomeni di dissesto idrogeologico (frane, smottamenti, alluvioni) particolarmente nelle

sottostanti aree pedecollinari e di fondovalle. Gli obiettivi perseguiti con la sistemazione idraulico agraria dei versanti collinari sono: *i)* dal punto di vista agronomico la conservazione e il miglioramento della fertilità del suolo; *ii)* dal punto di vista idraulico evitare che le acque di deflusso acquistino volumi e velocità pericolose.

## **Cenni storici sulle sistemazioni di pianura e di collina della Piana Fiorentina**

La trasformazione dell'area della piana fiorentina e delle parti pedecollinari è antica. Nel corso dei secoli, in età storica, la piana e le colline hanno visto la presenza di insediamenti abitativi e di opere di gestione delle acque superficiali che hanno inciso sull'organizzazione territoriale e trasformato paesaggio e territorio. Ancora oggi è possibile intravedere alcuni elementi dell'antica centuriazione romana o gli effetti del complesso sistema di regimazione delle acque superficiali convogliate nei piccoli rivi e torrenti canalizzati che attraversano varie parti della piana (ad esempio i vari torrenti con toponimo Vingone oppure i corsi della Brana piuttosto che dei vari torrenti dell'area di Sesto Fiorentino o il Macinante).

In questo paesaggio composito e complesso permanevano, fino a pochi decenni fa, zone di antica bonifica idraulica e aree umide che piano piano sono state rese coltivabili mentre, sulle pendici collinari, l'intensificazione delle colture (tradizionalmente coltivazioni con il classico seminativo arborato con viti e olivi) ha portato alla presenza di aree terrazzate e a diffusi sistemi di sistemazioni idraulico agrarie di collina.

Nel corso poi degli ultimi due secoli si è assistito alle trasformazioni più evidenti di questo territorio e alla strutturazione di quei caratteri distintivi ancora oggi permanenti. Partendo dai rilievi collinari prospicienti la piana, questi sono caratterizzati da ampie superfici terrazzate con pendenze talvolta elevate (> del 30%) la cui manutenzione è spesso carente e a rischio di crollo. Si verrebbe così a danneggiare non solo un paesaggio agricolo dall'indubbio valore culturale e artistico ma anche un valido presidio per la conservazione dei versanti e per il contrasto al dissesto idrogeologico e, soprattutto, per il mantenimento del presidio agricolo sul territorio.

D'altra parte anche nell'area della piana, superato il problema di gestire e canalizzare i corsi d'acqua principali per evitare esondazioni e aree umide permanenti, negli ultimi due secoli hanno cercato fundamentalmente di assicurare un'agricoltura di pianura basata sulla coltivazione promiscua con innumerevoli caratteri locali che prevedevano, come vedremo meglio dopo, colture cerealicole accanto a filari di frutteti o gelsi o a viti maritate all'acero e allevate in alto. Questo sistema creava una fitta trama di canali e filari arborati che delimitavano, insieme all'ordito di strade, viottoli e insediamenti, creava un tessuto paesaggistico unico nel suo genere e conservatosi più o meno inalterato fino al secondo dopoguerra. Questo disegno, complesso, è ancora visibile a tratti in un territorio che ha visto un'ampia trasformazione per l'impatto di una diffusa urbanizzazione e per la costruzione di infrastrutture, anche se, per le attuali esigenze di ottimizzazione della gestione dell'agricoltura, i frammenti dell'antico paesaggio della piana sono ormai frammentarie e marginali. Proprio sulla base di queste considerazioni per questo il PIT ha cercato di dare gli elementi di valutazione e i criteri metodologici necessari a definire le proposte di conservazione e recupero di questo paesaggio agrario, affiancandole con gli le schede tecniche di intervento che hanno aiutato e aiuteranno gli operatori agricoli a definire meglio i propri interventi.

L'area compresa fra Pistoia e Firenze è stata, in età storica, ampiamente coltivata con colture di vario tipo, sia estensive che intensive. Senza andare ad affrontare le antiche sistemazioni di età romana o medievale, ormai scomparse ma di cui rimangono sul territorio importanti segni come le centuriazioni nell'area di Prato o della piana di Settimo, possiamo però analizzare i caratteri dell'evoluzione del paesaggio agrario della piana fiorentina e l'evoluzione delle sistemazioni idraulico agrarie come elemento fondamentale per la definizione degli spazi coltivati, degli ordinamenti colturali e della tessitura paesaggistica. In generale i terreni della piana sono agronomicamente, terreni argillosi, talvolta di medio impasto, con matrici

diverse a seconda delle zone, e con caratteristiche agronomiche che dipendono molto dalla presenza di ristagni idrici. Trattandosi di una pianura coltivata da molto tempo ma, di fatto, alluvionale con mancanza di rilievi e presenza di acquitrini e zone umide, già nel corso del XVI secolo iniziarono a essere realizzati piccole opere di bonifica idraulica realizzando consistenti soprattutto nel canalizzare i vari corsi d'acqua che nell'arco pedemontano fra Pistoia e Monte Morello scendevano verso valle.

Alcuni corsi erano già stati oggetto di regimazione idraulica in età romana e soprattutto in età medievale ma è tra il XV e il XVII secolo che molti di loro inizieranno ad assumere un corso definito, con muri di sostegno e piccoli manufatti dalla duplice funzione come organi di trattenuta dell'acqua per irrigazione o per manufatture oppure per facilitare lo scarico regolare delle acque.

Un sistema complesso come quello che regolava la fattoria di Poggio a Caiano, struttura modello della famiglia medicea, dove le acque regolate per mezzo di fossi e canali murati attraversavano i prati e i campi a loro volta contornati da fosse e scoline con alberature. Ancora oggi permangono molte tracce sul territorio ma, di fatto, residuali perché questi sistemi di coltivazione sono state in parte abbandonati in età contemporanea per il cambiamento delle tecniche di coltivazione e di lavorazione dei terreni. Nel corso del XVIII secolo il paesaggio dell'area viene ad essere trasformato anche perché, ad esempio, sempre nell'area di Poggio a Caiano, molti terreni, per tre mesi l'anno erano allagati dall'Ombrone mentre per altri fu sfruttata proprio la portata solida del fiume per eseguire colmate e alzare così il livello dei terreni. D'altronde in una fase di incremento demografico, come quello avvenuto nel corso del XVIII secolo, la necessità di trovare nuove terre coltivabili portò necessariamente prima alla ricerca di terre nelle pianure – e quindi ad opere di bonifica – per poi rivolgersi, dopo il 1750, anche alle colline e alle montagne, con una serie di problematiche ambientali. Accanto alle opere di bonifica era necessario



ridisegnare funzionalmente le aree coltivate e renderle più funzionali possibile. Le coltivazioni della piana risentivano chiaramente della presenza o meno di fattorie organizzate, della presenza diffusa della mezzadria in grandi unità produttive, come poteva essere la fattoria di Poggio a Caiano o di una piccola proprietà, semmai organizzata su due o tre poderi, e sulla presenza di mercati cittadini vicini. Nel caso della fattoria medicea, e poi lorenese, ad esempio nel 1762, le produzioni erano varie ma una gran parte dell'area era coltivata a prati dove veniva raccolto fieno, da vendere in parte, e da pascoli dedicati all'allevamento delle mucche. In alcune aree vi erano delle risaie mentre i vigneti presenti invece erano in sofferenza a causa di fallanze non sostituite. La cartografia storica ci fornisce degli interessanti esempi del paesaggio agrario nel corso del XVIII secolo. Sempre nella fattoria di Poggio a Caiano l'evoluzione del paesaggio. Agli inizi del XVIII secolo, una mappa ci riporta la presenza di una grande area di bandita di caccia, che sarà progressivamente ridotta, nella piana di Lecore mentre la parte coltivata, con campi larghi risulta essere vicino alla villa medicea.



Figura 4: Mappa dei poderi della Bandita di Poggio a Caiano del 1776

Un dettaglio della mappa dei poderi della villa del 1776 ci mostra già una organizzazione degli spazi dove, le aree coltivate sono organizzate in campi lunghi tra i 60 e 100 m e larghi 15 m con piantate di alberi tipici del seminativo arborato dove accanto alla coltivazione di grano persistevano colture arboree di fruttiferi, mori (gelsi) e aceri e pioppi necessari per la consociazione con la vite allevata in altezza. Ogni campo era delimitato da scoline o fossetti di raccolta delle acque che permettevano di evitare lunghi ristagni di acqua.

Una struttura abbastanza efficiente che variava relativamente poco all'interno della piana fiorentina anche se non mancavano aree umide, come nel piano dell'Osmannoro oggetto di una nota memoria di Saverio Manetti (Figura 5) presentata ai Georgofili mentre non mancavano terreni improduttivi, sodaglie o comunque non coltivati, mancanti di sistemazioni idraulico agrarie (Figura 6).

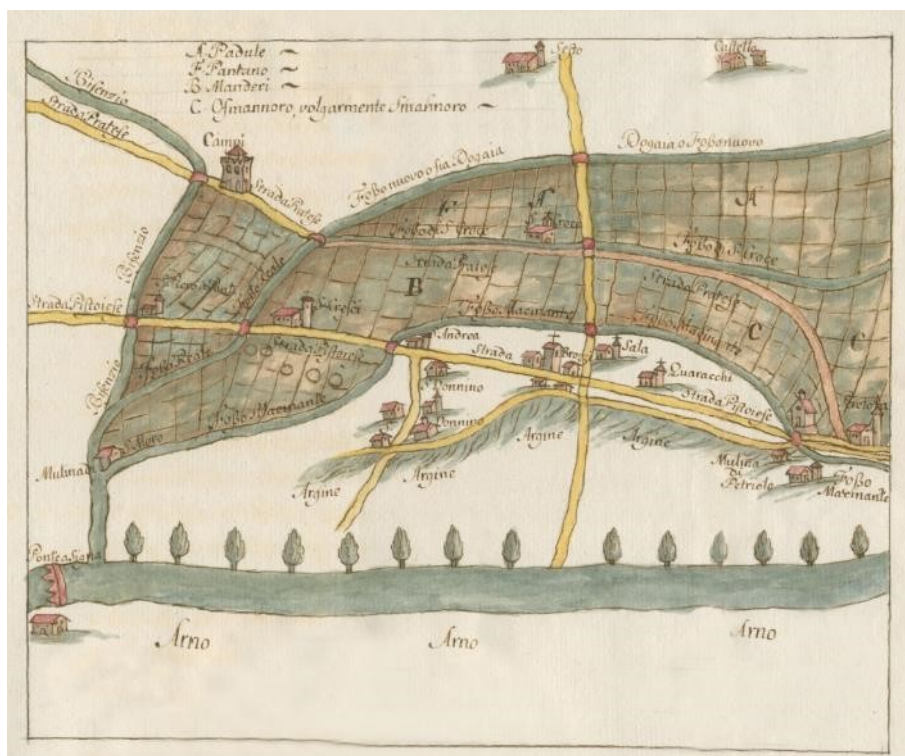


Figura 5: Piano dell'Osmannoro oggetto di una nota memoria di Saverio Manetti presentata ai Georgofili



Figura 6: Pianta del podere detto Munistero - dettaglio

Ai primi del 1800 una mappa dell'area di confluenza fra il Marina e il Bisenzio (Figura 7) ci mostra una struttura ormai ordinata, geometrica dei campi, in certi casi allungati fino a oltre 200 metri, ma sempre larghi meno di 20 m.



Figura 7: Mappa risalente ai primi del 1800 relativa all'area di confluenza fra i torrenti Marina e i Bisenzio in cui risulta evidente una struttura ordinata e geometrica dei campi.

Con il passare del tempo, nel corso dell'ottocento, i lavori di bonifica idraulica vennero praticamente completati e la presenza di nuove infrastrutture, strade e ferrovie, portò ad una progressiva presenza di abitati e di piccole fattorie rendendo il territorio un'ampia area densamente coltivata con una fitta rete scolante, continuamente mantenuta dai mezzadri e dai contadini, che permetteva di assicurare un franco di coltivazione sufficiente per le colture principali come il grano, al quale si univa spesso il mais o altre colture come la canapa o i prati.

Tuttavia, già nel corso della seconda metà dell'ottocento la rete scolante, sostenuta da un delicato equilibrio di quote altimetriche irrisorie, entrò in crisi. Ginanneschi, autore di una monografia sullo stato dell'agricoltura nel Comune di Sesto Fiorentino, lamenta il costante interramento dei fiumi Arno e Bisenzio, e di conseguenza la perdita di efficienza nella rete scolante con gravi problemi di esondazioni con danni alle colture agricole.

I piccoli consorzi di difesa idraulici, composti dai proprietari di piccoli bacini poco potevano in realtà di fronte a problemi che non potevano essere risolti a livello locale ma che necessitavano invece di una visione territoriale più ampia e complessa.

Per prendere sempre il caso dell'agro sestese, Ginanneschi osserva che nonostante le "dolci e ben disposte colline, [...] le simmetriche piantagioni, la promiscua cultura, che col ridente variar delle tinte appaga l'occhio, ed alla lussureggiante vegetazione, alla quale il sorriso di questo splendido Cielo, la ubertà della terra ed una certa industria tradizionale nei coltivatori danno stimoli potentissimi" vi erano ancora mille ettari da ridurre a coltura, terreni improduttivi che avrebbero potuto essere facilmente coltivati.

Sarà nel corso del XX secolo che vennero realizzate le opere fondamentali per la gestione delle acque in varie zone della pian fiorentina. A Sesto, nel corso degli anni

1927, dai vecchi consorzi idraulici locali venne costituito il Consorzio di Bonifica della Piana di Sesto Fiorentino con lo scopo di provveder ad un riordino della rete scolante dell'intera area, separando le acque alte, provenienti da Monte Morello, dalle acque basse. Un progetto di bonifica integrale dalla valenza idraulica (evitare rotture arginali, gestire i canali e i fossi naturali dell'area), agricola (aumentare il franco di coltivazione e evitare ristagni idrici) e igienico – sanitaria con la realizzazione di sistemi fognari moderni. Analogamente altre aree della Piana fiorentina furono oggetto di questo tipo di interventi anche se non sempre con la creazione di un consorzio di Bonifica o di trasformazione fondiaria.

Nella scarsa meccanizzazione dell'agricoltura italiana, ancora nel corso dei primi decenni del XX secolo, i terreni si presentavano con dei campi di forma rettangolare, c.d. a prode con campi lunghi 60-80 m e una larghezza in testata, in questa zona, di 12-20 m a seconda dell'altezza della falda. I terreni erano leggermente baulati e talvolta, se necessario, erano presenti delle *porche*, fossette temporanee distanti fra loro quanto necessario per assicurare un minimo franco di coltivazione al terreno. La presenza delle porche spesso era segno di una cattiva rete scolante e si trattava di sistemazioni che nel corso del secolo scorso sarebbero state superate da una più efficiente presenza di sistemazioni idraulico agrarie permanenti.

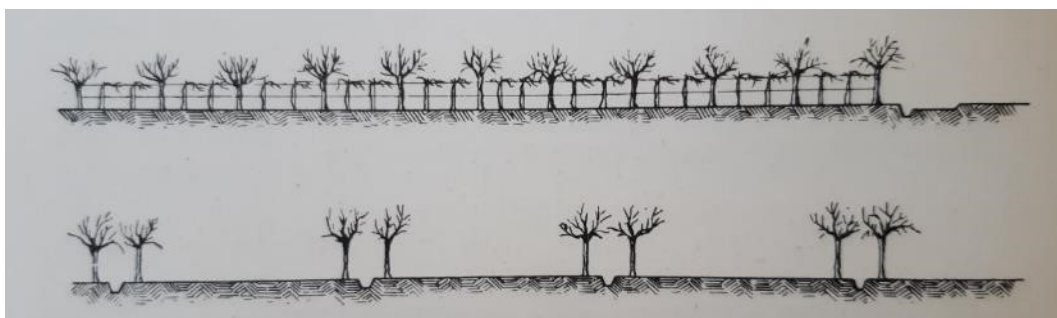


Figura 8: Visione longitudinale e trasversale della sistemazione a prode tipica dell'area della piana





Figura 9: Sistemazione a porche riscontrabile in terreni dell'area fiorentina con problemi di emungimento delle acque

La progressiva meccanizzazione agricola del dopoguerra è ben visibile nelle foto aree che documentano la trasformazione delle aree della piana fiorentina. La superficie dei campi aumenta perché le affossature vengono eliminate, talvolta sostituite dai dreni ma solo in alcuni casi. La rete scolante diminuisce e i filari di frutti o alberi, ingombranti nelle operazioni di ricavatura delle scoline laterali, vengono abbattuti. Prendendo un'area come quella di Lecore, è evidente, nelle foto sotto, l'evoluzione sopra descritta (Figura 10).



Figura 10: Immagini relative all'area agricola di Lecore (Signa) come riportata nel Catasto Granducale (ca 1850), nella foto aerea del 1954, foto aerea del 1996



La presenza di sistemazioni idraulico agrarie di versante è certamente antica anche se i criteri a cui queste sistemazioni rispondevano erano certamente diversi. La presenza di muretti e lunette anche di origine medievale, o più antica, così come sistemazioni più piccole come canali o fossi acquai lungo i versanti, in varie parti d'Italia è frequente anche se fondamentalmente questi criteri rispondevano alla pura necessità di assicurare all'albero un piccolo ambiente dove poter essere coltivato. Il mantenimento quindi della terra fertile, o l'allontanamento delle acque meteoriche di versante è il primo obiettivo di queste sistemazioni. Solo in età moderna si presenta la necessità di dover costruire un complesso di sistemazioni idraulico agrarie che provvedano non solo alla gestione delle acque meteoriche ma anche alla gestione più generale dell'acqua nei versanti, del trasporto solido e della possibilità, certo non trascurabile, della modellazione dei versanti attraverso le sistemazioni. La Toscana fu uno dei centri di sviluppo di queste pratiche agronomiche che per oltre un secolo rappresentarono un modello di gestione dei territori rurali contribuendo così alla creazione di una trama complessa del paesaggio. Chiaramente in questo caso parleremo solo delle sistemazioni idraulico agrarie e non di come queste fossero anche espressione di un più ampio sistema sociale ed economico e di come rientrassero in dinamiche che non dipendono solo dalle questioni tipicamente agronomiche. La nascita di sistemazioni in tanti luoghi e la loro evoluzione rispondeva a un preciso paradigma di una agricoltura prevalentemente mezzadrile, policulturale, nella quale ogni superficie era in qualche modo utilizzata per l'economia del podere o della fattoria che non possiamo affrontare in questa sede. Per quanto riguarda le sistemazioni di versante quelle che hanno più importanza ai nostri fini sono quelle collinari che da secoli ormai vengono realizzate in Toscana. Come già accennato l'importanza di queste sistemazioni, di fatto costituite da poche tipologie di sistemazioni che devono però

rispondere a due criteri fondamentali: regolare i flussi delle acque di versante, evitare l'erosione del terreno agrario e permettere così un habitat ottimale per le coltivazioni. A loro volta le sistemazioni si dividono fra intensive e estensive.

La distinzione classica delle intensive, prevede sistemazioni divise (terrazzamenti e ciglionamenti che prevedono quindi l'interruzione della continuità spaziale e la presenza di ripiani, e quelle unite (come le colmate di monte) strutture affascinanti e complesse che riuscivano a modellare il terreno attraverso un sapiente sistema di fossi che regolavano il trasporto dell'acqua e delle particelle solide lungo la pendice fino ad ottenere un profilo lavorabile e unito. Quelle estensive sono riconducibili invece a sistemazioni complesse ancora oggi presenti come il girapoggio e il cavalcapoggio facilmente descritte dalle figure sotto riportate.

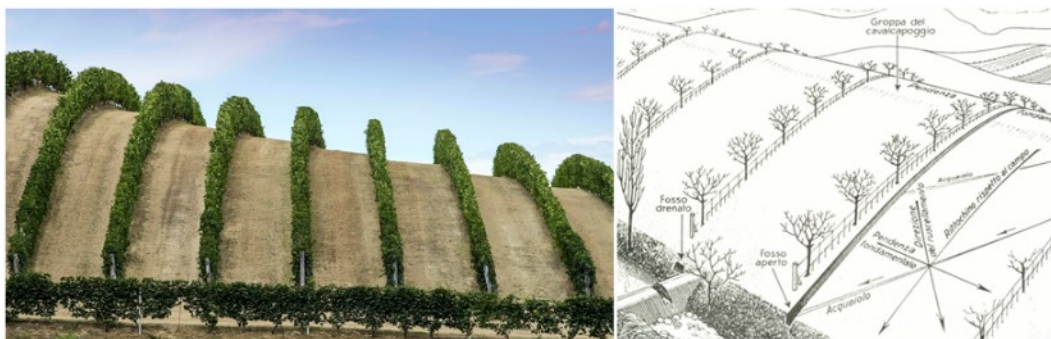


Figura 11: Immagine di un vigneto del Roero realizzato a cavalcapoggio (sinistra) e schema di una sistemazione idraulica a cavalcapoggio.

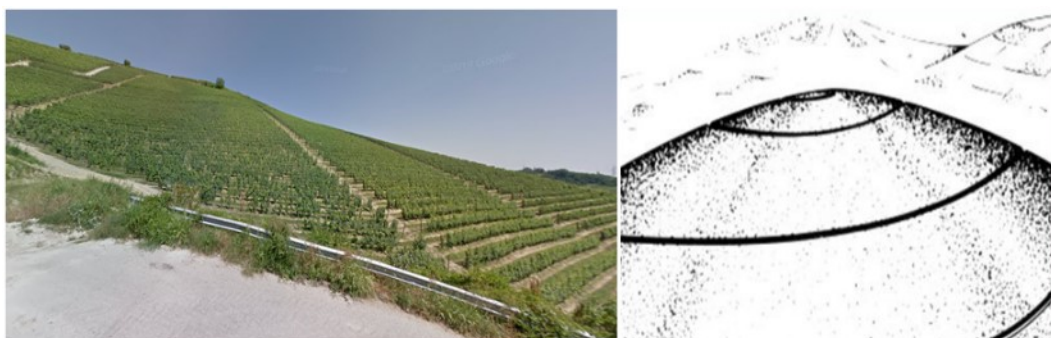


Figura 12: Immagine di un vigneto del Roero realizzato a girapoggio (sinistra) e schema di una sistemazione idraulica a girapoggio.

Quelle di particolare interesse, per l'area collinare limitrofa alla piana fiorentina sono però i terrazzamenti (Figura 13) ampiamente presenti nei versanti spesso anche con imponenti strutture alte 2-3 metri, veri e propri monumenti al lavoro contadino. Queste sistemazioni si caratterizzano per una forte precarietà, come già osservava Oliva nel 1938, per la difficoltà di realizzazione e di manutenzione. Di norma la loro costruzione era già sconsigliata oltre il 30% di pendenza e se questi erano presenti lo erano solo per la presenza di colture ad alto reddito che ne giustificassero la realizzazione. La loro costruzione non era facile e richiedeva la presenza, in loco, di pietre adatte. Inoltre, non era sufficiente tracciare delle linee ordinate lungo i versanti ma era un sapiente sistema in cui la sfilatura (il tracciamento) era subordinato alla presenza e posizione degli strati di roccia e al profilo del versante che, raramente, era riconducibile ad una linea retta. Normalmente i terrazzamenti devono avere un'altezza fra 1.50 e 2.50 m riducendo così l'ampiezza delle superfici piane sovrastanti. I lavori erano iniziati dal basso verso l'alto con uno scasso, alla base, variabile fra 0.40 e 1 m. con una larghezza di minimo 60 cm mentre, a seconda del terreno e delle colture che deve sostenere, si poteva arrivare a 1m. In caso di muri più alti di 2,5 m era uso "panchinarlo" ovvero spezzarne la costruzione in due unità. La superficie sovrastante doveva essere ampia, larga almeno 8 m per agevolare i lavori. I muri erano corredati di aperture per facilitare il drenaggio sotterraneo delle acque in eccesso che venivano convogliate in scoline alla base del muro e raccolte in acquidocci, spesso armati, che favorivano l'allontanamento rapido delle acque. Ancora oggi questi elementi caratteristici del paesaggio permangono e caratterizzano il paesaggio collinare toscano.



Figura 13: Ripiani terrazzati mediante muretti a secco nelle colline di Sesto Fiorentino

## **Gli schemi sistematori di pianura adottati nel tempo nella Piana Fiorentina**

Le sistemazioni idraulico agrarie di pianura sono un insieme di interventi, quali il modellamento superficiale, la realizzazione di affossature o la predisposizione di una rete drenante, volti a smaltire rapidamente quantitativi di acqua superiori alla capacità di assorbimento del suolo, e a facilitare la percolazione dell'acqua in profondità in modo da evitare lo sviluppo di ristagni e al contempo creare riserve utilizzabili dalla coltura. Non si può in questa sede fare l'intera disamina delle tecniche di sistemazione idraulica agraria, per le quali si rimanda ai principali libri di testo, ma si fa una breve descrizione delle principali tecniche utilizzate nell'area.

### ***La tradizionale sistemazione a “prode”***

La messa a coltura dei terreni presenti nella Piana ha sempre richiesto notevoli sforzi in termini di regimazione idraulica. Dalla mappa catastale dell'area risalente all'epoca Granducale (1850) risulta evidente l'elevata parcellizzazione del territorio (Figura 14) derivante dalla sistemazione a “prode” (Figura 15), che un tempo molto diffusa in Toscana, consisteva nel suddividere il terreno in appezzamenti rettangolari delimitati da affossature.





Figura 14: Mappa catastale della Piana di Lecore risalente al periodo Granducale (1850ca). Fonte: Progetto CASTORE - Regione Toscana - Sistema Informativo Territoriale ed Ambientale

Il campo, così era chiamata l'area della sistemazione coltivata con specie erbacee, era in genere largo tra 15 e 30 m, con in limite inferiore adottato per migliorare l'emungimento delle acque in eccesso nei terreni più pesanti, mentre il valore superiore era comune nei suoli più sciolti. Poiché le lavorazioni del suolo venivano svolte mediante l'uso di animali, la lunghezza massima dell'appezzamento era limitata dalla quantità di lavoro massima che poteva compiere una coppia di buoi nel trainare l'aratro "prima di dover riprendere fiato". Pertanto la lunghezza dei campi non superava i 60 m nei terreni fortemente argillosi, poteva arrivare a 80-90 m nei terreni di medio impasto, mentre poteva arrivare anche a 110-120 m nei terreni più sciolti e sabbiosi. La superficie del campo veniva solitamente lasciata per lo più piana nei terreni più leggeri, mentre nei terreni più pesanti, al fine di evitare il ristagno superficiale e favorire lo scorrimento dell'acqua non assorbita verso le fosse laterali, veniva rimodellata mediante aratura a colmare in forma baulata con pendenza delle falde inferiore al 2%. In testa al campo, sui due lati corti, correvano le viottole di accesso che consentiva il passaggio da un appezzamento all'altro. Su entrambi i bordi lunghi del campo, ad una distanza di 60-80 cm dalle fosse, veniva realizzato un filare di vite con sostegni morti o vivi, ed in quest'ultimo caso rappresentati quasi ovunque dall'acero campestre. La striscia di terra tra il filare e

la fossa, che era comunemente denominata proda o rivale, veniva in genere lasciata incolta o al più destinata alla produzione di foraggio per gli animali di bassa corte. Le fosse realizzate lungo i lati lunghi della superficie coltivata erano larghe 50 cm in testa e 40 cm sul fondo, mentre per quanto riguarda la profondità potevano raggiungere i 60-70 cm dato che dovevano garantire un franco di coltivazione sufficiente anche alle “colture da rinnovo”. Dato questa tipologia di sistemazione veniva applicata in suoli per lo più pesanti, le pareti delle fosse erano quasi sempre molto verticali in modo da ridurre al minimo il volume di suolo da rimuovere e soprattutto per ridurre la superficie del campo non coltivabile (tara). Peraltro, si deve osservare che rispetto ad altre tipologie sistematorie di pianura, la sistemazione dei terreni a “prode”, determinava una ridotta sottrazione di superfici alla coltivazione, oscillando sul 5 - 8 %. I bordi e la sponda della fossa venivano lasciati inerbiti al fine di incrementarne la stabilità e quindi la durata nel tempo. I fossi laterali scaricavano l’acqua emunta dal campo all’interno di profonde affossature (larghe 60-70 cm e profonde 70-80 cm), che poste tra la viottola e il campo raccoglievano l’acqua dai singoli appezzamenti per convogliarla verso i collettori. Il volume dell'affossatura oscillava tra i 100 e i 280 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a seconda che si operasse in suoli più pesanti o più sciolti. Si è osservato che il volume di affossatura nella Piana Fiorentina-Pratese si aggirasse intorno ai 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Questo volume, associato al volume di acqua invasabile dal suolo lavorato, costituiva per il reticolo idraulico della Piana Fiorentina-Pratese un importante volano durante i mesi dell’anno caratterizzati dalla maggior concentrazione di afflussi.

Una variante alla sistemazione a “prode” tradizionale, consisteva nel realizzare un singolo filare di viti sul colmo della baulatura (Figura 16), quindi sulla linea di mezzzeria del campo, anziché al lato delle scoline. In tal modo la coltura legnosa veniva posizionata nella parte più drenata del campo risultandone favorita e allo

stesso tempo non costituiva un impedimento al drenaggio delle acque dal campo e alla manutenzione delle fosse che in questo modo potevano anche essere gestite tramite scavafossi meccanici.

La sistemazione a “prode” presentava una serie di evidenti svantaggi:

- In generale questa tipologia di sistemazioni idraulico agraria richiedeva una notevole mole di tempo ed energia sia per la sua predisposizione che per la sua successiva manutenzione.
- Col susseguirsi delle ripetute lavorazioni "a colmare" ed "a scolmare" e con l'accumulo del suolo derivante dallo spurgo delle scoline, col tempo, il profilo del campo prendeva la classica forma a “bastorovescio”, ovvero con una serie di creste e depressioni longitudinali, più o meno accentuate, che riducevano il movimento di sgrondo dell'acque meteoriche e favorendone il ristagno in superficie. Con conseguente riduzione della produttività del campo. Pertanto, periodicamente doveva essere svolta una consistente attività di rimodellamento superficiale in modo da ripristinare le idonee condizioni di sgrondo.
- La disposizione del filare di viti portava a ridurre la profondità di aratura ai margini del campo e di conseguenza l'acqua in eccesso nel suolo non trovava facilmente la via per raggiungere il fosso;
- Col passare del tempo, le pareti delle scoline tendevano a compattarsi, specialmente nei terreni più pesanti, così da costituire un diaframma pressoché impermeabile al passaggio dell'acqua. Per evitare questo inconveniente, periodicamente gli agricoltori demolivano e poi ricostruivano tratti di proda ogni 6-7 m, con evidente dispendio di tempo ed energie per ripristinare una comunicazione tra il campo e la fossa. In alternativa, ogni 6-7 m veniva creata una fognatura mediante mattoni forati posta all'altezza del fondo di lavorazione e a partire dalla sponda del fosso



sino al piano delle arature in modo da mettere in comunicazione il fondo di lavorazione del campo con la scolina.

- Questo consistente volume di suolo che veniva movimentato, richiedeva un forte dispendio di tempo ed energie sia nella fase di realizzazione dell'affossatura sia nella successiva fase di manutenzione.
- Infine, a causa della ridotta dimensione degli appezzamenti, come molte altre vecchie opere sistematorie mal si prestava alla meccanizzazione.

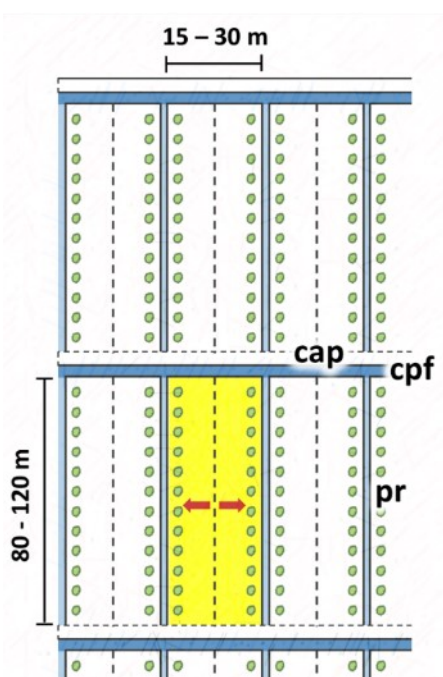


Figura 15: Sistemazione a "prode" (alla Toscana). cap: capezzagna; cpf: capofosso; pr: scolina (proda). Immagine adattata da: Luigi Giardini, Agronomia generale, 3, Pàtron, 1986.

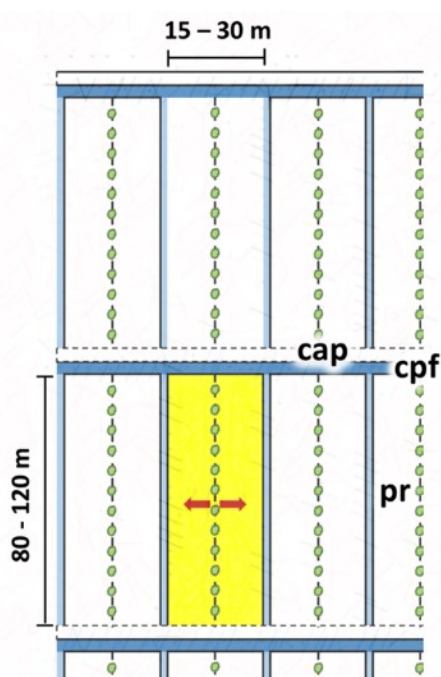


Figura 16: Variante della sistemazione a "prode" (alla Toscana). cap: capezzagna; cpf: capofosso; pr: scolina (proda). Immagine adattata da: Luigi Giardini, Agronomia generale, 3, Pàtron, 1986.

## ***L'evoluzione della tecnica sistematoria - Un disegno di sistemazione idraulico-agraria sviluppato per le aree di pianura toscane***

A partire dal secondo dopoguerra, la riduzione della forza lavoro dovuta all'esodo dalle campagne e la progressiva meccanizzazione agraria, determinarono le fine della coltura promiscua e la perdita di interesse verso le tradizionali sistemazioni idraulico agrarie che andarono incontro ad un progressivo abbandono o subirono modificazioni per adattarsi alle mutate esigenze della gestione aziendale.

In Toscana, la classica sistemazione a proda, proprio per il legame con la tradizione della coltura promiscua e soprattutto per le sue caratteristiche dimensionali, con campi che misurano 1000-2000 m<sup>2</sup>, mal si adattava all'impiego dei mezzi meccanici. Infatti, come rilevato in Landi (1982), sia per le operazioni colturali che per la raccolta, la sistemazione a "prode" poneva problemi all'uso di mezzi meccanici di *"carattere tecnico, per la ristrettezza degli spazi, che di ordine economico, per l'accumularsi dei tempi accessori"*. Di conseguenza, la sistemazione a "prode", se si escludono aree parcellizzate destinati alla coltivazione degli orti familiari, nelle aziende agricole intensive è stata progressivamente abbandonata e sostituita con altre tipologie sistematorie.

A partire dagli anni '50, sono state condotte numerose ricerche volte a migliorare l'integrazione della tecnica sistematoria con gli strumenti meccanici che di volta in volta si rendevano disponibili, come ad esempio la possibilità di utilizzare scava- e pulisci-fossi per rinnovare annualmente le affossature, la possibilità di utilizzare livellatrici per migliorare lo sgrondo delle acque superficiali e facilitare il lavoro delle operatrici (ad esempio la seminatrice).

Molti studi si sono concentrati sul dimensionamento dei campi, e in particolare sui rapporti lunghezza/semilarghezza, al fine di individuare la dimensione ottimale degli appezzamenti volta a ridurre i tempi morti delle svolte dei mezzi meccanici senza però portare ad eccessi che determinerebbero una riduzione dell'efficienza

della maglia idraulica. In tale sede, molti studi hanno evidenziato come la dimensione ottimale degli appezzamenti si aggiri intorno ai 5 ha e che la forma rettangolare con rapporto tra i lati 1:5 sia quella da preferire.

Tra la fine degli anni '50 e i primi anni '60, anche la Piana Fiorentina-Pratese è stata centro propulsivo di ricerche nel settore delle sistemazioni idraulico agrarie. A Poggio a Caiano, come presso Nugola Nuova nel pisano e Castel di Pietra nel grossetano, furono realizzati appezzamenti di 2-5 ha con uno sviluppo nel senso della lunghezza di 200-350 m e interdistanza tra i fossi principali tra 20 e 50 m (in genere 30 m) a seconda della natura del suolo (Figura 17). Questi appezzamenti furono livellati in modo tale da avere una pendenza uniforme dello 0.1-0.3 % verso il lato destinato allo sgrondo delle acque, dove una capezzagna larga 12 m e ribassata di 50 cm rispetto al restante piano di coltivazione aveva lo scopo di raccogliere e convogliare le acque in eccesso al di fuori del campo verso i fossi di seconda raccolta e di favorire al contempo il transito dei mezzi meccanici tra i singoli lotti coltivati. La capezzagna veniva coltivata come la restante superficie del campo, sebbene con livelli produttivi inferiori. La superficie del campo era poi solcata longitudinalmente da una sistemazione temporanea a prosoni le cui scoline, tracciate ogni 6 m, scaricavano i deflussi superficiali nella capezzagna riducendo il tempo di sgrondo del campo (Figura 18). Queste sistemazioni vennero valutate presso le tre aree di prova sopramenzionate per oltre di cinque anni con risultati più che soddisfacenti. Sono infatti riportate rese medie per ettaro interessanti: frumento duro 44 t/ha, mais da granella 103 t/ha, con il massimo registrato di 149 t/ha, fieno 106 t/ha. Tuttavia, nonostante i successi iniziali, questa tipologia di sistemazione non ha attecchito e pertanto nell'area della Piana Fiorentina-Pratese, come in altre aree della Toscana, la tradizionale sistemazione a "prode" è stata integralmente sostituita dalla sistemazione "*alla ferrarese*".

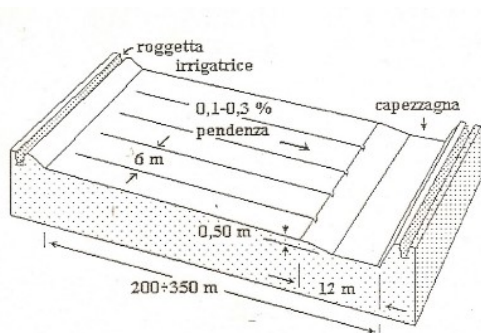


Figura 17: Sistemazione sviluppata per la pianura toscana sul finire degli anni '50. Immagine adattata da: Renzo Landi, *Agronomia e ambiente*, Edagricole, 1999.

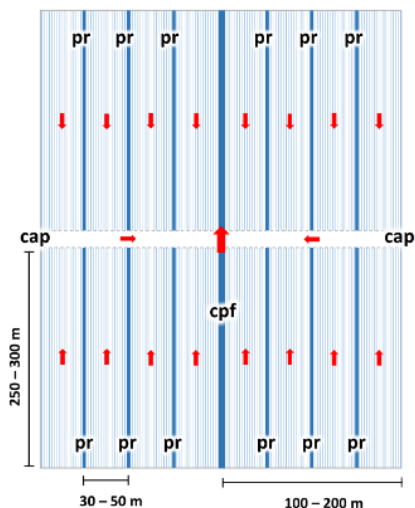


Figura 18: L'area coltivata è suddivisa in lotti di 2-5 ha, a loro volta suddivisi in campi di 0.5-1.5 ha. I campi presentano al loro interno una sistemazione a prosoni ogni 6 metri. cap: capezzagna; cpf: capofosso; pr: fosso di prima raccolta. Le frecce indicano la direzione dell'acqua.

### **La sistemazione alla "ferrarese"**

La sistemazione alla "larga" o alla "ferrarese" o "larga ferrarese" è una sistemazione idraulico-agraria adatta alla regimazione dei terreni di medio impasto nata nella Pianura Padana, nelle aree di bonifica prive di alberature e non appoderate. I campi hanno una forma rettangolare, larghi 30-50 metri a seconda della natura del suolo (Figura 19), e lunghi circa 200-250 m. La spinta alla meccanizzazione, ha portato nel tempo ad aumentare la lunghezza dei campi sino a 800 m dove il suolo risultava di più facile sgrondo. I fossi longitudinali affiancano l'appezzamento e confluiscono in capofossi, disposti lungo le testate di più appezzamenti allineati. Gli appezzamenti sono serviti da una capezzagna, in corrispondenza della testata opposta al capofosso. Le capezzagne connettono a strade di servizio e sono sovente anch'esse

coltivate. Nella sistemazione alla “ferrarese”, le tare incidono sulla superficie coltivata per un 6-8%, in funzione della tessitura del terreno e, soprattutto, della lunghezza degli appezzamenti. I campi presentano una baulatura a padiglione, ovvero con 4 pendenze verso i 4 lati dell’appezzamento. La linea di colmo principale è disposta lungo la mezzeria longitudinale dell'appezzamento con due pendenze principali orientate simmetricamente verso i lati maggiori dove sono presenti i fossi laterali. Inoltre, la baulatura del campo degrada dolcemente verso i lati corti dell’appezzamento in modo da facilitare lo sgrondo delle acque anche verso i fossi e le capezzagne posti su questa parte del campo ed evitare la formazione di scalini che potrebbero ridurre la transitabilità del campo per i mezzi agricoli.

Sebbene questa sistemazione idraulico agraria sia efficiente nel regimare l’acqua nei terreni sciolti e di medio impasto, risulta poco adatta ai terreni più pesanti, ovvero con alta percentuale di limo e argilla. Tuttavia, pur presentando dei limiti nella capacità drenante nei terreni pesanti, grazie alla forma regolare e alla lunghezza dei campi nonché all’assenza delle piante, che la rendono adatta alla meccanizzazione dei seminativi, questa sistemazione ha visto ampia diffusione anche nei suoli meno adatti mediante il continuo adattamento della larghezza all’altezza della falda, alla piovosità della zona, alla natura più o meno argillosa dei terreni, alla presenza di salinità, ecc. Così, mentre si possono osservare campi larghi 40 m nei suoli più sciolti prossimi alla Chiana, nelle aree di colmata del grossetano dove la falda è alta ed è presente una salinità di origine dei suoli, la larghezza dei campi è comunemente di 20-25 m, e nella Piana Fiorentina-Pratese se la larghezza di 20-25 m è generalmente la norma, si possono trovare campi larghi 12-14 m nei suoli più pesanti e caratterizzati da falda superficiale (Figura 20). La sistemazione alla “ferrarese”, variando opportunamente l’inter-distanza tra le scoline laterali in funzione dei differenti tipi di suoli, può quindi essere considerata una soluzione adatta all’area della Piana Fiorentina-Pratese.



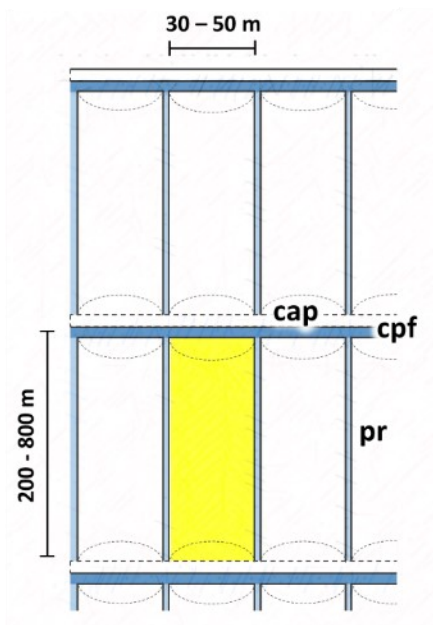


Figura 19: Sistemazione alla "ferrarese". cap: capezzagna; cpf: capofosso; pr: scolina. Immagine adattata da: Luigi Giardini, Agronomia generale, 3, Pàtron, 1986.

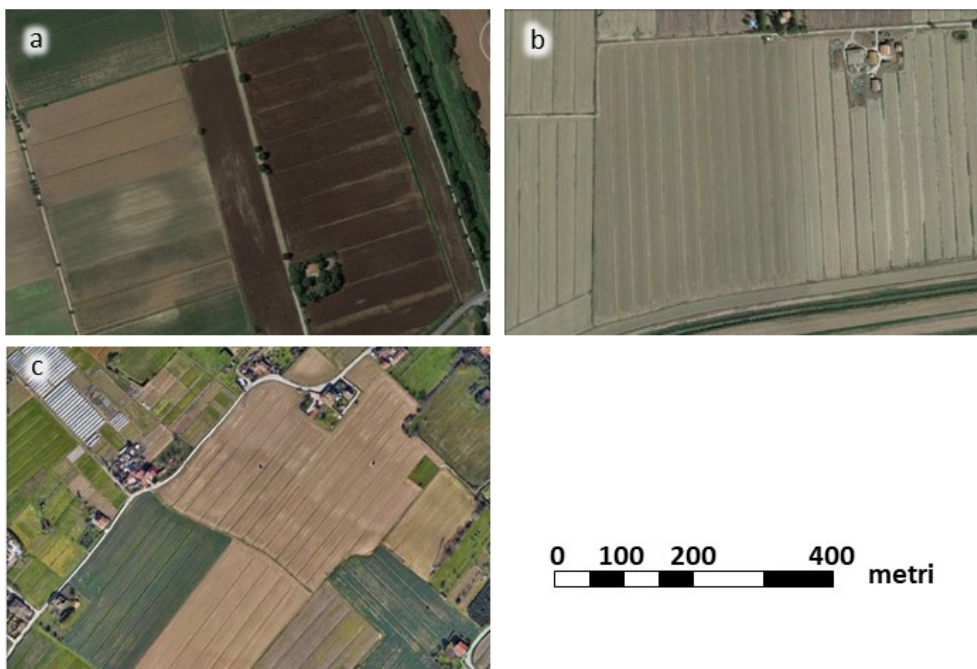


Figura 20: Foto aerea di aree agricole con sistemazioni idraulico agrarie alla "ferrarese": a – Marciano della Chiana (AR); b – Grosseto (GR); Campi Bisenzio (FI).

## L'evoluzione dell'intensità delle sistemazioni idraulico agrarie di pianura nella Piana Fiorentina

Attraverso l'uso di foto aeree, in particolare il volo del 1954, quello del 1988 (anno in cui è stato redatto il primo Piano di Bonifica) e quello del 2013 si è studiata l'evoluzione della porzione della rete idrica delle acque basse della Piana di Sesto Fiorentino. In particolare, si è svolta un'analisi della rete secondaria finalizzata alla stima della lunghezza della rete di affossature e della variazione dei volumi di invaso. L'analisi è stata condotta su l'area che, pur rimasta ad uso agricolo, ha subito una forte trasformazione del reticolo di drenaggio. Negli anni '50 l'agricoltura era la principale forma di sostentamento. Questo lo si può ben osservare dalla foto aerea del 1954 (Figura 21), in cui in giallo è riportata la rete idrica principale, mentre in azzurro sono riportati capifossi.



Figura 21: Porzione della rete idrica delle acque basse della Piana di Sesto Fiorentino posta a Nord del prolungamento dell'A11 (Autostrada Firenze-Mare) che va dal casello autostradale allo svincolo per Sesto Fiorentino. Rete idrica principale (giallo) e capofossi (azzurro) (come sfondo è stata riportata la foto aerea del 1954)

L'immagine evidenzia un territorio molto frammentato in cui i terreni agricoli sono molti, ma di piccole dimensioni, in quanto la meccanizzazione dell'epoca non consentiva una gestione su grandi superfici. Per la quasi totalità della superficie, i terreni erano coltivati in modo avvicendato con cereali, legumi, tuberi, a piante tessili, foraggere e industriali.

Si è osservato un cambiamento nell'area oggetto di indagine a partire dal 1954, passando per il 1988 e arrivando al 2013. In particolare, si riporta di seguito l'evoluzione dei canali e dei capofossi avvenuta nell'area di competenza della Gora Rigognolo che presenta una superficie di circa 124 ha coltivata prevalentemente a seminativo non irriguo (Figura 22). Nel 1954, immagine a sinistra, il reticolo idrico principale era sostanzialmente costituito dall'attuale Gora di Sesto che attraversava centralmente questa superficie. Ed era lì che confluivano la maggior parte dei capifossi di quel periodo. I campi avevano una larghezza media di circa 12 m (variando tra un minimo di 9 m e un massimo di 17 m) e una lunghezza media di circa 105 m (variando tra un minimo di 45 m e un massimo di 206 m). Nel 1988, immagine al centro, la meccanizzazione era più avanzata e ciò è ben visibile dal fatto che gli appezzamenti agricoli hanno aumentato le loro dimensioni. In particolare si è osservato un aumento della larghezza media dei campi del 42%, arrivando a circa 17 m, (variando tra un minimo di 9 m e un massimo di 32 m) mentre la lunghezza media ha subito incrementi del 10%, risultando di circa 116 m (variando tra un minimo di 45 m e un massimo di 266 m). Inoltre, si notano già i primi cambiamenti per quanto riguarda la Gora di Sesto che, se nel 1954 aveva un andamento frastagliato, nel 1988 risulta avere un andamento più rettilineo dovuto alla deviazione di questo canale ad opera dell'uomo. Nell'immagine del 2013 è indicato il reticolo attualmente presente.

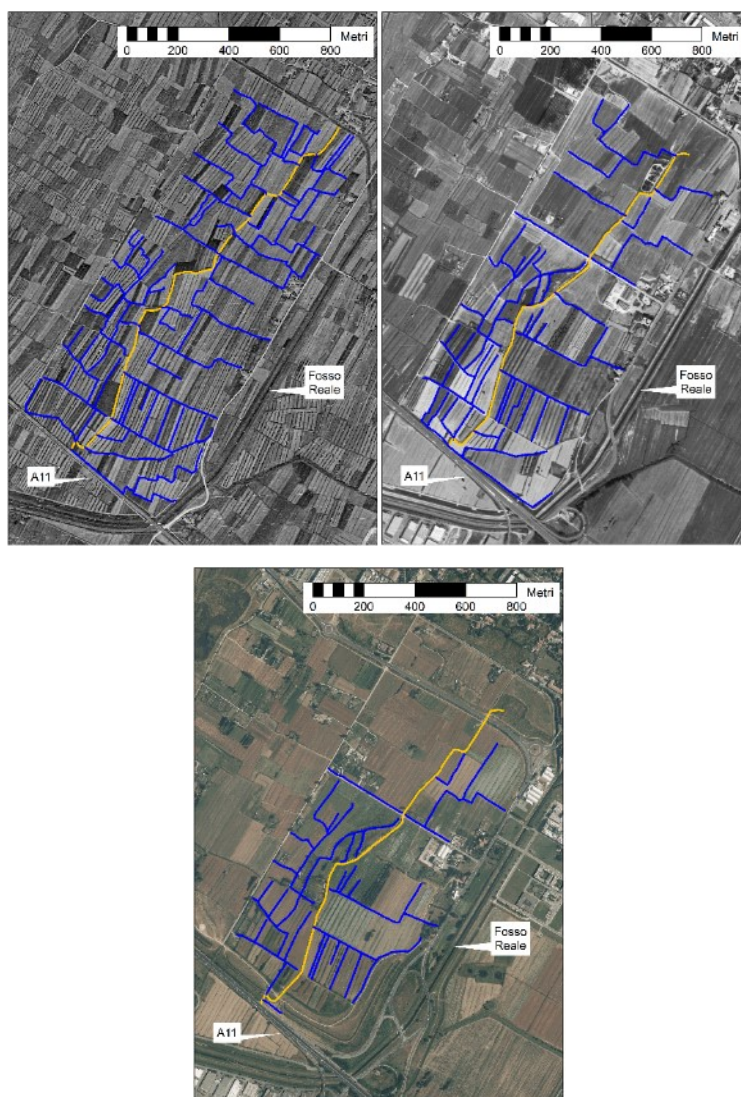


Figura 22: Rete idrica delle acque basse della Piana di Sesto Fiorentino, Gora di Sesto. Rete idrica principale (giallo) e capifossi (azzurro); rete presente nel 1954, nel 1988 e 2013.

La Gora di Sesto ha avuto una riduzione del reticolo secondario del 24% nel 1988 e del 42% nel 2013. In termini di volume, rispetto al 1954, il reticolo si è ridotto del 15% nel 1988 e del 27% nel 2013 (Tabella 1). In generale, le aree agricole della piana, nel corso degli anni presi in considerazione in questa analisi, hanno risentito dei cambiamenti avvenuti sul territorio. Si consideri che le aree edificate hanno

occupato gran parte dell'area che era a prevalenza agricola causando la scomparsa del reticolo secondario e rendendo l'area impermeabile. Quindi si può asserire che sia il reticolo principale che quello secondario abbiano visto aumentare i loro volumi da invasare a causa della progressiva edificazione avvenuta nella Piana. Considerando inoltre che il reticolo secondario dei campi è parzialmente scomparso, queste aree allo stato attuale sono soggette ad un ricarico sempre maggiore.

Capofossi	1954	1988	2013
<b>Lunghezza totale [m]</b>	<b>8656</b>	<b>6574</b>	<b>5009</b>
% riduzione Lunghezza (riferite al 54)		24.1%	42.1%
<b>Volume [m3]</b>	<b>11947</b>	<b>10117</b>	<b>8741</b>
% riduzione Volumi (riferite al 54)		15.3%	26.8%

Tabella 1: Lunghezza dei capofossi e volume invasabile nell'area di competenza della Gora di Sesto(Sesto Fiorentino) nel 1954, nel 1988 e nel 2013.

Per valutare l'evoluzione dell'intensità di affossatura dei fossi e delle scoline a servizio dei campi coltivati, in aree saggio della Piana Fiorentina-Pratese, tra cui l'area del Padule di Lecore (Signa) (Figura 23) si è analizzata la maglia delle affossature risalenti all'epoca granducale (1850 ca) (A), desunta dalle immagini disponibili sul Catasto Storico Regionale della Regione Toscana (CASTORE), e quelle risalenti al primo dopoguerra (1954) (B) e al 2013 (C), entrambe ottenute mediante foto interpretazione delle foto aeree reperibili sul portale cartografico della Regione Toscana (GEOSCOPIO). Nell'immagine sotto riportata, si è evidenziato in giallo il principale fosso dell'area (Vingone), in verde e blu sono riportati i capifosso principali e secondari, in rosso le affossature a servizio dei campi coltivati.



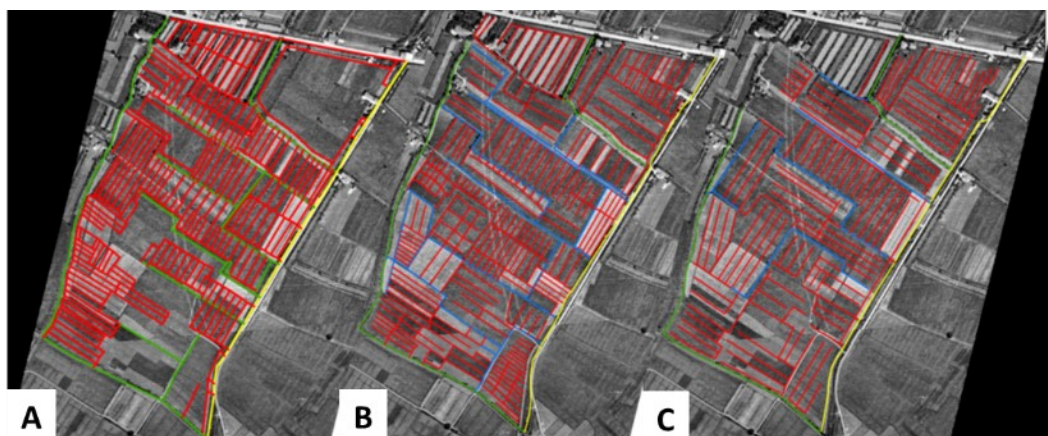


Figura 23: Affossature presenti nell'area del Padule di Lecore (Signa) nell'epoca granducale (1850 ca) (A), nel 1954 (B) e nel 2013 (C). Nelle immagini in giallo è riportato il fosso Vingone, in verde e blu sono in verde e blu sono riportati i capofossi principali e secondari, e in rosso i fossi delimitanti i campi coltivati.

L'analisi delle immagini ha evidenziato come in epoca granducale, solo una parte dell'area era destinata alla coltivazione e quindi suddiviso mediante fossi in lotti di campo coltivati, mentre il resto della superficie era privo di affossature e destinato al prato irriguo o semplicemente non coltivato perché eccessivamente soggetto a ristagni idrici e impaludamento. Si possono infatti osservare ampie aree non solcate da fossi e scoline. Complessivamente, nell'area era presente una notevole maglia idraulica che raggiungeva una lunghezza di circa 27.4 km (Tabella 2). L'intensità delle affossature, considerando la sola area coltivata era elevata, raggiungendo 880 metri lineari di fossi per ettaro.

Anno	1850 ca	1954	2013
Sviluppo (km)	27.4	25.9	19.7
Intensità (m/ha)	880	630	520

Tabella 2: Intensità dell'affossatura nell'area del Padule di Lecore (Signa) nell'epoca granducale (1850 ca), nel 1954 e nel 2013.

All'inizio del novecento, la continua ricerca di superfici agricole per conseguire l'autosufficienza produttiva ha spinto all'uso agricolo anche delle terre marginali che in precedenza erano lasciate incolte a causa dell'impaludamento. Si può infatti osservare dall'immagine del 1954 l'assenza di porzioni del territorio prive di fossi e scoline. Nonostante si sia evidenziato un aumento della superficie di territorio coltivata rispetto all'epoca granducale, la lunghezza dei fossi e delle scoline è rimasta pressoché la stessa, con una diminuzione di poco più del 5%. Tuttavia, sebbene la lunghezza complessiva dell'affossatura sia rimasta invariata tra il 1850 e il 1954, l'aumento della superficie servita ha fortemente ridotto il valore dell'intensità di affossatura dei campi di circa il 28% e quindi con la conseguente riduzione della capacità dei fossi di abbassare il livello di falda e di allontanare gli eccessi idrici dai campi.

L'analisi relativa al periodo a noi più vicino, rispetto ai due periodi precedenti, ha evidenziato una ulteriore riduzione della tradizionale maglia di scoline e fossi in termini sia di sviluppo complessivo che di intensità. I piccoli lotti di terreno baulati e delimitati da profonde affossature, che caratterizzavano il nostro territorio sino a metà del XX secolo, pur essendo estremamente efficienti nel garantire la fertilità del suolo, sono stati progressivamente tralasciati in quanto determinavano un'elevata frammentazione del territorio e pertanto costituivano un ostacolo alla meccanizzazione. Cosicché, si può osservare l'aggregazione degli appezzamenti in unità di maggiori dimensioni dove ancora nel 1954 era presente una elevata frammentazione del territorio. A ciò è conseguita una forte riduzione del reticolo minore. In particolare, lo sviluppo complessivo dei fossi risultava nel 2013 inferiore del 28% rispetto a quanto rilevato nel 1850 e del 24% rispetto al 1954. Parimenti, anche il valore dell'intensità di affossatura si è ridotto del 41% e del 17% rispettivamente a quanto rilevato nel 1850 e 1954. Nel tempo, l'abbandono di queste importanti opere di regimazione idraulica, ha portato ad una perdita di

conoscenza del valore di questi strumenti agronomici di indubbia efficacia nel mantenimento della fertilità e della gestione dell'assetto idraulico dei suoli.

## Danni derivanti dalla non corretta regimazione idraulica di pianura nella Piana Fiorentina

I problemi di regimazione idrica si denotano nelle annate critiche, quando ristagni profondi determinano condizioni di asfissia radicale e quelli superficiali stimolano il proliferare di malattie. Come si può vedere dalle immagini aeree in falsi colori di seguito riportate (Figura 24), si denotano campi caratterizzati da ristagni superficiali frammisti a campi in cui si ha uno sgrondo regolare. Addirittura osservando il dettaglio, si può osservare come alcune affossature siano ricolme di acqua, quando quelle contermini risultano ben drenate. Tutto questo determina, problemi di ristagno nelle annate piovose.

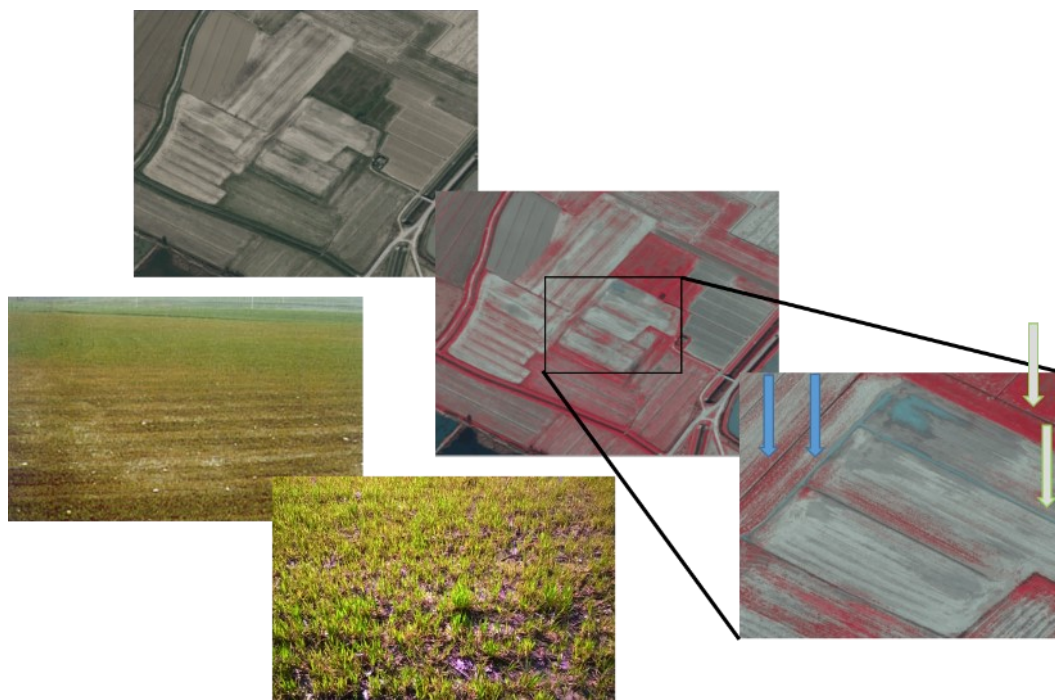


Figura 24: Foto aerea in RGB e in falsi colori di una porzione del Padule di Lecore (Signa) si denotano campi caratterizzati da ristagni superficiali frammisti a campi in cui si ha uno sgrondo regolare. Osservando il dettaglio, si può osservare come alcune affossature siano ricolme di acqua, quando quelle contermini risultano ben drenate. Nelle foto si può osservare come il frumento risenta di problemi di asfissia radicale nelle aree umide.

I cereali in particolare sono piante che temono fortemente, specie nei periodi freddi, il ristagno d'acqua nel terreno a seguito del quale si verificano uno sviluppo stentato per asfissia radicale e attacchi parassitari. Sempre più frequentemente capita di vedere campi coltivati a cereali autunno-vernini, nei periodi compresi fra l'accostamento e la levata, con ampie aree di vegetazione stentata e clorotica a causa dei ristagni idrici dovuti alle cattive sistemazioni superficiali e, spesso, alla mancanza di affossature che consentano un rapido allontanamento delle acque piovane. In tal senso occorre tenere presente anche l'aumento di frequenza di piogge intense che spesso causano ruscellamento superficiale con erosione del terreno lungo le falde della baulatura a cui consegue sia una perdita di suolo che finisce per intasare le scoline, sia una asportazione dei semi o delle plantule non ancor bene radicate, con conseguenti fallanze di copertura della vegetazione. Il franco di coltivazione garantito dovrebbe essere di almeno 0.5 m. Altrimenti aumenta la sensibilità agli attacchi di fusariosi, septoriosi, oidio e ruggini ed incrementa la suscettibilità all'allettamento. Nella foto aerea scattata il 13 giugno 2019 (Figura 25) si osserva come i campi coltivati a frumento presentino evidenti segni di allettamento. È particolare che i campi in cui l'allettamento non si è verificato abbiano o una lunghezza inferiore a 80 metri, o una distanza tra i fossi inferiore a 17 metri o una sezione dei fossi di almeno 0.5 m<sup>2</sup> o tutte queste caratteristiche messe insieme. Ciò ad indicare che quello potrebbe essere il dimensionamento corretto per i campi in quel tipo di suolo e con quell'altezza di falda.





Figura 25: foto aerea scattata il 13 giugno 2019. Porzione di area coltivata della Piana di Sesto Fiorentino. Evidenti fenomeni di allattamento del frumento.

Nel corso degli anni 2018, 2019 e 2020 si è proceduto a valutare le perdite di produzione su frumento tenero dovute alla non corretta regimazione idraulica dei suoli. Attraverso l'uso di orto-foto aeree in falsi colori sono state individuate 6 aree campione, di cui la metà caratterizzate da sgrondo idrico non adeguato e le restanti aree in cui la regimazione delle acque risultava maggiormente efficiente. Per ciascuna area sono stati individuati 5 campi coltivati a frumento tenero su ciascuno dei quali è stata svolta la determinazione della biomassa in 5 punti lungo un transetto trasversale rispetto alla lunghezza del campo (ovvero 1 punto in prossimità di ciascuna scolina, 1 punto sulla mezzeria e 1 punto rilevato in ciascuna delle due inter-distanze tra la scolina e la mezzeria) replicati tre volte. In totale, per ciascuno degli anni considerati sono stati valutati 450 punti. L'analisi ha portato a determinare la perdita di produzione per unità di superficie come somma della mancata produzione nell'area occupata dall'affossatura più la differenza di

produzione rispetto alla produzione media annuale nell'area di studio. Il risultato complessivo del triennio ha evidenziato come nelle aree in cui le sistemazioni idrauliche erano maggiormente efficienti nell'allontanare li eccessi idrici, la perdita di produzione è stata in media del 6%, variando tra il 3% e il 10%, per lo più imputabili alle tare ovvero alla superficie occupata dalle stesse affossature, mentre nelle aree soggette a cattivo drenaggio la media perdita è risulta del 16%, variando tra un minimo del 5% ad un massimo del 31%. Risulta pertanto evidente, come una corretta gestione delle sistemazioni idrauliche possa migliorare la produttività e le rese nel territorio della Piana Fiorentina-Pratese.

## **Il dimensionamento e la realizzazione delle sistemazioni idraulico agrarie di pianura nella Piana Fiorentina**

### ***La baulatura dei campi***

La baulatura consiste nel modellare la superficie dei campi attraverso ripetute arature “a colmare” o attraverso riporti di terreno eseguiti con ruspe o livellatrici al fine di conferirgli un profilo convesso (Figura 5). In tal modo si favorisce il rapido allentamento verso le scoline laterali dei campi degli eccessi idrici che altrimenti potrebbero dar luogo a ristagno in superficie nei terreni a bassa permeabilità e si favorisce inoltre anche un migliore sgrondo dell’acqua lungo la suola di lavorazione. Le pendenze adottate per le falde della baulatura sono generalmente modesta, ovvero intorno a 1% nei soli molto permeabili e sino a 3%-4% nei suoli pesanti e argillosi.

### ***Le scoline***

Il dimensionamento delle fosse preposte alla regimazione idraulico-agraria deve tener conto delle caratteristiche del suolo nei riguardi della lavorazione, tra cui la piovosità, la natura del terreno e la profondità ordinaria dei lavori principali.

#### *Sezione*

La scolina può essere di sezione triangolare o trapezia a seconda che venga eseguita con aratro o con uno scavafossi (Figura 26). Nel caso di terreni argillosi, le sponde possono essere anche molto ripide (rapporto base altezza 1:5) mentre nei terreni più scioli il rapporto base altezza non dovrebbe superare 1:1 massimo 1:1.5.

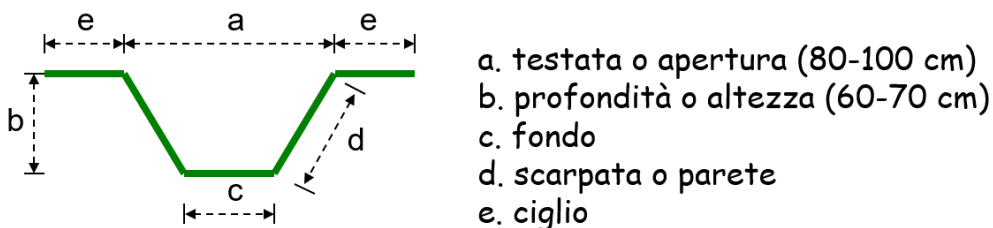


Figura 26: Schematizzazione di una scolina

### *Profondità*

Le scoline dovrebbero avere una profondità media di 60-70 cm o comunque dovrebbero essere almeno 10 cm più profonde della profondità della lavorazione principale, in modo da poter ricevere efficientemente l'acqua che scorre lungo la suola di aratura. Questa profondità consente, anche ai margini del campo, di garantire un franco di coltivazione idoneo e quindi minimizzare le perdite produttive.

### *Pendenza longitudinale*

La pendenza longitudinale dovrebbe essere tale da garantire un rapido allontanamento degli eccessi idrici e per tale scopo sono sufficienti pendenze alquanto modeste, generalmente ben al di sotto dello 1% (0.08%-0.15%).

### *Inter-distanza tra le scoline*

Uno degli aspetti fondamentali per quanto concerne il dimensionamento della rete idraulica è l'inter-distanza tra le scoline. Su questo incidono in principal modo il regime pluviometrico e la natura dei suoli. Sulla base del regime pluviometrico e delle caratteristiche dei suoli, i terreni agricoli della Piana Fiorentino-Pratese sono stati raggruppati in tre classi principali di capacità di drenaggio, ovvero "ben drenati", "moderatamente drenati" e "piuttosto mal drenati" (Figura 27). I suoli "ben drenati" si possono trovare in prossimità del corso del torrente Ombrone, come pure nelle aree collinari di Calenzano, Prato e Sesto Fiorentino. La maggior

parte delle superfici agricole del fondovalle delle Piana Fiorentina-Pratese sono caratterizzate da suoli “moderatamente drenati”. Infine, si è rilevata la presenza di suoli “piuttosto mal drenati” nelle aree collinari si Poggio a Caiano, in particolare in località La Serra, e di Signa nella frazione di San Rocco.

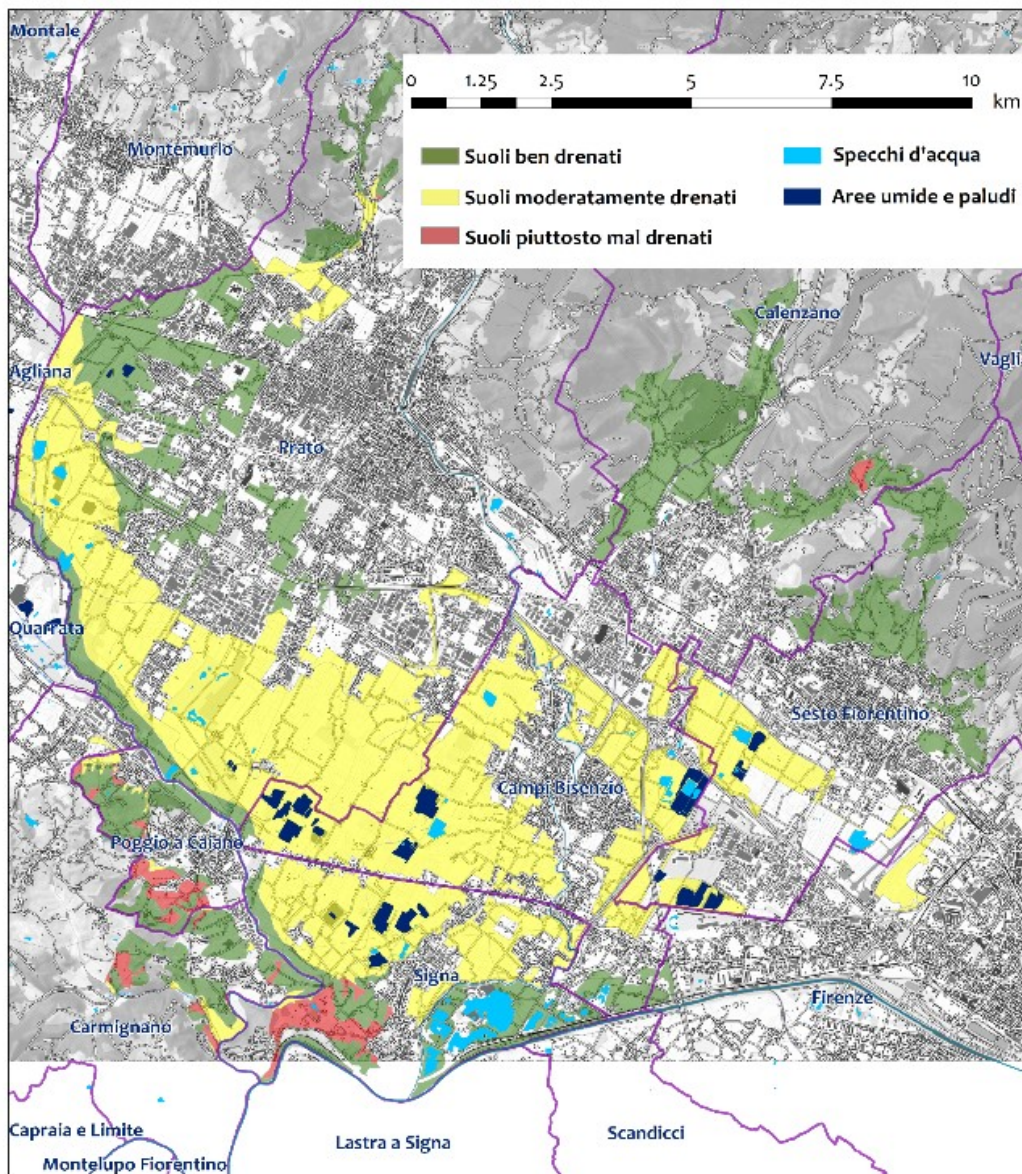


Figura 27: Mappa delle superfici agricole della Piana Fiorentina in cui i suoli sono suddivisi per classe di drenaggio



Sulla base della capacità di drenaggio dei suoli è comunemente attribuito un volume di affossatura per unità di superficie sufficiente a mantenere i suoli in buone condizioni agronomiche (Tabella 3). Come si può vedere, se per un suolo “ben drenato” è sufficiente un volume di affossatura di almeno 100 metri cubi, per suoli “moderatamente drenati” e “mal drenati” non si dovrebbe scendere rispettivamente al di sotto di 220 e 350 metri cubi.

Volumi necessari:

- suoli ben drenati	100 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
- suoli moderatamente drenati	220 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
- suoli piuttosto mal drenati	350 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
- suoli mal drenati	400 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
- suoli molto mal drenati	650 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>

Tabella 3: Volume di affossatura necessario per suoli caratterizzati da differente capacità drenante

Sulla base della sezione dei fossi, si è provato a calcolare la distanza massima tra due fossi paralleli per le tre tipologie di suoli presenti (Tabella 4). Per i suoli moderatamente drenati, che costituiscono la maggior parte dei suoli della Piana, sezioni inferiori a 0.4 m<sup>2</sup> comportano la realizzazione di campi molto stretti, pertanto si deve optare per sezioni maggiori.

Area del fosso (m <sup>2</sup> )	Distanza lineare tra fossi con campi lunghi 100 m (m)		
	Suoli ben drenati	Suoli moderatam. drenati	Suoli piuttosto mal drenati
0.6	60	28	17
0.5	50	23	14
0.4	40	19	11
0.3	30	14	9
0.2	20	9	6

Tabella 4: distanza massima tra fossi paralleli, in funzione della loro sezione, per garantire un corretto emungimento delle acqua in eccesso



## L'integrazione delle sistemazioni di campo con gli organi idraulici di ordine superiore

La realizzazione di sistemazioni idraulico agrarie, specie in pianura, si è sempre associata alla diffusione di opere di bonifica realizzate in varie epoche nei territori paludosi di pianura. Pertanto, sia le sistemazioni idraulico-agrarie sia le opere di bonifica costituiscono tra i principali elementi storici caratterizzanti i paesaggi di pianura. Allo stesso tempo, anche per quanto concerne la regimazione idraulico-agraria di pianura, è evidente l'interdipendenza tra grandi e piccole opere idrauliche. Come riportato in Landi (1982), "occorre che il regime idraulico dell'azienda agraria sia coordinato al piano regolatore del comprensorio". In questa ottica è auspicabile ed essenziale la collaborazione tra agricoltori ed ente gestore al fine di ricostituire una maglia agraria efficiente e garantire la massima efficienza di sgrondo delle scoline nei fossi di ordine superiore. In particolare, alle scoline si dovrà garantire la possibilità di scarico nei capofossi e nei fossi collettori.

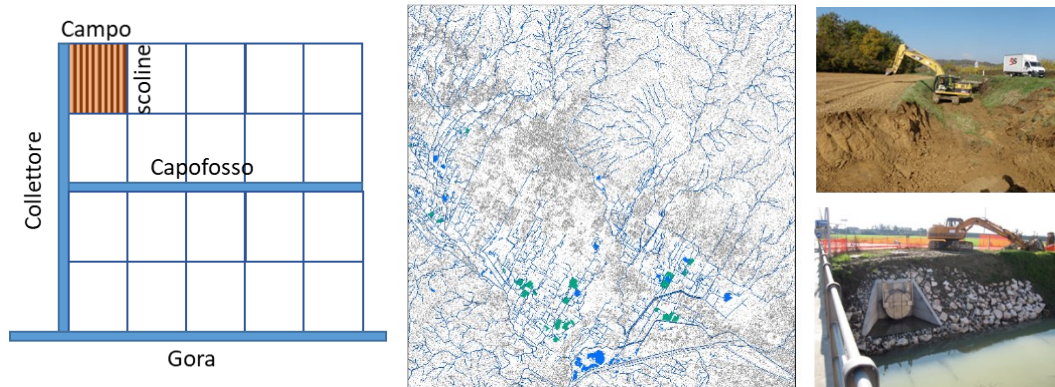


Figura 28: è essenziale la collaborazione tra agricoltori ed ente gestore al fine di ricostituire una maglia agraria efficiente e garantire la massima efficienza di sgrondo delle scoline nei fossi di ordine superiore

## Le sistemazioni idraulico agrarie di collina nella Piana

### Fiorentino-Pratese

Come già accennato in precedenza, fino all'inizio del XVIII secolo, il territorio collinare toscano era stato caratterizzato principalmente dalla sistemazione a rittochino nelle aree della media e grande proprietà terriera, mentre era caratterizzato dai terrazzamenti nelle piccole proprietà, dove i piccoli proprietari erano indotti per ragioni economiche ad occupare tutta la superficie agricola possibile a loro disposizione, comprese le pendici molto ripide. Alla fine del XVIII secolo, anche nelle pendici meno ripide, l'uso della coltivazione in traverso mediante affossature e terrazze divenne una pratica sempre più diffusa al fine di incrementare la produttività dei suoli o quanto meno di mantenerne la fertilità.

I cambiamenti socio-economici che sono avvenuti a partire dalla seconda metà del secolo scorso (Landi, 1989), l'introduzione della meccanizzazione e dell'agrochimica, hanno indotto a ritenere concettualmente superate le tecniche sistematorie in traverso e divise. Ciò ha portato a modifiche nelle tecniche di coltivazione e gestione del suolo, vedi riduzione delle affossature, aumento del rittochino e abbandono o distruzione delle sistemazioni di traverso (Figura 29).



Figura 29: Nelle due foto si può osservare un esempio di versanti collinari che una volta interamente terrazzati mediante ciglionamento, sono stati parzialmente sostituiti dalla sistemazione a rittochino.

In altri casi, come quelli riportati nell'immagine sottostante, a causa del progressivo invecchiamento della roccia, per l'intasamento del retrostante drenaggio dato dalla vetustà, e soprattutto per la scarsa manutenzione molti terrazzamenti risultano in uno stato di degradazione variabile che ne compromette l'efficienza dal punto di vista della regimazione idraulica. Infatti nelle aree di crollo si vanno a determinare dei percorsi preferenziali per le acque, che concentrandosi incrementano localmente le perdite di suolo dando luogo a canali e burroni. Inoltre, il progressivo intasamento del muro ne riduce la capacità drenante, ciò determina a sua volta un appesantimento del terreno sovrastante da cui è smaltita lentamente l'acqua in eccesso, e questo appesantimento può dar luogo a sua volta ad ulteriori crolli (Figura 30).



Figura 30: Esempi di crollo del paramento murario e del retrostante ripiano.

Ad aggravare la situazione è il modo in cui i cambiamenti climatici in atto, si manifestano nel nostro territorio. Negli ultimi 50 anni si è assistito ad una graduale riduzione delle precipitazioni medie annue e parallelamente al manifestarsi di precipitazioni sempre più intense e ricorrenti nei mesi autunno invernali che fanno da contro altare ad estati calde e siccitose. Ovvero, periodi secchi che determinano una forte riduzione della vegetazione a copertura del suolo a cui seguono intensi rovesci caratterizzati da alta erosività.

La funzione delle sistemazioni idraulico-agrarie dei terreni in pendio è notoriamente quella di regimare il deflusso delle acque in eccesso rispetto alla capacità di ritenuta del terreno in modo da assicurare, da una parte, il giusto rapporto tra aria, suolo e acqua nel substrato e, dall'altra, di garantire la massima stabilità delle pendici e il minimo livello di erosione. In presenza di pendici particolarmente acclivi, le sistemazioni costituiscono, infatti, un fattore di riduzione dei tempi di corrivazione delle acque superficiali, favorendo un'infiltrazione adeguata a soddisfare i bisogni delle colture, oltre che costituire un rilevante elemento di contenimento sia dell'erosione della parte fertile del suolo, sia dei conseguenti rischi di alluvioni, frane o altro, particolarmente nelle sottostanti aree di pedecollina e di piano.

In questo contesto, assumono importanza tutte le attività finalizzate ad incrementare la capacità di ritenzione idrica nei suoli come il recupero delle superfici agricole, la diffusione di pratiche colturali sostenibili e con ridotto impatto ambientale, nonché la realizzazione e al ripristino dell'efficienza idraulica di opere atte alla "regimazione" e alla "tesaurizzazione" dell'acqua a livello territoriale, comprese le opere a scala aziendale per la raccolta delle acque meteoriche. Queste azioni attraverso l'aumento del volume di acqua invasabile nel bacino imbrifero, fornirebbero un importante contributo a mitigare lo stress per la biodiversità locale.



Infine, occorre ricordare l'importante contributo che le suddette azioni fornirebbero nel ricostituire e mantenere la valenza paesaggistica del territorio rurale oggi minacciato dalla semplificazione dei sistemi colturali.

A tal fine, le sistemazioni idraulico-agrarie di collina devono assolvere alle seguenti specifiche funzioni:

- a) rallentare lo scorrimento delle acque del deflusso superficiale riducendo al minimo le perdite di suolo per erosione;
- b) aumentare i tempi di concentrazione dei deflussi;
- c) drenare le acque in eccesso alla capacità d'invaso del suolo evitando o riducendo la formazione di falde sospese temporanee pericolose per la stabilità dei versanti;
- d) determinare il giusto equilibrio tra aria e acqua nel suolo necessario allo sviluppo delle radici;
- e) consentire la tempestiva esecuzione delle pratiche agricole.

Gli elementi base delle sistemazioni idraulico-agrarie di collina sono rappresentati da organi emungenti realizzati trasversalmente alle linee di flusso (fosse livellari, solchi acquai, canali terrazza, drenaggio ecc.) in modo da intercettare le acque superficiali e profonde e condurle, data la loro modesta pendenza, a velocità contenuta verso impluvi naturali rivestiti di vegetazione o altre strutture appositamente realizzate (acquadocci armati, collettori tubati sotto superficiali).

La scelta e il dimensionamento delle opere sistematorie dipendono dalle caratteristiche pedo-climatiche e morfologiche dei versanti collinari, dagli ordinamenti colturali, dal tipo e intensità della meccanizzazione e dalle tecniche colturali attuate. Le sistemazioni idraulico-agrarie sono classificate in funzione del tipo (permanenti o temporanee), dell'intensità (estensive o intensive), delle superfici (continue o divise).

Una efficace ed efficiente sistemazione idraulica agraria di un versante collinare deve sempre prevedere la realizzazione dei seguenti organi drenanti fra loro raccordati: a) fossi di guardia; b) canali trasversali alla pendenza; c) acquidocci.

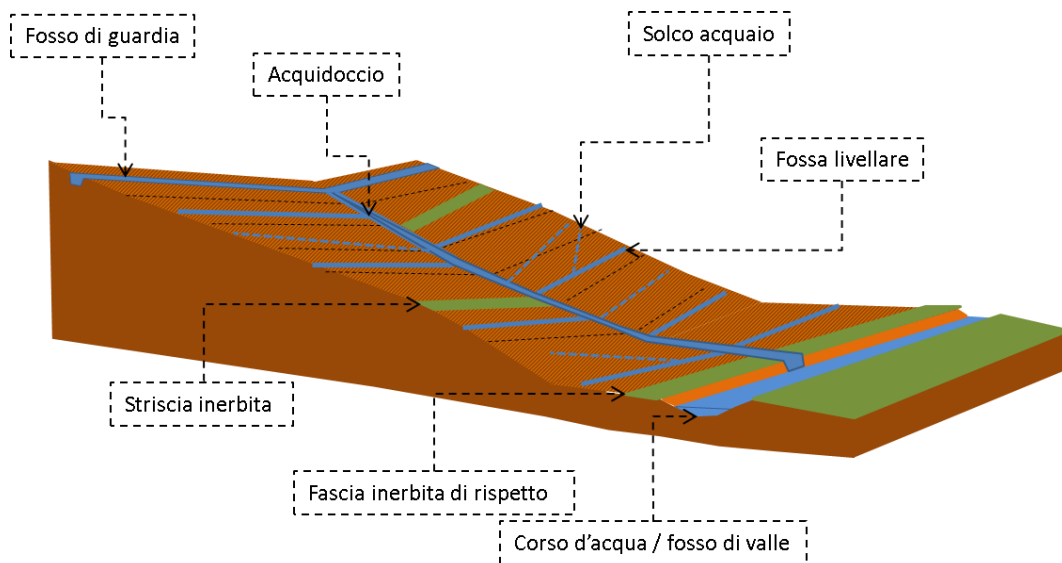


Figura 31: Schematizzazione delle sistemazioni idraulico-agrarie in ambienti collinari

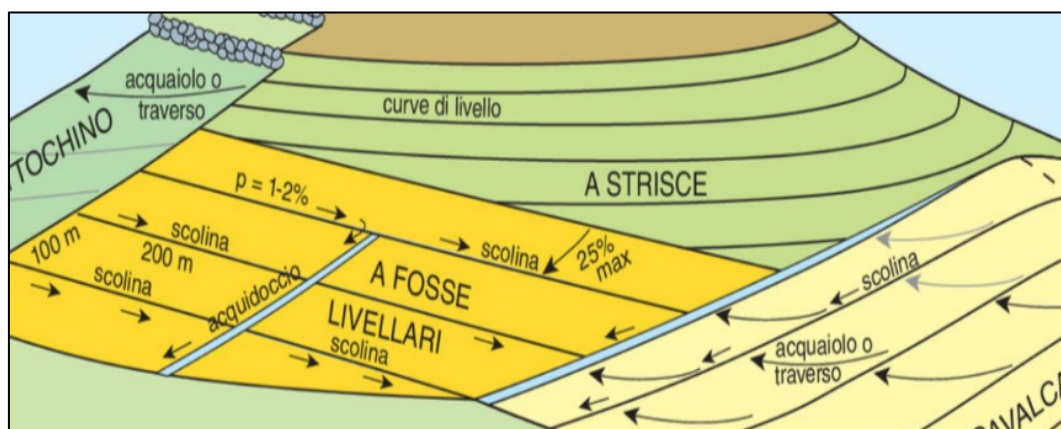


Figura 32: V. Tedeschini, A. Ferré, U. Ferrari 2019. BASI AGRONOMICHE TERRITORIALI. Produzioni vegetali e gestione del territorio per gli Istituti Superiori Agrari



Nell'area collinare della Piana Fiorentina si sono rilevate molte delle tipologie di sistemazioni idraulico agrarie tradizionali, con una preponderanza di sistemazioni a rittochino e terrazzamenti, spesso affiancati da solchi acquai (Tabella 5).

Permanenti	Estensive	Unite	Girapoggio Fossa livellare
	Intensive	Unite	Rittochino
		Divise	Cigionamento Terrazzamento
Temporanee	Solchi acquai		

Tabella 5: Sistemazioni idraulico agrarie presenti nell'Area della Piana Fiorentina

### ***Le affossature***

Sono realizzate mediante organi emungenti con direzione trasversale rispetto alla massima pendenza ed hanno la funzione di suddividere il versante in superfici di minore lunghezza per evitare che le acque del deflusso superficiale raggiungano velocità erosive (Figura 33).

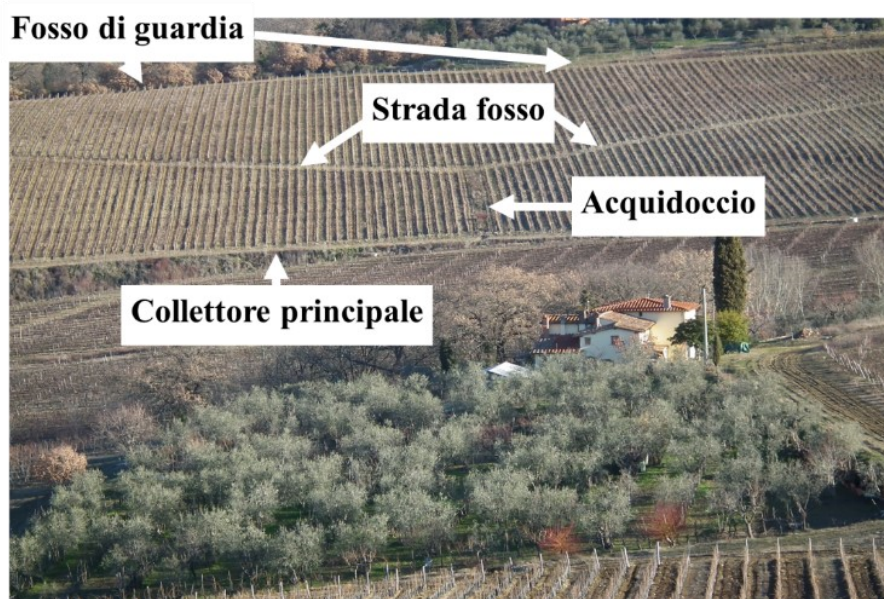


Figura 33: Le affossature

### *Fossi di guardia*

Realizzati sul lato a monte del versante, hanno la funzione di intercettare le acque provenienti dalle zone sovrastanti. Vengono infatti realizzati con lo scopo di convogliare negli acquidocci le acque provenienti dalle zone a monte e impedire così che queste penetrino negli appezzamenti sottostanti. La loro presenza è di fondamentale importanza in quanto proteggono le opere sistematorie poste più in basso, le quali sono dimensionate per regimare solo le acque provenienti dalla superficie declive di competenza.

### *Fosse livellari*

Sono l'elemento base degli schemi sistematori degli agro-ambienti collinari. Hanno un andamento trasversale alle linee di massima pendenza e scaricano le acque di deflusso superficiale e profondo in acquidocci armati o in impluvi naturali inerbiti. Sono fosse che divergono leggermente dalle curve di livello, in modo da determinare una pendenza che oscilla tra l'1 e il 3% in funzione della maggiore o minore erodibilità dei suoli. Sono caratterizzate da una profondità di circa 10 cm superiore rispetto a quella di lavorazione, e la loro interdistanza oscilla generalmente tra 60 e 100 m in funzione del regime pluviometrico del territorio, dell'erodibilità dei suoli, della pendenza e della morfologia del versante, dell'ordinamento colturale e della profondità di lavorazione. L'interdistanza dovrà essere tale da non determinare processi erosivi intensi negli appezzamenti compresi tra fosse livellari successive. Le fosse livellari hanno forma triangolare o trapezia a seconda se vengono realizzate con l'aratro o con specifici attrezzi scavafossi. Le fosse livellari sono sistemazioni idraulico-agrarie di tipo temporaneo che vengono riformate dopo le lavorazioni colturali annuali.

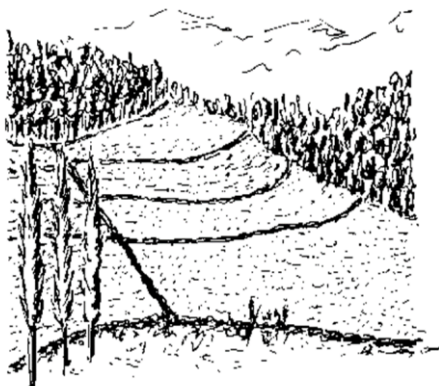


Figura 34: Le fosse livellari

### *Strade fosso livellari*

Sono caratterizzate da una carreggiata realizzata in contropendenza e munita di una scolina nel lato a monte per raccogliere e condurre le acque trasversalmente verso l'acquadoccio. Oltre alla funzione regimante, agevolano l'accesso agli appezzamenti dei mezzi meccanici.

### *Acquadocci*

Hanno la funzione di ricevere le acque raccolte dai fossi di guardia e dagli organi emungenti trasversali, e convogliarle, anche attraverso canali di ordine superiore, nei corsi d'acqua del reticolo idrografico. A questo scopo possono essere utilizzati impluvi naturali; dove non è possibile devono essere realizzati artificialmente.

Hanno andamento generalmente ortogonale alle curve di livello e pertanto la loro ubicazione e progettazione deve essere effettuata con molta attenzione sia per le rilevanti portate che devono smaltire, sia per impedire alle acque di raggiungere velocità erosive.

### ***Le sistemazioni idrauliche divise***

#### *Ripiani terrazzati mediante ciglionamento e tramite muretto in pietra a secco*

Sono tipologie sistematorie costituite da ripiani sostenuti da scarpate in terra nel caso dei ciglioni o da muri in pietra a secco: il versante, con pendenza in genere superiore al 20-25%, risulta suddiviso in una serie di ripiani pianeggianti o leggermente inclinati sia verso valle che trasversalmente in modo da consentire il trasporto dell'acqua raccolta dalla canaletta, posta al piede del ciglione o del terrazzo, lateralmente verso gli acquidocci. Il ciglionamento può essere realizzato su versanti con pendenza massima del 40%, mentre il terrazzamento può essere realizzato con pendenze anche superiori al 50%. Il dimensionamento dei ripiani è funzione della pendenza e dello spessore di suolo, tenendo anche conto delle tecniche colturali per assicurare una adeguata agibilità alla eventuale meccanizzazione. Sono tipologie di sistemazione idraulico-agraria che hanno consentito la coltivazione dell'olivo e della vite sui versanti più scoscesi altrimenti non coltivabili. Per quanto la loro efficacia in termini di conservazione del suolo e delle acque sia indiscutibile, realizzarli richiede ingenti movimenti di terra e quindi notevoli investimenti finanziari, tali da renderle difficilmente proponibili.

#### *Ripiani raccordati*

Sono ripiani successivi lungo il versante collinare, collegati da un lato con il ripiano sovrastante e dall'altro con quello sottostante, permettendo così un più agevole movimento dei mezzi meccanici da un ripiano all'altro. Possono essere realizzati sia mediante la ristrutturazione di ciglioni e terrazze preesistenti effettuata in modo da raccordare tra loro i ripiani che si susseguono lungo la pendice, sia mediante realizzazione ex-novo.

## Danni derivanti dalla non corretta regimazione idraulica di collina nella Piana Fiorentina

Nel corso degli ultimi anni si è condotto uno studio volto a valutare l'efficacia delle sistemazioni a rittochino e dei terrazzamenti sulla riduzione della perdita di suolo dovuta all'erosione idrica e quindi confrontare l'erosione originata nei campi con terrazze non degradate rispetto a campi con terrazze ormai degradate (ovvero completamente o parzialmente crollate) (Figura 35).



Figura 35: studio volto a valutare l'efficacia delle sistemazioni a rittochino e dei terrazzamenti sulla riduzione della perdita di suolo dovuta all'erosione idrica e quindi confrontare l'erosione originata nei campi con terrazze non degradate rispetto a campi con terrazze ormai degradate (ovvero completamente o parzialmente crollate)

Lo studio è stato condotto sulle colline ricadenti nel bacino che da Morello scende a Settimello, Querceto e Colonnata, dove gli oliveti costituiscono la coltura più diffusa e sono in gran parte coltivati su superfici terrazzate (Figura 36).

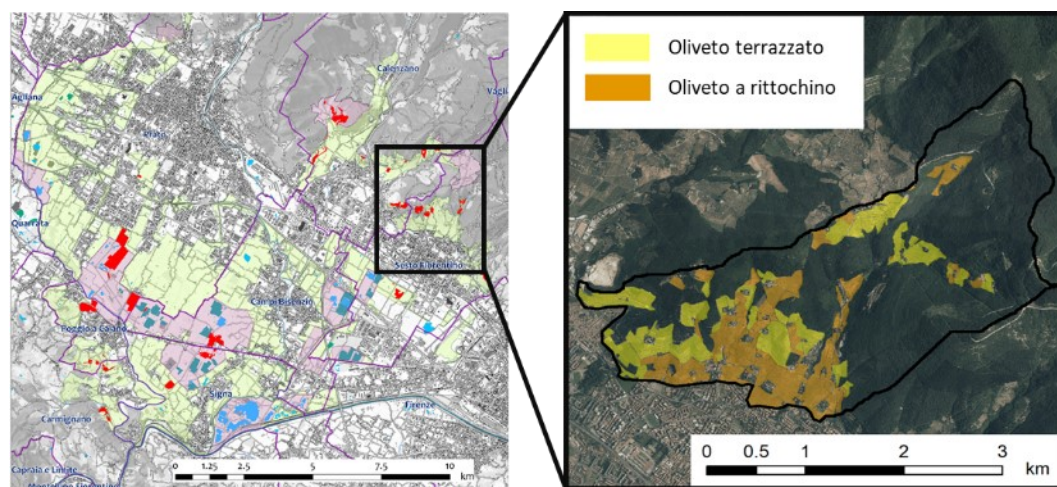


Figura 36: Localizzazione delle superfici oggetto di indagine rispetto all'area della Piana Fiorentina

Come prevedibile, nella sistemazione a rittochino si sono registrate le perdite di suolo maggiori, pari a oltre tre volte il limite sostenibile che è internazionalmente considerato 6 tonnellate ad ettaro per anno (OECD, 2008), ovvero superiori ad uno spessore di suolo di solo mezzo millimetro. Tuttavia, anche nelle superfici terrazzate dove erano presenti muri parzialmente crollati si sono misurate perdite di suolo elevate, pari a 2.5 volte il valore sostenibile. Questo è principalmente attribuito al fatto che nelle aree di crollo si vanno a determinare dei percorsi preferenziali per le acque, che concentrandosi incrementano localmente le perdite di suolo dando luogo a canali e burroni. Le superfici caratterizzate da terrazzamenti efficienti sono infine risultate ampiamente sostenibili dal punto di vista delle perdite di suolo.

Numero campi valutati	Sistemazione	Perdite di suolo medie annuali osservate (t ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )	Rapporto tra perdite di suolo medie annuali osservate e valore tollerabile
42	Rittochino	18.3 (1.6) a	3.1
33	Terrazzamento degradato	14.8 (1.2) b	2.5
24	Terrazzamento efficiente	3.5 (0.3) c	0.6

Tabella 6: Perdite di suolo misurate su sistemazioni a rittochino e su terrazzamenti (degradati e in efficienza).



## Criteri per la realizzazione dei muri in pietra a secco

La dicitura “*pietra a secco*” indica come gli elementi costituenti il muro di sostegno siano sistemati l’uno vicino all’altro senza l’uso di malte che facciano da legante. Indipendentemente dalla tecnica costruttiva e dal tipo di pietre utilizzate, un muro in pietra a secco ha una costante necessità di manutenzione al fine di poter durare a lungo. Di conseguenza, i muri in pietra a secco si devono considerare non come opere immutabili nel tempo, ma piuttosto come strutture che evolvono conseguentemente alle ricostruzioni che nel tempo vengono svolte per rimediare a crolli di brevi tratti di muro. Questi muri possono avere altezze variabili in funzione della pendenza dei versanti su cui sono costruiti e della larghezza del ripiano che si punta ad ottenere. Le lunghezze dei muri sono altrettanto variabili in funzione, oltre che delle caratteristiche dei versanti, anche della parcellazione del territorio.

### Elementi di un terrazzamento con muri a secco

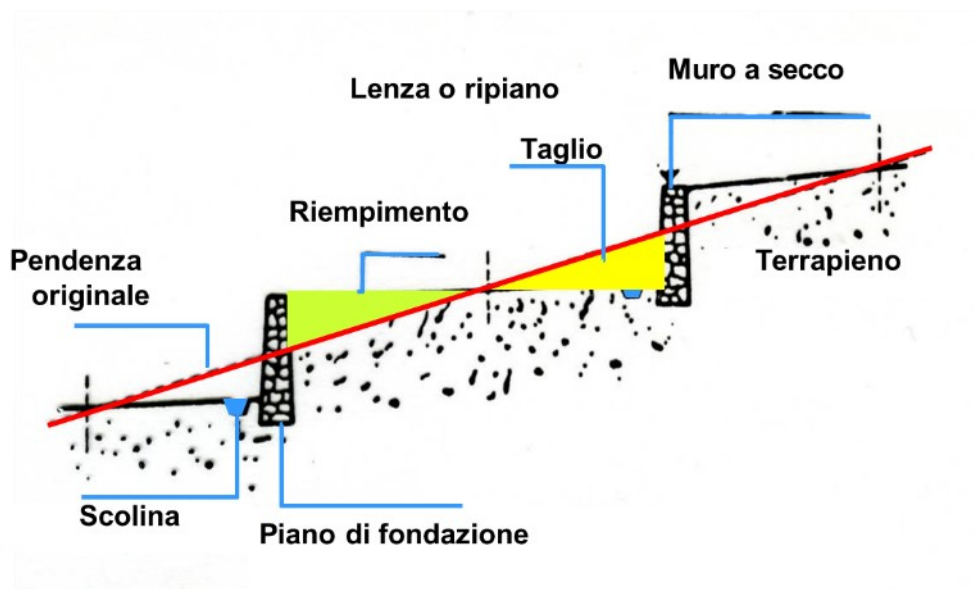


Figura 37: Schema generale degli elementi che costituiscono il terrazzamento

Lenza o piano: parte del terrazzamento su cui avviene la coltivazione. Può essere sub-pianeggiante o caratterizzata da una pendenza più o meno elevata a seconda della pendenza originale del versante. Deriva in genere dal livellamento della pendice svolto mediante il taglio della parte di suolo a monte e la sua redistribuzione nell'area di riempimento alle spalle del muro. Il movimento terra può essere più o meno consistente a seconda della pendenza del versante e della dimensione del ripiano.

Muro di sostegno: parte del terrazzamento, costituito dal paramento murario esterno e dal drenaggio, realizzato con materiale litico senza l'uso di legante che svolge la funzione di contenimento del terreno retrostante.

Scoline: canali in pietra o in terra la cui funzione è quella di raccogliere e allontanare le acque di ruscellamento superficiale che scorrono sui piani dei terrazzamenti. Tali canali sono frequenti soprattutto nelle zone con eccesso d'acqua (zone di compluvio del versante, zone in prossimità di emergenze idriche), mentre possono anche risultare assenti nelle zone in cui è più scarso l'apporto idrico. Peraltro, una scolina, nel caso di ripiani lunghi e con pendenza laterale, potrebbero determinare fenomeni di erosione incanalata culminanti nello scalzamento della base del muro e successivo crollo. In questo caso è bene che siano armate con pietrame o piuttosto assenti.

### ***Piano di fondazione***

Il substrato che si incontra nello scavo di preparazione del sito della fondazione è l'elemento che detta le caratteristiche della fondazione stessa. Il substrato può essere costituito sia da uno strato di roccia alterata, sia da una coltre di suolo di un certo spessore che poggia sulla roccia stessa.

Nel caso in cui si debba operare su un substrato roccioso si deve procedere all'asportazione del terreno sovrastante la roccia e parte di roccia alterata che

potrebbe compromettere il buon ancoraggio del muro. Inoltre, nel caso in cui lo strato roccioso presenti una inclinazione verso valle, per evitare lo scivolamento del muro, si deve procedere con la realizzazione di un dente (scalino) con inclinazione verso monte (pendenza circa il 10%) in modo da contrastare la spinta del terreno. Qualora ci si trovi ad operare sul terreno, la profondità dello scavo è strettamente legata alla consistenza del terreno. In questo caso, la profondità dello scavo può anche essere di 20-30 cm se il terreno è particolarmente compatto, diversamente si deve scavare in profondità sino al raggiungimento di uno strato compatto. Anche quando la fondazione deve poggiare direttamente sul suolo, il piano di fondazione deve essere orizzontale o leggermente inclinato verso monte (pendenza circa il 10%). Lo spessore della fondazione deve tener conto dell'elevazione del muro. In genere, la fondazione è larga circa 50 cm per muri di altezza massima di 1.5 m; circa 70 cm per muri con altezza tra 2 e 3 m; circa 80-100 centimetri per muri di altezza superiore ai 3 m.

Il piano di fondazione

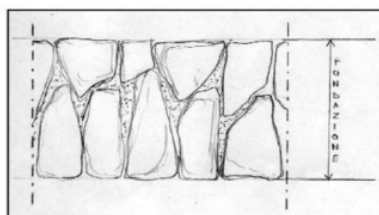
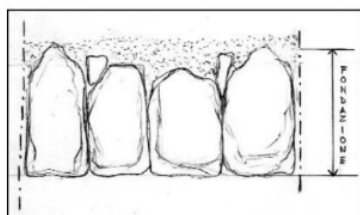
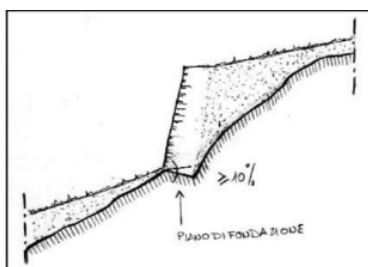


Figura 38: Il piano di fondazione deve essere costituito da una superficie orizzontale o leggermente inclinata verso monte. Nella fondazione devono essere posti gli elementi di maggiore dimensione che devono essere posizionati "di punta". Schemi tratti da "Manuale per la costruzione dei muri a secco - Linee guida per la manutenzione dei terrazzamenti delle Cinque Terre"

Nella fondazione devono essere posti gli elementi di maggiore dimensione ed è essenziale che questi siano devono essere posizionati di punta, in modo tale da massimizzare il drenaggio dell'acqua. Infatti se fossero messi trasversalmente costituirebbero una barriera al flusso dell'acqua, inoltre sarebbero soggetti ad una pressione eccessiva del muro sovrastante che ne potrebbe determinare una rapida frattura e degradazione.

### ***I "Corsi"***

Col termine di "corsi" si intendono degli strati orizzontali di pietre disposte più o meno ordinatamente che costituiscono il muro di sostegno. Il "corso" comprende l'intero spessore del muro e pertanto sia gli elementi del "paramento murario" sia gli elementi del "drenaggio". Il "drenaggio" è la parte del muro di sostegno, generalmente materiale di piccola pezzatura non modellato e nascosto alla vista, disposto tra il "paramento murario" (la parte a vista del muro) e il terreno retrostante.

La costruzione dei "corsi" è influenzata dal tipo di materiale litico a disposizione. Di conseguenza, l'altezza di ciascun corso "corso" è legata dall'altezza delle pietre di maggiori dimensioni che sono state impiegate nella realizzazione del paramento esterno. L'utilizzo di pietre di simile altezza, faciliterà il lavoro di posa delle pietre del corso stesso e di quello superiore, riducendo la necessità di inserire spessori tra i corsi stessi (Figura 39). Per quanto possibile, sarebbe bene che i singoli corsi del paramento esterno fossero costituiti da pietre di simile spessore in modo tale da agganciarsi uniformemente al drenaggio retrostante e massimizzare la stabilità del paramento. In genere, man mano che il muro sale, si utilizzano pietre di dimensioni minori.



Figura 39: Esempio di paramento murario originario in cui si possono ben osservare i corsi (sinistra) e schema di paramento murario tratto da “Manuale per la costruzione dei muri a secco - Linee guida per la manutenzione dei terrazzamenti delle Cinque Terre”

Col termine “giunti” si indicano i punti di separazione, orizzontali e verticali, tra le pietre (Figura 40). Come in qualsiasi muratura, si deve cercare di sfalsare quanto più possibile i giunti verticali, che si formano tra un elemento e l’altro nei diversi strati di pietra, in modo da migliorare la distribuzione dei carichi nel muro e renderlo più solido. Al contrario, allineamenti di giunti verticali possono costituire una fonte di fragilità nel muro e dal luogo a spanciamenti in conseguenza degli assestamenti a cui la struttura è naturalmente soggetta.



Figura 40: Nelle due immagini si può osservare come le pietre di file successive siano tra loro sfalsate in modo tale da sfalsare i giunti verticali e migliorare l'ammorsamento della struttura



Ciascuna pietra, sia del paramento che del drenaggio, deve avere il maggior numero di punti di contatto possibile con altre pietre in modo tale da presentare fin da subito la massima stabilità possibile. Ciò significa che, durante tutte le fasi di costruzione del muro, è necessario avere cura di posizionare le pietre nel modo più ordinato e regolare possibile, così da evitare il generarsi di forze interne che possono amplificare l'azione di spinta del terreno.

È bene che buona parte delle pietre del paramento murario e del drenaggio siano disposte di punta (Figura 41), ovvero con le facce di maggiore lunghezza disposte perpendicolarmente al paramento esterno. Ciò consente un maggiore ammassamento della struttura e in particolare del paramento murario esterno con il retrostante drenaggio.



Figura 41: (Sinistra) Schema evidenziante come le pietre del paramento murario e del drenaggio dovrebbero essere disposte di punta tratto da "Manuale per la costruzione dei muri a secco - Linee guida per la manutenzione dei terrazzamenti delle Cinque Terre. (Destra) foto di porzione di muro franato, da cui si evidenzia come all'interno del paramento originale fossero presenti blocchi rivolti di punta, quindi con il lato più lungo rivolto verso l'interno a scopo di ancoraggio.

### **La "scarpa"**

Con il termine "scarpa" si indica l'inclinazione del filo esterno del paramento murario rispetto ad un piano verticale. La scarpa contribuisce ad aumentare la resistenza al ribaltamento del muro mentre l'inclinazione delle pietre ad essa connessa evita lo slittamento delle pietre verso l'esterno. La scarpa si ottiene



arretrando leggermente gli elementi del paramento esterno man mano che si sale in altezza lungo i corsi e ponendo gli elementi del paramento su piani leggermente inclinati verso l'interno del muro.

L'entità dell'angolo di scarpa è dato dalla pezzatura degli elementi litici impiegati (in generale tanto minore è la pezzatura delle pietre quanto maggiore è la scarpa del muro) e dall'altezza del muro. Mediamente si può valutare una inclinazione nell'ordine del 10% per muri di piccole dimensioni (sotto i 2 metri), sino ad arrivare a scarpe del 20% per muri di altezza superiore



Figura 42: In questa immagine si evidenzia la scarpa, ovvero l'inclinazione del filo esterno del paramento murario, valutata rispetto ad un piano verticale.

### ***“Testa del muro” o “coronamento”***

Il “coronamento” è la parte terminale del muro di terrazzamento che, generalmente, si conclude a filo del piano di coltivazione. la testa del muro è un'area sottoposta a forti sollecitazioni quali il camminamento degli agricoltori, il transito di animali domestici e selvatici, nonché è il punto nel quale l'acqua di

ruscellamento superficiale salta da un terrazzo all'altro. Per questo motivo, nella realizzazione di questo strato di paramento murario, viene spesso adottato l'accorgimento di utilizzare pietre di grande pezzatura, larghe e piatte, e quindi caratterizzate da maggior stabilità e possibilità di ammorsamento col retrostante drenaggio e terreno.

### ***La "tassellatura"***

La "tassellatura" consiste nell'inserimento di pietre più lavorate e talvolta scaglie di piccole dimensioni negli interstizi tra le pietre strutturali. I tasselli riducono i movimenti delle pietre strutturali, limitando in tal modo gli slittamenti pietra-pietra. In genere se per la struttura sono scelte le rocce dure, per il tassellamento sono, invece, preferite pietre molto più friabili e, quindi, più facilmente lavorabili per il loro inserimento negli interstizi (rocce metamorfiche).



Figura 43: Si vede bene in questa immagine il notevole lavoro di tassellatura effettuato. Tutti gli spazi sono occupati da pietre riducendo al minimo la possibilità di movimento delle pietre maggiori e incrementando la solidità della struttura.

## La gestione delle sistemazioni

### ***Gestione ordinaria***

#### ***A) Ripulitura dei fossi - canali collettori, scoline, fossi di guardia, acquidocci***

La ripulitura del fosso, sia sul fondo che sulle sponde, deve essere periodicamente svolta al fine di rimuovere vegetazione e materiali, ivi accumulatisi, che potrebbero rallentare o bloccare il deflusso dell'acqua.

#### ***Sintesi operazioni***

1. Eliminazione vegetazione arbustiva di sponda nei collettori;
2. Ripulitura del piano di scorrimento e delle sponde;
3. Sagomatura del piano di scorrimento e delle sponde.

#### ***B) Sfalcio periodico del manto erboso a rivestimento dei ciglioni***

Gestione del manto erboso di copertura del ciglione e di consolidamento delle scarpate di sostegno del ciglione stesso.

#### ***Sintesi operazioni***

1. Fossette - ripulitura da ostruzioni (vegetazione e detriti) e risagomatura delle fossette al piede del muretto (quando presenti e necessarie); Le fossette devono essere larghe 25-30 cm e profonde 15-20 cm;
2. Sfalcio o trinciatura del manto erboso (mantenendosi a 5-6 cm dal suolo), da eseguirsi almeno due volte l'anno;
3. Eventuale semina di opportune miscele per l'inerbimento delle scarpate di contenimento qualora il manto erboso naturale ritardi a colonizzare la superficie (scopo: contenimento erosione della scarpata).

#### ***Note***

- al fine di ridurre l'esposizione delle scarpate dei ciglioni al rischio di erosione idrica, la pratica del diserbo chimico dovrebbe essere per quanto possibile evitata.



Figura 44: Esempio di ciglione con manto erboso ben sviluppato e correttamente gestito.

### *C) Gestione dei muri a secco*

I muretti a secco richiedono una costante gestione al fine di preservarne la struttura e garantirne il corretto funzionamento.

#### *Sintesi operazioni*

4. Fosse - ripulitura da ostruzioni (vegetazione e detriti) e risagomatura delle fosse al piede del muretto (quando presenti e necessarie); Le fosse devono essere larghe 25-30 cm e profonde 15-20 cm;
5. Pietre di coronamento – periodico controllo e manutenzione come metodo per prevenire il degrado del muretto a secco; particolare attenzione dovrà essere dedicata nel caso di terrazzamenti soggetti a pascolamento (ovicapri, bovini, equini, etc.) o ubicati in aree con elevato carico di ungulati (cinghiali, daini, caprioli, etc.);
6. Tassellatura – verifica della tassellatura per contenere il movimento pietra-pietra.



7. Rimozione della vegetazione dal paramento murario – rimozione vegetazione dagli interstizi dei muri; ATTENZIONE - i cespugli non vanno rimossi, onde evitare danni alla struttura, ma si deve svolgere una semplice potatura;
8. Sfalcio dell'erba dal ripiano;

*Note*

- Nelle fasi di ripristino del paramento murario si dovrebbe operare per quanto possibile manualmente, limitando l'utilizzo dei mezzi meccanici alla sola movimentazione del materiale lapideo;

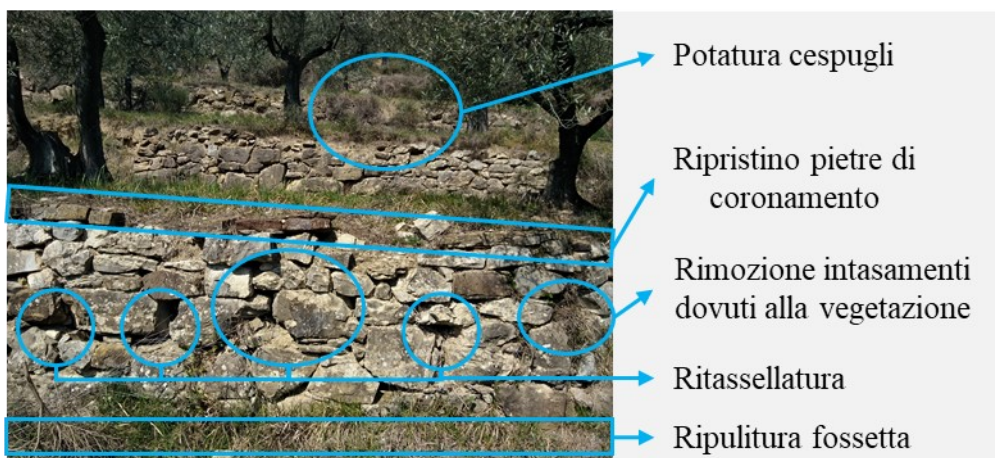


Figura 45: Esempio di muretto a secco in cui sono evidenziati alcuni elementi di rilievo per la manutenzione ordinaria.



Figura 46: Esempi di muretti a secco correttamente tassellati.

## **Gestione straordinaria**

### **A) Ripristino dei fossi di guardia, canali collettori, scoline e acquidocci.**

Il ripristino o la ricostruzione, qualora ve ne sia la necessità, di fossi e canali ostruiti a causa di prolungata assenza di manutenzione o per la crescita esuberante di vegetazione spontanea.

#### *Sintesi operazioni*

1. Scavo di scopertura e ricostruzione del fosso qualora necessario;
2. Eliminazione vegetazione arbustiva di sponda nei collettori;
3. Ripulitura del piano di scorrimento e delle sponde;
4. Sagomatura del piano di scorrimento e delle sponde.

#### *Note*

Eventuale rimozione di ceppaie di arboree e arbustive invasive quali pioppo (*Populus L.*) e robinia (*Robinia pseudoacacia L.*).

### **B) Ripristino della funzionalità dei muri in pietra dei terrazzamenti**

Il muro, sia nella parte del paramento murario, che nella parte del retrostante drenaggio, può andare incontro a una progressiva deformazione. Le principali cause possono essere ricondotte alle spinte del terreno, il pascolamento di animali domestici o selvatici, le spinte determinate dalle radici degli arbusti cresciuti negli interstizi delle pietre. Parallelamente, il materiale lapideo può andare incontro a progressivo invecchiamento e deterioramento, determinato da varie cause: le pressioni a cui è sottoposto; l'alternanza di gelo/disgelo; la pressione esercitata dalle radici all'interno delle fessure; l'azione chimica svolta sulle rocce dall'acqua presente nel suolo e dagli acidi organici rilasciati dalle piante.

Oltre un certo limite, l'alterazione della geometria originaria del paramento murario può mettere in crisi la stabilità del muro nelle seguenti forme:

1. Scivolamenti al piede della struttura;



2. Spanciamenti mediani o dell'intera superficie;
3. Crollo totale.

In questi casi è necessario operare una ricostruzione della struttura, per impedirne l'ulteriore degrado e ripristinarne le funzionalità di garanzia di condizioni edafiche idonee alla coltivazione, contenimento dell'erosione e gestione del deflusso delle acque superficiali.

#### *Sintesi operazioni*

1. Rimozione del materiale lapideo della porzione instabile del muro danneggiata;
2. Selezione e suddivisione del materiale rimosso dal muro, in base a forma (le pietre con un lato piatto da utilizzare per il paramento murario, mentre quelle irregolari da destinarsi al retrostante drenaggio), dimensione e la natura (le rocce metamorfiche sono le più adatte per la tassellatura);
3. Ripristino del piano di fondazione; lo scavo avrà una profondità media di circa 50 cm;
4. Ripristino del paramento murario con "ammorsamento" del nuovo paramento alla parte stabile ancora esistente; la ricostruzione della parte retrostante del drenaggio; riempimento con terra recuperata.

## Bibliografia

### Materiale bibliografico consultato

- AA.VV., 2001: Il patrimonio delle aree terrazzate, testi reperibili all'indirizzo Internet: [www.conselldemallorca.net/fodesma/patter/1menu.html](http://www.conselldemallorca.net/fodesma/patter/1menu.html)
- Abbate E., 1969 – Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto (Liguria orientale) – Mem. Soc. Geol. It., vol. VII 4
- Abdeldayem S., Hoevenaars J., Mollinga P.P., Scheumann W., Sloopweg R., Van Steenbergen F., 2005. Agricultural drainage: Towards an integrated approach, *Irrigation and Drainage Systems*, vol. 19, n. 1, pp. 71-87.
- Agnoletti M, Conti L, Frezza L, Monti M, Santoro A, 2015a. Features Analysis of Dry Stone Walls of Tuscany (Italy). *Sustainability* 7:13887–903.
- Agnoletti M, Conti L, Frezza L, Santoro A, 2015b. Territorial Analysis of the Agricultural Terraced Landscapes of Tuscany (Italy): Preliminary Results. *Sustainability* 7:4564–81.
- Alcaraz F., 1999: Les terrasses méditerranéennes entre territoires et paysages (nord-ouest du bassin méditerranéen), these pour obtenir le grade de docteur de l'Université Toulouse II, Université Toulouse II – Toulouse-Le Mirail, U.F.R. de sciences humaines et sociales, département de géographie, année 1998-99, Directeur de thèse M. Georges Bertrand.
- Alcaraz F., 1999: L'environnement et le paysage au secoure de deux viticultures héroïques. L'évolution récente des vignobles en terrasses de Banyuls (France, Pyrénées-orientales) et des Cinque Terre (Italie, Ligurie), in: "Sud-ouest Européen", n° 5, pp. 83-92, Toulouse.
- Allen H. D., Randall R. E., Amable G. S., Devereux B. J., 2006. The impact of changing olive cultivation practices on the ground flora of olive groves in the Messara and Psiloritis regions, Crete, Greece, *Land Degradation & Development*, vol. 17, n. 3, pp. 249–273.
- Andreoli M., Tellarini V., 2000. Farm sustainability evaluation: methodology and practice, *Agriculture Ecosystem and Environment*, vol. 77, n. 1-2, pp. 43–52.
- Antrop M., 1993. The transformation of the Mediterranean landscapes: an experience of 25 years of observations, *Landscape and Urban Planning*, vol. 24, n. 1, pp. 3-13.
- Arhonditsis G, Giourga C, Loumou A, 2000. Ecological Patterns and Comparative Nutrient Dynamics of Natural and Agricultural Mediterranean-Type Ecosystems. *Environmental Management* 26: 527–37.
- Baldeschi P. (a cura di), 2000. Il Chianti fiorentino un progetto di tutela del paesaggio, Bari, Laterza, 218 pp..
- Bazzoffi P, Ciancaglini A, Laruccia N, 2011. Effectiveness of the GAEC cross-compliance standard short-term measures for runoff water control on sloping land (temporary ditches and grass strips) in controlling soil erosion. *Ital. J. Agron.* 6:10–24.
- Bazzoffi P, Francaviglia R, Neri U, Napoli R, Marchetti A, Falcucci M, Pennelli B, Simonetti G, Barchetti A, Migliore M, Fedrizzi M, Guerrieri M, Pagano M, Puri D, Sperandio G, Ventrella D, 2016. Environmental effectiveness of GAEC cross-compliance Standard 1.1a (temporary ditches) and

- 1.2g (permanent grass cover of set-aside) in reducing soil erosion and economic evaluation of the competitiveness gap for farmers. *Ital. J. Agron.* 10(s1).
- Baldeschi P. (a cura di), 2005. *Il paesaggio agrario del Montalbano: identità sostenibilità società locale*, Firenze, Passigli Editore, 222 pp.
- Bazzoffi P., 2007. *Erosione del suolo e sviluppo rurale: fondamenti e manualistica per la valutazione agroambientale*, Bologna, Edagricole, pp.
- Benoît M., Deffontaines J.-P. Lardon S., 2006. *Acteurs et territoires locaux. Vers une géoagronomie de l'aménagement*, Parigi, Éditions Inra, 174 pp.
- Benoni G. (a cura di), s.d.: *Muri e sgrèbeni... Attrezzi e uomini*, testo pubblicato all'indirizzo Internet: [members.xoom.it/falcesoft/sgrebeni.htm](http://members.xoom.it/falcesoft/sgrebeni.htm)
- Bernetti I., Franciosi C., Lombardi G.V., 2003. *Il contributo dell'agricoltura multifunzionale alla conservazione dell'equilibrio idrogeologico*, in: *SIDEA (a cura di), La liberalizzazione degli scambi dei prodotti agricoli tra conflitti e accordi. Il ruolo dell'Italia. Atti del XL convegno di studi*, Milano, Franco Angeli.
- Bertoni, J, Lobardi Neto, F., 1990. *Conservação do Solo*. São Paulo: Iconi, 3a Edição. 355 pp.
- Biddoccu M, Ferraris S, Opsi F, Cavallo E, 2016. Long-term monitoring of soil management effects on runoff and soil erosion in sloping vineyards in Alto Monferrato (North-West Italy). *Soil Tillage Res.* 155:176–89.
- Bonari E. (a cura di), 1993. *Coltivazioni erbacee e rischi ambientali in Provincia di Pisa*, Pisa, Centro Studi Economico-Finanziari.
- Borselli L, Torri D, Øygarden L, De Alba S, Martínez-Casasnovas J, Bazzoffi P, Jakab G, 2006. Land Levelling. In: *Soil Erosion in Europe*. John Wiley and Sons Ltd., Hoboken, N.J., USA, pp 643–58.
- Brancucci G., Gherzi A., Ruggiero M.E., 2000: *Paesaggi liguri a terrazze. Riflessioni per una metodologia di studio*, Alinea Editrice, Firenze.
- Brancucci G., Gherzi A., Ruggiero M. E., 2001: *Il paesaggio terrazzato ligure: da valore ambientale e culturale a elemento di rischio*, in: "Geologia dell'ambiente", n°2, pp. 2-11.
- Brancucci G., Paliaga G., 2006. *The Hazard Assessment in a Terraced Landscape: Preliminary Result of the Liguria (Italy) Case Study in the Interreg III Alpter Project*, in: Nadim F. - Pöttler R. - Einstein H. - Klapperich H. - Kramer S. (a cura di), *ECI Conference on Geohazards*, Lillehammer (Norvegia), Paper 16.
- British Trust For Conservation Volunteers, s.d.; *Drystone walling*, testo pubblicato all'indirizzo Internet: <http://www.btcv.org/skills/walls/drystone.html>
- Brusoni R., 1998: *Studio per la riqualificazione dei terrazzamenti*, in: "Piano Regolatore Generale del Comune di Monterosso al Mare".
- Camera C, Djuma H, Bruggeman A, Zoumides C, Eliades M, Charalambous K, Abate D, Faka M, 2018. Quantifying the effectiveness of mountain terraces on soil erosion protection with sediment traps and dry-stone wall laser scans. *Catena* 171:251–64.
- Cammeraat E.L.H., 2005. Scale dependent thresholds in hydrological and erosion response of a semi-arid catchment in southeast Spain, *Agriculture, Ecosystem and Environment*, vol. 104, n. 2, pp. 317-332.

- Carluer N., de Marsily G., 2004. Assessment and modelling of the influence of man-made networks on the hydrology of a small watershed: implications for fast flow components water quality and landscape management, *Journal of Hydrology*, vol. 285, n. 1-4, pp. 76–95.
- Cazorzi F., 2005. Cartografia Numerica e GIS: indicatori idrologici, seminario tenuto al Master in Difesa e manutenzione del territorio, Università di Udine, 27/01/2005.
- Cerdan O, Poesen J, Govers G, Saby N, Le Bissonnais Y, Gobin A, Vacca A, Quinton J, Auerswald K, Klik A, Kwaad FPM, Roxo MJ, 2006. Sheet and Rill Erosion. In: *Soil Erosion in Europe*. John Wiley and Sons Ltd., Hoboken, N.J., USA, pp 501–13.
- CdM – Consell de Mallorca (a cura di), Actes de les jornades sobre terrasses i prevenció de riscs naturals, Palma di Maiorca, 14-16 settembre 2006, Ed. Consell de Mallorca, 302 pp.
- Chung C.-J. F., Fabbri A.G., 2003. Validation of Spatial Prediction Models for Landslide Hazard Mapping, *Natural Hazards*, vol. 30, n. , pp. 451–472.
- CoE – Council of Europe, 2008. Recommendation CM/Rec(2008)3 of the Committee of Ministers to member states on the guidelines for the implementation of the European Landscape Convention.
- Cohen Y., Shoshany M., 2002. A national knowledge-based crop recognition in Mediterranean environment, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 4, n. 1, pp. 75–87.
- Congalton R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data, *Remote sensing of environment*, vol. 37, n. , pp. 35-46.
- Cools N., De Pauw E., Deckers J., 2003. Towards an integration of conventional land evaluation methods and farmers' soil suitability assessment: a case study in north-western Syria, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 95, n. 1, pp. 327–342.
- Cortemiglia G. C., Terranova R., 1969 – Elementi di geologia delle Cinque Terre. Atti del convegno “Geologia delle Cinque Terre e sue applicazioni, con particolare riferimento alla conservazione del paesaggio ed alla espansione urbanistica” – Levanto 25-26/01/1969.
- Cots-Folch R, Martínez-Casasnovas JA, Ramos MC, 2006. Land terracing for new vineyard plantations in the north-eastern Spanish Mediterranean region: Landscape effects of the EU Council Regulation policy for vineyards' restructuring. *Agric. Ecosyst. Environ.* 115:88–96.
- Daugstad K., Rønningena K., Skarb B., 2006. Agriculture as an upholder of cultural heritage? Conceptualizations and value judgements – A Norwegian perspective in international context, *Journal of Rural Studies*, vol. 22, n. , pp. 67-81.
- De Franchi R., 1985 – Indagine geologico ambientale quale contributo alla pianificazione nelle Cinque Terre: l'areale di Vernazza e l'alta Val Pignone – Tesi di Laurea inedita, Università degli Studi di Genova.
- Desplanches H., 1977. I paesaggi collinari tosco-umbro-marchigiani, in *I paesaggi umani*, TCI, Milano.
- Di Fazio S., Malaspina D., Modica G., 2005. La gestione territoriale dei paesaggi agrari terrazzati tra conservazione e sviluppo, in AIIA (a cura di), *L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile*. Atti del convegno di Catania, cod. lavoro 8010.
- Diodato N, Bellocchi G, 2010. MedREM, a rainfall erosivity model for the Mediterranean region. *J. Hydrol.* 387:119–27.

- Dorren L., Rey F., 2004. A review of the effect of terracing on erosion, in S. van Asselen, C. Boix-Fayons, A. Imeson (a cura di), Briefing papers of the second SCAPE workshop, Cinque Terre, pp. 97-108.
- Dunjó G., Pardini G., Gispert M., 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment NE Spain, *Catena*, vol. 52, n. 1, pp. 23-37.
- Dunjó G., Pardini G., Gispert M., 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment NE Spain, *Catena*, vol. 52, n. 1, pp. 23-37.
- Durán Zuazo V.H., Aguilar Ruiz J., Martínez Raya A., Franco Tarifa D., 2005. Impact of erosion in the taluses of subtropical orchard terraces, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 107, n. 2-3, pp. 199-210.
- Evans R, Boardman J, 1994. Assessment of Water Erosion in Farmers' Fields in the UK. In: Rickson RJ (ed) *Conserving Soil Resources: European Perspectives*. CABI, Wallingford, UK, pp 13–24.
- Evans T. P., Winterhalder B., 2000. Modified solar insolation as an agronomic factor in terraced environments, *Land degradation & development*, vol. 11, n. , pp. 273-287.
- Faggioni P.E., 1984: *Vini e vigneti delle Cinque Terre*, Stringa Editore, Avegno.
- Forno G., Terranova G., 1983: *Studio sul territorio delle Cinque Terre in relazione all'agricoltura - Relazione, studio inedito condotto per il Settore agricoltura e foreste, caccia e pesca della Regione Liguria*.
- Francia Martínez JR, Durán Zuazo VH, Martínez Raya A, 2006. Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Sci. Total Environ.* 358:46–60.
- Gabbai M., Rocchi B., 2007. Le prospettive del mondo rurale della Toscana. Un'indagine qualitativa, IRPET e-book 3/2007, 42 pp.
- Galli M., Pieroni P., Brunori G., 2003. Un'esperienza di ricerca partecipativa per la valorizzazione degli spazi rurali nel comprensorio del Monte Pisano, *Genio Rurale*, vol. LXVI, n. 3, pp. 54-63.
- Garzonio C.A., 2000. L'idrogeomorfologia del Chianti e le sistemazioni idraulico-agrarie tradizionali, in P. Baldeschi (a cura di), *Il Chianti Fiorentino: un progetto per la tutela del paesaggio*, Bari, Laterza, pp. 106-135.
- Ghiglione G., s.d., "Le fasce" in Liguria: un patrimonio da salvare, comunicazione inedita presentata il 20 Maggio 1999.
- Ghiglione G., 1999: Alcune note per una rivalutazione delle "fasce" liguri e su alcuni progetti di ricupero, comunicazione interna presentata dall'autore al convegno "I versanti terrazzati e l'uso del suolo in Liguria", San Colombano Certenoli, 15 Ottobre 1998.
- Ghiglione G., Leone F. G., 2001: Il ruolo delle "fasce" in Liguria, in: "Olio & olivo", anno IV, Gennaio-Febbraio, 2001, nn° 1-2, pp.64-70.
- Gómez JA, Sobrinho TA, Giráldez J V., Fereres E, 2009. Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil Tillage Res.* 102:5–13.
- Griebeler N.P., Fonseca de Carvalho D., Teixeira de Matos D., 2000. Estimativa do custo de implantação de sistema de terraceamento, utilizando-se o sistema de informações geográficas. Estudo de caso: Bacia do Rio Caxangá, PR, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 4, n. 2, pp. 299-303.

- Grove A.T., Rackham O., 2001. *The Nature of Mediterranean Europe: an ecological history*, Oxford, Yale University Press, 384 pp.
- GURS – Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana, 2002. Decreto del 12/06/2002 n.42, Individuazione di interventi di miglioramento ambientale per favorire la riproduzione naturale della fauna selvatica.
- Hammad A. A., Børresen T., 2006. Socioeconomic Factors Affecting Farmers Perceptions of Land Degradation and Stonewall Terraces in Central Palestine, *Environmental Management*, vo. 37, n. 3, pp. 380-394.
- Inbar M., Llerena C.A., 2000. Erosion Processes in High Mountain Agricultural Terraces in Peru, *Mountain Research and Development*, vol. 20, n. 1, pp. 72–79.
- Irigaray C., Fernández T., El Hamdouni R., Chacón J., 2006. Evaluation and validation of landslide-susceptibility maps obtained by a GIS matrix method: examples from the Betic Cordillera (southern Spain), *Natural Hazards*, DOI 10.1007/s11069-006-9027-8
- Kisić I, Basić F, Nestroy O, Mesić M, Butorać A, 2002. Soil erosion under different tillage methods in central Croatia. *Die Bodenkultur* 53:199–206.
- Koulouri M., Giourga Chr., 2006. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands, *Catena*, vol. 69, n. 3., pp. 274-281.
- Kosmas C, Danalatos N, Kosma D, Kosmopoulou P, 2006. Greece. In: *Soil Erosion in Europe*. John Wiley and Sons Ltd., Hoboken, N.J., USA, pp 279–88.
- Kulhavý Z., Doležal F., Soukup M., Havel M., 2000. The identification, categorisation and hydrological evaluation of existing drainage systems on agricultural lands in the Orlice basin, East Bohemia, in: *Environmental Management of the Rural Landscape in Central Europe, Podbanské (Slovenia)*, [http://www.hydromeliorace.cz/VUMOP/2000\\_5.pdf](http://www.hydromeliorace.cz/VUMOP/2000_5.pdf), consultato il 26.01.2007
- Lal R, 1995. Erosion crop productivity relationships for soils of Africa. *Soil Sci Soc Am J* 59:661–7.
- Landi G.L., Marseglia P., 2005. I Boschi del Montalbano, in P Baldeschi (a cura di), *Il paesaggio agrario del Montalbano: identità sostenibilità società locale*, Firenze, Passigli Editore, pp. 167-189.
- Landi R., 1984. Regimazione idraulico-agrarie e conservazione del suolo, *Rivista di Agronomia*, vol. 18 n. 3-4, pp. 147-174.
- Landi R, 1989. Revision of land management systems in Italian hilly area. In: Schwertmann U, Rickson RJ, Auwerswald K (eds) *Soil Erosion Protection Measures in Europe*. Soil technology series 1. Catena Verlag, Cremlingen, DE, pp 175–188.
- Laureano P., 2004. Rapporto sui terrazzamenti del territorio campano come sistema tradizionale agrario di interesse europeo per la salvaguardia e la manutenzione dell’ambiente e del paesaggio, intervento al convegno: La cultura dei terrazzamenti per la salvaguardia del paesaggio: tecniche, risorse, strumenti, Italia Nostra, 14-15 maggio 2004, Vietri sul Mare.
- Liu C., Frazier P., Kumar L., 2007. Comparative assessment of the measures of thematic classification accuracy, *Remote Sensing of Environment* vol. 107, n. , pp. 606–616.
- MacDonald D, Crabtree JR, Wiesinger G, Dax T, Stamou N, Fleury P, Gutierrez Lazpita J, Gibon A, 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *J. Environ. Manage.* 59:47–69.
- Malczewski J., 2000. *GIS and multicriteria decision analysis*, New York, John Wiley & Sons.



- Mannoni T., 1990: La tecnica costruttiva preindustriale e la trasmissione del sapere empirico, in: BONAFEDE L., FACCIO P., Tecnologia e tecnica delle murature antiche. (Atti del convegno, 24 Novembre 1990, Sala della Guardia, Padova), Associazione Culturale per la conoscenza delle tecniche costruttive Simone Stratico, pp. 6-10.
- Mannoni T., 1993: Le tradizioni liguri negli impieghi delle pietre, in: MARCHI P. (a cura di), Pietre di Liguria. Materiali e tecniche dell'architettura storica, Sagep Editrice, Genova, pp. 37-44.
- Mannoni T., 1995: Il problema complesso delle murature storiche. Regole costruttive e resistenze meccaniche, in: DE MARCHI M., MAILLAND F., ZEVAGLIA A., Lo spessore storico in architettura tra conservazione, restauro, distruzione, Atti del seminario di studio, Milano 20-21 Ottobre 1995, Quaderni dell'Ufficio Qualificazione Tutela e Promozione, Milano, pp. 59-64.
- Mannoni T., 1997: Il problema complesso delle murature storiche in pietra 1. Cultura materiale e cronotipologia, in: "Archeologia dell'Architettura", II, pp. 15-24.
- Mannoni T., s.d.: Le tecniche dei muri a secco: l'ordine del disordine, in Atti del V Convegno Internazionale "Studio, tutela e valorizzazione delle opere in pietra a secco" (23-27 Ottobre 1996), Provincia di Imperia, pp.53-54.
- Marques MJ, García-Muñoz S, Muñoz-Organero G, Bienes R, 2010. Soil conservation beneath grass cover in hillside vineyards under Mediterranean Climatic conditions (Madrid, Spain). *L. Degrad. Dev.* 21:122–31.
- Massetti L, Grassi C, Orlandini S, Napoli M, 2020. Modelling hydrological processes in agricultural areas with complex topography. *Agronomy* 10:750.
- Maton L., Leenhardt D., Bergez J.-E., 2007. Geo-referenced indicators of maize sowing and cultivar choice for better water management, *Agronomy for sustainable development*, vol. 27, n. , pp. 1-10. DOI: 10.1051/agro:2007018.
- Mariotti M., 1990: Cinque Terre. Guida all'area protetta, Musumeci Editore, Aosta.
- Meyer B.C., Grabaum R., Wolf T., 2007. Localisation of linear landscape elements using multi-criteria optimisation, in R.G.H. Bounce, R.H.G. Jongman, L. Hojas, S. Weel (a cura di), 25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice, Wageningen, IALE Publication series 4, pp. 971-972.
- Mignolet C., Schott C., Benoît M., 2004. Spatial dynamics of agricultural practices on a basin territory: a retrospective study to implement models simulating nitrate flow, *Agronomie* vol. 24, pp. 219-236.
- Mitchell N., Espie P., Hankin R., 2004. Rational landscape decision-making: the use of meso-scale climatic analysis to promote sustainable land management, *Landscape and Urban Planning*, vol. 67, no. 1-4, pp.131–140.
- Monacci F., Lucchesi F., 2007. La valutazione di preferenze paesaggistiche attraverso la comparazione di indici di valutazione, in E. Marone, Il paesaggio agrario tra conservazione e trasformazione: valutazioni economico-estimative, giuridiche ed urbanistiche, Atti del XXXVI Incontro di Studio del Ce.S.E.T., pp. 151-163.
- Murray A.T., Shy T.K., 2000. Integrating attribute and space characteristics in choropleth display and spatial data mining, *International journal of geographical information science*, vol. 14, n. 7, pp. 649-667
- Napoli M, Cecchi S, Orlandini S, Mugnai G, Zanchi CA, 2016. Simulation of field-measured soil loss in Mediterranean hilly areas (Chianti, Italy) with RUSLE. *Catena* 145:246–56.

- Napoli M, Cecchi S, Orlandini S, Zanchi CA, 2014. Determining potential rainwater harvesting sites using a continuous runoff potential accounting procedure and GIS techniques in central Italy. *Agric. Water Manag.* 141:55-65.
- Napoli M, Marta AD, Zanchi CA, Orlandini S, 2017. Assessment of soil and nutrient losses by runoff under different soil management practices in an Italian hilly vineyard. *Soil Tillage Res.* 168:71-80.
- Napoli M, Orlandini S, 2015. Evaluating the Arc-SWAT2009 in predicting runoff, sediment, and nutrient yields from a vineyard and an olive orchard in Central Italy. *Agric. Water Manag.* 153:51-62.
- Nicolosi A., Cambareri D., 2007. Il paesaggio terrazzato della Costa Viola, in E. Marone, *Il paesaggio agrario tra conservazione e trasformazione: valutazioni economico-estimative, giuridiche ed urbanistiche*, Atti del XXXVI Incontro di Studio del Ce.S.E.T., pp. 179-194.
- Nilsson C., Grelsson G., 1995. The Fragility of Ecosystems: A Review, *The Journal of Applied Ecology*, vol. 32, n. 4, pp. 677-692
- Noublanche C., 1999. Evaluation économique du paysage : Quelles possibilités d'identification des composantes de la demande pour l'aide à la décision publique à partir de l'exemple de la châtaigneraie cévenole?, *Tesi di Dottorato*, Montpellier, INRA- ESR, Dep. Economie et Sociologie Rurales.
- Novara A., Gristina L, Saladino SS, Santoro A, Cerdà A, 2011. Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. *Soil Tillage Res.* 117:140–7.
- OECD, 2008. Environmental performance of agriculture at a glance. Paris. Available from: <http://www.oecd.org/dataoecd/61/28/40953155.pdf>
- Pacini C.G., 2003. An environmental-economic framework to support multi-objective policymaking. A farming system approach implemented for Tuscany, *Tesi di dottorato*, Wageningen, Wageningen University.
- Peña-Barragán J.M, Jurado-Expósito M., López-Granados F., Atenciano S., Sánchez-de la Orden M., García-Ferrer A., García-Torres L., 2004. Assessing land-use in olive groves from aerial photographs, *Agriculture Ecosystem and Environment*, vol. 103, n. , pp. 117–122.
- Peña-Barragán J.M, López-Granados F., García-Torres L., Montserrat Jurado-Expósito, Sánchez-de la Orden M., García-Ferrer A., 2008. Discriminating cropping systems and agro-environmental measures by remote sensing, *Agronomy for sustainable development*, vol. 28, n., pp. 355–362.
- Perco D., Varotto M. (a cura di), 2004. *Uomini e paesaggi del Canale di Brenta*, Verona, Cierre Edizioni, pp. 264.
- Pereira E., Queiroz C., Pereira H.M., Vicente L., 2005. Ecosystem Services and Human Well-Being: a Participatory Study in a Mountain Community in Portugal, *Ecology and Society*, vol. 10, n. 2, 14pp. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art14/>
- Phua, M.H, Minowa, M., 2005. A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia, *Landscape and Urban Planning*, vol. 71, n. , pp. 207-222.
- Pieroni P., Brunori G., 2007. Il caso del Monte Pisano: il paesaggio nella campagna periurbana, tra sviluppo residenziale-turistico e nuove forme di agricoltura. In G. Brunori, Marangon F., Reho M. (a cura di), *La gestione del paesaggio rurale tra governo e governance territoriale*, Milano, Franco Angeli, pp. 164-176.

- Pinto-Correia T., Cancela d'Abreu A., Oliveira R., 2003. Landscape evaluation: methodological considerations and application within the Portuguese national landscape assessment, in: J. Brandt, H. Vejre. (a cura di), *Multifunctional Landscapes, Vol.1, Theory, Values and History*, WIT Press, pp. 235-251.
- Porqueddu C, Roggero PP, 1994. Effetto delle tecniche agronomiche di intensificazione foraggera sui fenomeni erosivi dei terreni in pendio in ambiente mediterraneo. *Riv. Di Agron.* 28:364–370.
- Puissant A., Malet J.-P., Maquaire O., 2006, Mapping landslide consequences in mountain areas, *Actes du Colloque Sagéo, Strasbourg, 11-13 September 2006*.
- Pulighe G, Bonati G, Colangeli M, Traverso L, Lupia F, Altobelli F, Dalla Marta A, Napoli M, 2020. Predicting streamflow and nutrient loadings in a semi-arid Mediterranean watershed with ephemeral streams using the SWAT model. *Agronomy*, 10:2.
- Qureshi M.E., Harrison S.R., Wegener M.K., 1999. Validation of multicriteria analysis models, *Agricultural System*, vol. 62, n. , pp.105-116.
- Raglione M, Toscano P, Angelini R, Briccoli-Bati C, Spadoni M, De Simona C, Lorenzini P, 1999. Olive yield and soil loss in hilly environment of Calabria (Southern Italy). Influence of Permanent Cover Crop and Ploughing. pp 1038-40 in *Proceedings of the International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate, July 4th–9th, 1999, Barcelona, Spain*
- Ramos MC, Martínez-Casasnovas JA, 2006. Impact of land levelling on soil moisture and runoff variability in vineyards under different rainfall distributions in a Mediterranean climate and its influence on crop productivity. *J. Hydrol.* 321:131–46.
- Reynolds K. M., Hessburg P. F., 2005. Decision support for integrated landscape evaluation and restoration planning, *Forest Ecology and Management*, vol. 207, n. , pp. 263–278.
- Rizzo D., Galli M., Sabbatini T., Bonari E., 2007a. Terraced landscapes characterization: developing a methodology to map and analyze the agricultural management impacts (Monte Pisano, Italy), *Revue Internationale de Géomatique*, 17 (3-4): 431-447.
- Rizzo D., Galli M., Sabbatini T., Bonari E., 2007b. Valutazione delle priorità gestionali di un'area agricola terrazzata di ambiente Mediterraneo, In S.L. Casentino, R. Tuttobene (a cura di), *Il contributo ricerca agronomica all'innovazione dei sistemi colturali mediterranei. Atti del XXXVII Convegno della Società Italiana di Agronomia, Catania, 13 -14 settembre 2007*, pp.40-41.
- Romano S., Cozzi M., 2006. Modelli multicriteriali geografici per la valutazione delle trasformazioni di uso del suolo e impatti della politica agricola nei territori rurali, *Italia forestale e montana*, n. 5, pp. 423-471.
- Romero-Díaz A, Cammeraat LH, Vacca A, Kosmas C, 1999. Soil erosion at three experimental sites in the mediterranean. *Earth Surf. Process. Landforms* 24:1243–56.
- Rosselló J., 2006. Fragilitat de les marjades en cas de pluges intenses, in *Consell de Mallorca (a cura di), Actes de les jornades sobre terrasses i prevenció de riscs naturals, Palma di Maiorca, 14-16 settembre 2006*, Ed. Consell de Mallorca, pp.173-180.
- Sabbatini T., Villani R., Bonari E., Galli M., 2004. Analisi territoriale delle colture da energia in Toscana, in A. Faini e G. Nocentini (a cura di), *Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm, Quaderno ARSIA, 6/2004*, pp. 93-116.
- Sadok W., Angevin F., Bergez J.-É., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-

- criteria decision-aid methods. A review, *Agronomy for sustainable development*, vol. 28, n. , pp. 163-174. DOI: 10.1051/agro:2007043.
- Salvadori E., Casavecchia A., 1997: *Vino, contadini, mercanti. Il libro dei conti di un viticoltore riomaggiorese del Settecento*, Casa Editrice Lunaria, Sarzana (SP) .
- Sangiorgi F., Branduini P., Calvi G., 2006. *Muri a secco e terrazzamenti nel Parco dell'Adamello. I quaderni tecnici del Parco*, n.4, 78 pp.
- Spalla G., 1984: *Pietre e paesaggi. L'architettura popolare in Liguria*, Edizioni Laterza – Cassa di Risparmio di Genova e Imperia, Bari.
- Schoorl J.M., Veldkamp A., 2001. Linking land use and landscape process modelling: a case study for the Álora region (south Spain), *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vo. 85, n. 1-3, pp. 281-292.
- Seixas A., Bateria C., Hermenegildo C., Soares L., Pereira S. 2006. Definição de critérios de susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Meia Léguas, in *Consell de Mallorca (a cura di), Actes de les jornades sobre terrasses i prevenció de riscs naturals*, Palma di Maiorca, 14-16 settembre 2006, Ed. Consell de Mallorca, pp. 87-96.
- Sereni E., 1961. *Storia del paesaggio agrario italiano*, Biblioteca Universale Laterza, Bari, 500 pp.
- Sheng TC, 1988. Demonstrating conservation practices on steep lands in Jamaica. In: Moldenhauer WC, Hudson NW (eds) *Conservation Farming on Steep Lands*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, pp 207–214.
- Stehman S.V., 2000. Practical Implications of Design-Based Sampling Inference for Thematic Map Accuracy Assessment, *Remote Sensing of Environment*, vol. 72, n. , pp. 35–45.
- Stonestrom DA, Scanlon BR, Zhang L, 2009. Introduction to special section on Impacts of Land Use Change on Water Resources. *Water Resour. Res.* 45:W00A00
- S.A., 1982: *Etude pour la réhabilitation des terrasses de culture en zone méditerranéenne française*, Association pour la participation et l'action régionale, Avignon.
- S.A., s. d.: I terrazzamenti, testo pubblicato all'indirizzo Internet: <http://www.itinera2000.org/extdoc/torchi%20e%20mulini/doc/via-dei-torchi-e-dei-mulini-113.htm>
- Tarolli P, Preti F, Romano N, 2014. Terraced landscapes: From an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment. *Anthropocene* 6:10–25.
- Terranova R., 1984: *Aspetti geomorfologici e geologico-ambientali delle Cinque Terre: rapporti con le opere umane*, in: "Studi e Ricerche di geografia", VII, 1.
- Tiralongo P., 1998: *Pietra su pietra. Architettura in pietra a secco degli Iblei*, Arnaldo Lombardi Editore, Avola.
- Torquati B., Boggia A., Massei G., Bartolini S., 2006. L'olivicoltura nelle zone marginali tra disaccoppiamento, condizionalità, tutela paesaggistica e idrogeologica, *Economia & Diritto Agroalimentare*, vol. 3, pp. 43-62.
- Tress G., Tress B., Fry G., 2005. Integrative studies on rural landscapes: policy expectations and research practice. *Landscape and Urban Planning*, vol. 70, n. , pp. 177-191.

- Van Eetvelde V., Antrop M., 2004. Analyzing structural and functional changes of traditional landscapes—two examples from Southern France, *Landscape and Urban Planning*, vol. 67, n. , pp. 79-95.
- Verbas C., 1978 – Le Cinque Terre - Studi e ricerche di geografia, Università di Genova, pp.17-114
- Verdoya M., 1985 – Indagine geologico ambientale quale contributo alla pianificazione nelle Cinque Terre: l'areale di Monterosso al mare – Tesi di Laurea inedita, Università degli Studi di Genova.
- Vergari D. (a cura di), 2006. Sulle Colmate di Monte (1828-1830), San Miniato, Associazione G. B. Landeschi.
- Vergari D., Campinoti V. (a cura di). 2007. Riflessioni e osservazioni sull'agricoltura toscana e particolarmente su ll'istituzione de' fattori. Ristampa anastatica del volume di F. Chiarenti (1819) , Polistampa, Firenze.
- Vergari D., Barbagli F. 2009 “Antonio Targioni Tozzetti e l'insegnamento tecnico” in Antonio Meucci e la città di Firenze. Tra scienza, tecnica e ingegneria (a cura di F.Angotti, G. Pelosi), Firenze University Press, Firenze.
- Vergari D. 2010. Identità dei luoghi e cultura materiale: le antiche sistemazioni idraulico agrarie di G.B. Landeschi nel territorio di S. Miniato (Pisa) in Atti dell'Accademia dei Georgofili, Firenze.
- Vergari D. 2012. Giovanni Targioni Tozzetti georgofilo e agronomo. Uno scienziato al servizio della comunità in Atti dell'Accademia dei Georgofili, Firenze.
- Vergari D. 2015. Consumo del suolo e agricoltura: appunti per una nuova prospettiva” in Il Consumo di Suolo: strumenti per un dialogo Autori Vari a cura di Letizia Cremonini, Ibimet CNR, Bologna.
- Vergari D. 2015. Il contributo di Paolo Mascagni alle scienze agronomiche in Toscana agli inizi del XIX secolo fra fertilità dei suoli e sviluppo dell'agricoltura” in L'eredità intellettuale di Paolo Mascagni, Siena, Accademia delle Scienze di Siena detta de' Fisiocritici
- Vergari D. 2016. Colline, mezzadri, imprenditori. Paesaggio agrario e agricoltura del XXI secolo, in L'Italia Centrata. Ripensare la geometria dei territori (a cura di E. Rossi), Quodlibet studio, Macerata, 133-148.
- Vergari D., Fiorino D., Salvadori A., Napoli M. 2017. Agricoltura, bonifica e territorio: dalle bonifiche medicee alle sistemazioni idraulico-agrarie per la regimazione dell'Arno. *Rivista di Storia dell'Agricoltura*, a. LVII, n. 2. dicembre 2017, 123-126
- Vergari D. 2020. Da Landeschi a Ridolfi: sperimentazioni agrarie e paesaggio in Valdelsa fra il XVIII e il XIX secolo. *Bollettino dell'Accademia degli Euteleti*, vol. 87 , p. 119-130
- Wadt P.G.S, 2003. Construção de terraços para controle da erosão pluvial no Estado do Acre, Embrapa doc. n.85, fonte: <http://www.cpafac.embrapa.br/pdf/doc85.pdf>
- Wang D.H., Medley E.K., 2004. Land use model for carbon conservation across a Midwestern USA landscape, *Landscape and Urban Planning*, vol. 69, n. 4, pp. 451-465.
- White J.W., Corbett J. D., Dobermann A., 2002. Insufficient geographic characterization and analysis in the planning, execution and dissemination of agronomic research? *Field Crops Research*, vol. 76, n. , pp. 45-54.
- Wischmeier WH, Smith DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. The USDA Agricultural Handbook No. 537, Maryland, USA.

Wischmeier W.H., Smith D.D., 1978. Rainfall energy and its relationship to soil loss, Transactions - American Geophysical Union, vol. 30, pp. 285-291.

Zanchi C., 2005. La sostenibilità del paesaggio agrario, in P Baldeschi (a cura di), Il paesaggio agrario del Montalbano: identità sostenibilità società locale, Firenze, Passigli Editore, pp. 147-165.



ISBN 979-12-210-1184-5



9 791221 011845