



**Valutazione quantitativa delle misure agroambientali del
Piano di Sviluppo Rurale delle Marche
Terzo stato di avanzamento**

**Rapporto finale del secondo stralcio esecutivo
3-II-RF**

Ancona, 30/06/2006

testi a cura di Pier Paolo Roggero, Roberto Orsini, Giovanna Seddaiu,
Marco Toderi, Fabio Taffetani e Giuseppe Corti



Sommario

1. Composizione del gruppo di lavoro	3
2. Introduzione.....	4
3. Metodologie di valutazione	5
3.1. Individuazione e caratterizzazione delle aree campione	5
Criteri di scelta e caratterizzazione dell'area campione di pianura	5
Caratterizzazione dell'area campione di collina.....	6
3.2. Valutazione quantitativa delle relazioni tra sistemi colturali e indicatori ambientali	6
Sistemi colturali e contenuto di nutrienti nelle acque superficiali e di falda.....	6
Analisi quantitativa dell'impatto dei sistemi colturali sull'erosione del suolo	7
4. Risultati e discussione	8
4.1. Area campione di pianura.....	8
4.2. Area campione di collina.....	10
Analisi pedologica delle aree campione	10
Sistemi colturali e qualità delle acque superficiali	20
Parametrizzazione del modello EUROSEM	23
Vegetazione	25
5. Considerazioni conclusive e raccomandazioni.....	31
6. Riferimenti bibliografici	33

Indice delle figure

Figura 1 - Panoramica dell'azienda e delle aree semi-naturali legate ai fossi ed ai canali	10
Figura 2 - Unità litologiche del bacino Bottiglie (in alto) e Spescia (in basso). Serra de' Conti (Ancona). Per le sigle vedi testo. Fonte: Corti et al., 2006.....	12
Figura 3 - Tipologie di suolo riconosciute nel bacino Bottiglie (in alto) e Spescia (in basso). Serra de' Conti (Ancona). Per le sigle vedi testo. Fonte: Corti et al., 2006.	13
Figura 4 - Concentrazione di nitrati nei due microbacini Bottiglie e Spescia.....	21
Figura 5 - Concentrazione di solidi sospesi nei due bacini monitorati.....	21
Figura 6 Nuova rappresentazione in piani e canali (linee celesti) del bacino bottiglie per l'utilizzo del modello EUROSEM.....	23
Figura 7 - Campioni di terreno utilizzati per la calibrazione del modello EUROSEM.....	24
Figura 8 - Rappresentazione grafica del contenuto di SO nei due bacini.....	24
Figura 9 - Spettro biologico delle aree di studio nel comune di Serra de' Conti (AN) – Bacini Bottiglie e Spescia	30
Figura 10 Spettro corologico delle aree di studio nel comune di Serra de' Conti (AN) – Bacini Bottiglie e Spescia	31

Indice delle tabelle

Tabella 1: lista delle abbreviazioni	3
Tabella 2 – Composizione del gruppo di lavoro Università Politecnica delle Marche	3
Tabella 3 - Alcune caratteristiche dei profili rappresentativi dei suoli riconosciuti nel microbacino Bottiglie. Serra de' Conti (Ancona). In parentesi gli errori standard. Fonte: Corti et al., 2006.	15
Tabella 4 - Alcune caratteristiche dei profili rappresentativi dei suoli riconosciuti nel microbacino Spescia. Serra de' Conti (Ancona). In parentesi gli errori standard.	16



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

Tabella 1 - Lista delle abbreviazioni

Abbrev.	Significato
AGEA	Agenzia per le erogazioni in agricoltura
ARF	sistema Agroalimentare ambiente Rurale e Foreste
ASSAM	Agenzia per i Servizi del Settore Agroalimentare nelle Marche
CTC	Comitato Tecnico di Coordinamento
DDS	Decreto del Dirigente del Servizio
n-k-xx	n = numero arabo (1-5) corrispondente allo stato di avanzamento; k = numero romano (I-IV) corrispondente allo stralcio del progetto xx = PD, PE, RF
PAC	Politica Agricola Comune
PD	Progetto Definitivo (1-PD)
PE	Progetto Esecutivo
PSR	Piano di Sviluppo Rurale (reg. 1260/99) 2000-2006 per la Regione Marche
RF	Rapporto Finale
RTI	Valutatore indipendente Ecoter-Resco-Unicab
SAPROV	Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Università Politecnica delle Marche
STAR	Comitato per le Strutture Agricole e Sviluppo Rurale
ZVN	Zona Vulnerabile per l'inquinamento da Nitrati di origine agricola

1. Composizione del gruppo di lavoro

Il gruppo di lavoro che contribuisce alla valutazione ha competenze nel campo dell'Agronomia e coltivazioni erbacee, Pedologia e Botanica (Tabella 22).

Tabella 2 – Composizione del gruppo di lavoro

Personale di ruolo

Personale di ruolo			
Nome	Qualifica	Competenza	Dipartimento
Pier Paolo Roggero	prof ordinario	Agronomia e coltivazioni erbacee	SAPROV
Marco Toderi	ricercatore		
Giovanna Seddaiu	ricercatore		
Giuseppe Corti	prof associato	Pedologia	
Stefania Cocco	ricercatore		
Fabio Taffetani	prof ordinario	Botanica	
Pietro Lanari	Responsabile	Laboratorio	ASSAM
Maddalena Canella	Funzionario	Agrochimico	
Ernesto Marcheggiani	Responsabile	Servizio Agrometeo	
Busilacchi Michela	Tecnico		

Personale a contratto

Nome	Qualifica	Competenza
Roberto Orsini	assegnista di ricerca SAPROV	Agronomia
Giuseppe Iezzi	dottorando di ricerca SAPROV	
Giacomo De Sanctis	dottorando di ricerca SAPROV	
Martina Perugini	dottorando di ricerca SAPROV	
Alberto Agnelli	assegnista di ricerca SAPROV	Pedologia
Clorino Cioci	dottorando di ricerca SAPROV	
Michele Rismondo	assegnista di ricerca SAPROV	Botanica
Mary Ugolini	tecnico a contratto ASSAM	Agronomo

2. Introduzione

Il contesto nel quale si inserisce questo progetto di valutazione quantitativa è quello di un approfondimento al programma di valutazione affidato dalla Regione Marche all'RTI, in particolare per gli aspetti che riguardano l'impatto delle misure F1 e F2 attuate dalla regione sull'erosione del suolo, la lisciviazione di nitrati e fosforo e la conservazione della fertilità del suolo.

Questa relazione finale si riferisce al terzo stato di avanzamento del progetto di valutazione quantitativa delle Misure Agroambientali del Piano di Sviluppo Rurale delle Marche, che è stato affidato all'ASSAM e ad un gruppo di lavoro interdisciplinare dell'Università Politecnica delle Marche. Essa costituisce un ulteriore approfondimento della relazione 2-I-RF già presentata il 15/12/2005, che era basata sulla raccolta e valutazione di dati ottenuti da precedenti monitoraggi sul territorio regionale nel periodo di applicazione delle misure agroambientali.

In questa relazione vengono riportate le attività effettuate per l'avvio della raccolta di dati biofisici sul territorio regionale e i primi risultati ottenuti dal monitoraggio ed analisi quantitativa tuttora in corso.

Le finalità del terzo stato di avanzamento della valutazione quantitativa del PSR possono essere così schematizzate:

- 1) Individuazione e caratterizzazione pedologica, idrologica, vegetazionale e colturale di un sito di pianura in cui svolgere le valutazioni necessarie per la valutazione delle misure agro ambientali
- 2) Prima valutazione degli effetti delle tecniche agronomiche sulla qualità delle acque nei siti di collina oggetto di monitoraggio dal 1998
- 3) Parametrizzazione di un modello matematico per la stima dell'erosione del suolo a scala di bacino.

Per quanto riguarda il primo punto, si segnala che l'identificazione di un'area di collina con i requisiti necessari ad effettuare le valutazioni quantitative previste dal progetto ha richiesto un tempo maggiore rispetto a quanto previsto. Infatti sono stati necessari vari sopralluoghi e verifiche per identificare un'azienda con i requisiti richiesti (sito in pianura, azienda ubicata in ZVN, campi coltivati con colture molto diffuse nelle ZVN della regione e aderenti al piano agroambientale regionale -misura F2 o F1-), nella quale fosse possibile mettere in relazione la pratiche agricole con gli indicatori scelti per valutare l'impatto ambientale (lisciviazione di nitrati in modo particolare). La incompatibilità degli archivi informatizzati relativi alle particelle nelle quali sono state adottate le misure agroambientali rispetto alla cartografia digitale disponibile presso l'apposito servizio regionale (non è disponibile un sistema informativo con le planimetrie catastali sovrapposte alla CTR), ha ostacolato la ricerca del sito di pianura. Inoltre, al fine di permettere una migliore interpretazione dei risultati del monitoraggio nei siti di collina e una migliore calibrazione del modello matematico sull'erosione, come previsto nel progetto esecutivo, si è reso necessario un approfondimento della base dati pedologica dei due microbacini oggetto di monitoraggio e descritti nel rapporto finale 2-I-RF.

Questo rapporto finale contiene informazioni sulle metodologie di valutazione e sui principali risultati conseguiti relativamente ad una preliminare caratterizzazione del sito di pianura, ad alcuni approfondimenti relativi alla caratterizzazione pedologica e della vegetazione dei due microbacini in collina e ai risultati del monitoraggio dei sistemi colturali e della qualità delle acque nei due microbacini. Per ulteriori dettagli sulla metodologia seguita per il monitoraggio a scala di microbacino in collina, si deve far riferimento al rapporto finale sul primo stato di

avanzamento (2-I-RF), presentato a suo tempo. I principali archivi informatici relativi ai risultati conseguiti sono stati allegati esclusivamente su supporto digitale.

3. Metodologie di valutazione

3.1. Individuazione e caratterizzazione delle aree campione

Criteri di scelta e caratterizzazione dell'area campione di pianura

Per la scelta del sito dove effettuare i rilievi di monitoraggio delle acque in uscita dai suoli agrari, si è tenuto conto della presenza di colture agrarie di interesse per la valutazione del PSR ed è stata rivolta particolare importanza alle condizioni geologiche, geomorfologiche e pedologiche. I fattori che condizionano la dinamica della concentrazione di nitrati nelle acque di deflusso ipodermico e superficiale nei sistemi agricoli sono molteplici e rendono particolarmente complessa l'interpretazione delle relazioni causa-effetto associate per esempio all'attuazione delle misure agroambientali. Queste analisi sono ulteriormente ostacolate dalla peculiare natura geologica della matrice che ha originato i terreni agricoli della regione. Per esempio, le Marche sono caratterizzate da suoli originatisi da sedimenti marini plio-pleistocenici, nei quali sono molto diffuse emergenze geologiche note con il termine di *vulcanetti di fango* (Nanni e Vivalda, 1999). Morfologicamente esse si presentano come dei piccoli vulcani dell'altezza di 0,5-1,0 m (molto raramente anche di più) dai quali fuoriesce acqua, fango e idrocarburi. I vulcanetti si originano per la fuoriuscita sotto pressione di acque provenienti da profondità variabili fra i 3 e i 4 km, le quali risalgono verso la superficie lungo micro-fratture a seguito di movimenti di tipo tettonico (Nanni e Vivalda, 1999). Queste acque presentano una composizione molto variabile da sito a sito ma, fra le loro caratteristiche generali, vi sono quelle di essere sempre molto ricche di sali solubili e di contenere quasi sempre nitrati (Nanni, e Vivalda, 1999). A ciò si aggiunga che, come rilevato nei pressi di Morro d'Alba, la pressione di risalita non sempre è sufficiente a determinare la fuoriuscita di acqua a cielo aperto con conseguente formazione di vulcanetti ben visibili, ma solo a infarcire di acqua il suolo; in quest'ultimo caso, la possibile presenza nel suolo di acque di provenienza profonda (e, quindi, estranee alle condizioni di superficie) è deducibile solo dalla presenza di acqua o di suolo umido in condizioni anomale dal punto di vista geomorfologico o stagionale. In questi casi, la certezza del trattarsi di acque profonde si ha soltanto a seguito di analisi chimiche delle soluzioni estratte o, qualitativamente, dalla eventuale presenza di idrocarburi visibili a occhio nudo.

La scelta del sito è stata condizionata anche da osservazioni geomorfologiche. Nelle aree di versante, l'erosione e l'inclinazione degli strati geologici possono condizionare il naturale drenaggio delle acque superficiali e sottosuperficiali. La scelta di aree di fondovalle o di pianura, però, può comportare il rischio di trovarsi in presenza di falde talmente superficiali da interessare il suolo, anche solo occasionalmente. Dal momento che le falde superficiali attingono da acque che a monte hanno attraversato il suolo, esse contengono sempre sali di nitrato, assieme ad altri. La scelta delle aree di pianura è stata quindi effettuata evitando le aree caratterizzate da falde acquifere superficiali che potessero interessare il suolo agrario in alcuni periodi dell'anno, in modo da poter mettere in relazione la qualità delle acque di percolazione con le pratiche agricole effettivamente adottate nell'area oggetto di monitoraggio. Per far questo, si è fatto riferimento a precedenti monitoraggi della dinamica dell'altezza di falda e ad aree nelle quali fossero disponibili pozzi freatici di cui fosse possibile monitorare l'altezza ed eventualmente anche la qualità dei Sali disciolti.



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

Infine, dal punto di vista pedologico era necessario disporre di suoli profondi, non eccessivamente erosi e con orizzonti profondi non interessati dalle lavorazioni meccaniche, in modo da poter seguire il decorso delle acque e dei nitrati nella maniera meno disturbata possibile.

Caratterizzazione dell'area campione di collina

Nel periodo al quale si riferisce questo rapporto, si è ritenuto opportuno approfondire alcuni aspetti relativi alla caratterizzazione delle aree di collina nelle quali dal 1998 è stato avviato il monitoraggio dei sistemi colturali e delle acque di deflusso superficiale (cfr. rapporto 2-I-RF per ulteriori dettagli).

In particolare, si è reso necessario un ulteriore approfondimento per la caratterizzazione dei suoli, finalizzata in particolare alla calibrazione del modello di simulazione dell'erosione del suolo e all'interpretazione delle relazioni tra sistemi colturali e qualità delle acque di percolazione. L'analisi pedologica è stata condotta dal gruppo di lavoro coordinato dal prof. Giuseppe Corti, della sezione Scienze del Suolo del SAPROV. I rilievi sono stati eseguiti in tempi diversi e hanno riguardato l'escavazione e descrizione analitica di oltre 30 profili di suolo, ai quali vanno aggiunti i numerosi campioni di suolo raccolti ed analizzati negli stessi bacini, necessari per calibrare il modello matematico sull'erosione. Le analisi fisico chimiche sono state effettuate presso il laboratorio Agrochimico dell'ASSAM e presso i laboratori terreni della sezione Scienze del Suolo e Agronomia e Coltivazioni erbacee del SAPROV. Il rapporto contiene una sintesi dei risultati conseguiti dall'analisi dei profili e la cartografia di dettaglio dei due microbacini, con una discussione dei risultati con specifico riferimento alle caratteristiche fisiche dei diversi orizzonti campionati.

Per quanto riguarda la vegetazione, si riporta l'inventario della flora dei due microbacini, che costituisce la base per la caratterizzazione della biodiversità vegetale nelle aree di studio. La flora è stata curata dal gruppo di lavoro coordinato dal prof. Fabio Taffetani, della sezione di Botanica del SAPROV. L'elenco floristico è stato ricavato dai rilievi fitosociologici attraverso la catalogazione delle specie presenti nelle zone di studio, con l'indicazione della forma biologica e del tipo corologico, del binomio latino e del classificatore.

3.2. Valutazione quantitativa delle relazioni tra sistemi colturali e indicatori ambientali

Sistemi colturali e contenuto di nutrienti nelle acque superficiali e di falda

Le metodologie di indagine relative alla caratterizzazione dei sistemi colturali e alla qualità delle acque superficiali e profonde, in particolare per quanto riguarda l'area campione di collina, sono già state illustrate nel rapporto 2-I-RF, al quale si rimanda per i dettagli.

Le colture presenti nei due bacini e le tecniche colturali adottate sono state costantemente monitorate mediante interviste quindicinali agli operatori agricoli che agiscono sul territorio per valutare le reali pratiche agricole seguite che, come rilevato già nel passato, spesso differiscono dalle tecniche di coltivazione ipotizzabili e sono una fonte di dati particolarmente utile per la valutazione degli impatti delle misure agroambientali e l'identificazione di correttivi e miglioramenti da apportare nei disciplinari di attuazione delle misure.

Questo rapporto illustra i principali risultati conseguiti nel periodo di riferimento per quanto riguarda le aree di campione di collina. Nel sito di pianura si è proceduto invece all'identificazione dei siti, come descritto nel paragrafo 3.1. Le analisi sui sistemi colturali sono state avviate seguendo la medesima metodologia indicata per i siti di collina, con il

vantaggio di aver potuto accedere agli archivi cartacei dell'Azienda Rocca Priora, che permettono di ricostruire a ritroso l'evoluzione dei sistemi colturali per alcuni anni precedenti all'avvio del monitoraggio. Ciò grazie alla collaborazione con il conduttore dell'azienda, il prof. Guido Baldoni e del tecnico responsabile, il sig. Tittarelli.

Per seguire l'andamento meteorologico nell'area è stata installata una stazione meteorologica a cura dell'ASSAM con sensori per la raccolta di dati orari di radiazione solare globale e temperatura, oltre ad un pluviometro in grado di fornire dati istantanei sulle precipitazioni con una risoluzione massima di $0,2 \text{ mm s}^{-1}$; questo dato è di particolare rilevanza per la calibrazione di modelli matematici per la simulazione del bilancio idrico.

Negli appezzamenti monitorati e a livello aziendale sono stati progettati rilievi su colture, tecniche agronomiche (lavorazioni, semine, concimazioni, trattamenti fitosanitari, raccolte ecc.), produzioni e contenuto in azoto e fosforo dei prodotti asportati. Sono stati quindi acquisiti i dati necessari a monitorare gli avvicendamenti colturali in atto, il bilancio apparente dell'azoto e del fosforo di ciascun sistema colturale.

Analisi quantitativa dell'impatto dei sistemi colturali sull'erosione del suolo

Nella valutazione degli effetti delle misure agroambientali sulle perdite di suolo per erosione idrica, si è ritenuto opportuno utilizzare un modello matematico preventivamente calibrato su dati sperimentali disponibili. Il motivo di tale scelta è legata alle peculiarità dei fenomeni biofisici legati all'erosione idrica e all'influenza che ha la lunghezza del pendio sugli effetti dello scorrimento superficiale dell'acqua sulla variabile considerata. Se infatti è possibile distinguere con sufficiente precisione gli effetti di alcune tecniche colturali sulle perdite di nutrienti, anche sulla scorta di esperienze acquisite in altre ricerche in corso nell'area, non altrettanto è possibile fare per quanto riguarda l'erosione idrica poiché limitata ai primi centimetri di terreno e fortemente condizionata dall'umidità del suolo all'atto dell'evento, dall'energia cinetica dell'acqua che scorre su di esso e quindi dalla pendenza e dalla lunghezza del pendio, dal grado di strutturazione e di copertura vegetale del suolo.

Nonostante l'importanza ambientale che ricopre il contenimento dei fenomeni erosivi e le ricerche effettuate in tutto il mondo, il fenomeno è in parte ancora non sufficientemente descritto in alcuni aspetti legati al distacco delle particelle terrose ad opera dell'acqua e sono pochi i modelli di simulazione disponibili, per la difficoltà di simulare alcuni dei processi biofisici che portano all'erosione idrica.

In questo contesto, i modelli disponibili possono essere classificati in tre gruppi principali.

Il primo riguarda i modelli basati sulla USLE (Universal Soil Loss Equation, Wischmeier and Smith, 1978) e successivi aggiornamenti (Revised USLE, Renard et al., 1997; Foster, 2004), che si fondano sulla soluzione di alcune equazioni empiriche e che è basato su pochi parametri. Se da un lato tale modello ha l'indiscutibile vantaggio di richiedere pochi dati in input, dall'altro, a causa del grado di semplificazione nella descrizione del fenomeno, non si presta per l'utilizzo in situazioni particolarmente complesse e per pendenze molto variabili, come gli ambienti collinari marchigiani. Un secondo importante fattore di limitazione nell'uso della USLE e dei successivi aggiornamenti, è la poca importanza data nel modello agli effetti sull'erosione di alcune tecniche di lavorazione o a fenomeni quali la fratturazione del suolo, entrambi invece decisamente importanti nei terreni marchigiani.

Il secondo gruppo di modelli matematici per la simulazione dell'erosione è rappresentato dai modelli fisici con una base empirica, come ANSWER (Beasley D.B., et al., 1980) e CREAMS (Kinsel W. G., 1980), che richiedono un elevato numero di dati in ingresso, ma contengono comunque una base empirica che presenta i difetti già descritti sopra.



Un terzo gruppo di modelli per la stima dell'erosione idrica è legato allo sviluppo del modello WEPP (Ascough II, et al., 1997), sviluppato negli Stati Uniti dall'USDA, che combina la descrizione di processi fisicamente basati cercando di ridurre alcuni dei maggiori punti deboli dei modelli basati sulla USLE. Un modello derivante da WEPP, sviluppato a livello europeo, è EUROSEM (Morgan R.P.C., et al., 1998) nel quale gli autori hanno cercato di adattare WEPP all'ambiente europeo. Il pregio di questo tipo di modelli, a differenza di quelli a base empirica, è quello di non dipendere strettamente dal luogo per il quale sono stati sviluppati e calibrati, che ne limita l'uso in ambiente mediterraneo. Tuttavia EUROSEM richiede un elevato numero di parametri in ingresso e alcune misure di dettaglio in campo. La disponibilità di una serie storica di dati su afflussi, deflussi superficiali ed erosione del suolo a scala di microbacino nella collina interna delle Marche, associata alla raccolta di ulteriori dati di campo necessari per la calibrazione del modello limitatamente all'esperienza maturata, potrebbe agevolare la fase di parametrizzazione di quest'ultimo modello rispetto a quelli precedentemente descritti.

Per questo motivo si è deciso di calibrare il modello EUROSEM nei due microbacini di Bottiglie e Spescia, le aree campione di collina per le quali si dispone di dati sufficienti per una accurata calibrazione.

4. Risultati e discussione

4.1. Area campione di pianura

A seguito di valutazioni degli studi già condotti e recuperati e di sopralluoghi in campo, il sito di monitoraggio scelto per le aree di pianura è ubicato a "Rocca Priora" (Comune di Falconara Marittima). L'Azienda Agraria Baldoni di Rocca Priora, oltre a presentare tutti i requisiti geologici, geomorfologici, pedologici ed agronomici indicati nel paragrafo 3.1, consente anche un accesso facilitato dalla disponibilità del conduttore e per la vicinanza alle vie di comunicazione. Dell'azienda sono stati individuati alcuni appezzamenti di terreno che, a differenza del resto dell'azienda, non vengono mai a contatto diretto con la falda neanche nel periodo invernale, consentendo di evitare il disturbo arrecato dalla risalita della falda e di isolare gli effetti delle tecniche colturali adottate da contaminazioni di altra origine. Per questo motivo l'analisi dei pozzi prevista nel progetto iniziale per valutare il contenuto in inquinanti delle acque in ingresso all'azienda non è stata più ritenuta necessaria. In compenso, verrà monitorato il movimento dello ione nitrico nel terreno con maggiore dettaglio rispetto a quanto previsto nel progetto iniziale. In particolare verranno installati su quattro profili dei lisimetri per la raccolta di campioni di acqua in corrispondenza degli eventi piovosi sui quali effettuare le analisi di contenuto di azoto nitrico. I lisimetri verranno posizionati a differenti profondità in funzione della tipologia di suoli che verranno individuati nel profilo, l'umidità del suolo verrà rilevata mediante gessetti porosi posti alla stessa profondità dei lisimetri.

L'area ricade nel complesso deltizio compreso fra il fiume Esino e il torrente Rubiano e, considerando la serie di terrazzi presente fra Falconara Marittima e Fano, nel suo insieme è catalogata come un terrazzo di IV ordine (quello più in basso, a quote di pochi metri superiori al livello del mare). In particolare, l'area è a sua volta terrazzata, con ampi terrazzi che si elevano di 20-50 cm uno sull'altro in direzione NE→SO (dal mare verso l'entroterra); per la linea di demarcazione parallela alla costa, questi terrazzi sono di chiara origine marina, con successivi rimaneggiamenti fluviali.

I suoli dell'area si sono evoluti da un substrato costituito da materiali alluvionali e litoranei a tessitura fine (variabile fra il franco limoso e il franco sabbioso), con una scarsissima presenza

di scheletro. I sopralluoghi effettuati hanno permesso di accertare che a circa 70-90 cm di profondità inizia una serie di orizzonti mai interessati dalle lavorazioni meccaniche e che tali orizzonti hanno caratteristiche prossime a quelle di orizzonti *fragipan* (orizzonti talmente induriti da essere virtualmente impenetrabili a radici e acqua), il che mette al riparo da eventuali risalite di acqua appartenente alla falda superficiale.

L'azienda Agraria di Rocca Priora si sviluppa in un'area di 222 ha circa in un unico corpo, con 180 ha di SAU irrigabili e si estende nella Vallesina a sinistra del fiume Esino, in prossimità della foce.

La falda è alimentata dal subalveo del fiume ed è superficiale, richiedendo un'accurata sistemazione idraulica agraria mediante affossature, che si estendono per circa 13 km lineari, e baulatura del terreno. La tessitura dei terreni, in base ad analisi eseguite dall'azienda stessa, è in preponderanza franco limoso-argillosa e franco argillosa.

L'azienda è dotata di un parco macchine che permette di eseguire gran parte delle operazioni colturali autonomamente, pur con un consumo energetico non trascurabile, pari a circa 130 t di Gasolio anno⁻¹.

La principale attività dell'azienda consiste nella coltivazione di specie erbacee, condotte in passato in maniera intensiva con la coltivazione di 2 colture all'anno su ogni appezzamento, grazie alla disponibilità di acqua per l'irrigazione. Recentemente, l'azienda ha aderito al Piano di Sviluppo Rurale, in particolare alla misura F1 sull'agricoltura a basso impatto ambientale, semplificando gli avvicendamenti colturali, e alla misura H, sull'imboschimento naturaliforme, attraverso la quale sono stati rimboschiti 2,15 ha in prossimità del centro aziendale.

Nel triennio 2003-2006 mediamente sono stati coltivati: circa 80 ha di frumento duro, parte da seme; mais da granella per 51 ha, colture per l'industria conserviera in primo raccolto (pisello 25 ha) o in seconda coltura (fagiolo borlotto 18 ha, barbabietola da zucchero per 12 ha) e orticole per ditte sementiere (10 ha di barbabietola da seme). Sono state coltivate inoltre foraggere interamente impiegate per l'alimentazione degli animali allevati nella stalla aziendale, in particolare mais da insilato (27 ha) ed erba medica (10 ha).

L'attività zootecnica consiste in un allevamento a stabulazione libera di vacche da latte razza frisona (mediamente 220) nel quale sono rispettate le norme del D.Lgs. 146/2001 sul benessere animale e nell'allevamento di vitelloni da ingrasso (mediamente 100), macellati e venduti direttamente presso uno spaccio aziendale. La produzione unitaria di latte è di circa 10 t di latte anno⁻¹. L'azienda è autosufficiente per quanto riguarda la parte fibrosa ed erbacea della dieta mentre per l'integrazione si rivolge a ditte mangimistiche e commercianti.

Annualmente l'azienda produce circa 2600 m³ di liquami bovini e 1000 t di letame. I reflui zootecnici vengono interamente impiegati come ammendante su 146 ha di terreni aziendali. Nel complesso il carico bestiame è di 2,18 capi ha⁻¹. In passato era presente un allevamento di suini, che è stato dismesso dal 2001.

In futuro l'azienda prevede di ampliare la gamma di colture, in particolare orticole, e di incrementare la produzione di carne. L'azienda intende inoltre aumentare l'offerta in vendita diretta allargandola a prodotti caseari, salumi, ortaggi, olio, miele ecc. prodotti internamente o in parte di provenienza da una cooperativa di cui l'azienda è socia.

Nel sito oggetto di indagine, oltre alle colture erbacee e alla stalla, sono presenti impianti arborei misti e impianti vivaistici. L'analisi del territorio ha permesso la realizzazione della carta (georeferenziata) dell'uso attuale del suolo, ed ha evidenziato una certa parcellizzazione degli appezzamenti coltivati, con presenza di terreni a riposo in condizione di set-aside da periodi diversi (1-5 anni). Le aree semi-naturali ed i margini dei campi coltivati risultano essere estremamente assottigliati o, in alcuni casi, nulli, mentre la presenza di formazioni

arboree è legata alla rete idrografica principale (fiume e canalizzazioni). Da mettere in evidenza è inoltre la presenza di fossi (Figura 1) interessati da acqua corrente (risorgiva), localizzati nel settore nord dell'azienda.

Lo studio della vegetazione dal punto di vista fitosociologico è attualmente in fase di realizzazione tramite la raccolta di dati (floristici e vegetazionali) che verranno utilizzati per la ricostruzione e la caratterizzazione delle serie di vegetazione presenti nell'area di studio.



Figura 1 - Panoramica dell'azienda e delle aree semi-naturali legate ai fossi ed ai canali

4.2. Area campione di collina

Analisi pedologica delle aree campione

Dal punto di vista pedologico, entrambi i microbacini sono costituiti da una successione stratigrafica di origine sedimentaria del Plio-pleistocene, originatasi in un fondale marino ad una distanza dalla costa tale da permettere la deposizione di materiali pelitici. Per “materiali pelitici” s'intendono quelle particelle di diametro inferiore ai 100 μm che, dal punto di vista geologico, sono considerate particelle argillose. Nella scienza del suolo e nelle scienze agronomiche, però, sotto ai 100 μm ricadono la sabbia molto fine (da 50 a 100 μm), il limo (da 2 a 50 μm) e l'argilla (inferiore ai 2 μm). Ciò significa che da un substrato pedogenetico definito “pelitico” possono originarsi suoli con tessitura differente. Entrambe le successioni stratigrafiche sono costituite da strati (litotipi) pelitici di varia tessitura e a vario grado di cementazione, ognuno dei quali ha uno spessore variabile da pochi cm a 50-60 cm. In tutti gli strati sono presenti quantità più o meno elevate di calcite (CaCO_3). Le successioni stratigrafiche vengono suddivise in unità litologiche in base a determinate caratteristiche, la più usata delle quali è la granulometria. Ogni unità litologica così definita rappresenta un intervallo della successione stratigrafica costituito da litotipi diversi, entro il quale il contenuto in ciottoli, ghiaia, sabbia, limo e argilla (definiti geologicamente) rientra in un intervallo. Ogni unità litologica si distingue dalle altre per la prevalenza di uno o più litotipi nella sequenza (Corti et al., 2006).

A seguito di tale suddivisione, il microbacino Bottiglie risulta costituito da tre unità litologiche e un substrato pedogenetico di origine geomorfologica che, dall'alto verso il basso del versante, sono (Figura 2):

a) Unità litologica B1 (Pliocene inferiore). È data da un'alternanza di strati di argilla, di argilla-marnosa e di siltiti di colore azzurrino o ocraceo dello spessore variabile fra 5 e 15 cm con strati di dimensioni centimetriche di sabbie scarsamente cementate.

b) Unità litologica B2 (Pliocene inferiore). È costituita da strati centimetrici di sabbie (a volte e/o in parte cementati) alternati da livelli argilloso-marnosi, argillosi e siltosi. In qualche caso, i livelli argilloso-limosi sono intercalati da strati millimetrici di sabbie limose; occasionalmente sono presenti lenti di ghiaie.

c) Unità litologica B3 (Pliocene medio). È rappresentata da argille marnose e argille siltose di colore ocraceo intercalate da strati sabbiosi di spessore millimetrico a centimetrico.

d) Il substrato pedogenetico di origine geomorfologica (V1) è costituito da depositi continentali originatisi da processi di modellamento dei versanti è costituito da depositi di fondovalle e depositi eluvio-colluviali recenti ed in continuo divenire (Olocene), ai quali contribuisce in minima parte la presenza di un fosso. Tale substrato pedogenetico è costituito da materiali derivanti da traslazioni verso valle dei suoli a monte e dalla deposizione di particelle erose; in occasione di piogge, questi materiali vanno incontro a ulteriori rimaneggiamenti consistenti nell'eliminazione delle particelle più fini.

Il microbacino Spescia risulta costituito da quattro substrati pedogenetici, tre dei quali sono unità litologiche e uno si è originato da processi di modellamento dei versanti (Figura 2):

a) Unità litologica S1 (Pliocene medio). E' costituita da argille marnose e argille siltose di colore grigio con sfumature ocracee.

b) Unità litologica S2 (Pliocene medio). E' costituita da un'alternanza di strati limoso-sabbiosi o sabbioso-limosi e strati arenacei di spessore centimetrico; in qualche caso, gli strati sono intercalati da livelli argillosi di spessore millimetrico. Questa unità litologica è rappresentata da una sola striscia nella parte sommitale del microbacino.

c) Unità litologica S3 (Pleistocene inferiore). E' rappresentata da argille e argille marnose, entrambe siltose, intercalate da strati sabbiosi di dimensione da millimetrica a centimetrica. Questa unità litologica è rappresentata da un piccolo triangolo nella parte sommitale del microbacino.

d) Il substrato pedogenetico derivato da processi di modellamento dei versanti è analogo al V1 del microbacino Bottiglie.

Data la natura dei substrati pedogenetici, la profondità dei suoli è di difficile determinazione in quanto, su simili materiali semicoerenti, l'acqua e le radici possono penetrare anche negli strati litologici, indipendentemente dalla profondità raggiunta dagli orizzonti pedogenetici.

Le aree più acclivi dei due microbacini sono interessate da fenomeni di *creep*, vale a dire traslazioni del materasso terroso verso valle alla velocità di pochi millimetri per anno. Il *creep* produce fratture del materasso terroso che aumentano l'evaporazione dell'acqua anche dagli orizzonti più profondi e, nel caso di ingenti piogge, determinano un rapido approfondimento delle acque; a seguito di questo, in certe situazioni, si possono verificare frane o smottamenti. In entrambi i microbacini, le fratture di *creep* raggiungono la profondità di 40-50 cm ma, al diminuire della pendenza, si riducono la quantità di fratture e la loro profondità. A pendenze inferiori ai 5° sono invece maggiormente presenti le fratture vertiche, originate da processi di rigonfiamento (periodo invernale) e contrazione (periodo estivo) di minerali argillosi del gruppo delle smectiti e delle vermiculiti; queste fratture possono raggiungere profondità anche superiori a 1 m.

In ognuno dei due microbacini, le trivellate ed i profili aperti hanno permesso di stabilire l'esistenza di differenti tipi di suolo e la loro estensione.

Nel microbacino Bottiglie, dalla litologia B1 si originano suoli con tessitura franco limoso argillosa, classificati come *Typic Haplustepts*, *clayey*, *mixed*, *mesic* e indicati con THC; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 1) sono riportati in Tabella 3. Nel complesso, la densità apparente di questi suoli è fra le più basse del microbacino, anche se vi è un brusco aumento passando dall'orizzonte Ap ai sottostanti Bw. Ciò si traduce in una notevole

riduzione di porosità totale che, in ogni caso, non è sufficiente a instaurare condizioni asfittiche, probabilmente grazie anche al fatto di trovarsi nell'area più elevata del microbacino. La brusca riduzione di porosità potrebbe essere corresponsabile della presenza di una piccola area in frana, attualmente in stato quiescente. Al di là di questa, però, vi sono evidenze del verificarsi di modesti processi erosivi quali rari *microrill*. Ciò è probabilmente dovuto al contenuto di carbonio organico che è basso in termini assoluti (intorno a $7-8 \text{ g kg}^{-1}$ entro 1,5 m di profondità), ma relativamente elevato rispetto agli altri suoli del microbacino. Tale contenuto di carbonio organico è infatti sufficiente a garantire un buon grado di strutturazione delle particelle, nonostante il contenuto di limo sia sempre superiore al 40% e, quindi, un buon drenaggio verticale almeno entro 1 m di profondità. Data la notevole profondità degli orizzonti Bw, questi suoli sono dotati anche di una buona riserva idrica. In essi prevalgono fratture di *creep* su quelle vertiche.

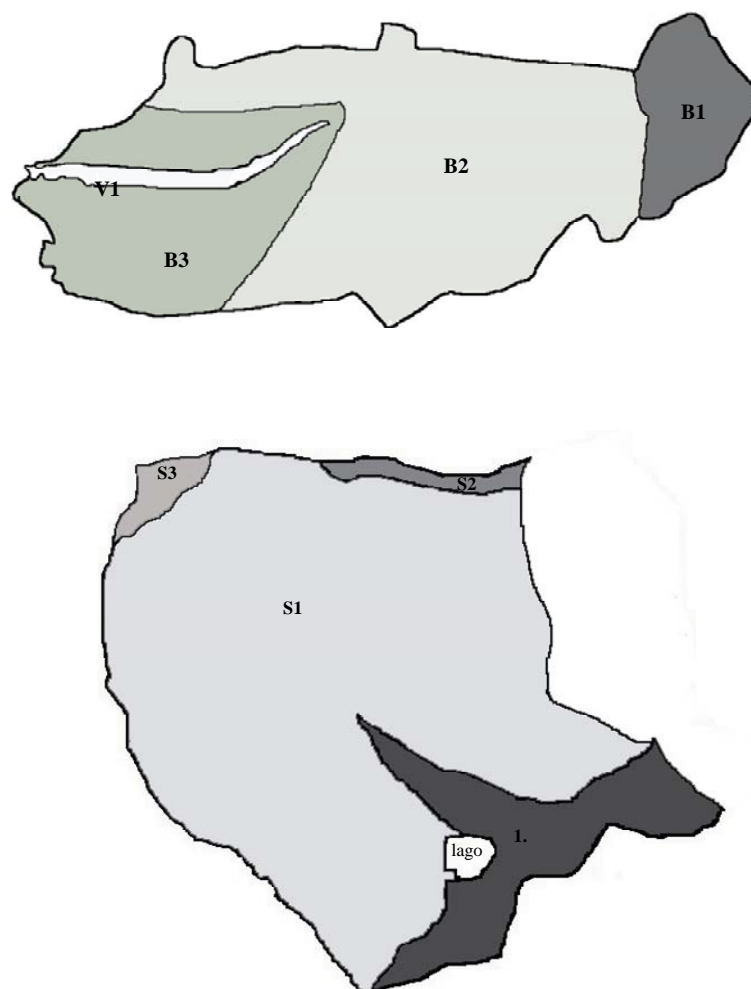


Figura 2 - Unità litologiche del bacino Bottiglie (in alto) e Spescia (in basso). Serra de' Conti (Ancona). Per le sigle vedi testo.

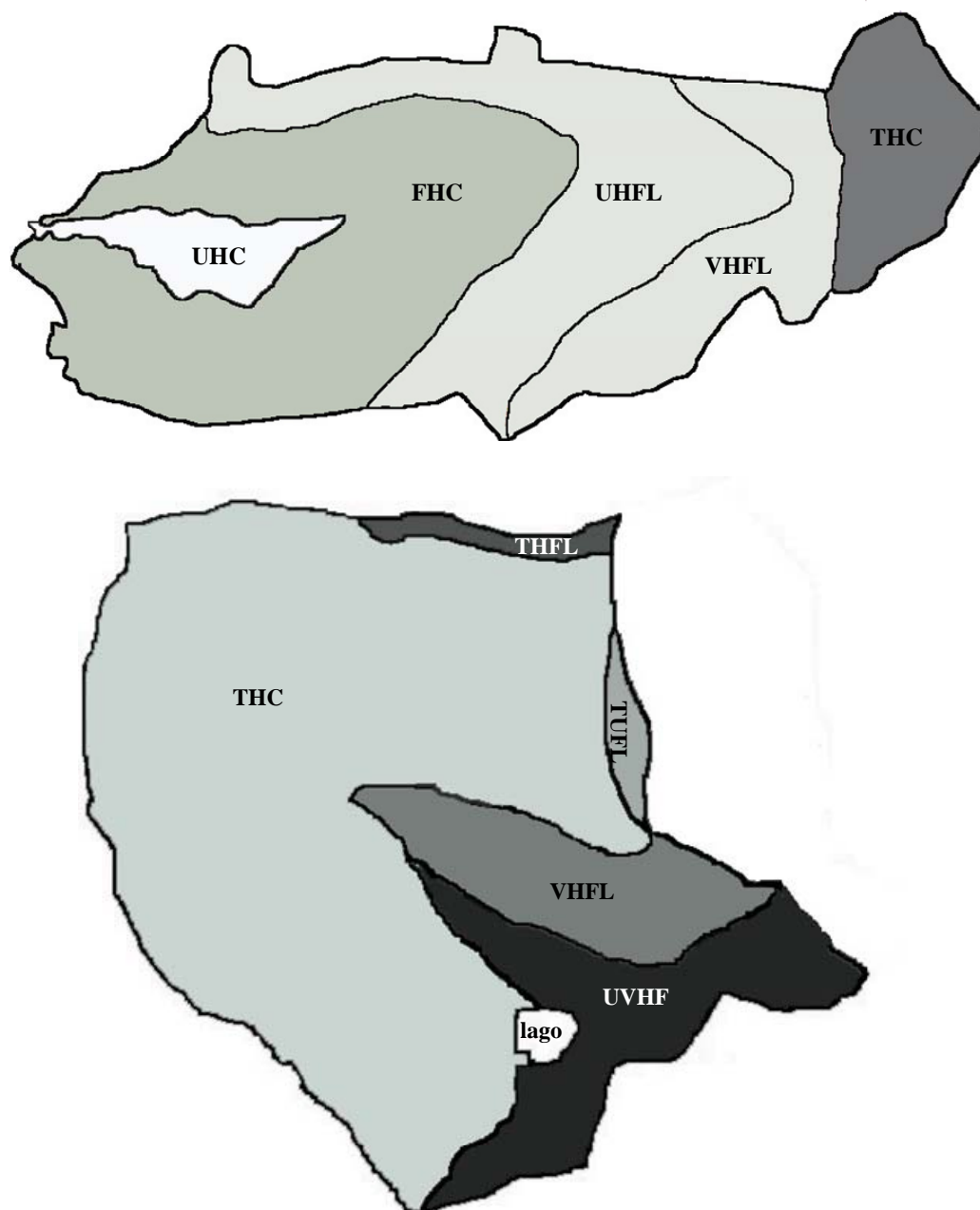


Figura 3 - Tipologie di suolo riconosciute nel bacino Bottiglie (in alto) e Spescia (in basso). Serra de' Conti (Ancona). Per le sigle vedi testo.

Dalla parte più a monte della litologia B2 si originano suoli con tessitura franco argillosa, classificati come *Vertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* e indicati con VHFL; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 2) sono riportati in Tabella 3. In questi suoli la densità apparente aumenta con gradualità con la profondità, raggiungendo valori elevati solo negli orizzonti al di sotto di 1 m. Com'era da attendersi, la porosità totale diminuisce con la profondità, pur permettendo un efficace drenaggio delle acque meteoriche penetrate; infatti, non sono mai state riscontrate condizioni asfittiche. Il buon drenaggio, entro i primi 70 cm di profondità, è dovuto sostanzialmente al contenuto di carbonio organico (da 1 a 5 g kg⁻¹ entro

1,5 m di profondità) che, pur essendo più basso che nei suoli precedenti, è comunque sufficiente a favorire una buona strutturazione. In quest'area vi è una maggiore intensità dei fenomeni erosivi, testimoniata dalla presenza di numerosi *microrill* e dal fatto che i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvencono già a 70 cm di profondità. Le fratture di *creep* sono ancora numerose, ma quelle vertiche sono relativamente abbondanti. La posizione nel versante, il minimo spessore del *solum* (orizzonti A e B), la buona strutturazione e la presenza di fratture vertiche fanno di questi suoli quelli fisiologicamente più aridi del microbacino.

Nell'area mediana della litologia B2 si originano suoli con tessitura franco argillosa, classificati come *Udic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* e indicati con UHFL; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 3) sono riportati in Tabella 3. La caratteristica di questi suoli è di avere una porosità che diminuisce nettamente dall'orizzonte Ap al Bw, aumenta nel BCg e diminuisce nuovamente in profondità. Dal momento che questi suoli hanno un contenuto di carbonio organico intermedio fra i due precedenti (da 2 a 7 g kg⁻¹ entro 1,5 m di profondità) ed un moderato grado di strutturazione, tale andamento della porosità non può essere spiegato con la maggiore o minore formazione di struttura. La differenza di porosità fra l'Ap ed il Bw è attribuibile alle lavorazioni superficiali che aumentano la macroporosità dell'Ap ma favoriscono anche le traslocazioni di argilla e limo, i quali vanno a ridurre la porosità del Bw. L'illuviazione di materiali fini nell'orizzonte Bw è dimostrata dalla presenza di *cutans* e dai dati della tessitura (Tabella 3). L'intensità dei fenomeni erosivi cui sono soggetti questi suoli è inferiore a quella dei precedenti; infatti sono presenti solo pochi *microrill* e i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si iniziano a trovare a 90-100 cm di profondità. Le fratture vertiche sono presenti solo superficialmente in quanto il contenuto idrico del suolo ne inibisce la formazione oltre i 30 cm di profondità; per tale motivo sono più frequenti le fratture di *creep*. La maggiore profondità del *solum* rende questi suoli più umidi dei precedenti, e il rallentato drenaggio conseguente alla scarsa strutturazione produce ristagni idrici oltre 1 m di profondità.

I suoli che si originano a partire dalla parte più a valle della litologia B2, dalla quasi totalità della litologia B3 e da quella più a monte della litologia V1 sono stati classificati come *Fragic Haplustepts, clayey, mixed, mesic* e sono qui indicati con FHC; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 4) sono riportati in Tabella 3. Questi suoli, presentano le maggiori densità e, quindi, le più basse porosità dei suoli del microbacino. La scarsa porosità dell'orizzonte Ap (che transitoriamente potrebbe acquisire una porosità bassa), ma anche in tutti gli orizzonti sottostanti fino ad oltre 2 m di profondità indica che essa è indipendente dalle lavorazioni e dal passaggio delle macchine agricole; essa è piuttosto da attribuire ad una tessitura franco argillosa caratterizzata dal 24-26% di sabbia (tendenzialmente fine), 37-39% di limo e 36-39% di argilla. Tessiture di questo tipo, accompagnate da ridotti quantitativi di carbonio organico (da 4 a 8 g kg⁻¹ entro 0,5 m di profondità e intorno a 1-2 g kg⁻¹ fra 0,5 e 1,5 m di profondità) sono spesso alla base della genesi di orizzonti fragipan, caratterizzati da una elevata densità apparente, penuria di cementi e microporosità. In molti casi sono stati documentati suoli con orizzonti non propriamente fragipan, ma con caratteristiche simili, detti orizzonti con caratteristiche *fragic* e contrassegnati dal suffisso x. A Bottiglie, questo tipo di suoli si trovano in un'area del versante dove le pendenze sono minori, pertanto non si hanno rilevanti fenomeni erosivi e gli strati litologici leggermente pedogenizzati si trovano a profondità di 100-120 cm. La scarsa porosità provoca un rallentato drenaggio soprattutto all'interfaccia fra gli orizzonti Bw2 e BC1, dove si rinvencono anche delle screziature. Nel periodo estivo, la parte superficiale del suolo è arida per la formazione di fratture vertiche

circoscritte al solo orizzonte Ap. In alcuni siti, la presenza di orizzonti molto densi produce fenomeni di risalita d'acqua proveniente dai suoli posti a quote più elevate.

Tabella 3 - Alcune caratteristiche dei profili rappresentativi dei suoli riconosciuti nel microbacino Bottiglie. Serra de' Conti (Ancona). In parentesi gli errori standard.

Profilo	Orizz.	Profond. cm	Densità apparente g cm^{-3}	Porosità % (v/v)	Tessitura (%)			C org g kg^{-1}
					Sabbia	Limo	Argilla	
1 (THC)	Ap	0-57	1,20(0,07)	51,1(0,03)	16(1)	44(1)	40(2)	8,1(0,2)
	Bw1	57-124	1,55(0,02)	38,2(0,02)	15(0)	43(1)	42(1)	6,7(0,1)
	Bw2	124-150	1,56(0,03)	38,0(0,01)	20(1)	44(1)	36(0)	7,6(0,2)
	Bw3	150-202	1,56(0,04)	38,3(0,02)	22(1)	42(1)	36(0)	4,5(0,2)
	Bw4	202-240+	1,60(0,02)	37,0(0,02)	24(0)	44(1)	32(1)	2,2(0,1)
2 (VHFL)	Ap	0-50	1,12(0,09)	54,5(0,04)	24(1)	41(1)	35(0)	5,2(0,1)
	Bk	50-72	1,32(0,06)	49,1(0,02)	24(1)	40(1)	36(2)	2,7(0,2)
	BC	72-74	1,32(0,05)	49,6(0,03)	27(1)	39(0)	34(1)	2,0(0,1)
	BCk	74-88	1,58(0,04)	40,2(0,02)	30(1)	38(0)	32(1)	1,3(0,1)
	2BCx	88-160+	1,78(0,01)	32,3(0,01)	20(1)	43(1)	37(0)	1,1(0,2)
3 (UHFL)	Ap	0-37	1,23(0,08)	50,0(0,02)	28(1)	37(0)	35(1)	7,1(0,1)
	Bw	37-98	1,52(0,05)	39,4(0,02)	24(1)	39(1)	37(0)	4,3(0,2)
	BCg	98-115	1,47(0,06)	44,5(0,02)	18(1)	45(1)	37(0)	2,1(0,0)
	Cg	115-175	1,63(0,04)	38,7(0,03)	36(3)	37(2)	27(1)	2,4(0,0)
4 (FHC)	Ap	0-26	1,54(0,02)	37,1(0,01)	25(2)	39(1)	36(1)	8,5(0,4)
	Bx1	26-55	1,74(0,03)	31,2(0,03)	26(0)	37(1)	37(1)	4,0(0,2)
	Bx2	55-111	1,74(0,02)	33,0(0,02)	24(1)	37(0)	39(1)	1,7(0,1)
	BCx1	111-168	1,73(0,02)	34,4(0,02)	26(1)	37(1)	37(2)	1,3(0,3)
	BCx2	168-218+	1,77(0,02)	33,1(0,01)	25(0)	37(1)	38(1)	1,1(0,1)
5 (UHC)	Ap	0-30	1,25(0,05)	48,9(0,02)	28(1)	39(0)	33(1)	6,7(0,2)
	Bw	30-51	1,51(0,05)	39,8(0,02)	27(1)	38(1)	35(0)	7,0(0,0)
	Bg1	51-91	1,56(0,04)	40,5(0,03)	15(1)	42(1)	43(2)	2,3(0,2)
	Bg2	91-128	1,60(0,02)	39,2(0,01)	18(2)	42(1)	40(1)	2,1(0,1)
	BCg	128-170+	1,65(0,01)	37,8(0,01)	20(2)	40(1)	40(1)	1,9(0,2)

Infine, si hanno i suoli sviluppatisi a partire dall'unità litologica V1 e da lembi di B3 ad essa prospicienti, classificati come *Udic Haplustepts, clayey, mixed, mesic* e indicati con UHC; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 5) sono riportati in Tabella 3. In questi suoli la densità apparente subisce un brusco aumento (e quindi la porosità una brusca diminuzione) passando dall'orizzonte Ap al sottostante Bw, evidentemente per effetto delle lavorazioni superficiali. Negli orizzonti sottosuperficiali, densità apparente e porosità si mantengono costanti almeno fino alla profondità di 1 m. Nonostante una tessitura franco argillosa simile a quella di altre aree del microbacino, dal momento che questi suoli si trovano nella parte più bassa e umida del versante, essi presentano segni di marcata asfissia (gley) già a 50 cm di profondità. L'asfissia è in parte dovuta alla presenza di notevoli quantità di argilla e limo negli orizzonti più profondi e alla quasi perenne condizione di rigonfiamento dei

minerali smectitici. A ciò si aggiunge il basso contenuto di carbonio organico (7 g kg^{-1} entro 0,5 m di profondità e 2 g kg^{-1} a profondità maggiori), insufficiente in queste condizioni a favorire la formazione di struttura se non negli orizzonti superficiali e, quindi, asfittici per una sola parte dell'anno, l'Ap ed il Bw. In estate, infatti, nei suoli coltivati, a seguito delle lavorazioni estive si disidrata lo spessore di suolo interessato dalle lavorazioni (Ap) e si arieggia il sottostante Bw, mentre nei suoli non coltivati, si verifica il solo arieggiamento di un orizzonte A di spessore molto ridotto rispetto a quello lavorato. Trovandosi nella parte più bassa del versante, qui sono ancora più marcati i processi di accumulo dei materiali erosi alle quote più alte, qui depositati dallo scorrimento superficiale delle acque meteoriche e dalle intermittenti esondazioni del fosso; per tale motivo, gli strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvengono oltre 130 cm di profondità.

Nel microbacino Spescia dalla litologia S2 si originano suoli classificati come *Typic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* e indicati con THFL; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 1) sono riportati in Tabella 4. In questi suoli la densità apparente aumenta regolarmente con la profondità, motivo per il quale la porosità totale diminuisce altrettanto regolarmente. Ciò è in parte dovuto alla tessitura franca e con i minori contenuti di argilla di tutto il microbacino, sempre inferiori al 30%; con una simile tessitura, infatti, si sono verificate solo minime traslocazioni di materiali fini lungo il profilo e la porosità dovuta alla formazione di struttura non è stata sensibilmente disturbata. Il contenuto di carbonio organico di questi suoli è di $4\text{-}5 \text{ g kg}^{-1}$ entro 1 m di profondità, che diminuisce fino a circa 1 g kg^{-1} oltre 1,5 m. Nel complesso si tratta di suoli sufficientemente drenati almeno entro il primo metro di profondità. Nonostante questi suoli si trovino nella posizione più elevata del microbacino, essi sono afflitti da modesti processi erosivi, probabilmente grazie al buon grado di strutturazione e al relativamente elevato contenuto di sabbia. Data la presenza di orizzonti Bw fino a oltre 1 m di profondità, questi suoli sono dotati anche di una buona riserva idrica. In essi prevalgono fratture di *creep*, mentre le fratture vertiche sono scarse.

Dalla parte più cospicua della litologia S1 e dalla litologia S3 si originano suoli classificati come *Typic Haplustepts, clayey, mixed, mesic* e indicati con THC; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 2) sono riportati in Tabella 4. In questi suoli la densità apparente aumenta bruscamente dall'orizzonte Ap a quello sottostante, per rimanere all'incirca costante fino a oltre 1,7 m; corrispondentemente, la porosità totale è del 42-44% nell'Ap per diminuire bruscamente al di sotto. Un tale andamento è dovuto al fatto che, immediatamente al di sotto dell'orizzonte Ap, iniziano gli strati geologici, anche se il primo di questi (il 2Bw) si trova abbastanza prossimo alla superficie da avere subito un'alterazione sufficiente a trasformarlo in orizzonte cambic. Ciò è un indice dell'elevata intensità erosiva che affligge i suoli di quest'area. A dimostrazione di questo, i suoli di quest'area sono interessati dalla formazione di *microrill*, oltre che dalle fratture di *creep*, e i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si ritrovano spesso entro 50-60 cm di profondità. Una simile situazione è peggiorata dal fatto che, ad eccezione dell'Ap, gli altri orizzonti presentano un basso grado di strutturazione, in parte causato dal minimo contenuto di carbonio organico. Ciononostante, negli orizzonti sotto-superficiali non vi sono segni di asfissia, probabilmente per la ridotta quantità di acqua che penetra nel suolo. Le fratture vertiche sono poco presenti.

Tabella 4 - Alcune caratteristiche dei profili rappresentativi dei suoli riconosciuti nel microbacino Spescia. Serra de' Conti (Ancona). In parentesi gli errori standard.

Profilo	Orizz.	Profond. <i>cm</i>	Densità apparente <i>g cm⁻³</i>	Porosità <i>% (v/v)</i>	Tessitura (%)			C org. <i>g kg⁻¹</i>
					<i>Sabbia</i>	<i>Limo</i>	<i>Argilla</i>	
1 (THFL)	Ap	0-52	1,31(0,05)	46,3(0,05)	37(2)	40(1)	23(1)	5,5(0,1)
	Bw1	52-101	1,44(0,03)	42,6(0,04)	35(1)	38(0)	27(1)	4,1(0,2)
	Bw2	101-139	1,53(0,02)	39,5(0,03)	40(1)	41(2)	19(1)	3,5(0,3)
	Bk	139-173	1,58(0,03)	39,1(0,02)	37(0)	37(1)	26(1)	2,4(0,2)
	2BC	173-189	1,62(0,03)	38,2(0,01)	36(1)	42(1)	22(0)	1,3(0,1)
	3BCk	189-206+	1,64(0,02)	37,9(0,01)	42(2)	39(1)	19(1)	1,0(0,0)
2 (THC)	Ap	0-48	1,40(0,02)	43,1(0,03)	12(0)	46(1)	42(1)	6,8(0,1)
	2Bw	48-74	1,71(0,00)	31,9(0,01)	9(1)	48(1)	43(2)	2,7(0,4)
	3BC	74-93	1,73(0,01)	34,1(0,02)	20(1)	44(1)	36(0)	2,0(0,1)
	4BCk	93-105	1,75(0,01)	33,8(0,03)	12(0)	46(1)	42(1)	1,9(0,1)
	5C	105-119	1,63(0,01)	38,7(0,02)	41(1)	30(1)	29(0)	1,4(0,1)
	6BCk	119-136	1,70(0,01)	35,8(0,03)	8(0)	50(2)	42(2)	2,0(0,1)
	7C	136-151	1,64(0,02)	38,4(0,02)	43(0)	29(1)	28(1)	1,3(0,0)
	8BCk	151-169	1,65(0,01)	37,5(0,02)	11(1)	46(2)	43(1)	1,9(0,1)
3 (TUFL)	Ap	0-69	1,52(0,01)	38,0(0,03)	38(1)	34(1)	28(0)	5,2(0,2)
	BCK	69-92	1,52(0,02)	41,3(0,04)	45(0)	27(1)	28(1)	6,6(0,7)
	2BC	92-108	1,59(0,02)	37,4(0,02)	37(1)	32(1)	31(2)	4,5(0,6)
	3BC	108-127	1,61(0,01)	38,5(0,03)	39(2)	34(1)	27(1)	2,9(0,5)
	4BCk	127-140	1,60(0,01)	39,4(0,03)	20(1)	45(0)	35(1)	2,1(0,9)
	5C	140-153	1,49(0,02)	44,0(0,04)	49(0)	28(1)	23(1)	1,6(0,3)
	6BCk	153-164	1,59(0,01)	40,0(0,04)	22(0)	47(1)	31(1)	1,5(0,2)
	7C	164-178	1,50(0,01)	43,7(0,03)	52(2)	30(1)	18(1)	1,3(0,2)
	8BCk	178-208+	1,61(0,00)	39,4(0,01)	19(0)	48(1)	33(1)	1,5(0,1)
4 (VHFL)	Ap	0-55	1,28(0,02)	48,2(0,03)	38(1)	32(2)	30(1)	7,9(0,3)
	Bw	55-120	1,66(0,01)	33,9(0,02)	34(1)	33(1)	33(0)	6,4(0,9)
	Bk	120-172	1,66(0,01)	35,8(0,03)	30(0)	34(1)	36(1)	5,6(0,1)
	2Bk	172-202	1,77(0,00)	31,7(0,01)	39(2)	26(1)	35(1)	3,4(0,1)
	3Ck	202-212+	1,79(0,01)	32,8(0,01)	40(2)	31(1)	29(1)	1,4(0,1)
5 (UVHF)	Ap	0-40	1,50(0,01)	38,8(0,03)	34(1)	37(2)	29(1)	9,4(0,3)
	Bw1	40-100	1,54(0,01)	38,9(0,00)	28(1)	41(0)	31(1)	8,3(0,1)
	Bw2	100-128	1,65(0,02)	34,5(0,01)	25(1)	45(1)	30(0)	4,9(0,5)
	BCg1	128-156	1,64(0,01)	38,1(0,02)	30(0)	40(1)	30(1)	5,2(1,2)
	BCg2	156-193	1,68(0,01)	36,7(0,02)	32(1)	39(1)	29(2)	4,9(0,6)
	2CB	193-218+	1,71(0,00)	35,5(0,01)	38(2)	35(2)	27(0)	3,3(0,5)

In una piccola area della litologia S1 si hanno dei *Typic Ustorthents*, *fine-loamy*, *mixed*, *mesic* e indicati con TUFL; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 3) sono riportati in Tabella 4. Questi sono i cosiddetti “suoli-non suoli” in quanto caratterizzati da un orizzonte Ap prodotto dalle lavorazioni che giace al di sopra di strati geologici così poco pedogenizzati che non si sono ancora evoluti nemmeno in un orizzonte cambic. In queste condizioni, la densità apparente e la porosità totale sono all'incirca quelle ereditate dallo strato geologico, con solo minime variazioni dovute alle precipitazioni di carbonati e/o

all'incorporazione di sostanza organica. A questo proposito, il contenuto di carbonio organico oscilla fra 4 e 7 g kg⁻¹ entro 1 m di profondità, per assumere valori irrisori più in basso. Anche per tale scarso contenuto di sostanza organica, il grado di strutturazione è modesto, ed è grazie soprattutto al relativamente elevato contenuto di sabbia che è garantito un certo drenaggio almeno entro 70 cm di profondità. In ogni caso, la presenza di *microrill* indica che i suoli di quest'area sono soggetti a intensa attività erosiva, probabilmente anche in questo caso dovuta alla ridotta quantità di acqua penetrata nel suolo. Anche in questo caso prevalgono le fratture di *creep* e quelle vertiche sono scarse.

Vi sono poi dei suoli che si originano dalla porzione più a valle della litologia S1, classificati come *Vertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* e indicati come VHFL; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 4) sono riportati in Tabella 4. Questi suoli hanno un orizzonte Ap con una densità piuttosto bassa (1,27-1,30 g cm⁻³), che contrasta con quella degli orizzonti sottostanti, che oscilla fra 1,65 e 1,80 g cm⁻³). La porosità è quindi elevata nell'Ap e diminuisce considerevolmente negli orizzonti sottosuperficiali. Ciò è in parte dovuto al fatto che questi suoli si trovano in leggera pendenza, dove cioè l'accumulo dei materiali erosi dalle quote più elevate prevale sull'erosione; per tale motivo, l'orizzonte Ap è in parte costituito dai materiali accumulati, fatto che conferisce una relativamente elevata dotazione di carbonio organico (7,5-8,0 g kg⁻¹) e un buon grado di strutturazione. Sempre grazie al fatto di trovarsi a minima pendenza, gli strati litologici leggermente pedogenizzati s'iniziano a trovare a profondità superiori a 1,5 m. La tessitura franco argillosa e la presenza di notevoli quantità di minerali argillosi a reticolo espandibile induce un rallentato drenaggio già al di sotto dell'orizzonte lavorato, dovuto soprattutto al rigonfiamento delle smectiti durante il periodo invernale. Nonostante questo, il rilevante spessore del *solum* e la minima pendenza, vi sono solo tracce di screziature. Ciò è da imputare alla diffusa presenza di fratture vertiche che inaridiscono la parte superficiale del suolo durante il periodo estivo e, anche se minimamente, favoriscono il drenaggio rappresentando vie di deflusso preferenziale durante il periodo invernale. In alcuni siti vi sono anche fenomeni di risalita d'acqua proveniente dalle quote più alte grazie alla presenza di strati litologici semipermeabili.

Nella parte più bassa del microbacino, a partire dall'unità litologica V1 si sviluppano suoli classificati come *Udertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic*, indicati con UVHF; alcuni dati analitici di un profilo di riferimento (Profilo 5) sono riportati in Tabella 4. In questi suoli le differenze fra gli orizzonti in termini di densità apparente sono minime, mentre la porosità è simile per tutto lo spessore. La minima pendenza di questa zona favorisce i processi di accumulo dei materiali erosi alle quote più alte; per tale motivo, gli strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvergono oltre 130 cm di profondità. Allo steso tempo, l'orizzonte Ap è in parte costituito dai materiali sedimentatisi alla superficie e incorporati nel suolo grazie a lavorazioni e *lessivage*; ciò ha evidentemente comportato un'omogeneizzazione degli orizzonti, testimoniata dal lento diminuire del contenuto di carbonio organico con la profondità e dal fatto di avere tutta tessitura franco argillosa. La presenza di notevoli quantità di materiali fini e la quasi perenne condizione di rigonfiamento dei minerali smectitici provoca un rallentato drenaggio, con formazione di screziature oltre 1 m di profondità.

L'analisi pedologica di dettaglio dei due microbacini considerati ha permesso di individuare la causa di differenti comportamenti generali di aree dei bacini stessi e della conservazione della sostanza organica, una volta presente in maggiore quantità in tutti i suoli della collina interna marchigiana. Entrambi i bacini, per quanto piccoli, possono essere considerati come un collage pedologico nel quale i differenti suoli sono in contatto l'uno con l'altro. Ciò significa che qualunque variazione indotta dall'uomo o dai previsti cambiamenti climatici su un tipo di suolo (riduzione del contenuto di sostanza organica, modificazione dell'idrologia

superficiale e sottosuperficiale, cambio dell'uso, ecc.) avrà ripercussioni più o meno grandi su tutti gli altri anche in termini di erosione e/o riduzione della fertilità. Dal momento che ancor oggi non è noto come ogni tipo di suolo possa rispondere al mutare delle condizioni climatiche, una tale situazione richiede di diffondere lo studio dei suoli anche a dettaglio di microbacino. Questo consentirà anche di implementare la modellizzazione di fenomeni complessi quali l'erosione, il bilancio di azoto e fosforo ecc.

Per quanto riguarda la diffusione di varie tipologie di suolo, in entrambi i microbacini essa dipende non tanto dal tipo di substrato pedogenetico, quanto dall'uso del suolo, dalle lavorazioni meccaniche effettuate e dalla pendenza cui si trovano i suoli lungo il versante. In ogni caso, tutti e quattro i fattori menzionati contribuiscono a determinare l'intensità di erosione, differente da sito a sito. Infatti, in entrambi i microbacini, vi sono aree molto erose, aree moderatamente erose e aree dove avviene la sedimentazione dei materiali erosi alle quote (e pendenze) più elevate.

I suoli delle aree ad elevata intensità erosiva (VHFL nel microbacino Bottiglie e THC e TUFL nel microbacino Spescia) sono caratterizzati dalla presenza di *microrill* e sono per gran parte il frutto di un uso e una gestione del suolo non compatibili con l'attuale equilibrio fra erosione e pedogenesi. In queste aree i profili hanno messo in luce strati geologici scarsamente pedogenizzati (orizzonti BC) poco al di sotto dell'orizzonte prodotto dalle lavorazioni (l'orizzonte Ap); in simili condizioni, la quantità di acqua meteorica penetrata nel suolo è minima, così che questi suoli sono caratterizzati da una elevata aridità fisiologica estiva e da un basso contenuto di sostanza organica (Tabella 3 e Tabella 4). A questo proposito, considerando che fino a 50-60 anni fa i suoli della collina interna marchigiana contenevano alcune unità percentuali di carbonio organico, si può dedurre che l'uso e la gestione del suolo in queste aree abbia comportato le maggiori perdite di sostanza organica.

Nelle aree a moderata intensità erosiva (THC e UHFL nel microbacino Bottiglie e THFL nel microbacino Spescia), la superficie dei suoli presenta una ridotta formazione di *microrill* e, nei profili, gli strati geologici scarsamente pedogenizzati (orizzonti BC) si rinvencono sempre almeno oltre 1 m di profondità, a volte oltre 1,5 m. Una tale condizione è indice di una maggior quantità di acqua meteorica penetrata nei suoli di queste aree i quali, relativamente all'acqua penetrata, si comportano come suoli sufficientemente drenati; in essi, infatti, sia per la tessitura tendenzialmente franca sia per il soddisfacente livello di struttura, non sono mai stati rinvenuti segni di asfissia quali le screziature. Il contenuto di carbonio organico nell'orizzonte Ap di questi suoli è più elevato (Bottiglie) o simile (Spescia) rispetto all'Ap dei suoli precedenti, mentre a maggiori profondità il carbonio organico è sempre maggiore in quelli delle aree a moderata intensità erosiva.

Nelle aree a lieve pendenza (FHC e UHC nel microbacino Bottiglie e VHFL e UVHF nel microbacino Spescia) prevalgono i fenomeni di sedimentazione dei materiali erosi dalla superficie dei suoli alle quote più elevate. A dimostrazione del prevalere dei processi di sedimentazione e seppellimento cui sono sottoposti questi suoli, nei profili gli strati geologici scarsamente pedogenizzati (orizzonti BC) si rinvencono sempre almeno oltre 1,3 m di profondità e gli orizzonti sottosuperficiali sono ben sviluppati, siano essi Bw, Bx, Bk o Bg. Inoltre, grazie proprio al fatto che alla superficie sedimentano detriti erosi più a monte (poi incorporati nell'Ap con le lavorazioni), l'orizzonte superficiale di questi suoli possiede le maggiori dotazioni di carbonio organico di tutti gli altri suoli. Nonostante questo e il buon livello di strutturazione presente, per la posizione in prossimità del fondovalle e la giacitura semi-pianeggiante, questi suoli ricevono molta più acqua di quanta siano in grado di allontanare mediante drenaggio. Per tale motivo sono sempre presenti segni più o meno espressi del verificarsi di periodi asfittici.

Infine, vale la pena sottolineare che nei suoli con caratteristiche vertiche (VHFL nel microbacino Bottiglie e VHFL e UVHF nel microbacino Spescia), la penetrazione delle acque meteoriche ed il deflusso sottosuperficiale non avvengono tanto per la porosità degli orizzonti ma, piuttosto, grazie alla presenza delle fratture. Ciò è vero soprattutto in occasione degli eventi piovosi che avvengono durante il periodo estivo-autunnale, quando cioè le fratture sono ancora aperte; in queste condizioni le velocità di deflusso sottosuperficiale sono dell'ordine di metri al minuto. Durante il periodo invernale-primaverile, quando cioè le fratture sono chiuse e il suolo è saturo o è prossimo alla saturazione, esse fungono da vie di deflusso preferenziale, con velocità di deflusso difficili da valutare ma molto ridotte rispetto al periodo estivo-autunnale. In ogni caso, al di sotto del limite raggiunto dalle fratture vertiche, le condizioni di deflusso sono sempre molto ridotte e, nei suoli in pendenza, l'acqua si muove essenzialmente per deflusso laterale. Durante il periodo invernale-primaverile, o comunque quando il suolo è saturo, il deflusso laterale è quello che allontana l'acqua dai suoli anche a profondità di 50-60 cm o al limite inferiore dell'orizzonte Ap. Data la minima profondità alla quale si verifica il deflusso laterale, l'acqua interessata può tornare in superficie nei suoli più a valle, peggiorando la situazione di questi. Per tale motivo, in occasione di ingenti piogge, i suoli presenti in un'area intermedia del versante possono andare incontro a piccoli smottamenti che interessano gli orizzonti superficiali.

Sistemi colturali e qualità delle acque superficiali

I dati raccolti nel monitoraggio dei sistemi colturali dei due microbacini sono stati integrati nel database che raccoglie tutte le colture, gli itinerari tecnici seguiti nei due microbacini dal 1998, l'anno di inizio del monitoraggio, ad oggi, che rappresentano una base di dati utili alla valutazione degli impatti delle misure agro ambientali.

L'intero bacino "Spescia" è stato caratterizzato dalla coltivazione di frumento duro, in successione a colture a ciclo primaverile-estivo coltivate nel precedente anno. La tecnica colturale adottata dai tre agricoltori che gestiscono i terreni arabili del microbacino Spescia ha previsto la semina ad inizio novembre e la concimazione fosfatica in pre-semina. La concimazione azotata, che era stata eliminata nel passato nel corso dell'applicazione della misura D3 del reg. 2078/92, è stata ripristinata da due dei tre agricoltori, che hanno distribuito in media 200 kg di concime "18-46" ha⁻¹ su un totale di 55 ettari circa.

Il bacino Bottiglie ha mantenuto la diversificazione colturale che lo caratterizza fin dall'inizio dell'attività di monitoraggio. Rispetto agli anni precedenti, anche come conseguenza del disaccoppiamento del premio PAC, la superficie coltivata con frumento duro e girasole è stata ridotta e sono aumentate in particolare le superfici coltivate con favino, farro, cicerchia, colture proteiche (pisello, cece) da destinare al consumo animale presso la stalla sociale di Serra de' Conti. È inoltre aumentata la superficie coltivata con erba medica.

La diversa conduzione dei due bacini ha avuto conseguenze sulla qualità delle acque di scorrimento superficiale, in particolare sulla concentrazione di nitrati e il contenuto di solidi sospesi e quindi l'erosione (Figura 4 e Figura 5).

Nel microbacino Bottiglie, nel periodo al quale si riferisce il rapporto, sono stati registrati 8 eventi di deflusso e la concentrazione di nitrati non ha mai superato i 50 mg L⁻¹. Nel microbacino Spescia si sono registrati 15 eventi di deflusso, con concentrazioni di nitrati molto elevate fino al mese di dicembre, che sono stati messi in relazione con la concimazione azotata in pre-semina sul frumento che investiva quasi interamente la superficie agricola utilizzata del bacino. Negli anni precedenti, il monitoraggio aveva dato indicazioni analoghe, con concentrazioni di ione nitrico nei deflussi autunnali del bacino Spescia molto superiori rispetto agli stessi eventi del bacino Bottiglie, tuttavia valori assoluti così elevati non erano

mai stati riscontrati dal 1998 ad oggi. Questo dato conferma che la concimazione azotata effettuata in pre-semina su frumento, comporta da un lato un confermato rischio di perdita di nitrati legata al deflusso ipodermico e superficiale, dall'altro la chiusura del bilancio dell'azoto sproporzionata rispetto agli obiettivi produttivi ed all'effettivo fabbisogno della coltura.

Figura 4 - Concentrazione di nitrati nei due microbacini Bottiglie e Spescia.

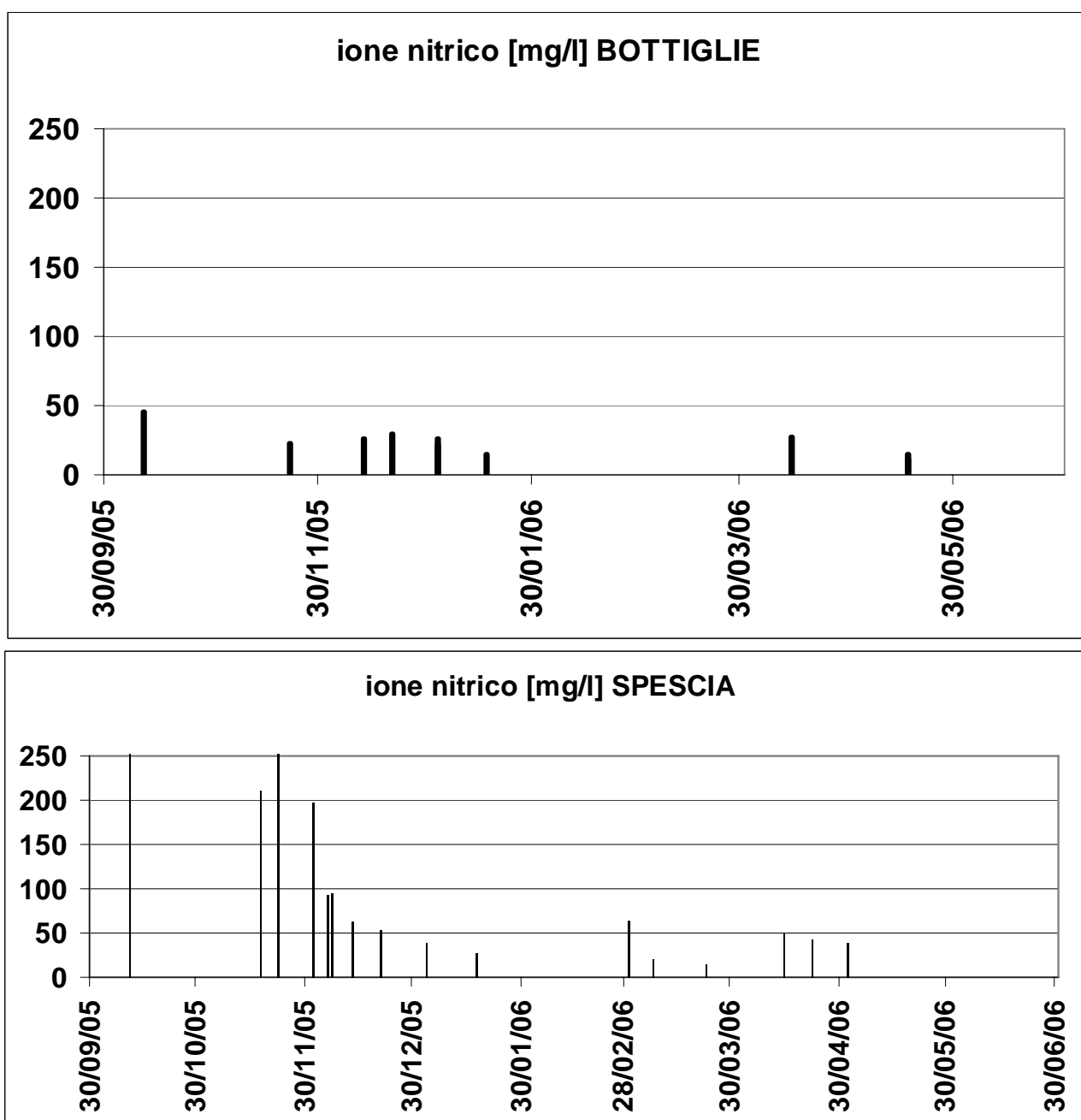
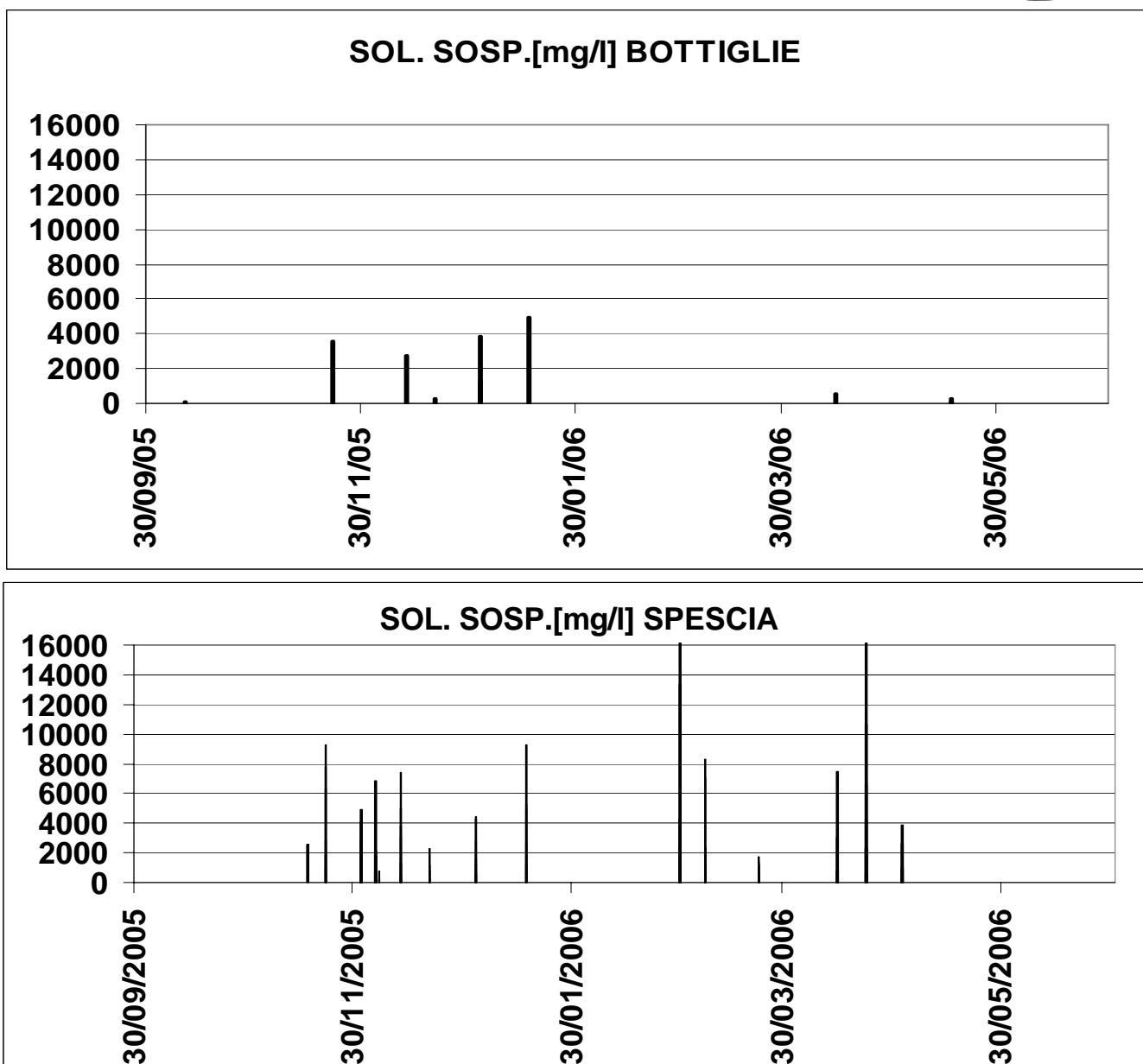


Figura 5 - Concentrazione di solidi sospesi nei due bacini monitorati.



La sospensione dei rigidi disciplinari di produzione obbligatori che erano stati adottati in tutto il territorio di Serra de' Conti nel quinquennio 1997-2001, durante il quale non erano stati osservati cali di resa significativi rispetto alla tecnica di concimazione precedentemente adottata, non è stata sufficiente a convincere gli agricoltori a proposito della dannosità ed inutilità di certe pratiche di concimazione.

Il contenuto di solidi sospesi nei deflussi è stato elevato nel bacino Spescia, con valori superiori ai 10 g L^{-1} in tre eventi particolarmente erosivi, mentre la differenziazione di copertura vegetale del bacino Bottiglie, nonostante questo microbacino sia caratterizzata da una maggiore pendenza media, ha consentito di contenere la concentrazione di solidi sospesi entro limiti sostenibili.

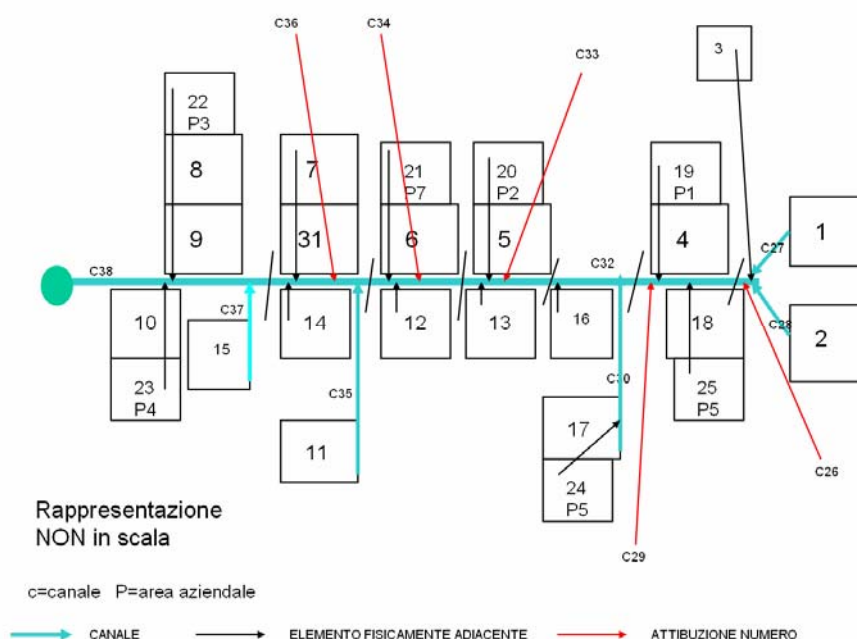
La diversificazione dei sistemi colturali nello spazio si rivela dunque un fattore molto importante per la qualità delle acque di deflusso superficiale a scala di bacino e per l'attenuazione di rischi di dissesto idrologico.

Nella situazione di Spescia, molto ricorrente nella fascia collinare delle Marche, la maggior parte dei deflussi sono risultati inquinati da nitrati, soprattutto nel periodo di fine autunno – inizio inverno, quando si verifica la concomitanza di abbondanti precipitazioni, assenza di copertura vegetale in fase di attivo accrescimento, capace quindi di immobilizzare i nitrati, e arricchimento del suolo di nitrati derivanti da mineralizzazione della sostanza organica e/o concimazioni effettuate in periodi lontani dal momento di massimo fabbisogno colturale.

Parametrizzazione del modello EUROSEM

Per l'utilizzo del modello, è stato necessario modificare la cartografia dei due bacini, poiché il modello rappresenta il territorio come una successione di piani collegati tra loro da canali, nel caso i piani scarichino in affossature temporanee o permanenti, o ad altri piani. È stato quindi necessario ricreare una nuova rappresentazione del bacino bottiglie (Figura 6). Per ogni piano, è in fase di ultimazione la compilazione di un file di testo, secondo il formato utilizzabile con il modello, contenente le informazioni sulle condizioni del terreno all'inizio di ciascun evento erosivo, in particolare umidità del suolo, copertura vegetale, dimensioni, pendenza (ricavate dal GIS) e collegamenti ad altri piani o canali. Per le umidità del suolo all'atto dell'evento e la copertura vegetale, è stato utilizzato il modello CropSyst, precedentemente calibrato sui bacini all'interno di altre ricerche per stimarne i valori.

Figura 6 Nuova rappresentazione in piani e canali (linee celesti) del bacino bottiglie per l'utilizzo del modello EUROSEM



Per una corretta calibrazione del modello sono stati utilizzati campioni di terreno prelevati nei primi 0,3 m dai due sottobacini in diversi punti e sottoposti ad analisi per la quantificazione del contenuto di sostanza organica, fosforo assimilabile, azoto totale, calcare totale e attivo, pH, potassio scambiabile, sabbia, limo e argilla. (Tabella 3 e Tabella 4). Le analisi, effettuate presso il Laboratorio Agrochimico dell'ASSAM, hanno permesso di evidenziare il contenuto di sostanza organica nei terreni dei due bacini, che si sono rivelate particolarmente basse o molto basse (Figura 8) con valori compresi tra 0,7 e 1,8%.

Al termine di questa fase, verranno effettuate le simulazioni per alcuni eventi di deflusso particolarmente significativi registrati negli ultimi anni nei due bacini, al fine di confrontare le risposte del modello con i dati sperimentali a disposizione. Successivamente, si prevede di utilizzare il modello per simulare diversi scenari, inclusi quelli basati sull'applicazione delle misure agroambientali della Regione Marche.

Figura 7 - Campioni di terreno utilizzati per la calibrazione del modello EUROSEM

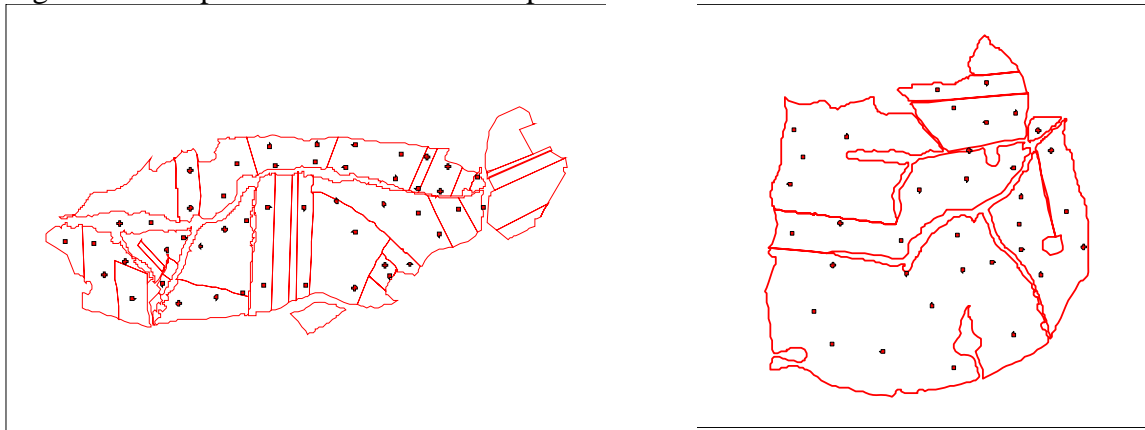


Figura 8 - Rappresentazione grafica del contenuto di SO nei due bacini.





Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

Vegetazione

La lista di specie presenti è limitata alle sole piante superiori, comprese le felci, escludendo le piante inferiori quali funghi, muschi, licheni ed alghe. La nomenclatura e la codifica numerica utilizzate per tutte le specie sono conformi a quelle indicate dalla “Flora d’Italia” (Pignatti, 1982)

CODE	FBIO	TCOR	NOME
472000300	P scap	EUROP.-CAUC.	Acer campestre L.
933202900	H scap	SE-EUROP.	Achillea collina Becker
254900700	T scap	MEDIT.ATL.(EURI)	Adonis annua L.
337600200	H scap	SUBCOSMOP.	Agrimonia eupatoria L.
40501400	G rhiz	CIRCUMBOR.	Agropyron repens (L.) Beauv.
24202200	H rept	CIRCUMBOR.	Agrostis stolonifera L.
412400100	P scap	AVV.	Ailanthus altissima (Miller) Swingle
721101000	T scap	EURIMEDIT.	Ajuga chamaepitys (L.) Schreber
721100400	H rept	EUROP.-CAUC.	Ajuga reptans L.
291400100	H bienn	PALEOTEMP.	Alliaria petiolata (Bieb.) Cavara et Grande
104902300	G bulb	STENOMEDIT.	Allium roseum L.
22501000	T scap	SUBCOSMOP.	Alopecurus myosuroides Hudson
229900400	T scap	AVV.	Amaranthus retroflexus L.
601600300	T scap	EURIMEDIT.	Ammi majus L.
633800400	T rept	EURIMEDIT.	Anagallis arvensis L.
945200200	H bienn	EURASIAT.	Arctium lappa L.
945200400	H bienn	EURIMEDIT.	Arctium minus (Hill) Bernh.
935800100	H scap	CIRCUMBOR.	Artemisia vulgaris L.
77700100	G rhiz	STENOMEDIT.	Arum italicum Miller
33100100	G rhiz	SUBCOSMOP.	Arundo donax L.
33100200	G rhiz	STENOMEDIT.	Arundo pliniana Turra
111300300	G rhiz	STENOMEDIT.	Asparagus acutifolius L.
27300400	T scap	EURIMEDIT.	Avena barbata Potter
27301000	T scap	EURASIAT.	Avena fatua L.
727900700	H scap	EURIMEDIT.	Ballota nigra L.
109390800	G bulb	CENTRO-MEDIT.	Bellevia romana (L.) Sweet
595600100	T scap	STENOMEDIT.	Bifora testiculata (L.) Roth
649700100	T scap	EURIMEDIT.	Blackstonia perfoliata (L.) Hudson
39300700	H caesp	SUBATL.	Brachypodium rupestre (Host) R. et S.
39300100	H caesp	PALEOTEMP.	Brachypodium sylvaticum (Hudson) Beauv.
38901200	H caesp	PALEOTEMP.	Bromus erectus Hudson
38902700	T scap	SUBCOSMOP.	Bromus hordeaceus L.
710980100	H scap	PONTICA	Buglossoides purpureoerulea (L.) Johnston
292400100	T scap	MEDIT.-TURAN.	Calepina irregularis (Asso) Thell.
699400200	H scand	PALEOTEMP.	Calystegia sepium (L.) R.Br.
864410000	H scap	PALEOTEMP.	Campanula trachelium L.
298600100	H bienn	COSMOP.	Capsella bursa pastoris (L.) Medicus
946103500	H bienn	MEDIT.-TURAN.	Carduus pycnocephalus L.
52507200	G rhiz	EUROP.	Carex flacca Schreber
52510400	H caesp	EURIMEDIT.	Carex hallerana Asso
52506200	He	EURASIAT.	Carex pendula Hudson
188400200	P caesp	PONTICA	Carpinus orientalis Miller
947617200	H scap	SE-EUROP.	Centaurea bracteata Scop.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

CODE	FBIO	TCOR	NOME
649600200	H bienn	PALEOTEMP.	Centaureum erythraea Rafn
148100200	G rhiz	EURASIAT.	Cephalanthera longifolia (Hudson) Fritsch
593501200	T scap	EURASIAT.	Chaerophyllum temulum L.
222302100	T scap	SUBCOSMOP.	Chenopodium album L.
955300100	H scap	PALEOTEMP.	Cichorium intybus L.
946206000	G rad	EURASIAT.	Cirsium arvense (L.) Scop.
946202800	H bienn	PALEOTEMP.	Cirsium vulgare (Savi) Ten.
524201700	NP	W-STENOMEDIT.	Cistus creticus L.
254200200	P lian	EUROP.-CAUC.	Clematis vitalba L.
730570100	H scap	CIRCUMBOR.	Clinopodium vulgare L.
699301900	G rhiz	PALEOTEMP.	Convolvulus arvensis L.
892600100	T scap	AVV.	Conyza canadensis (L.) Cronq.
615900100	P caesp	EURASIAT.	Cornus sanguinea L.
377400100	NP	CENTRO-EUROP.	Coronilla emerus L.
334591400	P caesp	PALEOTEMP.	Crataegus monogyna Jacq.
960502200	H bienn	CENTRO-EUROP.	Crepis biennis L.
848690100	H scap	EURASIAT.	Cruciata laevipes Opiz
4300100	P scap	E-EURIMEDIT.	Cupressus sempervirens L.
634000100	G bulb	N-STENOMEDIT.	Cyclamen hederifolium Aiton
28200100	G rhiz	COSMOP.	Cynodon dactylon (L.) Pers.
37200100	H caesp	PALEOTEMP.	Dactylis glomerata L.
545500400	P caesp	SUBATL.	Daphne laureola L.
614200800	H bienn	PALEOTEMP.	Daucus carota L.
759301300	H scap	ENDEM.	Digitalis micrantha Roth
294600600	T scap	W-STENOMEDIT.	Diplotaxis erucoides (L.) DC.
854000300	H bienn	EURIMEDIT.	Dipsacus fullonum L.
369700400	H scap	S-EUROP.-SUDSIB.	Dorycnium pentaphyllum Scop.
16690200	T scap	SUBCOSMOP.	Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.
579500500	H scap	PALEOTEMP.	Epilobium hirsutum L.
990601000	G rhiz	CIRCUMBOR.	Equisetum telmateja Ehrh.
461800100	P caesp	EURASIAT.	Euonymus europaeus L.
449810300	Ch suffr	EUROP.-CAUC.	Euphorbia amygdaloides L.
449806500	T scap	EURIMEDIT.	Euphorbia falcata L.
449805500	T scap	COSMOP.	Euphorbia helioscopia L.
220180100	T scap	CIRCUMBOR.	Fallopia convolvulus (L.) Holub
896900700	T scap	EURIMEDIT.	Filago pyramidata L.
606200100	H scap	S-MEDIT.	Foeniculum vulgare Miller
642000100	P scap	S-EUROP.-SUDSIB.	Fraxinus ornus L.
286102500	T scap	PALEOTEMP.	Fumaria officinalis L.
946600100	H bienn	STENOMEDIT.	Galactites tomentosa Moench
371500100	H scap	E-EUROP.-PONTICA	Galega officinalis L.
848603900	H scap	EURASIAT.	Galium album Miller
848613200	T scap	EURASIAT.	Galium aparine L.
848603800	H scap	EURIMEDIT.	Galium mollugo L.
392403400	T scap	S-EUROP.-SUDSIB.	Geranium columbinum L.
392403100	T scap	EURASIAT.	Geranium molle L.
392403800	T scap	EURIMEDIT.	Geranium purpureum Vill.
392403000	T scap	PALEOTEMP.	Geranium rotundifolium L.
336500900	H scap	CIRCUMBOR.	Geum urbanum L.
131100500	G bulb	EURIMEDIT.	Gladiolus italicus Miller
724900100	H rept	CIRCUMBOR.	Glechoma hederacea L.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

CODE	FBIO	TCOR	NOME
585500100	P lian	EURIMEDIT.	Hedera helix L.
377800100	H scap	W-STENOMEDIT.	Hedysarum coronarium L.
524500900	Ch suffr	EUROP.-CAUC.	Helianthemum nummularium (L.) Miller
252700800	G rhiz	ENDEM.	Helleborus bocconeii Ten.
252700100	Ch suffr	SUBATL.	Helleborus foetidus L.
377500300	H caesp	CENTRO-E-S-EUROP.	Hippocrepis comosa L.
25700100	H caesp	CIRCUMBOR.	Holcus lanatus L.
41000400	T scap	CIRCUMBOR.	Hordeum murinum L.
516805400	H scap	PALEOTEMP.	Hypericum perforatum L.
906101600	H bienn	EUROP.-CAUC.	Inula conyza DC.
4500200	P caesp	CIRCUMBOR.	Juniperus communis L.
747900300	T scap	EURIMEDIT.	Kickxia elatine (L.) Dumort.
747900400	T scap	EURASIAT.	Kickxia spuria (L.) Dumort.
854302900	H scap	EURASIAT.	Knautia arvensis (L.) Coulter
959600900	H bienn	S-EUROP.-SUDSIB.	Lactuca serriola L.
959601300	T scap	MEDIT.ATL.(STENO)	Lactuca virosa L.
385405400	T scap	EURIMEDIT.	Lathyrus aphaca L.
385402000	H scap	PALEOTEMP.	Lathyrus pratensis L.
385403200	H scand	EUROP.-CAUC.	Lathyrus sylvestris L.
282300100	P caesp	STENOMEDIT.	Laurus nobilis L.
864900400	T scap	EURIMEDIT.	Legousia speculum-veneris (L.) Chaix
109590100	G bulb	EURIMEDIT.	Leopoldia comosa (L.) Parl.
934190100	H scap	EUROSIB.	Leucanthemum vulgare Lam.
643600100	NP	EUROP.-CAUC.	Ligustrum vulgare L.
394503402	T scap		Linum strictum L. ssp. corymbulosum (Rchb.) Rouy
394503200	Ch suffr	S-EUROP.-SUDSIB.	Linum tenuifolium L.
39500200	T scap	EURIMEDIT.	Lolium multiflorum Lam.
39500100	H caesp	CIRCUMBOR.	Lolium perenne L.
852301500	P lian	S-EUROP.-SUDSIB.	Lonicera caprifolium L.
852301600	P lian	EURIMEDIT.	Lonicera etrusca Santi
369800700	H scap	PALEOTEMP.	Lotus corniculatus L.
369802000	Ch suffr	STENOMEDIT.	Lotus cytisoides L.
333880300	P scap	CENTRO-EUROP.	Malus sylvestris Miller
499200800	H scap	EUROSIB.	Malva sylvestris L.
933990100	T scap	SUBCOSMOP.	Matricaria chamomilla L.
933900500	T scap	N-EUROP.	Matricaria inodora L.
368800100	T scap	PALEOTEMP.	Medicago lupulina L.
368800500	H scap	EURASIAT.	Medicago sativa L.
368901100	T scap	S-MEDIT.	Melilotus elegans Salzm.
730400100	H scap	EURIMEDIT.	Melissa officinalis L.
730400200	H scap	STENOMEDIT.	Melissa romana Miller
732801400	H scap	EURIMEDIT.	Mentha spicata L.
437100100	T scap	PALEOTEMP.	Mercurialis annua L.
710000600	T scap	EUROP.-CAUC.	Myosotis arvensis (L.) Hill
253001100	T scap	EURIMEDIT.	Nigella damascena L.
731500300	H scap	EURASIAT.	Origanum vulgare L.
188500100	P caesp	CIRCUMBOR.	Ostrya carpinifolia Scop.
210800100	NP	EURIMEDIT.	Osyris alba L.
486000100	P caesp	SE-EUROP.	Paliurus spina-christi Miller
909100100	T scap	EURIMEDIT.	Pallenis spinosa (L.) Cass.
285301300	T scap	MEDIT.-TURAN.	Papaver hybridum L.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

CODE	FBIO	TCOR	NOME
285300200	T scap	E-MEDIT.-MONT.	Papaver rhoeas L.
612000100	H bienne	EUROSIB.	Pastinaca sativa L.
611602700	H scap	OROF. SE-EUROP.	Peucedanum verticillare (L.) Koch
20400700	T scap	STENOMEDIT.	Phalaris paradoxa L.
957500200	T scap	EURIMEDIT.	Picris echinoides L.
957500900	H scap	EUROSIB.	Picris hieracioides L.
811602000	H ros	EURASIAT.	Plantago lanceolata L.
811600100	H ros	EURASIAT.	Plantago major L.
811601200	H ros	EURASIAT.	Plantago media L.
37800100	T caesp	COSMOP.	Poa annua L.
37800800	H caesp	CIRCUMBOR.	Poa pratensis L.
37800400	H caesp	EURASIAT.	Poa trivialis L.
427302100	H scap	EURIMEDIT.	Polygala nicaeensis Risso
220101500	T rept	COSMOP.	Polygonum aviculare L.
23300100	T scap	SUBTROP.	Polypogon monspeliensis (L.) Desf.
187200800	P scap	PALEOTEMP.	Populus nigra L.
335605400	H ros	PALEOTEMP.	Potentilla reptans L.
631500100	H ros	EUROP.-CAUC.	Primula vulgaris Hudson
725400300	H scap	CIRCUMBOR.	Prunella vulgaris L.
339601400	P scap	PONTICO	Prunus avium L.
339600800	P caesp	EUROP.-CAUC.	Prunus spinosa L.
991700100	G rhiz	COSMOPOL.	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn
907800200	H scap	EURIMEDIT.	Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
709800200	H scap	CENTRO-EUROP.	Pulmonaria officinalis L.
333390100	P caesp	STENOMEDIT.	Pyracantha coccinea M. J. Roemer
333800400	P scap	EURASIAT.	Pyrus pyraeaster Burgsd.
189300900	P scap	N-EURIMEDIT.	Quercus cerris L.
189302300	P caesp	SE-EUROP.	Quercus pubescens Willd.
254603800	T scap	PALEOTEMP.	Ranunculus arvensis L.
254603100	H scap	EURASIAT.	Ranunculus bulbosus L.
959900300	H scap	STENOMEDIT.	Reichardia picroides (L.) Roth
373300100	P caesp	AVV.	Robinia pseudoacacia L.
338901800	NP	PALEOTEMP.	Rosa canina L. sensu Bouleng.
338900100	NP	STENOMEDIT.	Rosa sempervirens L.
848900100	P lian	STENOMEDIT.	Rubia peregrina L.
335311400	NP	EURIMEDIT.	Rubus ulmifolius Schott
219503800	H scap	EURASIAT.	Rumex conglomeratus Murray
111600100	G rhiz	EURIMEDIT.	Ruscus aculeatus L.
187300300	P scap	PALEOTEMP.	Salix alba L.
729002900	H scap	MEDIT.ATL.(STENO)	Salvia verbenaca L.
851500200	P caesp	EUROP.-CAUC.	Sambucus nigra L.
338100600	H scap	PALEOTEMP.	Sanguisorba minor Scop.
37500100	T scap	EURIMEDIT.	Sclerochloa dura (L.) Beauv.
377100100	T scap	EURIMEDIT.	Scorpiurus muricatus L.
941104600	H scap	EURASIAT.	Senecio erucifolius L.
941106500	T scap	EURIMEDIT.	Senecio vulgaris L.
17100300	T scap	SUBCOSMOP.	Setaria viridis (L.) Beauv.
848200100	T scap	EURIMEDIT.	Sherardia arvensis L.
249010500	H bienn	PALEOTEMP.	Silene alba (Miller) Krause
249005600	H scap	PALEOTEMP.	Silene vulgaris (Moench) Garcke
294500300	T scap	E-MEDIT.-MONT.	Sinapis alba L.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

CODE	FBIO	TCOR	NOME
115100100	NP	SUBTROP.	Smilax aspera L.
740700100	T scap	COSMOP.	Solanum nigrum L.
959500700	H scap	EUROSIB.	Sonchus arvensis L. s.s.
959500100	T scap	EURASIAT.	Sonchus asper (L.) Hill
959500300	T scap	EURASIAT.	Sonchus oleraceus L.
333890100	P scap	EURIMEDIT.	Sorbus domestica L.
367400100	P caesp	EURIMEDIT.	Spartium junceum L.
728105300	T scap	EURIMEDIT.	Stachys annua (L.) L.
728100300	H scap	EUROP.-CAUC.	Stachys officinalis (L.) Trevisan
728102400	H scap	EUROSIB.	Stachys sylvatica L.
242900300	T rept	COSMOP.	Stellaria media (L.) Vill.
709001300	G rhiz	SE-EUROP.	Symphytum bulbosum Schimper
523900300	P caesp	W-STENOMEDIT.	Tamarix gallica L.
125400100	G rad	EURIMEDIT.	Tamus communis L.
721201900	Ch suffr	EURIMEDIT.	Teucrium chamaedrys L.
594500200	T scap	SUBCOSMOP.	Torilis arvensis (Hudson) Link
594500100	T scap	MEDIT.-TURAN.	Torilis nodosa (L.) Gaertner
369008100	T scap	EURIMEDIT.	Trifolium angustifolium L.
369004400	T scap	PALEOTEMP.	Trifolium campestre Schreber
369002900	H rept	PALEOTEMP.	Trifolium fragiferum L.
369007400	G rhiz	W-EURASIAT.	Trifolium medium L.
369006300	H scap	EUROSIB.	Trifolium pratense L.
938000100	G rhiz	PALEOTEMP.	Tussilago farfara L.
20490100	He	CIRCUMBOR.	Typhoides arundinacea (L.) Moench
189600100	P scap	EUROP.-CAUC.	Ulmus glabra Hudson
189600300	P caesp	EUROP.-CAUC.	Ulmus minor Miller
197400200	H scap	SUBCOSMOP.	Urtica dioica L.
746003600	H scap	OROF. SE-EUROP.	Verbascum longifolium Ten.
713800300	H scap	PALEOTEMP.	Verbena officinalis L.
757904600	T scap	PALEOTEMP.	Veronica arvensis L.
757905700	T scap	EURASIAT.	Veronica hederifolia L.
757905500	T scap	AVV.	Veronica persica Poirer
385204300	H scap	S-EUROP.-SUDSIB.	Vicia grandiflora Scop.
385204600	T scap	MEDIT.-TURAN.	Vicia sativa L.
385203600	T scap	PALEOTEMP.	Vicia tetrasperma (L.) Schreber
527400302	H ros		Viola alba Besser ssp. dehnhardtii (Ten.) W. Becker
527408000	T scap	EURASIAT.	Viola arvensis Murray
527407800	T scap	EURASIAT.	Viola tricolor L.
490900100	P lian	COLTIV.	Vitis vinifera L.

Spettro biologico

La forma biologica rispecchia il bioclimate all'interno del quale vive la pianta stessa, pertanto è possibile ricavare informazioni sulle caratteristiche ecologiche e bioclimatiche attraverso l'elaborazione dello *spettro biologico*. Esso è ottenuto calcolando le percentuali delle diverse forme biologiche che costituiscono la flora. Lo spettro biologico (Figura 9) mette in evidenza la prevalenza delle emicriptofite rispetto alle altre. L'alto valore percentuale sul totale, indica una buona estensione degli ambienti di prateria, presenti soprattutto al margine dei campi coltivati. Anche le terofite si attestano su valori percentuali elevati, a conferma dell'elevato livello di disturbo antropico. La percentuale fanerofitica indica una diversificazione delle superfici boscate, probabilmente dovuta al fatto che sono presenti almeno 4 tipologie forestali

differenti, querceti, cerrete, ostryeti e olmete. Anche il valore delle geofite, seppur non particolarmente elevato, permette di sottolineare diversificazione delle formazioni di latifoglie. Camefite e nanofanerofite mostrano valori percentuali (2,6% e 3,4%) che indicano la presenza di arbusteti e praterie xeriche.

Spettro corologico

Come per le forme biologiche, è possibile calcolare uno *spettro corologico*, sulla base della percentuale del numero di specie appartenenti ai singoli gruppi corologici sul totale delle specie rilevate. L'analisi dello spettro corologico fornisce informazioni generali sulle influenze biogeografiche della flora studiata.

Lo spettro corologico delle aree indagate (Figura 10), evidenzia una prevalenza di specie continentali a corotipo Eurasiatico, legate al bosco di caducifoglie, che indicano l'influsso suboceanico del clima temperato, confermato anche per la presenza di specie Boreali. Non mancano tuttavia le specie mediterranee (Eurimediterranee, Stenomediterranee e Mediterraneo-Montane) che costituiscono circa il 30% del totale e sono tipiche del macroclima mediterraneo, la cui presenza è legata all'influenza mitigatrice del Mare Adriatico e alle condizioni di xericità edafica di alcune stazioni presenti nelle praterie e nei substrati arenacei.

Le specie ad ampia distribuzione, che sono indice del grado di antropizzazione, si presentano con un valore (13,4%) che conferma l'elevato livello di disturbo antropico dell'area.

Figura 9 - Spettro biologico delle aree di studio nel comune di Serra de' Conti (AN) – Bacini Bottiglie e Spescia

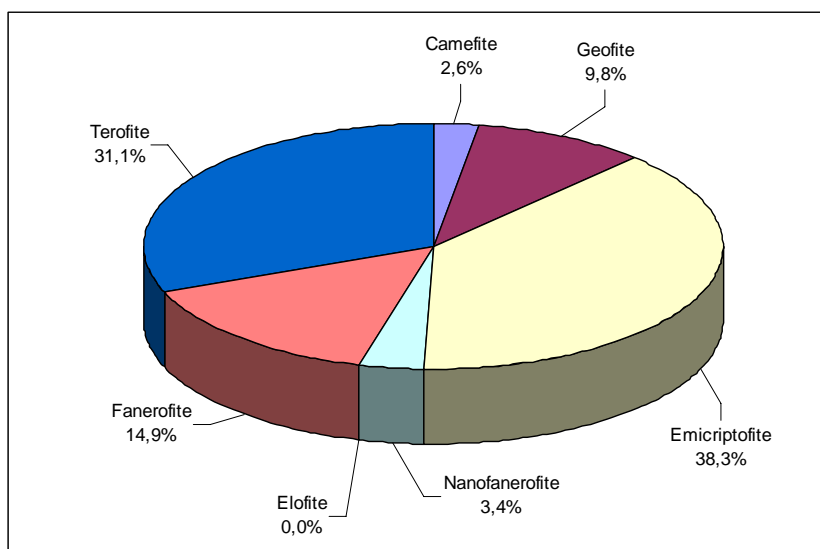
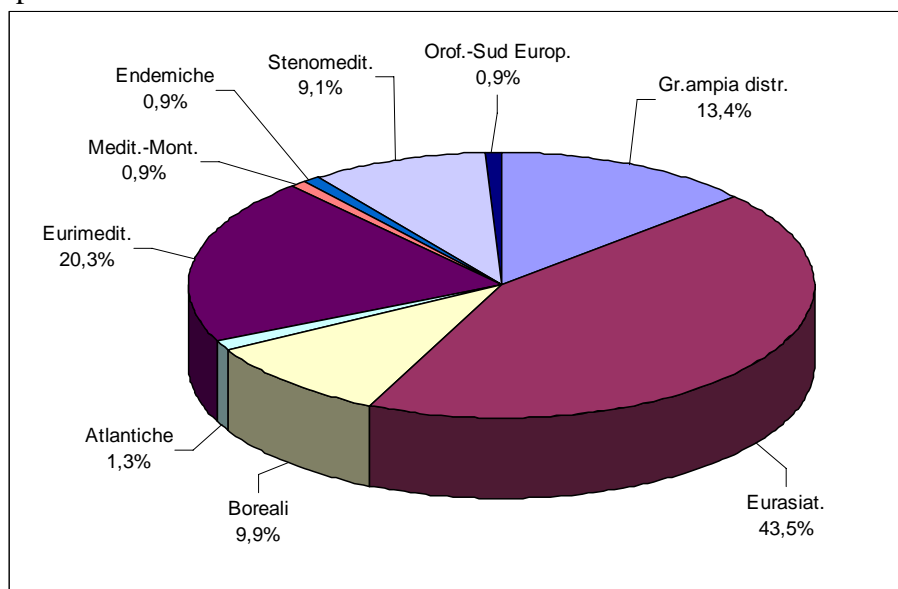


Figura 10 Spettro corologico delle aree di studio nel comune di Serra de' Conti (AN) – Bacini Bottiglie e Spescia



5. Considerazioni conclusive e raccomandazioni

Trattandosi di un rapporto finale di una fase del lavoro di valutazione, non è ancora possibile trarre conclusioni definitive in merito all'impatto delle misure agroambientali, tenuto conto del fatto che la fase del lavoro riguardava soprattutto la caratterizzazione dei siti di monitoraggio. Questa è una tappa comunque essenziale per il conseguimento di risultati affidabili nelle successive fasi di valutazione quantitativa delle misure.

Gli obiettivi prefissati per questa fase della valutazione possono considerarsi sostanzialmente raggiunti, con qualche modifica rispetto a quanto era stato previsto nel progetto definitivo. In particolare, è stata effettuata la scelta e caratterizzazione preliminare del sito di monitoraggio di pianura, sono stati effettuati ulteriori rilievi per la caratterizzazione dei siti di monitoraggio di collina ed è stato conseguito l'obiettivo di preliminare calibrazione di un modello matematico per simulare gli effetti di diverse pratiche agricole sull'erosione del suolo nelle specifiche condizioni dell'ambiente collinare marchigiano. Questo strumento permetterà quindi di fare valutazioni quantitative di diversi sistemi colturali, inclusi quelli previsti dalle misure agroambientali.

I risultati ottenuti nei siti di collina nel periodo di riferimento dell'indagine costituiscono un tassello significativo dell'analisi. I dati raccolti sui sistemi colturali e la qualità delle acque di ruscellamento indicano infatti che in alcune situazioni, caratterizzate da scarsa diversificazione delle colture a scala di bacino e adozione di tecniche colturali caratterizzate da un certo rischio ambientale (es. la concimazione azotata in pre-semina del frumento), la concentrazione di nitrati può raggiungere livelli superiori alle soglie dettate dalla normativa. In altre situazioni, per effetto della frammentazione del territorio rurale in piccoli appezzamenti coltivati con colture differenti e inframezzati da vegetazione naturale, la concentrazione di nitrati è risultata sempre molto al di sotto delle soglie legali. La differenza

di concentrazione di nitrati osservata nei due microbacini è solo parzialmente attribuibile all'adozione delle misure agroambientali (nel bacino Bottiglie una frazione rilevante della SAU è coltivata in osservanza alle prescrizioni della misura F2) e in parte al fatto che, nel bacino caratterizzato da una maggiore frammentazione della proprietà e da un maggior numero di colture differenti, le pratiche di concimazione azotata sono meglio distribuite nello spazio e nel tempo.

Nel corso dell'indagine e della valutazione sono state riscontrate difficoltà nel reperimento di dati ritenuti fondamentali per la valutazione degli impatti della misura, in particolare relativamente a monitoraggi delle pratiche agricole e di gestione dei sistemi colturali prevalenti nella Regione. Il sistema di monitoraggio delle aziende agricole oggi disponibile, associato alla banca dati RICA, pur con i limiti e incertezze sulla rappresentatività delle aziende campione, non consentono di fare valutazioni di carattere agronomico o ambientale, né di conoscere anche il solo avvicendamento colturale seguito dagli agricoltori. La conoscenza di questi dati è invece fondamentale a supporto della pianificazione del PSR e della valutazione, come evidenziano i risultati del monitoraggio di Serra de' Conti, dove alcune considerazioni è stato possibile trarle solo conoscendo la storia colturale degli appezzamenti. A tal fine potrebbero essere utili i database AGEA che però non sono stati resi disponibili al gruppo di studio.

Dall'indagine è emersa quindi la necessità per la Regione Marche di investire rapidamente sulla progettazione e realizzazione di un sistema informativo agro-ambientale regionale che contenga strati informativi di sufficiente dettaglio sulla evoluzione dei sistemi colturali nelle zone rurali della regione. Questo strumento costituirebbe un formidabile supporto alla pianificazione e alla valutazione dei Piani di Sviluppo Rurale, in particolare se fosse integrato con informazioni a campione relative alle pratiche agricole effettivamente in uso in diverse aree della regione. Allo stato attuale invece, si dispone di strumenti non compatibili tra loro (es. cartografia catastale rispetto al CTR regionale) o talvolta non resi disponibili dagli Enti che li posseggono (es. database AGEA relativo alle colture associate annualmente a ciascuna particella catastale per la quale è stato richiesto un premio). Questi strati informativi, se opportunamente georeferenziati e associati alla carta pedologica e delle risorse idriche, permetterebbero valutazioni a scala regionale molto più efficaci rispetto allo stato attuale.

Un ulteriore aspetto su cui è possibile formulare sin d'ora una raccomandazione per le valutazioni quantitative è quello relativo al potenziamento del Servizio Agrometeo e del Laboratorio Agrochimico, il cui servizio è essenziale per l'analisi e l'interpretazione dei risultati ottenuti. Gli altri servizi di monitoraggio e vigilanza ambientale infatti non sono sufficienti a garantire una verifica attendibile delle relazioni tra sistemi colturali e indicatori ambientali quali la fertilità dei suoli, l'erosione idrica e la qualità delle acque superficiali e profonde.

Al riguardo preme sottolineare inoltre l'importanza di istituire un sistema di monitoraggio a campione dei sistemi colturali in diverse aree delle Marche, con informazioni minime (es. coltura, varietà, dosi di fertilizzanti, produzioni, disponibilità ed uso di acqua per l'irrigazione) utili alla calibrazione di strumenti di simulazione capaci di generare diversi scenari in relazione al contesto ambientale, climatico e delle politiche agricole.



6. Riferimenti bibliografici

- Ascough II, J.C., Baffaut, C., Nearing, M.A., Liu, B.Y. (1997), "The WEPP watershed model: I. Hydrology and erosion", *Transactions of the ASAE*, 40(4): 921–933.
- Beasley, D.B., L.F. Huggins, and E.J. Monke. 1980. ANSWERS: A model for watershed planning. *Transactions of the ASAE* 23(4):938-944.
- Corti G., Agnelli A., Cocco S., Cuniglio R., Orsini R., 2006. Studio pedologico di dettaglio di due microbacini della collina interna marchigiana. In: Esposito S. e Epifani C. (a cura di), *Climagri - cambiamenti climatici e agricoltura. Risultati conclusivi*. CRA-UCEA, Roma.
- Foster, G.R., 2004. User's Reference Guide. Revised Universal Soil Loss Equation, Version2. National Sedimentation Laboratory, USDA–Agricultural Research Service Oxford, Mississippi.
- Kinsel, Walter G.(ed.),1980 CREAMS: A Field Scale Model for Chemicals, Runoff, and Erosion From Agricultural Management Systems. U.S. Department of Agriculture, Conservation Report No. 26, 640 pp.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J.W.A., Auerswald, K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.E. (1998), "The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments", *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 527–544,
- Nanni T. e Vivalda P., 1999. The mineralized springs of the adriatic region (Central Italy) International Symposium on Engineering Geology, Hydrogeology and Natural Disasters with Enphasis on Asia. Journal of Nepal Geological Society. 28-30 September 1999, Kathmandu, Nepal
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- Renard, K.G., Freimund, J.R., 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *J. Hydrol.* 157, 287–306.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook n. 537, p. 58.