



## **Monografia / 4**

### **Prima valutazione delle zone vulnerabili da prodotti fitosanitari in Umbria.**



**Redazione**

Dott. Giacomo Bodo  
Dott. Angiolo Martinelli  
Dott. Mario Businelli  
Dott. Giovanni Gigliotti

**Contributi**

Dott.ssa Alessandra  
Santucci  
Dott.ssa Fedra Charavgis

**Validazione**

Dott. Giancarlo Marchetti

**Verifica**

Dott. Giancarlo Marchetti  
Dott. Alberto Micheli  
Dott. Adriano Zavatti

**Versione:**  
*Luglio 2005*

1.	SINTESI .....	1
2.	GLI OBIETTIVI IN FUNZIONE DEL PIANO DI TUTELA .....	1
3.	METODOLOGIA ADOTTATA .....	2
4.	IL CONTROLLO SULLA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO.....	3
4.1	Controlli istituzionali .....	3
4.2	Indagini e ricerche specifiche.....	6
4.3	Il monitoraggio dei corpi idrici superficiali .....	8
4.4	Il monitoraggio del Lago Trasimeno .....	8
5.	IL MONITORAGGIO DELLE AREE CRITICHE .....	9
5.1	La definizione delle zone d'indagine.....	9
5.2	L'impostazione della rete di controllo.....	9
5.3	Le campagne di campionamento e analisi.....	10
5.4	I risultati ottenuti .....	10
6.	IL QUADRO SUI PRINCIPI ATTIVI IN ITALIA E IN UMBRIA.....	13
6.1	Il quadro sui controlli nazionali .....	13
6.2	I dati di vendita in Umbria.....	14
7.	DEFINIZIONE DELLE SOSTANZE PRIORITARIE DA MONITORARE.....	14
7.1	Valutazione del rischio ambientale mediante indice GUS .....	14
7.2	Valutazione del rischio ambientale mediante Indice di Priorità .....	16
7.3	Il quadro delle sostanze prioritarie del DM 367/2003 .....	20
8.	ANALISI DELLA VULNERABILITÀ DELLE AREE DI PIANURA .....	21
8.1	Delimitazione delle aree oggetto di studio .....	21
8.2	Uso agricolo del territorio .....	22
8.3	Elaborazione dati meteorologici .....	24
8.4	Elaborazione dei dati pedologici.....	24
8.5	Zonizzazione pedo-climatica del territorio.....	25
8.6	Modello previsionale MACRO DB 2 .....	25
9.	VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELLE AREE CRITICHE .....	26
9.1	Risultati del modello MACRO DB2 sulle aree di pianura.....	26
9.2	Confronto tra risultati del modello MACRO DB 2 ed i dati del monitoraggio .....	28
9.3	Valutazione dello stato dell'arte.....	30
10.	IL MONITORAGGIO DEL RETICOLO SUPERFICIALE DEL LAGO TRASIMENO.....	30
10.1	L'area vulnerabile del Lago Trasimeno.....	30
10.2	Il programma di monitoraggio effettuato .....	31
10.3	Risultati delle analisi e valutazione ambientale dei dati.....	32
11.	RISULTATI .....	33
11.1	Definizione dei parametri indicatori per le acque sotterranee .....	34
11.2	Definizione dei parametri indicatori per le acque superficiali e per il reticolo idrografico superficiale del Lago Trasimeno.....	35
11.3	Definizione dei principi attivi da controllare per le sostanze pericolose.....	36
12.	PROPOSTE DI SVILUPPO.....	38
12.1	Sviluppi delle attività conoscitive e di monitoraggio sulle aree critiche ai fini del Piano di tutela (programma quadriennale).....	38
12.2	Definizione delle azioni per giungere alla perimetrazione di aree vulnerabili da fitofarmaci .....	38
12.3	Soluzioni per il contenimento/riduzione delle contaminazioni nelle aree critiche e nelle zone vulnerabili.....	39
13.	BIBLIOGRAFIA.....	40



## 1. SINTESI

Il documento fa il punto sul quadro regionale della valutazione della vulnerabilità da fitofarmaci ai sensi dell'art. 20 e dell'Allegato 7/B del D.Lgs. 152/99 e succ. mod.

La valutazione è stata sviluppata mediante un approccio multicriteriale che ha valutato le condizioni di criticità derivanti dagli elementi idrogeologici, climatici, pedologici e culturali del territorio umbro, ed analizzato tutti gli aspetti relativi all'uso che viene fatto dei principi attivi.

Con l'ausilio di attività di monitoraggio su aree critiche e con simulazioni modellistiche di percolazione sui suoli delle aree di pianura, sono state valutate le condizioni di vulnerabilità delle falde.

Non sono state perimetrate aree vulnerabili, ma definite le condizioni di vulnerazione delle falde per alcuni principi attivi all'interno delle aree di indagine

E' stata invece confermata la vulnerabilità delle acque superficiali afferenti al lago Trasimeno.

Sono stati definiti gli indicatori e le prime liste di principi attivi da ricercare per le acque sotterranee, le acque superficiali e quelli relativi alle sostanze pericolose del DM 367/03.

E' stato infine definito il percorso relativo agli sviluppi futuri da inserire nel Piano di tutela, inclusa l'implementazione delle perimetrazioni e delle misure sulle aree vulnerabili.

## 2. GLI OBIETTIVI IN FUNZIONE DEL PIANO DI TUTELA

L'impiego sempre più diffuso dei prodotti fitosanitari, per le loro caratteristiche di tossicità e persistenza, pone in primo piano il problema del loro destino nel terreno e dei rischi di inquinamento delle acque superficiali e profonde, sia quando tali sostanze siano direttamente distribuite sul suolo che somministrate sulla parte aerea delle colture.

Il D.Lgs. 152/99, modificato con D.Lgs. 258/2000, impone alle Regioni la individuazione delle aree vulnerabili da prodotti fitosanitari quando l'utilizzo al loro interno di tali sostanze autorizzate ponga in condizioni di rischio le risorse idriche e gli altri comparti rilevanti per la tutela sanitaria o ambientale. Ciò può comportare limitazioni o esclusioni d'impiego, anche temporanee, di prodotti fitosanitari autorizzati allo scopo di proteggere o risanare le risorse idriche contaminate.

La normativa parte dal presupposto che le acque sotterranee rappresentano una fonte privilegiata di risorse idriche destinate al consumo umano.

E' quindi necessario che sia garantita la non contaminazione delle falde (concetto di vulnerabilità) o quantomeno evitato che alcuni di questi prodotti, da soli o come pool di composti, raggiungano concentrazioni significative da un punto di vista sanitario o comunque superino i limiti di concentrazione stabiliti nella Direttiva Europea (Direttiva 98/83/CEE) e nella normativa nazionale per le acque destinate al consumo umano (D. L.vo 2 febbraio 2001, n.31), che corrispondono a 0,1 µg/L e 0,5 µg/L rispettivamente per il singolo composto e per l'insieme dei principi attivi.

Occorre considerare inoltre il problema posto dai prodotti di degradazione dei fitofarmaci, che possono essere altrettanto tossici ed anche più persistenti amplificando i rischi di accumulo in falda. Il problema è stato affrontato a livello comunitario nella Direttiva 91/414 CEE secondo la quale, per l'autorizzazione al commercio di un nuovo prodotto, le ditte produttrici devono presentare i risultati degli studi sul destino ambientale dei principi attivi e dei possibili prodotti di trasformazione qualora si formino in percentuali significative.

Obiettivo principale dell'analisi è la verifica a scala regionale della presenza di aree vulnerate o vulnerabili, effettuata partendo dai dati disponibili e dalle conoscenze finora ottenute, analizzando prioritariamente le situazioni più critiche e quelle che hanno i maggiori rapporti con la qualità delle acque potabili e la salvaguardia degli ecosistemi naturali.

Obiettivi specifici sono la perimetrazione di eventuali aree vulnerabili, la definizione di sostanze prioritarie da sottoporre a controllo, l'istituzione di reti di monitoraggio specifiche per i fitofarmaci e programmi mirati, l'evidenziazione di sostanze incompatibili con le condizioni ambientali regionali.

L'allegato 7/B del D.Lgs. 152/99 detta criteri alle Regioni e Province autonome per l'individuazione delle aree in cui richiedere limitazioni o esclusioni di impiego, anche temporanee, di prodotti fitosanitari autorizzati, allo scopo di proteggere le risorse idriche e altri comparti rilevanti per la tutela sanitaria o ambientale, ivi inclusi l'entomofauna utile e altri organismi utili, da possibili fonti di contaminazione. Un'area è considerata vulnerabile quando l'utilizzo al suo interno di fitofarmaci autorizzati, pone in condizione di rischio le risorse idriche e gli altri comparti ambientali rilevanti. Come per le zone vulnerabili da nitrati, anche nel caso dei fitofarmaci si prevedono due fasi di individuazione delle aree interessate dal fenomeno: una indagine di riconoscimento (prima individuazione) e una indagine di maggiore dettaglio (seconda individuazione).

### 3. METODOLOGIA ADOTTATA

Per definire **le aree vulnerabili da fitofarmaci** (art. 20 e Allegato 7 DLgs. 152/99) è necessario avviare un processo operativo che incroci dati idrogeologici su natura di suolo e insaturo, profondità delle falde, afflussi meteorici efficaci, con dati di tipo pedologico (natura, tessitura, capacità di ritenzione, conducibilità idraulica dei suoli), dati di tipo colturale (colture praticate, fitofarmaci utilizzati e loro dosaggio/periodo di utilizzo) e valutazioni sulla pericolosità ambientale dei singoli composti (es. indici e modelli di lisciviazione).

Si possono definire così aree potenzialmente critiche o a rischio, differenziandole in più classi e attribuire vari livelli di possibile transito in falda nelle principali condizioni idrologiche in cui si utilizzano fitofarmaci (stagione autunnale, apporti primaverili, trattamenti sulle colture primaverili-estive).

Questo tipo di impostazione può essere sviluppato in vari modi, a secondo del tipo di dettaglio richiesto e del livello delle informazioni disponibili.

Di sicuro la metodologia più valida è quella di procedere per gradi, passando da una prima definizione generica a successivi approfondimenti e verifiche utilizzando metodi e set di dati più evoluti.

In Umbria sono state realizzate, tra il 1990 e il 1998, cartografie della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi sulle principali aree di pianura ove maggiore è il carico di principi attivi utilizzati e dove si concentrano anche importanti risorse idriche.

Le carte di vulnerabilità hanno in genere utilizzato la metodica classica di ricerca del GNDCI-CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) ma anche analisi parametriche tipo DRASTIC o stime del rischio di inquinamento: i dati utilizzati sono tutti quelli idrogeologici, dallo spessore del non saturo e la sua caratterizzazione, ai parametri idrodinamici degli acquiferi ed il loro grado di protezione, alla valutazione degli afflussi meteorici di ricarica dei sistemi.

Parziale è stata la valutazione delle caratteristiche del suolo e delle sue capacità di interagire con il flusso idrico e sostanze chimiche: in alcuni casi sono stati utilizzati dati tessiturali per la definizione della permeabilità dei suoli o sono state eseguite indagini idrauliche sul suolo.

Mancando questi dati specifici sui suoli, ed in particolare le caratteristiche fondamentali per la definizione del potere attenuante dei suoli (presenza di sostanza organica, capacità di scambio cationico, potenziali matriciali, ecc..), le carte di vulnerabilità possono essere utilizzate quale primo elemento di selezione delle aree potenzialmente a rischio fitofarmaci, escludendo tutte le zone ove la vulnerabilità è risultata bassa, in quanto i fattori che ne hanno determinato la classificazione sono sufficienti ad escludere una contaminazione degli acquiferi: la classificazione considera inoltre gli inquinanti come persistenti nel tempo, quindi è ancora più valida per sostanze che si degradano.

Definite le aree prioritarie di studio ed indagine, è necessario passare ad una fase **fase di approfondimento**, che deve da un lato individuare le zone critiche oggetto di monitoraggio, dall'altra stabilire le priorità in tema di principi attivi e loro uso.

L'aspetto riguardante l'uso del territorio deve incentrarsi sulla definizione delle colture presenti e dei loro cicli produttivi, nonché della tipizzazione dei suoli e delle loro proprietà chimiche, fisiche e biologiche.

Per il discorso dei principi attivi è necessario tener conto dei dati di utilizzo a scala regionale e sulle singole colture, di valutazioni di pericolosità per la contaminazione delle acque dei principi attivi utilizzati.

Si fa ricorso ai dati esistenti sul territorio (dati PAC, carte pedologiche, produzioni regionali, superfici colturali, dati ISTAT) nonché ai dati relativi alla commercializzazione e uso dei prodotti fitosanitari ed alla schematizzazione di indici di pericolosità o priorità che tengono conto dei vari fattori specifici e ambientali che influiscono sul potenziale impatto ambientale.

Quest'approccio consente di selezionare alcune sostanze da utilizzare come indicatori principali di valutazione della vulnerabilità ambientale.

Gli indici applicati hanno riguardato la valutazione del potenziale di lisciviazione dei principi attivi (indice GUS) o la valutazione generica di tutte le principali componenti ambientali e intrinseche delle sostanze commercializzate (Indice di priorità).

Arrivati a selezionare le aree critiche da valutare e le sostanze indicatrici **l'approccio multicriteriale** adottato ha previsto due livelli di verifica delle ipotesi e valutazioni effettuate:

- il **monitoraggio** di alcune aree critiche
- l'esecuzione di **simulazioni modellistiche di lisciviazione**

Le **aree da monitorare** sono state selezionate in funzione del massimo grado di criticità esistente, valutato in funzione delle caratteristiche morfologiche, pedologiche e idrogeologiche.

*Per le acque sotterranee sono state selezionate porzioni di acquiferi alluvionali delle piane intra-appenniniche umbre, in cui si erano già riscontrate in passato positività ad alcuni fitofarmaci, dove esistevano anche altre evidenze di contaminazione (alti tenori di nitrati), falda poco profonda e suoli di buona permeabilità.*

*Per le acque superficiali l'attenzione è stata rivolta al bacino del Lago Trasimeno, dichiarato vulnerabile ai fitofarmaci dal Piano Stralcio PS2 dell'Autorità di bacino del fiume Tevere. Era pertanto prioritario effettuare la verifica di tale dichiarazione andando ad indagare i principali torrenti e fossi afferenti al lago.*

Le **valutazioni modellistiche** sono state previste sulle stesse aree alluvionali, anche in considerazione della maggiore disponibilità di dati per le simulazioni.

L'approccio utilizzato si basa sulla zonazione del territorio mediante una differenziazione basata sulle caratteristiche meteorologiche e pedologiche che, attraverso l'interfaccia con tecniche GIS, consentono di applicare su superfici omogenee (mega-plots) quanto modellato a scala di singola sostanza campione su un profilo di terreno rappresentativo.

Sono state scelte 2 sostanze molto utilizzate in Umbria ed ad elevato rischio di lisciviazione, una rappresentativa delle colture vernine, l'altra di quelle primaverili.

*I risultati delle simulazioni condotte su ogni profilo rappresentativo di un mega-plot, su cicli meteorologici trentennali, hanno fornito valutazioni di lisciviazione in uscita dal suolo (2 metri la profondità indicativa).*

Il confronto di questi risultati (estendibili a tutto il mega-plot) con i dati di monitoraggio dovrebbe portare alla **perimetrazione di aree vulnerabili** come **prima individuazione**: ossia, l'accertata vulnerazione delle falde dai dati di monitoraggio nelle aree campione potrebbe essere estesa a tutte le situazioni analoghe oggetto di analogo risultato positivo del modello. Le superfici da perimetrare corrisponderebbero ai mega plot del modello. Nel caso di non sovrapposizione dei risultati, le aree vulnerate sono sicuramente vulnerabili mentre le positività da modello in uscita dal suolo non necessariamente significano contaminazione della falda (tempo di transito nel non saturo, tempi di decadimento delle sostanze), le soluzioni sono da discutere.

A tal fine è stata realizzata una convenzione con il Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale dell'Università degli Studi di Perugia (DISAPROV) incentrata sull'approccio modellistico e volta a individuare le aree vulnerabili da prodotti fitosanitari in Umbria in rapporto alle vendite, alle condizioni pedoclimatiche, alle colture più rappresentate nel territorio regionale e ai risultati dei controlli analitici di acque prelevate dai principali acquiferi alluvionali.

#### **4. IL CONTROLLO SULLA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO**

In Umbria si è avviato un monitoraggio strutturato delle acque sotterranee nel 1998, con la partecipazione al progetto interregionale PRISMAS (Programma Triennale per la Tutela Ambientale 1994/96), che ha portato alla messa a regime dei controlli ai sensi del DLgs. 152/99 fin dall'anno 2000.

Le conoscenze idrogeologiche ed idrochimiche acquisite dalla Regione negli acquiferi alluvionali, aree a maggior grado di pressione antropica ed in particolare agricola, sono state alla base della metodologia di individuazione dei reticoli di monitoraggio. I pozzi individuati sono rappresentativi delle diverse condizioni idrogeologiche delle falde e dei rapporti con le acque superficiali, e sono stati controllati con misure periodiche trimestrali, sia qualitative che quantitative.

##### **4.1 Controlli istituzionali**

Nel periodo 1998-2004, all'interno del programma generale di monitoraggio, conoscitivo trimestrale nei primi 2 anni e semestrale a regime dall'anno 2000, sono state effettuate campagne semestrali o annuali di monitoraggio dei fitofarmaci nelle acque sotterranee che hanno interessato tutti i punti della rete di monitoraggio regionale. Sulle sorgenti, rappresentative degli acquiferi calcarei montani, non si sono mai avuti indizi di contaminazione. Sugli acquiferi alluvionali sono stati riscontrati alcuni valori positivi alternati tra campionamenti primaverili e autunnali, rappresentativi di diverse condizioni idrologiche dei sistemi (Alta Valle del Tevere, Valle Umbra, Media Valle del Tevere, Conca Eugubina), ad eccezione della Conca Ternana a ridotta vocazione agricola.

L'attività di monitoraggio a scala regionale, benché non calibrata sulla problematica fitofarmaci e con un set analitico dipendente dallo stato di sviluppo delle metodiche disponibili, ha prodotto riscontri positivi che riguardano alcuni tra i più diffusi principi attivi utilizzati, rinvenuti in concentrazioni solo raramente elevate e mai in modo continuativo sugli stessi punti di controllo.

A partire dal 2002 sono state effettuate successive modifiche al set di parametri controllati come mostrato in tabella 1.

Tab.1 – Prodotti fitosanitari controllati e limiti analitici

Principi attivi	Anni 1998-2001	Anno 2002		Anni 2003-2004	
	monitorati	monitorati	limite sensibilità strumentale	monitorati	limite di sensibilità strumentale
α, β Endosulfan	si	si	0,05-0,1	si	0,02
Alaclor	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Aldrin	si	si	0,05	si	0,01-0,02
Ametrina	si	no		no	
Atrazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Atrazina desetil	si	si	0,1	si	0,05
Atrazina desisopropil	si	si	0,1	si	0,05
Benfluralin	si	no		si	
Clordano	no	si	0,1	si	0,1
ClorProfam	si	no		no	
Dieldrin	si	si	0,05	si	0,01-0,05
Endrin	no	si	0,05	si	0,02-0,05
Eptacloro	si	no		no	
EptaCloroEpOssido	si	no		no	
EsaCloroBenzene	si	si	0,05	si	0,02-0,05
Fenclorfos	si	no		no	
Forate	no	si	0,05	si	0,05
γ-esaclorocicloesano	no	si	0,05	si	0,02-0,05
Lindano	si	no		si	0,02
Linuron	si	si	0,1	si	0,05-0,1
Malathion	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Metobromuron	si	si	0,1	si	0,05-0,1
Metolaclor	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
Oxifluorfen	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
Parathion Metile	si	no		no	
Pendimentalin	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
pp' DDD	si	no		no	
pp' DDT	si	no		no	
Profam	si	no		no	
Prometon	si	no		si	0,05
Prometrina	si	no		si	0,05
Propazina	si	no		si	0,05
Propizamide	si	no		si	0,02
Simazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Terbutilazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Terbutilazina desetil	no	no		si	0,05
Terbutrina	si	no		si	0,05
Trifluralin	si	no		no	
Zolfo	no	si	0,1-0,5	si	0,1-0,5

I principi attivi rinvenuti sono riportati in tabella 2, con riportata la frequenza di superamento del limite di potabilità.

Tabella 2: Principi attivi riscontrati nelle campagne di monitoraggio 1998-2004

n.	Prodotto fitosanitario	tipo	positività	n.	Prodotto fitosanitario	tipo	positività
1	Metolaclor	Clorurati	X	6	Alaclor	Clorurati	X
2	Terbutilazina	azotati	x	7	Pendimentalin	Clorurati	X
3	Simazina	azotati (triazine)	x	8	EsaCloroBenzene	Clorurati	X
4	Terbutrina	azotati (triazine)	x	9	Lindano	Clorurati	X
5	Metobromuron	azotati (ureici)	x	10			

La localizzazione dei casi positivi (figura 1) è indice certo di vulnerabilità delle falde, quantomeno nelle peggiori condizioni meteoroclimatiche e con probabile alterazione della capacità protettiva dei suoli ( by-pass possibile in falda indotto da pozzi mal costruiti), anche se ci sono riscontri ubicati sulle aree a vulnerabilità minore.

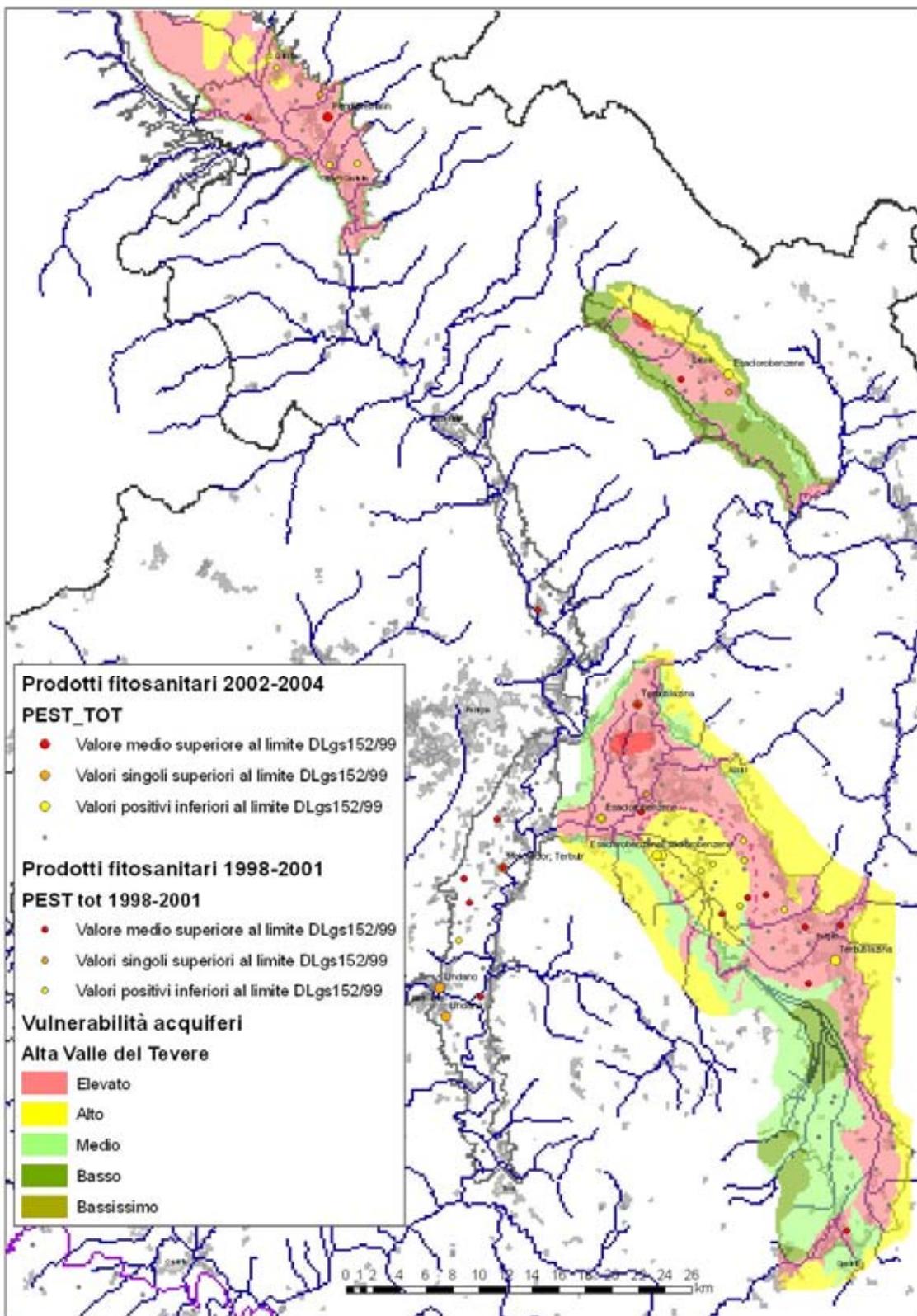


Figura 1: Positività riscontrate dal monitoraggio regionale nel periodo 1998-2004 a confronto con la vulnerabilità degli acquiferi (GNDCI, U.O. 4.11)

E' interessante notare come negli anni e nelle stagioni ci sia stata una variazione dei parametri positivi riscontrati.

Nella primavera 2000 sono risultati positivi 28 campioni su 197 (14%): sono stati individuati 17 campioni con concentrazioni superiori a 0,5 µg/l e 5 campioni con valori superiori a 0,1 µg/l: In tutti i casi sono stati superati i limiti di legge del DPR 236/88 in quanto è stato rilevato sempre un solo componente.

Occorre evidenziare che quasi tutti i campioni positivi sono riconducibili a due soli composti: il Metobromuron e la Terbutilazina. Uniche eccezioni un campione con Alaclor al limite dei valori di rilevabilità ed un campione con Metolaclor ( 0,33 µg/l).

La loro presenza riguarda circa il 10% dei campioni della Valle Umbra (8 campioni) e quasi il 20% dei campioni della Media Valle del Tevere (6 campioni). Sono stati individuati pesticidi anche in due campioni dell'Alta Valle del Tevere ed uno in Conca Eugubina. Nessun campione della Conca Ternana presenta contaminazione da pesticidi.

Le misure effettuate su campionamenti autunnali evidenziano una situazione meno precaria (pochi campioni positivi) e con qualche differenza. Innanzitutto risultano positivi solo il Metobromuron e l'Esaclorobenzene, con valori elevati in particolare nei pozzi dell'Alta Valle del Tevere. Questo indica che la presenza in falda dipende dai tempi di transito nel non saturo e dal periodo dei trattamenti.

Le principali variazioni nel tempo sono state le seguenti:

1. in Alta Valle del Tevere, nel periodo 1998-2001 era stata rilevata la presenza di tre principi attivi (esaclorobenzene, terbutilazina, metobromuron) in punti localizzati lungo la fascia orientale. Nel periodo 2002-2004 viene invece rilevata una sola positività al pendimetalin in concentrazione superiore a 0,5 µg/l;
2. in Conca Eugubina la presenza dei prodotti fitosanitari è rara in ambedue i periodi di monitoraggio. Nel periodo 1998-2001 era stata rilevata la presenza di due principi attivi (esaclorobenzene, metobromuron) in singoli punti nell'area a sud di Gubbio, nel periodo 2002-2004 si ha una sola presenza di esaclorobenzene nella stessa area;
3. in Media Valle del Tevere nel periodo 1998-2001 era stata rilevata la presenza di metobromuron in concentrazioni superiori a limite legge in un punto del settore nord, mentre nel periodo di monitoraggio successivo non vengono mai superati i limiti di legge. Nella zona sud nel periodo 1998-2001 quattro punti, prevalentemente concentrati nella area più critica per il tenore in nitrati, superano i limiti di concentrazione previsti dalla norma per i prodotti fitosanitari (metobromuron e terbutilazina). Nel triennio 2002-2004 viene confermato l'inquinamento da fitosanitari in un punto all'altezza di Torgiano già risultato inquinato in precedenza ma in questo caso i principi attivi ritrovati sono metolaclor e terbutrina. Più a sud in altri due casi vengono superati i limiti per la presenza di lindano, principio attivo non monitorato nel periodo precedente;
4. In Valle Umbra, Settore acquifero freatico di Petrignano d'Assisi, nel periodo 1998-2001 un punti superava i limiti di concentrazione previsti dalla norma per i prodotti fitosanitari (metobromuron, simazima e terbutilazina), in altri due si aveva presenza in concentrazioni inferiori ai limiti di legge. Nel triennio 2002-2004 viene confermato l'inquinamento da terbutilazina in un punto a nord di Petrignano e viene rilevata presenza di esaclorobenzene in un punto nella parte meridionale dell'area precedentemente inquinato da metobromuron (concentrazioni inferiori al limite di legge);
5. In Valle Umbra, Settore acquifero freatico di Assisi-Spello, nel periodo 1998-2001 presenza di terbutilazina in concentrazioni inferiori limite di legge in due punti, nel periodo 2002-2004 presenza di esaclorobenzene in un punto;
6. In Valle Umbra, Settore acquifero freatico di Foligno, nel periodo 1998-2001 venivano superati i limiti previsti dalla norma per cinque punti. Il problema era legato alla presenza in particolare di metobromuron in un caso associato a terbutilazina. Nel 2002-2004 tra i prodotti fitosanitari viene segnalata solo la presenza di terbutilazina, in un punto in concentrazione inferiore ai limiti di legge;
7. In Valle Umbra, Settore acquifero freatico di Spoleto, nel periodo 1998-2001 venivano superati i limiti di legge solo in un punto localizzato immediatamente a nord di Spoleto. Le sue acque presentavano elevate concentrazioni in composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene) e prodotti fitosanitari (terbutilazina).

## 4.2 Indagini e ricerche specifiche

Uno studio specifico è stato avviato da ARPA, quale Unità Operativa 4.11 del GNDCI-CNR, all'interno del Progetto MIMA (Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi), in collaborazione con un'analoga Unità Operativa presente presso l'IRSA-CNR.

In tale ambito è stato sperimentato il test **E.L.I.S.A.** (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay): saggio immunoenzimatico particolarmente sensibile per la determinazione degli erbicidi più comunemente utilizzati in agricoltura

L'indagine con il metodo E.L.I.S.A. test ha visto la raccolta nell'anno 2002 sul reticolo regionale delle acque sotterranee di 27 campioni di acqua di falda, di cui 10 nella Media Valle del Tevere e i restanti 17 nella Valle Umbra Nord, allo scopo di verificare la presenza nelle acque di falda considerate di alcuni erbicidi, tra i più utilizzati in agricoltura, e dei loro prodotti di trasformazione.

Per la determinazione degli erbicidi presenti nei campioni raccolti sono state utilizzate sia tecniche tradizionali di laboratorio (limite di rilevabilità di 0,05 µg/l per singolo composto) che il test E.L.I.S.A., particolarmente sensibile per la determinazione degli erbicidi più comunemente utilizzati in agricoltura: triazine, alachlor ed erbicidi ureici.

I limiti di rilevabilità del test sono risultati: 0,02 µg/l per le triazine, 0,046 µg/l per l'alachlor e 0,02 µg/l per gli erbicidi ureici (linuron, diuron e metobromuron).

La Tabella 3 mostra i risultati ottenuti.

Tabella 3: Risultati del test E.L.I.S.A. sui campioni della Media Valle del Tevere e Valle Umbra nel 2002.

Acquifero	n. punti campionati	Positività Triazine	Valore max Triazine (µg/l)	Positività Alachlor	Valore max Alachlor (µg/l)	Positività Erbicidi ureici	Valore max Erbicidi ureici
Media Valle del Tevere	10	10	0,041	1	0,114	8	0,029
Valle Umbra	17	8	0,063	1	0,207	16	0,030

La ricerca di metaboliti, finora limitata ai composti dell'Atrazina e Terbutilazina nelle analisi di routine, ha beneficiato di una collaborazione ad una ricerca promossa negli anni 2002-2003 dall'Istituto Superiore di Sanità (Progetto: Fattori di rischio ambientali e nuovi approcci metodologici di prevenzione primaria; Linea di ricerca: Valutazione del rischio ambientale associato alla presenza di metabolici dei pesticidi nelle risorse idropotabili di origine sotterranea.), per la quale sono stati forniti campioni d'acqua relativi alla campagna del dicembre 2002 in Alta Valle del Tevere (Bottoni, 2005, comunicazione personale, studio in corso di stampa) Rispetto ad una gamma di sostanze e relativi metaboliti, definite nel progetto di indagine, sono stati ricercati e rinvenuti i principi attivi presentati nelle Tabelle 4 e 5.

Tabella 4: Elenco dei metaboliti controllati da ISS a dicembre 2002 sui campioni dell'Alta Valle del Tevere.

COMPOSTI PARENTALI	METABOLITI CORRISPONDENTI
Aldicarb	
carbofuran	benfuracarb*
atrazina	desetilatrazina (DEA)
atrazina, simazina, cianazina	deisopropilatrazina (DIA)
terbutilazina	desetilterbutilazina (DET); deisopropilatrazina (DIA)
diuron	monuron*
diuron, linuron	1-(3,4-diclorofenil)urea (DCPU) 3,4-dicloroanilina (DCA)
linuron	1-(3,4-diclorofenil)-3-metilurea (DCPMU)
diuron, monolinuron	4-clorofenilurea (CPU)
monolinuron	4-cloroanilina

Tabella 5: Positività delle analisi ISTISAN, dicembre 2002, sui campioni dell'Alta Valle del Tevere.

POZZI	ATRA	TERB	DEA	DET	MONOL	DIURON	DCPMU	CARBOF	TOTALE
AVT 17	0,05	-	0,03	0,07	-	-	-	-	0,15
AVT 18	0,08	-	0,09	-	-	-	-	0,05	0,22
AVT 20	-	0,12	-	0,32	-	-	-	-	0,44
AVT 21	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,03
AVT 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVT 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVT 28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVT 29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVT 33	-	-	-	-	0,05	0,04	0,02	0,12	0,23

ATRA=atrazina; TERB=terbutilazina; DEA=desetilatrazina; DET= desetilterbutilazina MONOL=monolinuron DIURON=diuron DCPMU=diclorofenilmetilurea CARBOF=carbofuran

### 4.3 Il monitoraggio dei corpi idrici superficiali

Il monitoraggio dei fitofarmaci sulle acque superficiali è stato attuato dall'anno 2000 sulle stazioni di campionamento dei corpi idrici significativi. Sono state individuate alcune stazioni significative per il controllo:

Fiume Tevere: Stazione TVR5, Torgiano, a valle confluenza del Chiascio

Fiume Chiascio: Stazione CHS2, Bettona, a monte confluenza Topino

Fiume Topino: Stazione 2217, Foligno

Fiume Topino: Stazione 2220, Bettona, a monte confluenza Chiascio

Fiume Timia: Stazione 2213, Bevagna, a monte confluenza Topino

I parametri analizzati sono stati quelli della tabella 1 Allegato 1. Semestralmente sono state effettuate le misurazioni dei seguenti parametri: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin, DDT, Esacloro benzene, Esaclorocicloesano (Lindano).

Dal 2002 è stato sviluppato sulle stesse stazioni il controllo su un nuovo gruppo di fitofarmaci comprendente, con quelle in grassetto facenti parte della Tabella 8.5 del DM 18 settembre 2002.

Non si sono riscontrate positività superiori ai limiti di rilevabilità strumentale di Tabella 6.

Tabella 6: Elenco delle sostanze controllate semestralmente sulle acque superficiali.

Principi attivi controllati dall'anno 2000	Limite di rilevabilità µg/L	Principi attivi controllati dall'anno 2002	Limite di rilevabilità µg/L
Aldrin		alpha e beta endosulfan,	
Dieldrin		Alaclor	
Endrin		Linuron	
Isodrin		Malation,	
DDT		metobromuron	
Esaclorobenzene		metolaclor	
Esaclorocicloesano (Lindano)		Oxifluorfen	
		Pendimetalin	
		Simazina	
		Terbutilazina	

### 4.4 Il monitoraggio del Lago Trasimeno

Il Lago Trasimeno, classificato dal PS.2 dell'Autorità di bacino del F. Tevere come vulnerabile da prodotti fitosanitari, è oggetto di controlli sulle stazioni di monitoraggio attive per due diverse tipologie di utilizzo funzionale (potabilità e balneazione) e per la qualità ambientale.

Il controllo dello stato ambientale è eseguito semestralmente su 3 stazioni, quello per la potabilizzazione è mensile: le stazioni sono distanti dai punti di immissione dei principali corsi d'acqua affluenti al lago e rappresentano quindi condizioni di particolare vulnerazione qualora si abbiano risultati positivi da fitofarmaci. Nella tabella 7 si riporta l'elenco dei principi attivi controllati negli anni sulle stazioni 2003-2004.

Positività sono state riscontrate soltanto nei mesi estivi piovosi del 2004, in corrispondenza con periodi di utilizzo al campo, e sono relative a 2 soli principi attivi: metolaclor, terbutilazina.

Tabella 7: Principi attivi controllati al lago Trasimeno (stazioni qualità ambientale e specifica destinazione potabile)

n.	Prodotto fitosanitario	tipo	n.	Prodotto fitosanitario	tipo
1	Propizamide	azotati	18	α β Endosulfan	Clorurati
2	<b>Terbutilazina</b>	azotati	19	Alaclor	Clorurati
3	ClorProfam	azotati (carbammati)	20	Aldrin	Clorurati
4	Profam	azotati (carbammati)	21	Dieldrin	Clorurati
5	Benfluralin	azotati (nitroderivati)	22	Eptacloro	Clorurati
6	Trifluralin	azotati (nitroderivati)	23	EptaCloroEpOssido	Clorurati
7	Ametrina	azotati (triazine)	24	EsaCloroBenzene	Clorurati

8	Atrazina	azotati (triazine)	25	Lindano	Clorurati
9	Atrazina desetil	Metabolita	26	<b>Metolaclor</b>	Clorurati
10	Atrazina desisopropil	Metabolita	27	Oxifluorfen	Clorurati
11	Prometon	azotati (triazine)	28	Pendimentalin	Clorurati
12	Prometrina	azotati (triazine)	29	pp' DDD	Clorurati
13	Propazina	azotati (triazine)	30	pp' DDT	Clorurati
14	Simazina	azotati (triazine)	31	Fenclorfos	Fosforati
15	Terbutrina	azotati (triazine)	32	Malathion	Fosforati
16	Linuron	azotati (ureici)	33	Parathion Metile	Fosforati
17	Metobromuron	azotati (ureici)	34	Terbutilazina desetil	Metabolita

## 5. IL MONITORAGGIO DELLE AREE CRITICHE

### 5.1 La definizione delle zone d'indagine

Il quadro conoscitivo idrogeologico e ambientale della Regione ha consentito di identificare i corpi idrici più a rischio di contaminazione da fitofarmaci negli acquiferi alluvionali della Valle del Tevere, della Valle Umbra e della Conca Eugubina.

La Conca Ternana è stata ritenuta meno significativa, nonostante l'elevato grado di vulnerabilità attribuito dalla cartografia realizzata negli anni '90, in quanto a minor vocazione agricola.

All'interno delle 4 zone alluvionali principali individuate, sono stati presi in esame i dati relativi a profondità e direttrici di flusso delle falde e si sono considerati altri indicatori importanti di inquinamento diffuso di origine agricola: i nitrati.

L'analisi delle criticità da nitrati è stata attivata nel 2003 sulla base dei dati della rete regionale di monitoraggio e sono state individuate 7 aree critiche dove concentrare l'attenzione: è stata realizzata una rete locale di monitoraggio su cui eseguire misure di livello di falda e campionamento per la determinazione dei tenori in nitrati (*Vedasi Monografia 3*).

Quattro delle 7 aree ricadono in Valle Umbra e una ciascuna in Alta Valle del Tevere, Media Valle del Tevere e Conca Eugubina.

La valutazione del tenore dei nitrati come indicatore principale di sensibilità delle falde alla contaminazione, è stata incrociata con valutazioni dei tempi potenziali di migrazione di sostanze idrovelicolate nel sottosuolo in funzione degli spessori e della natura di suolo e non saturo.

L'analisi ha portato a individuare 6 porzioni delle sette zone critiche da nitrati come maggiormente a rischio anche per i fitofarmaci, escludendo la sola zona di S.Maria degli Angeli in quanto poco omogenea e rappresentativa di falde consistenti:

- Conca Eugubina: zona a sud di Gubbio;
- Alta valle del Tevere: zona tra S. Giustino e Cerbara
- Media valle del Tevere: zona Ponte S. Giovanni- Marsciano
- Valle Umbra: zona di Petrignano d'Assisi, zona di Foligno, zona di Spoleto.

La zona di Petrignano in Valle Umbra Nord ha inoltre evidenziato una maggior significatività sulle fasce marginali, in quanto la zona centrale risulta avere una falda ad oltre 20 metri di profondità e simulazioni di trasporto nel non saturo indicavano tempi di migrazione dei fronti umidi dell'ordine di uno o più anni.

### 5.2 L'impostazione della rete di controllo

Nelle zone prescelte risultavano presenti circa 250 dei 300 punti di monitoraggio della rete locale per i nitrati, con pozzi idonei a rappresentare anche buone condizioni di campionamento e significatività per il monitoraggio dei fitofarmaci.

Sulla base delle valutazioni agronomiche e di pericolosità delle sostanze utilizzate sul territorio come prodotti fitosanitari, è stato proposto di definire una doppia rete di controllo su tali aree, anche in relazione a gruppi di principi attivi utilizzati in maniera specifica sulle stesse:

1. per le colture autunno vernine (cereali)
2. per le colture primaverili estive (mais, tabacco, barbabietola...)

Su tutti i pozzi presenti, ad esclusione di quelli che dall'analisi di ortofoto risultavano ubicati in zone urbane, nella primavera 2004 è stata fatta una ricognizione per individuare le colture presenti nell'intorno degli stessi, valutata in un raggio di circa 2-300 metri, in posizione tale da poter rappresentare la fonte di contaminazione dell'acqua di falda captata dai pozzi stessi.

Ciascuna scheda di rilevamento è stata poi classificata in funzione della rappresentatività del punto per le colture vernine o primaverili in 3 classi di significatività.

Il reticolo di campionamento è stato infine definito partendo dai punti risultati maggiormente significativi, selezionati anche in base alla rappresentatività delle aree critiche.

In totale sono stati individuati 80 punti di monitoraggio, 40 per le colture vernine e 40 per quelle primaverili-estive, ripartiti come in tabella 8.

Tabella 8: Punti di campionamento delle aree critiche anno 2004

Acquifero	Zona critica	Punti monitoraggio colture vernine	Punti monitoraggio colture primaverili
Conca Eugubina	Sud di Gubbio	5	3
Alta valle Tevere	S. Giustino-Cerbara	5	6
Media Valle Tevere	Ponte S. Giovanni-Marsciano	10	10
Valle Umbra	Petrignano di Assisi	7	7
	Foligno	8	8
	Spoletto	5	6

Per le colture primaverili estive è stata data maggiore rilevanza al mais, e successivamente al girasole, al tabacco ed alla barbabietola, con un buon numero di stazioni poste al centro di più colture .

### 5.3 Le campagne di campionamento e analisi

I parametri indicatori, utilizzati nel monitoraggio, derivano dalle valutazioni fatte sulla base del potenziale di lisciviazione e dell'uso di tali sostanze sulle colture campione, oltre che dalla disponibilità analitica dei laboratori.

I campionamenti sono stati programmati in funzione dell'andamento climatico (primavera piovosa) e dei periodi di trattamento delle colture (febbraio per le vernine, da aprile in poi per le altre), e sono stati adattati anche al quadro emerso in corso d'opera.

Alle 3 campagne per tipologia di coltura (maggio, giugno e settembre per le vernine, luglio, settembre e ottobre per quelle primaverili estive) se ne è aggiunta una a gennaio 2005 per verificare la persistenza in falda di alcuni principi nel periodo antecedente il loro reimpiego sul terreno.

Sui campioni delle zone riferite a colture vernine sono state effettuate le seguenti determinazioni:

1. **MCPA, 2,4D, Mecoprop, Bentazone, Dicamba:** su tutte le campagne, dal Laboratorio di Chimica del DISAPROV dell'Università di Perugia;
2. 175 principi attivi (metodo multiresiduo ufficiale, elenco in Allegato) tra cui le sostanze indicatore di tutte le colture indagate (**metolachlor, terbutilazina, chloridazon**), sulla campagna di giugno 2004, dai Laboratori di ARPAT Toscana.

Sui campioni delle zone riferite a colture primaverili estive sono state effettuate le seguenti determinazioni:

1. 38 principi attivi sulle campagne di luglio e ottobre 2004, dal Laboratorio ARPA Umbria di Perugia, tra cui le sostanze indicatore (**metobromuron, metolachlor, terbutilazina**);
2. 163 principi attivi (metodo multiresiduo ufficiale, elenco in Allegato), sulla campagna di settembre 2004, dai Laboratori di ARPAT Toscana, tra cui le sostanze indicatore (**metolachlor, terbutilazina**).

### 5.4 I risultati ottenuti

Il controllo delle colture vernine ha evidenziato positività per 4 indicatori, con un massimo di riscontri e valori elevati nel campionamento di settembre per il Mecoprop, e soltanto l'MCPA è risultato sempre negativo. Dicamba e 2,4D sono risultati positivi solo a giugno 2004.

Lo screening effettuato sui campioni di giugno ha fatto riscontrare in più campioni tracce di triazine (atrazina, terbutilazina, propazina), loro metaboliti, e alcuni casi di metolachlor.

Valori oltre la concentrazione di 0,1 µg/L sono risultati essere relativi a un punto della zona di Foligno (propazina) e S. Martino in Campo (Metolachlor).

Il quadro delle risultanze è riportato in tabella 9.

Tabella 9: Positività delle analisi per principio attivo e per zone di indagine sulle colture vernine

Principio attivo	Maggio	Giugno	Settembre	Gennaio
------------------	--------	--------	-----------	---------

	2004	2004	2004	2005
Bentazone	8	2	8	0
MCPA	0	0	0	0
Mecoprop	3	7	23	1
Dicamba	0	2	0	0
2,4D	0	4	0	0
Altri (terbutilazina, Terb. Desetil, Atrazina, Atrazina desetil, Metolaclor, Propazina)	Non eff.	8	Non eff.	Non eff.
<b>Zona</b>	<b>Maggio 2004</b>	<b>Giugno 2004</b>	<b>Settembre 2004</b>	<b>Gennaio 2005</b>
<b>Zona Gubbio sud (5 punti)</b>	1	2	2	0
<b>Zona S.Giustino –Cerbara (5 punti)</b>	1	2	0	0
<b>Zona S.Martino in Campo–Marsciano (10 punti)</b>	0	5	9	1
<b>Zona Petrignano (7 punti)</b>	0	5	5	0
<b>Zona Spello-Foligno (8 punti)</b>	5	2	7	0
<b>Zona Castel Ritaldi-Spoleto (5 punti)</b>	2	1	3	0

Per le **colture primaverili estive** le campagne di luglio e ottobre, con il set analitico del Laboratorio ARPA di Perugia (38 parametri di tabella 21) non hanno dato risultati positivi in nessun campione (limite di rilevabilità per i principi attivi quasi sempre tra 0,02-0,05 µg/L).

Sui campioni di settembre, analizzati da ARPAT Toscana, sono stati riscontrati 6 campioni positivi con tracce inferiori a 0,1 µg/L di Terbutilazina, Atrazina e valori più significativi di Terbutilazina desetil, tra cui uno superiore a 0,1 µg/L a Passaggio di Bettona in Valle Umbra.

La cartografia delle figure 2 e 3 riporta i valori osservati per le colture vernine: nella prima sono messi a confronto i valori di Mecoprop rilevati nei 4 periodi di campionamento, nella seconda i valori massimi registrati per le 4 sostanze indicatrici risultate positive.

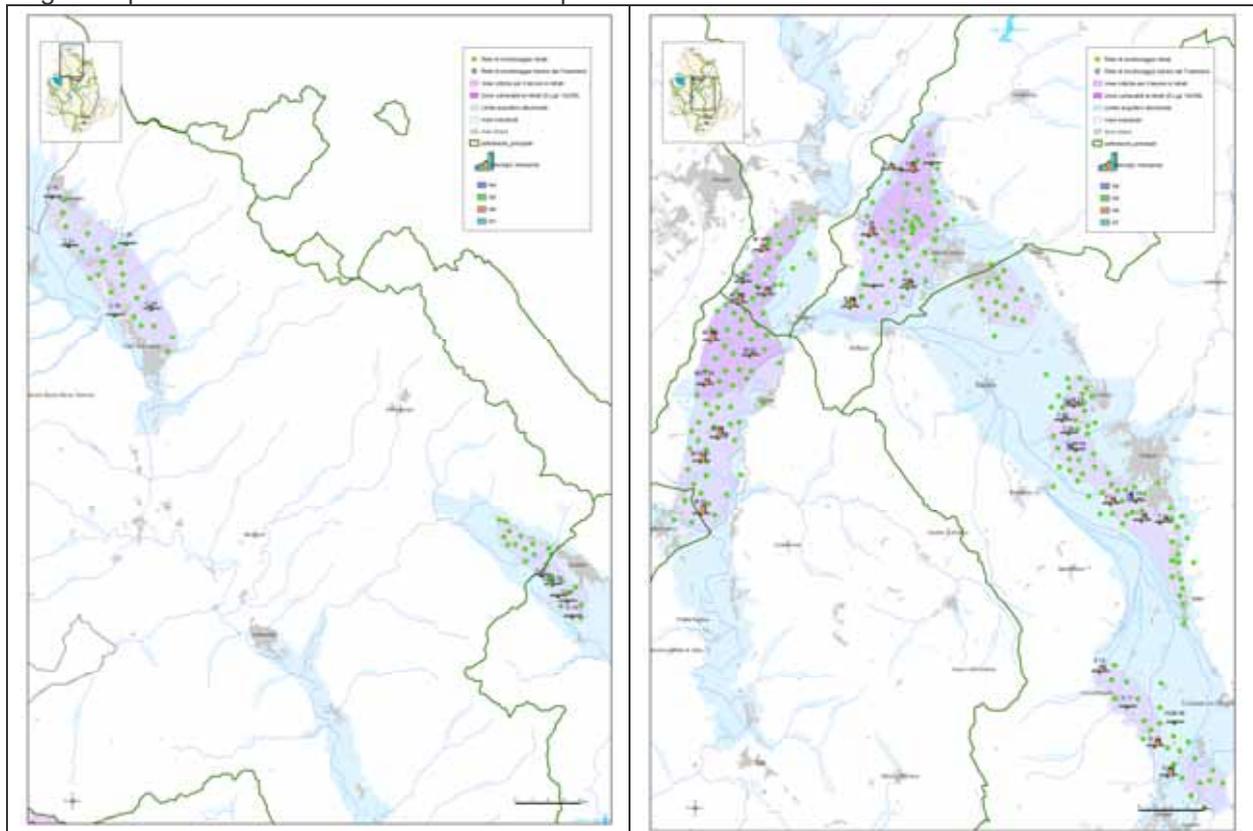


Figura 2. Valori di Mecoprop nelle 4 campagne di monitoraggio



## 6. IL QUADRO SUI PRINCIPI ATTIVI IN ITALIA E IN UMBRIA

### 6.1 Il quadro sui controlli nazionali

Da diversi anni le Agenzie regionali ambientali sono impegnate in attività di monitoraggio per verificare i livelli di contaminazione delle acque da parte dei residui di prodotti fitosanitari, a dimostrazione di un'immutata attenzione nei confronti dei rischi di inquinamento della risorsa idrica causati dal largo utilizzo di questi prodotti nel nostro paese. Fin dal 1997 il gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA "Fitofarmaci", con la collaborazione di tutte le Agenzie ambientali, ha raccolto ed elaborato i dati di monitoraggio delle regioni italiane con lo scopo di fornire una base informativa e conoscitiva del fenomeno, di verificare modelli ed indici previsionali e di elaborare indicatori ed indici.

Di seguito, vengono presentati i dati relativi ai monitoraggi in acque superficiali e sotterranee del 2003, i risultati delle elaborazioni ed i confronti con gli anni precedenti (A. Franchi 5° Convegno nazionale "Fitofarmaci e Ambiente", Palermo 20 e 21 ottobre 2004).

I dati 2003, che sono riferiti a 17 regioni e province autonome, riguardano le acque superficiali di 564 corpi idrici, 972 punti di prelievo, e 6650 campioni e le acque sotterranee di 4413 punti di monitoraggio e 6514 campioni. Un totale quindi di 13164 campioni per oltre 450.000 misure effettuate.

In sintesi, nella tabella n.10, sono riportati i risultati complessivi ed il confronto con gli anni precedenti.

Tabella 10. sostanze attive riscontrate nelle acque e confronto con anni precedenti

	n° ss.aa. ritrovate	misure positive	misure totali	% di misure positive
	anno 2003			
ACQUE SUPERFICIALI	66	3453	246379	1,40
ACQUE SOTTERRANEE	46	2743	215279	1,27
TOTALI	81	6196	461658	1,34
anno 2002				
ACQUE SUPERFICIALI	58	3382	312262	1,08
ACQUE SOTTERRANEE	40	3123	181312	1,72
TOTALI	74	6505	493574	1,32
anno 2000				
ACQUE SUPERFICIALI	66	3001	259483	1,16
ACQUE SOTTERRANEE	32	3182	174177	1,83
TOTALI	74	6183	433660	1,43

Nel 2003 le sostanze attive riscontrate nelle acque, rispetto alle 313 ricercate, sono state complessivamente 81, rappresentate principalmente da erbicidi (50%), quindi insetticidi (26%) e fungicidi (24%). Nelle acque superficiali le sostanze attive più frequentemente ritrovate sono state: **terbutilazina, metolacolor, oxadiazon, atrazina e dimetanamide**. Nelle acque sotterranee sono state: **atrazina, terbutilazina, simazina, diclobenil e bromacilone**.

Per valutare la qualità dell'ambiente idrico, almeno nel nostro paese, è necessario spostare l'attenzione su altre sostanze.

Oltre alle molecole tradizionali come gli erbicidi triazinici, cloroacetanilidici e il bentazone, il cui potenziale di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee è conosciuto da tempo e ancora una volta confermato nel corso del 2003, si consolidano ai primi posti della classifica delle molecole maggiormente rilevate nelle acque, altre sostanze quali i fungicidi acilalaninici, triazolici e dicarbossimmidici, gli erbicidi triazinonici, sulfonilureici, oxadiazolici, amidici, uracilici.

I dati dell'indagine possono costituire una preziosa base di informazione per la progettazione di futuri programmi di monitoraggio. Sarebbe necessario, prima di definire piani di monitoraggio, determinare, con opportune indagini, da un lato le aree a maggior rischio e le risorse idriche particolarmente vulnerabili, dall'altro le sostanze attive da ricercare, selezionate con un criterio di priorità, che tenga conto del potenziale rischio nei confronti dell'ambiente e dell'uomo.

I risultati dei monitoraggi, insieme ai dati sulle quantità utilizzate di fitofarmaci, ai dati di comportamento ambientale, permettono di calcolare indici di priorità globali, su scala nazionale, regionale o provinciale, associati alle sostanze attive, sulle quali orientare e concentrare le future campagne di monitoraggio. Tale criterio di lavoro è in linea con gli stessi metodi utilizzati a livello europeo.

## 6.2 I dati di vendita in Umbria

Il carico totale di prodotti fitosanitari sul territorio regionale è stato ricavato dai dati di vendita di formulati commerciali, disponibili presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Tali dati provengono dalle dichiarazioni dei rivenditori i quali notificano semestralmente le vendite, ai sensi del D.M. 217/91, al Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN).

Le elaborazioni effettuate presentano le seguenti approssimazioni:

- le quantità vendute si riferiscono al formulato commerciale contenente la sostanza attiva e non tengono conto della concentrazione effettiva di quest'ultima;
- i dati si riferiscono alle quantità notificate dai rivenditori;
- le quantità vendute in ambito regionale possono non coincidere con le quantità effettivamente utilizzate;
- è possibile che una stessa quantità di prodotto commerciale sia dichiarata più volte nel caso di commercializzazione tra rivenditori, sovrastimando le quantità dichiarate.

L'indagine fa riferimento ai dati disponibili nella Regione, riferiti all'anno 2000, sulle quantità vendute pari a 37.614 q.li di fitofarmaci (prodotti commerciali) divisi in 201 differenti principi attivi. Nell'allegato è riportato l'elenco delle 50 sostanze attive maggiormente vendute in Umbria nel 2000 divise per le province di Perugia e Terni (dato espresso in quintali di formulato commerciale); esse rappresentano circa il 93% del quantitativo totale venduto. L'ulteriore elaborazione dei dati di vendita disponibili ha consentito il passaggio dal valore espresso in quintali o ettolitri di prodotto commerciale, a quantitativi di principio attivo. In allegato sono riportati i primi 50 prodotti fitosanitari in ordine decrescente rispetto al quantitativo di principio attivo venduto.

L'aggregazione dei dati porta in questo caso alla seguente situazione:

- prodotti ad azione fungicida, 19 sostanze per un totale di 7.576 q.li;
- prodotti ad azione erbicida, 21 sostanze per un totale di 2.233 q.li;
- fitoregolatori, 1 sostanza per un totale di 60 q.li;
- geodisinfestanti, 1 sostanza per un totale di 18 q.li;
- insetticidi, 8 sostanze per un totale di 343 q.li.

Inoltre, in considerazione del fatto che alcuni prodotti fitosanitari, come ad esempio le solfoniluree, hanno dosi di impiego estremamente basse, si è operata una ulteriore elaborazione ordinando i prodotti per numero di ettari potenzialmente trattati, come evidenziato in allegato.

Questo tipo di elaborazione permette di apprezzare la reale distribuzione dei fitofarmaci impiegati a bassi dosaggi. Ad esempio il triasulfuron, erbicida largamente impiegato nel diserbo dei cereali, si ritrova ai primissimi posti della graduatoria, visto che la dose di applicazione è di soli 11 g/ha. In questo caso è chiaro che pochi quintali di prodotto coprono un'area estremamente estesa.

La tabella 11 riporta il consumo di prodotti fitosanitari (kg) per ettaro di SAU in Umbria, dal 1994 al 2000. Il consumo medio, pari a 7,9 kg/ha, è in diminuzione pur in presenza di un "picco" di consumi registrato nell'anno 2000. Ciò è dovuto ai dati di vendita di due principi attivi, ad azione fungicida, **dinocap e miclobutanil** i cui valori risultano esorbitanti rispetto a quelli registrati negli anni precedenti in Umbria. Non essendo credibile un utilizzo di tali quantità sul territorio regionale, è ipotizzabile l'acquisto da parte di uno o più rivenditori umbri, finalizzato all'esportazione di tali fungicidi verso regioni limitrofe.

Tabella 11. Consumo di prodotti fitosanitari in Umbria (kg/ha SAU)

Anni	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Media
kg/ha	8,6	9,3	7,8	6,8	6,4	6,3	10,2	7,9

Fonte: dati SIAN, ISTAT, INEA

## 7. DEFINIZIONE DELLE SOSTANZE PRIORITARIE DA MONITORARE

### 7.1 Valutazione del rischio ambientale mediante indice GUS

Le elaborazioni dei dati di vendita, effettuate per prodotto commerciale e per principio attivo, permettono di valutare il destino ambientale dei 60 prodotti più rappresentati in Umbria, mediante l'indice di lisciviazione secondo Gustafson, definito come GUS (Groundwater Ubiquity Score) =  $\log(DT_{50}) \times 4 - \log(koc)$ .

Tale indice viene calcolato in base ad un coefficiente di distribuzione Koc che varia in base alla sostanza organica contenuta nel terreno e in base al tempo di mezza vita  $DT_{50}$  del fitofarmaco nel terreno, cioè il tempo necessario affinché la sua concentrazione si riduca a metà. L'indice GUS assume, pertanto, un valore specifico per ogni principio attivo permettendo di effettuare una discriminazione tra fitofarmaci circa il pericolo di inquinamento delle falde.

Anche se la ricerca sul destino ambientale dei fitofarmaci è ormai attiva da alcuni decenni, questi dati non sono di facilissima reperibilità. Per la determinazione del tempo di mezza vita e del Koc occorre fare riferimento alle linee guida dettate dall'UE che stabilisce i principali parametri sperimentali:

- temperatura (20°C),
- umidità (75% della capacità di campo),

per la determinazione del tempo di mezza vita e tempo di contatto (variabile per ogni fitofarmaco);

- concentrazioni (variabile per ogni fitofarmaco)
- temperatura (20°C),

per la determinazione del Koc.

Le banche dati accreditate e utilizzate sono:

- data base del modello previsionale MACRO-DB;
- banca dati dell'UE;
- banca dati del Dipartimento per l'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA);
- banca dati dell'ufficio USDA del Minnesota;
- banca dati AGRITOX: gestita e controllata dall' INRA (Istituto Nazionale Francese per la Ricerca in Agricoltura);
- banca dati SuSAP: regione Lombardia, Centro Internazionale per gli Antiparassitari e la Prevenzione sanitaria;
- banca dati PAN ( Pesticide Action Network, North America)

Dai valori di DT<sub>50</sub> e Koc ricavati da ciascuna banca dati, si è provveduto al calcolo dell'indice GUS e ad operare la classificazione di ciascun principio attivo in:

**contaminante = GUS >2,8**

**comportamento intermedio = GUS 1,8 – 2,8**

**non contaminante = GUS < 1,8**

Nella tabella 12 che segue è riportato il giudizio, secondo l'indice GUS, per ciascuno dei 60 principi attivi più utilizzati in Umbria.

Tabella 12. Giudizio di pericolosità per la falda per i principi attivi in base all'indice GUS

Principio attivo	Giudizio	Principio attivo	Giudizio	Principio attivo	Giudizio
2,4-d acid acephate	CI - C	endosulfan	<b>NC</b>	miclobutanil	ND
	CI - C	fenitrothion	NC	n-decanolo	ND
aclonifen	NC	flumetralin	NC	nonilfenolo condensato	ND
alachlor	CI - C	fluroxypyr	C	oli minerali	N.A.
benalaxyl	NC	fosetyl aluminium	NC	oxifluorfen	NC
benfuracarb	NC	furathiocarb	ND	pendimethalin	NC
bromoxynil	NC	glifosate	NC	phorate	NC
carbaryl	NC - CI	imazamethabenz	C	pirimiphos- methyl	NC
carbosulfan	ND	lenacil	C	rame idrossido rame	N.A.
chloridazon	C	linuron	CI	ossicloruro rame	N.A.
				ossicloruro (tetra)	N.A.
chlorpyrifos	NC	malathion	NC	rame solfato	N.A.
chlortoluron	C	maleic hydrazide	NC - C	rame e calcio solfato	N.A.
cymoxanil	NC - CI	mancozeb	NC	tebuconazole	CI
deltamethrin	NC	mcpa	C	teflutrin	ND
diazinon	NC	metalaxyl	C	terbuthylazine	C
dicamba	C	metalaxyl-m	ND	tiram	ND
dichlofluanid	NC	metamitron	C		
diclofop- methyl	NC	methiocarb	CI - C	zineb	CI
dimethomorph	C	metobromuron	C	ziram	CI - NC
dinocap	NC	metolachlor	C	zolfo	N.A.

NOTE: C = contaminante CI = comportamento intermedio NC = non contaminante  
ND = non determinabile NA = non applicabile

L'aggregazione dei dati riportata in tabella, evidenzia che per 8 fitofarmaci (che rappresentano il 13% del totale) non è stato possibile determinare l'indice GUS per mancanza di dati certi; per 7 (il 12%) il calcolo non è applicabile in quanto trattasi di prodotti a base di rame o zolfo ed infine per altri 8 (13%) i risultati ottenuti dalle diverse banche dati erano tra loro in contrasto.

Tabella 13. Aggregazione dati in base all'indice GUS

	n	%
<b>C = contaminante</b>	13	22
CI = comportamento intermedio	3	5
NC = non contaminante	21	35
ND = non determinabile	8	13
NA = non applicabile	7	12
Contrastanti	8	13
<b>TOTALE</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Gran parte dei prodotti fitosanitari utilizzati in Umbria, secondo l'interpretazione dell'indice GUS, ha comportamento non contaminante per la falda (21 prodotti su 60 che rappresentano il 35% del totale), mentre risultano 3 i prodotti a comportamento intermedio che rappresentano il 5% del totale.

Piuttosto consistente risulta il numero di prodotti che sono da considerarsi contaminanti. Si tratta di 13 principi attivi che rappresentano il 22% del numero totale.

Operando un'aggregazione dei dati si evince che 11 sostanze attive classificate contaminanti hanno azione erbicida e 2 hanno azione fungicida.

Nella tabella14 sono riportate le 13 sostanze risultate contaminanti e le colture per le quali sono registrate.

Tabella 14. Principi attivi contaminanti e colture interessate

Principio attivo	Uso	Colture interessate
<i>chloridazon</i>	E	barbabietola
<i>chlortoluron</i>	E	frumento, orzo
<i>dicamba</i>	E	cereali, graminacee foraggiere
<i>dimethomorph</i>	F	vite
<i>fluroxypyr</i>	E	frumento, segale, orzo, avena, mais
<i>imazamethabenz</i>	E	frumento, orzo, segale, girasole
<i>lenacil</i>	E	barbabietola
<i>mcpa</i>	E	cereali,vite, altre arboree da frutto
<i>metalaxyl</i>	F	altre arb da frutto,ortive, soia,fiori,
<i>metamitron</i>	E	barbabietola
<i>metobromuron</i>	E	girasole, tabacco, mais,soia, patata, mais, soia, barbabietola, girasole,
<i>metolachlor</i>	E	tabacco
<i>terbutylazine</i>	E	Arboree da frutto, mais, sorgo, incolti

Nota: E = erbicida; F = fungicida

Fonte: dati SIAN Elaborazione dati: DISAPROV

Dall'analisi emerge che le sostanze attive più a rischio ambientale risultano gli erbicidi i quali, distribuiti direttamente sul terreno dato il prevalente utilizzo in pre-emergenza della coltura, non essendo intercettati dalla parte aerea delle piante, hanno maggiore probabilità di raggiungere la falda.

## 7.2 Valutazione del rischio ambientale mediante Indice di Priorità

Per la programmazione della ricerca dei fitofarmaci nelle acque, la scelta delle sostanze attive può essere effettuata avvalendosi dell'Indice di priorità elaborato dal gruppo di lavoro APAT, ARPA, APPA fitofarmaci, coordinato dall'APPA della provincia di Trento. Tale indice mette in relazione le caratteristiche chimico-fisiche degli agrofarmaci con i dati di vendita ed è determinato secondo la seguente formula:

$$IP = [ Pv + (Pu \times Pa) ] \times Pd$$

IP = Indice di Priorità

Pv = Punteggio vendite

Pu = Punteggio utilizzo

Pa = Punteggio distribuzione ambientale

Pd = Punteggio degradazione

Punteggio vendite posizione nell'elenco	Punteggio utilizzo	Punteggio distribuzione ambientale - modello Mackay <sup>1</sup> Livello I	Punteggio degradazione DT50 suolo (giorni)
1°-10° perc 5	utilizzo	% in acqua Pa	DT50 ≤10 0,5
11°-20° perc 4	sul terreno 1	> 99 5	DT50 >10 ≤ 300,8
21°-30° perc 3	terreno + coltura 0,9	>80-99 4	DT50 >30 <90 1
31°-50° perc 2	coltura 0,8	>60-80 3	DT50 ≥ 90 1,2
51°-100° perc 1		>30-60 2	se DT50 n.d. 1
		0-30 1	n.d. = non disponibile

Il programma utilizza i dati di vendita dei prodotti fitosanitari provenienti dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali tramite il SIAN, elaborati da un apposito Gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA Fitofarmaci che trasforma le quantità di prodotto commerciale in quantitativi di sostanze attive. Tale programma non consente di determinare l'indice di priorità per tensioattivi, bagnanti, oli minerali; fitofarmaci inorganici quali sali di rame, zolfo, polisolfuri in quanto non è possibile applicare il modello Mackay per la distribuzione ambientale; insetticidi batterici; fungicidi ditiocarbammati e thiramdisolfuri (mancozeb, maneb, metiram, propineb, ziram, zineb, metam-sodium, thiram) in quanto sono determinati complessivamente come solfuro di carbonio.

Per il calcolo del modello Mackay sono state utilizzate le seguenti proprietà fisico-chimiche delle sostanze attive: peso molecolare, solubilità in acqua, tensione di vapore, coefficiente di partizione ottanolo-acqua, utilizzando come fonte il Pesticide Manual Edizione Tomlin.

Nella tabella 15 si riportano i valori di IP riferiti ai prodotti fitosanitari venduti in Umbria nell'anno 2000 ed ottenuti utilizzando i diversi dati di input sopra citati.

Dal confronto tra i dati relativi all'indice GUS e quelli applicando l'Indice di Priorità elaborato dal gruppo di lavoro AAAF fitofarmaci, si può notare come dei 13 principi attivi individuati come contaminanti tramite l'indice GUS, 10 rientrano tra i primi 50 classificati secondo l'IP, come evidenziato nella tabella seguente.

Appare evidente come l'IP sia pesantemente influenzato dal punteggio vendite, che entra nella formula come sommatoria con valori fino a 5.

Ciò determina, ad esempio, il posizionamento ai primi posti della graduatoria di molti principi attivi notoriamente non contaminanti per le falde come il glifosate.

L'indice di priorità, pertanto, si può considerare uno strumento utile nei programmi di monitoraggio in quanto consente di individuare i principi attivi potenzialmente più rappresentati sul territorio ed a correlare il loro potenziale effetto impattante. Nella programmazione di monitoraggio di grande importanza è l'individuazione dei siti di monitoraggio ed in questo chiaramente l'indice di priorità, non fornendo alcuna informazione pedoclimatica, non è di alcun aiuto.

L'accuratezza nel calcolo dell'IP potrebbe notevolmente migliorare se si riuscisse ad ottenere dati più certi per alcuni punteggi, quali in particolare quello relativo alla distribuzione ambientale che ha una notevole importanza sul calcolo e, quindi, andrebbe attribuito in base a dati sperimentali certi.

<sup>1</sup> \*Per valutare la distribuzione ambientale degli agrofarmaci, viene utilizzato il modello Mackay Livello I che calcola la ripartizione della sostanza attiva all'equilibrio nel modello di mondo. Il modello teorico considera sei compartimenti (aria, terreno, acqua, sedimenti, sedimenti in sospensione, pesci) alla temperatura di 298 °K (25 °C). Il livello I del modello Mackay rappresenta il grado di minor complessità modellistica, ma permette il calcolo della distribuzione della sostanza nei diversi comparti mediante la conoscenza di poche caratteristiche chimico-fisico-ambientali: 1) peso molecolare, 2) pressione di vapore, 3) solubilità in acqua, 4) coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (Kow).

Sulla base della percentuale in acqua, calcolata con il Modello Mackay Livello I, si assegnano dei punteggi variabili da 1 a 5.

Punteggio distribuzione ambientale - Modello Mackay Livello I

% in acqua Punteggio distribuzione ambientale

> 99 5

> 80-90 4

> 60-80 3

> 30-60 2

0-30 1

Tabella 15: Indice di Priorità calcolato con i dati di input AAAF

Principio Attivo	Vendite Umbria anno 2000 (in Kg)	USO Umbria	Pu	PA	PD	PV	IP	Principio Attivo	Vendite Umbria anno 2000 (in Kg)	USO Umbria	Pu	PA	PD	PV	IP
<b>MCPA</b>	5004	DIS	1	5	1,2	5	12,0	IOXINIL	199	FUN	1	5	1	1	6,0
<b>GLIFOSATE</b>	21861	DIS	1	5	1	5	10,0	PARAQUAT	105	INS	1	5	1	1	6,0
<b>MICLOBUTANIL</b>	46656	IA	0,8	4	1,2	5	9,8	METTRIBUZIN	70	DIS	1	5	1	1	6,0
<b>LINURON</b>	2032	INS	1	4	1,2	4	9,6	DIQUAT	58	DIS	1	5	1	1	6,0
<b>OXADIXIL</b>	1632	DIS	0,8	5	1,2	4	9,6	RIMSULFURON	28	INS	1	5	1	1	6,0
<b>METOLACLOR</b>	16567	INS	1	4	1	5	9,0	SULCOTRIONE	26	INS	1	5	1	1	6,0
<b>ALACLOR</b>	9375	DIS	1	4	1	5	9,0	METSULFURON-METILE	20	FUN	1	5	1	1	6,0
<b>METOBROMURON</b>	6984	DIS	1	4	1	5	9,0	DIFENZOQUAT		DIS	1	5	1	1	6,0
<b>CLORTOLURON</b>	4832	DIS	1	4	1	5	9,0	PRIMISULFURON		FUN	1	5	1	1	6,0
<b>METAMITRON</b>	4203	IFD	1	5	1	4	9,0	PROSULFURON		BAG	1	5	1	1	6,0
<b>DIMETOMORF</b>	2640	FUN	0,8	4	1,2	4	8,6	PROMETRINA	40	DIS	1	4	1,2	1	6,0
<b>PIRIMETANIL</b>	1159	INS	0,8	4	1,2	4	8,6	TERBUMETON	21	DIS	1	4	1,2	1	6,0
<b>METALAXIL</b>	1812	MOL	0,9	5	1	4	8,5	LINDANO	13	DIS	1	4	1,2	1	6,0
<b>IMIDACLOPRID</b>	943	DIS	0,8	5	1,2	3	8,4	BROMACILE	8	DIS	1	4	1,2	1	6,0
<b>LENACIL</b>	865	INS	1	4	1,2	3	8,4	DIURON		DIS	1	4	1,2	1	6,0
<b>ETOFUMESATE</b>	758	DIS	1	4	1,2	3	8,4	METABENZTIAZURON		FUN	1	4	1,2	1	6,0
<b>SIMAZINA</b>	503	DIS	1	5	1,2	2	8,4	CLORPIRIFOS	3490	INS	0,9	1	1,2	4	5,9
<b>AMIDOSULFURON</b>	375	DIS	1	5	1,2	2	8,4	BENALAXIL	1087	FUN	0,9	3	1	3	5,7
<b>CARBOFURAN</b>	349	INS	1	5	1,2	2	8,4	PIRIMICARB	1074	INS	0,8	5	0,8	3	5,6
<b>TERBUTILAZINA</b>	8945	DIS	1	3	1	5	8,0	<b>FLUROXIPIR</b>	432	DIS	1	5	0,8	2	5,6
<b>CLORIDAZON</b>	5752	DIS	1	5	0,8	5	8,0	AZINFOS METILE	584	INS	0,9	4	1	2	5,6
<b>IDRAZIDE MALEICA</b>	4485	FUN	0,8	5	1	4	8,0	FENPROIMORF	599	FUN	0,8	2	1,2	3	5,5
<b>IMAZAMETABENZ</b>	1869	DIS	1	4	1	4	8,0	BENOMIL	198	FUN	0,9	4	1,2	1	5,5
<b>DICAMBA</b>	996	DIS	1	5	1	3	8,0	TRIADIMENOL	70	DIS	0,8	4	1,2	1	5,0
<b>CLORSULFURON</b>	750	DIS	1	5	1	3	8,0	CIPROCONAZOLO	60	FUN	0,8	4	1,2	1	5,0
<b>TRIASULFURON</b>	640	DIS	1	5	1	3	8,0	FLUTRIAFOL	25	FUN	0,8	4	1,2	1	5,0

Principio Attivo	Vendite Umbria anno 2000 (in Kg)	USO Umbria	Pu	PA	PD	PV	IP	Principio Attivo	Vendite Umbria anno 2000 (in Kg)	USO Umbria	Pu	PA	PD	PV	IP
CARBENDAZIM	583	FUN	0,9	5	1,2	2	7,8	OXIFLUORFEN	4498	DIS	1	1	1	4	5,0
PROPAMOCARB	732	DIS	0,9	5	1	3	7,5	FURATIOCARB	3630	FIT	1	1	1	4	5,0
PENDIMETALIN	21301	INS	1	1	1,2	5	7,2	DICLOFOP METILE	3266	DIS	1	1	1	4	5,0
NAPROPAMIDE	794	DIS	1	3	1,2	3	7,2	ACLONIFEN	2002	DIS	1	1	1	4	5,0
TRALCOXIDIM	540	INS	1	4	1,2	2	7,2	FORATE	1025	INS	1	2	1	3	5,0
DIMETENAMID	478	DIS	1	4	1,2	2	7,2	FENMEDIFAM	462	DIS	1	3	1	2	5,0
PICLORAM	217	SINERG	1	5	1,2	1	7,2	PROPIZAMIDE	142	INS	1	4	1	1	5,0
IMAZETAPIR	27	INS	1	5	1,2	1	7,2	METOMIL	78	DIS	0,8	5	1	1	5,0
TEBUCONAZOLO	1396	INS	0,8	2	1,2	4	6,7	METOSULAM	27	DIS	1	4	1	1	5,0
CLORTALONIL	430	FUN	0,9	4	1,2	2	6,7	FLUCITRINATE	6	INS	0,8	5	1	1	5,0
CIMOXANIL	2826	FUN	0,8	5	0,8	4	6,4	SETOSSIDIM	60	DIS	1	5	0,8	1	4,8
D-2,4	2289	DIS	1	4	0,8	4	6,4	BENTAZONE	29	DIS	1	5	0,8	1	4,8
ACEFATE	1150	INS	0,8	5	0,8	4	6,4	NICOSULFURON	21	BAG	1	5	0,8	1	4,8
MECOPROP	651	DIS	1	5	0,8	3	6,4	CICLOXIDIM		DIS	1	5	0,8	1	4,8
AZOXYSTROBIN	803	FUN	0,8	4	1	3	6,2	TIFENSULFURON METILE		DIS	1	5	0,8	1	4,8
FENPROPIDIN	608	FUN	0,8	4	1	3	6,2	FLUMETRALIN	1574	ANT	0,8	1	1	4	4,8
CARBARIL	1008	INS	0,9	5	0,8	3	6,0	DICLOBENIL	74	DIS	1	3	1,2	1	4,8
ALDICARB	320	INS	0,8	5	1	2	6,0	METIOCARB	308	FUN	0,9	4	1	1	4,6
ISOXAFLUTOLE	319	FUN	1	4	1	2	6,0	DITIANON	207	FUN	0,9	4	1	1	4,6
GLUFOSINATE AMMONIO	312	DIS	1	5	1	1	6,0	PARATION METILE	192	FUN	0,9	4	1	1	4,6
CLOPIRALID	285	DIS	1	5	1	1	6,0	ETIOFENCARB		INS	0,9	4	1	1	4,6

Fonte: dati SIAN Elaborazione dati: DISAPROV

### 7.3 Il quadro delle sostanze prioritarie del DM 367/2003

Per garantire il raggiungimento della più elevata protezione delle acque superficiali, il DM 6 novembre 2003, n. 367 prevede nuovi standard di qualità, i cui parametri sono contenuti nell'allegato A del decreto medesimo.

Tale allegato riporta le sostanze pericolose da controllare, includendo 58 fitofarmaci elencati alla tabella 1.8. Si riporta di seguito quanto elaborato dal gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA "Fitofarmaci" relativamente ai risultati della attività di monitoraggio effettuata dalle Agenzie regionali ambientali italiane nel corso del 2003 sulle acque, per la ricerca di residui di pesticidi considerati pericolosi e prioritari ai sensi del DM 367/03 (A. Franchi – Workshop "Contaminanti prioritari, emergenti e sostanze pericolose nell'ambiente acquatico" Istituto Superiore Sanità – Roma, 15 dicembre 2004).

I dati si riferiscono a indagini su acque superficiali per 579 corpi idrici, 1002 punti di prelievo, e 6754 campioni e a indagini su acque sotterranee per 4460 punti di monitoraggio e 6598 campioni. Un totale quindi di 13352 campioni per oltre 150.000 misure effettuate. Delle 58 sostanze indicate dalla norma le Agenzie regionali ambientali, anche se in maniera diversificata fra regione e regione, sono in grado di ricercarne 56, assicurando un buon grado di copertura.

In tabella 16 sono riportati i risultati complessivi ed il confronto con gli anni precedenti.

Tabella 16: Risultati dei controlli sulle sostanze attive del DM 367/2003

FITOFARMACI RICOMPRESI FRA LE SP DEL DM 367/03	n° di residui rilevati	N° di misure con residui	N° di misure totali	% di misure con residui
<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>				
2000	14	704	55263	1,27
2002	13	684	61238	1,12
2003	24	801	92156	0,87
<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>				
2000	8	2279	42660	5,34
2002	5	1834	40508	4,53
2003	14	1621	76959	2,11

La maggior parte delle misure positive riguarda **atrazina e simazina**, solo sporadici i casi positivi relativi ai clororganici "storici", a dimostrazione che queste sostanze, se presenti, non tendono ad accumularsi nelle acque, ma piuttosto nel biota e nei sedimenti.

Nella tabella 17 sono riportati in dettaglio i risultati dei monitoraggi relativi alle acque superficiali. Per valutare la qualità della matrice "acqua", almeno nel nostro paese, è necessario spostare l'attenzione anche su altre sostanze quali ad esempio **terbutilazina (compreso il suo principale metabolita), metolaclor, diclobenil (metabolita), bromacile, oxadiazon, esazinone, molinate** ecc. i cui rilevamenti nelle acque risultano frequenti e diffusi.

Nello stesso tempo è necessario incrementare le misure per alcune sostanze probabilmente ancora poco indagate in Italia (< 10% dei campioni) ed invece potenzialmente "a rischio" per la matrice acqua quali gli erbidi fenossialcanoici (ad es. **2,4-D, MCPA, diuron**) e gli erbicidi ureici (ad es. **isoproturon**).

Tabella 17. Statistiche nazionali sul monitoraggio relativo alle acque superficiali

ANNO 2003	ACQUE SUPERFICIALI									
LABORATORIO: ITALIA										
SOSTANZE (DM 367/03) RITROVATE	N° CORPI IDRICI	N° presenze	% presenze	N° CAMPIONI	N° presenze	% presenze	VALORI RISCOINTRATI (µg/L)			
							min	max	media	mediana
atrazina	471	59	12,5	5713	275	4,8	0,00	0,24	0,03	0,03
simazina	471	43	9,1	5652	179	3,2	0,00	11,75	0,13	0,08
atrazina, desetil (met.)	272	39	14,3	2301	147	6,4	0,01	0,13	0,06	0,06
bentazone	68	15	22,1	1015	75	7,4	0,01	29	0,37	0,17
alaclor	434	29	6,7	5349	57	1,1	0,01	1,86	0,17	0,13
endosulfan solfato (met.)	147	3	2,0	894	11	1,2	0,02	0,10	0,05	0,05
cloridazon	120	3	2,5	712	9	1,3	0,10	0,73	0,29	0,17
endosulfan	274	3	1,1	2047	8	0,4	0,02	0,15	0,07	0,07
propanil	238	4	1,7	2148	6	0,3	0,06	0,12	0,10	0,10
DDE, pp	245	3	1,2	1990	5	0,3	0,00	0,01	0,00	0,00
linuron	107	4	3,7	2156	5	0,2	0,05	0,25	0,08	0,06
azinfos metile	209	2	1,0	1307	3	0,2	0,12	0,27	0,21	0,25
dieldrin	351	2	0,6	2712	3	0,1	0,01	0,15	0,10	0,15
endrin	283	2	0,7	1965	3	0,2	0,01	0,09	0,06	0,09
isodrin	203	2	1,0	1349	3	0,2	0,01	0,01	0,01	0,01
clorpirifos (etile)	331	2	0,6	3759	2	0,1	0,05	0,08	0,07	0,07
dimetoato	166	2	1,2	1095	2	0,2	0,05	0,14	0,10	0,10
esaclorobenzene	276	2	0,7	2127	2	0,1	0,00	0,01	0,01	0,01
aldrin	339	1	0,3	2591	1	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
atrazina, desisopropil (met.)	190	1	0,5	1053	1	0,1	0,36	0,36	0,36	0,36
D, 2,4-	12	1	8,3	113	1	0,9	0,08	0,08	0,08	0,08
HCH, gamma (lindano)	338	1	0,3	2887	1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
paration	274	1	0,4	2864	1	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08
trifluralin	375	1	0,3	4541	1	0,02	0,00	0,22	0,11	0,11

## 8. ANALISI DELLA VULNERABILITÀ DELLE AREE DI PIANURA

### 8.1 Delimitazione delle aree oggetto di studio

L'obiettivo finale della ricerca è l'individuazione degli ambiti caratterizzati da acquiferi vulnerabili ai prodotti fitosanitari. A tal fine sono stati presi in considerazione gli ambiti degli acquiferi di rilevante interesse regionale, indicati dal Piano Urbanistico Territoriale della Regione Umbria (L.R. 24/2000). In queste aree sono compresi gli acquiferi dell'Alta Valle del Tevere (7.861 ha), della Media Valle del Tevere (22.908 ha), della Conca Eugubina (4.257 ha) e della Valle Umbra (32.580 ha) (allegato 1). L'estensione complessiva dell'area oggetto di studio è stata di 67.607 ha.

La vulnerabilità ai nitrati degli acquiferi alluvionali presi in esame, correlata alle specifiche caratteristiche geologiche di questi substrati, e le similitudini fra i fenomeni idrologici responsabili della movimentazione e lisciviazione dei nitrati e dei fitofarmaci, sono comunque elementi che permettono di presupporre una elevata sensibilità all'inquinamento dei prodotti fitosanitari di questi acquiferi che comunque deve essere accertata e valutata attraverso la ricerca tuttora in corso.

A tal fine si è scelto di applicare un modello di previsione del destino dei fitofarmaci per una più accurata individuazione e caratterizzazione delle aree vulnerabili ai prodotti fitosanitari. L'applicazione del modello ha reso necessaria l'implementazione di un archivio georeferenziato riferito all'area oggetto di studio contenente tutte le informazioni indispensabili per il funzionamento del modello e per lo studio e valutazione dei fattori che condizionano la vulnerabilità ai fitofarmaci.

I fattori territoriali presi in esame si collocano su quattro differenti livelli tematici.

- uso agricolo del suolo, per operare le simulazioni considerando le colture effettivamente praticate nella zona;
- parametri meteorologici (piovosità e temperatura), che condizionano tanto la mobilità quanto la persistenza dei fitofarmaci;
- caratteristiche pedologiche dei terreni, che condizionano la mobilità dei fitofarmaci;
- parametri idrogeologici che permettono il puntuale posizionamento della profondità di falda altrimenti fissata dal modello a 2 metri.

## 8.2 Uso agricolo del territorio

La distribuzione spaziale delle colture negli ambiti caratterizzati da acquiferi sensibili è stata ottenuta attraverso il collegamento in ambiente GIS (Geographic Information System) delle informazioni contenute nell'archivio delle domande PAC, anno 2000, e nell'archivio cartografico georeferenziato dei fogli di mappa catastali. Nelle domande PAC, infatti, oltre a varie informazioni relative all'utilizzazione del suolo delle aziende che presentano domanda per le compensazioni al reddito per i seminativi, sono presenti anche i riferimenti del comune, del foglio e della particella catastale delle superfici dichiarate ai fini della PAC. Tali riferimenti hanno permesso di collocare sul territorio, con un buon livello di approssimazione, le differenti utilizzazioni colturali.

I fogli catastali individuati in tal modo sono stati 870 per una superficie complessiva di 93.586 ettari circa, riportati nella tabella 18, la cui cartografia è riportata in allegato.

Tabella 18. Superfici e Comuni dei fogli catastali ricadenti nell'area di indagine

COMUNE	Superf. fogli catastali* (ha)	Copertura PAC** (ha)	Copertura (%)
Assisi	6.932	4.076	58,8
Bastia	2.752	1.538	55,9
Bettona	2.112	1.441	68,2
Bevagna	2.644	1.737	65,7
Campello sul Clitunno	516	236	45,8
Cannara	1.637	1.074	65,6
Castel Ritaldi	1.353	965	71,3
Citerna	1.682	1.045	62,1
Città di Castello	9.928	5.418	54,6
Collazzone	1.005	688	68,5
Deruta	2.781	1.855	66,7
Foligno	6.832	3.224	47,2
Fratta todina	1.118	849	75,9
Gualdo Tadino	413	63	15,2
Gubbio	7.780	5.377	69,1
Marsciano	4.287	3.194	74,5
Monte Castello di Vibio	595	494	82,9
Montefalco	1.818	1.392	76,6
Montone	1.477	1.078	73,0
Perugia	9.823	6.015	61,2
San Giustino	2.750	1.614	58,7
Spello	3.486	2.168	62,2
Spoletto	8.010	4.529	56,5
Todi	3.102	1.958	63,1
Torgiano	2.788	1.747	62,7
Trevi	2.499	1.244	49,8
Umbertide	3.467	2.025	58,4
<b>Totale</b>	<b>93.586</b>	<b>57.044</b>	<b>61,0</b>

\* Somma delle superfici dei fogli di mappa catastali ricadenti per almeno il 10% della superficie nell'area degli acquiferi di interesse per lo studio

\*\* Somma delle superfici utilizzate indicate nelle domande PAC riferite ai fogli di cui sopra

Le informazioni presenti nell'archivio PAC, riferite agli 870 fogli, hanno fornito dati sull'utilizzazione del suolo per 57.044 ettari che rappresentano circa il 61% della superficie totale.

Al fine di produrre rappresentazioni cartografiche significative e di immediata lettura è stato necessario procedere all'aggregazione dei dati PAC in funzione di differenti classificazioni. Sono state effettuate differenti aggregazioni in funzione della tipologia di utilizzo, della famiglia botanica e del ciclo colturale come evidenziato nella tabella 19, la cui cartografia è riportata in allegato.

Tabella 19. Classificazioni in funzione della tipologia di utilizzo, della famiglia botanica e del ciclo colturale

Classificazione per tipo di utilizzo	Totale	%
<i>Altre arboree</i>	48	0,1
<i>Altre foraggere</i>	1.976	3,5
<i>Altre utilizzazioni</i>	2.608	4,6
<i>Altri seminativi</i>	386	0,7
<i>Arboree da frutto</i>	2.663	4,7
<i>Arboree da legno</i>	1.959	3,4
<i>Cereali da granella</i>	26.006	45,6
<i>Colture industriali</i>	7.895	13,8
<i>Graminacee foraggere</i>	244	0,4
<i>Leguminose da granella</i>	276	0,5
<i>Leguminose foraggere</i>	2.195	3,8
<i>Oleaginose</i>	8.162	14,3
<i>Ortive</i>	809	1,4
<i>Proteaginose</i>	45	0,1
<i>Riposo colturale</i>	1.774	3,1
<b>Totale complessivo</b>	<b>57.044</b>	<b>100,0</b>

Classificazione per famiglia di appartenenza	Totale	%
<i>Altre famiglie</i>	7.459	13,1
<i>Asteracee</i>	8.122	14,2
<i>Chenopodiacee</i>	2.742	4,8
<i>Crocifere</i>	47	0,1
<i>Drupacee</i>	1.043	1,8
<i>Graminacee</i>	26.254	46,0
<i>Leguminose</i>	2.515	4,4
<i>Pomacee</i>	63	0,1
<i>Solanacee</i>	5.160	9,0
<i>Vitacee</i>	1.454	2,5
<i>Altre utilizzazioni</i>	2.184	3,8
<b>Totale complessivo</b>	<b>57.044</b>	<b>100,0</b>

Classificazione temporale	Totale	%
<i>Altre colture</i>	872	1,5
<i>Altre utilizzazioni</i>	2.591	4,5
<i>Cereali autunno-vernini</i>	18.474	32,4
<i>Colture a ciclo autunno-vernino</i>	448	0,8
<i>Colture a ciclo primaverile-estivo</i>	24.409	42,8
<i>Colture permanenti</i>	5.509	9,7
<i>Colture poliennali</i>	2.954	5,2
<i>Riposo colturale</i>	1.788	3,1
<b>Totale complessivo</b>	<b>57.044</b>	<b>100,0</b>

Dall'analisi di questi dati, si evince che da un punto di vista quantitativo la classe di utilizzazione più rilevante è quella dei cereali da granella, con 26.005 ha; in particolare le colture cerealicole più diffuse sono frumento tenero, che rappresenta quasi il 46% dei cereali e mais, che rappresenta il 28%; a seguire si hanno orzo e frumento duro.

Essendo poi le zone prese in considerazione quasi esclusivamente di pianura, grande importanza rivestono le colture industriali (7.894 ha), fra cui spicca la coltivazione del tabacco, destinataria di una buona parte di finanziamenti comunitari; il tabacco incide per quasi il 65% sul totale delle colture industriali. Per il tabacco è da notare come il dato sia probabilmente sottostimato a causa del fatto che detta coltura entra nella

documentazione PAC solo per ragioni statistiche in quanto per essa il meccanismo dei contributi risulta differente.

Grazie alla maggiore disponibilità di acqua rispetto alle zone collinari è diffusa anche la coltivazione delle ortive, sia da pieno campo che orti familiari.

Altra classe di colture ampiamente rappresentata è quella delle oleaginose; si tratta quasi esclusivamente di girasole che occupa ben 8.115 ha (è coltivata a girasole anche la piccola parte destinata a superficie no food). La diffusione di questa coltura si spiega con la sua importanza dal punto di vista ambientale e paesaggistico, ma soprattutto perché riceveva fino al 2000 dalla PAC sostanziosi finanziamenti.

Le coltivazioni dell'olivo, con 1.020 ha e della vite, con 1.454 ha, rappresentano percentuali basse di presenza in considerazione del fatto che esse sono colture praticate principalmente in zone collinari, le quali rientrano solo marginalmente nell'area di studio.

Oltre alle arboree da frutto si ha anche la presenza di arboree da legno che non spiccano molto dal punto di vista quantitativo (1.958 ha) ma che hanno comunque una grande importanza dal punto di vista ambientale e della difesa del territorio.

Per quanto concerne altre classi di colture, sono presenti, anche se in quantità minore, le colture foraggere: leguminose foraggere, prati, pascoli, prati-pascoli, erbai, e graminacee foraggere.

Minore importanza a livello quantitativo rivestono le leguminose da granella, da sempre confinate in un mercato di nicchia.

In virtù dei finanziamenti comunitari PAC previsti, una parte del territorio agricolo esaminato è destinato a riposo colturale.

Nell'allegato sono riportate le cartografie GIS relative all'uso agricolo del suolo nell'area oggetto di studio.

### **8.3 Elaborazione dati meteorologici**

In relazione agli obiettivi specifici della ricerca, si è proceduto alla selezione delle stazioni climatiche più rappresentative e per le quali si è osservata una adeguata disponibilità di dati, utili alla caratterizzazione climatica delle aree in esame. Pertanto, le stazioni prese in considerazione sono state le seguenti: S. Sepolcro, Città di Castello, Petrelle, Umbertide, Gubbio, Solfagnano, Pianello, Perugia, Bastia, Torgiano, Casalina, Bevagna, Fratta Todina, Todi, Trevi e Spoleto.

L'allegato cartografico riporta la distribuzione sul territorio regionale delle capannine prese in considerazione, disponendo di dati completi per un periodo non inferiore al decennio.

La stazione di Papiano di Marsciano utilizzata è gestita dalla Sezione di Agronomia del Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale.

I dati disponibili sono stati informatizzati al fine di individuare zone omogenee da un punto di vista climatico.

### **8.4 Elaborazione dei dati pedologici**

Tra i dati di input dei modelli matematici previsionali di destino ambientale degli agrofarmaci, grande importanza assumono quelli pedologici. Per la caratterizzazione della pedologia delle aree oggetto di studio si è fatto ricorso alle fonti informative, riferite ai suoli della Regione Umbria, che si sono rese disponibili nei tempi previsti dal progetto:

- cartografie dei Paesaggi Pedologici e dei Suoli dell'Umbria 1:200.000, prodotte dal Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale – Sezione di Geopedologia – Università degli Studi di Perugia;
- archivio dei profili pedologici del Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale – Sezione di Geopedologia - Università degli Studi di Perugia;
- archivio dei profili pedologici prodotti all'interno del progetto finalizzato alla realizzazione della cartografia dei suoli dell'Umbria 1:100.000 – ARUSIA - Regione dell'Umbria.

Le analisi ed elaborazioni sono state finalizzate alla suddivisione delle aree di studio in zone omogenee dal punto di vista pedo-climatico. Attraverso le coordinate geografiche relative alla posizione delle stazioni meteo è stato possibile procedere alla georeferenziazione e, quindi, alla collocazione puntuale sul territorio delle informazioni meteorologiche disponibili. Nel caso specifico si è applicato il metodo dei topoi o poligoni di Thiessen attraverso cui, prendendo come riferimento i punti che rappresentano le stazioni climatiche, è possibile costruire attraverso semplici procedure geometriche gli areali poligonali di competenza di ciascuna stazione. Tale zonizzazione ha permesso di individuare sul territorio 61 ambiti differenti, che risultano dalla sovrapposizione di 14 topoi individuati, relativi alle stazioni meteo che definiscono il clima di quello scenario, con i differenti tipi di suolo individuati all'interno di ciascun topoi.

Sulla base dei dati chimico-fisici dei terreni è opportuno fare alcune considerazioni. I terreni ricadenti nell'Alta Valle del Tevere (topoi di S. Sepolcro, Città di Castello, Petrelle, Umbertide e Solfagnano) presentano in superficie una tessitura franca (5 terreni), franco-limoso (5 terreni), franco-limoso-argillosa (4 terreni) o franco-argillosa (4 terreni). In questa zona non si rinvengono né terreni argillosi né terreni sabbiosi. Per

quanto concerne il contenuto in Carbonio organico tutti i terreni possono essere classificati sufficientemente dotati o ben dotati.

Molto più variegata la situazione dei terreni ricadenti nella Valle Umbra Centrale (topoietti di Bastia Umbra, Bevagna, Pianello, Spoleto e Trevi) dove sono presenti otto classi tessiturali. Anche in questo caso prevalgono i terreni franchi (5) e risultano assenti i terreni sabbiosi. Per il contenuto in carbonio organico 4 sono i terreni classificati poveri, tutti gli altri sono sufficientemente o ben dotati.

I 4 terreni della zona di Gubbio presentano ciascuno tessitura argillosa, franca, argilloso-limosa e franco-argillosa; nessun terreno risulta povero in carbonio organico.

Nella Media Valle del Tevere (topoietti di Fratta Todina, Papiano di Marsciano, Perugia e Todi) la prevalenza è per i terreni franchi (5); presenti altre quattro classi tessiturali, terreni argillosi (2), terreni franco-argillosi (2), franco-sabbioso-argilloso (2) ed argilloso-limosi (1). In questa zona il contenuto in carbonio organico risulta piuttosto contenuto con tre terreni su dieci che possono essere classificati poveri.

## **8.5 Zonizzazione pedo-climatica del territorio**

Per lo studio della vulnerabilità ai prodotti fitosanitari degli acquiferi d'interesse regionale è stato scelto un approccio modellistico attraverso il quale simulare i fenomeni chimico-fisici che caratterizzano il movimento e la degradazione dei fitofarmaci all'interno della matrice suolo. L'applicazione del modello al contesto territoriale in esame, rappresentato in prima analisi dalle zone ombre caratterizzate da acquiferi alluvionali sensibili ai nitrati, ha reso necessario la ricostruzione della variabilità spaziale dei parametri colturali e ambientali che maggiormente influenzano i fenomeni in questione e che, d'altra parte, intervengono nelle simulazioni del modello.

Con tali intenti, si è proceduto alla costruzione di un archivio georeferenziato contenente i dati colturali per l'intera area di studio, impiegando le informazioni delle domande PAC seminativi effettuate nell'anno 2000.

Le informazioni colturali a disposizione sono state impiegate per la stima dei carichi relativi ai prodotti fitosanitari allo scopo di valutare le pressioni ambientali legate all'impiego di agrofarmaci nelle aree agricole studiate.

Tali pressioni, ovviamente, possono risultare variabili in relazione agli ordinamenti colturali adottati e alla eventuale presenza di vincoli all'impiego di prodotti chimici in agricoltura. Tuttavia è necessario rilevare che il territorio preso in esame comprende le più importanti aree agricole ombre di pianura, caratterizzate da schemi produttivi intensivi in cui le colture a seminativo hanno un ruolo predominante in tali aree.

Nella maggior parte delle aree studiate, pertanto, è possibile ipotizzare un elevato livello di pressione sull'ambiente ad opera delle attività agro-zootecniche. Ne deriva che la valutazione del grado di sensibilità del territorio agli impatti agricoli e zootecnici, in funzione delle caratteristiche ambientali, assume un ruolo fondamentale per la qualificazione del reale livello di vulnerabilità delle aree di studio.

Per quanto esposto, oltre ai fattori colturali sopradescritti, sono stati presi in considerazione i fattori ambientali che maggiormente determinano il livello di sensibilità del territorio all'uso di sostanze chimiche in agricoltura: i fattori climatici e i fattori pedologici. A tal fine è stato ampliato il quadro conoscitivo delle aree di studio attraverso l'implementazione di archivi georeferenziati contenenti dati climatici e dati pedologici per gli ambiti territoriali presi in esame.

Attraverso la lettura incrociata, effettuate in ambiente GIS, dei due livelli informativi è stato possibile suddividere il territorio oggetto di studio in aree omogenee dal punto di vista pedo-climatico.

## **8.6 Modello previsionale MACRO DB 2**

L'uso degli indici di giudizio degli agrofarmaci (GUS, IP), nonostante riesca a fornire indicazioni sulla presenza di pericoli per l'inquinamento per le acque superficiali e profonde, non può dare previsioni quantitative sulle concentrazioni dei prodotti fitosanitari nei vari comparti ambientali a seguito di pratiche agricole. Aumentando gradualmente il numero di processi simulati ed il numero delle informazioni richieste, dagli indici si passa ai così detti modelli previsionali. I modelli si distinguono dagli indici non solo per la maggiore complessità e per il maggior numero di processi considerati, ma anche perché hanno la pretesa non di fare semplici confronti tra agrofarmaci ma di predire il comportamento di ognuno di essi in particolari situazioni dette "scenari".

Tra i modelli attualmente disponibili, il DISAPROV adotta il MACRO DB 2 che simula il movimento dell'acqua in un sistema insaturo/saturo, tenendo conto anche del movimento laterale nel sistema di drenaggio; inoltre predice il flusso di acqua e lo spostamento di soluti attraverso la zona radicale (sino a 2-3 metri) di suoli strutturati, tenendo conto dell'effetto di flussi preferenziali sul trasporto di soluti degradabili ed adsorbibili, come gli agrofarmaci.

Una volta definito lo scenario caratteristico delle condizioni pedoclimatiche della zona di interesse, si inseriscono nel modello gli input relativi all'agrofarmaco oggetto della simulazione. I parametri più importanti per l'agrofarmaco sono: il tempo di mezza vita ( $DT_{50}$ ), che ne descrive la degradazione, il coefficiente di

distribuzione ( $K_d$ ), che ne descrive l'adsorbimento sul terreno e, di contro, la lisciviabilità ed, infine, la pressione di vapore, espressione della tendenza del prodotto fitosanitario a passare nel comparto aria. Tra gli agrofarmaci utilizzati per il frumento si è scelto il **Mecoprop**, erbicida utilizzato nel diserbo di post emergenza di tale coltura che spesso è risultato presente in campioni di acque di pozzo prelevate nel corso di monitoraggi. Tra i fitofarmaci utilizzati per le colture da rinnovo si è optato per il **Metobromuron**, utilizzato per il diserbo di pre-emergenza o pre-trapianto di mais, girasole e tabacco che sono le tre principali colture da rinnovo in Umbria e che, quindi, assicurano una sua distribuzione in tutte le aree di studio. Nelle simulazioni effettuate si è seguito il concetto di "caso peggiore" per cui si è supposto di utilizzare i due agrofarmaci ogni anno per 25 anni, durata totale della simulazione, sempre alle dosi massime di impiego consigliate.

Il modello MACRO DB2 simula per ogni giorno dell'esperimento, la concentrazione del fitofarmaco prevista nei diversi strati di suolo ( $PEC_{soil}$ ) nonché la concentrazione prevista nelle acque di falda ( $PEC_{gw}$ ). E' necessario precisare che la simulazione riguarda solo la zona insatura del suolo, per cui la falda viene sempre posta ad una profondità corrispondente al limite inferiore dell'ultimo orizzonte del suolo individuato nella descrizione del profilo. Al fine di uniformare le simulazioni, l'ultimo strato del profilo è stato sempre considerato fino ad una profondità di due metri. I rilievi effettuati sono stati raggruppati per zone e all'interno delle medesime per principio attivo. Essendo lo studio finalizzato al destino degli agrofarmaci nelle acque di falda, la simulazione ha riportato, per i 25 anni considerati, il numero di giorni in cui la concentrazione di agrofarmaco in falda superava il limite di 0,1 ppb, dose massima di residuo ammessa per l'uso potabile dell'acqua (Direttiva CEE 80/778, DLgs.31/2001), nonché il picco massimo di concentrazione relativo ad ogni anno di simulazione.

## 9. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELLE AREE CRITICHE

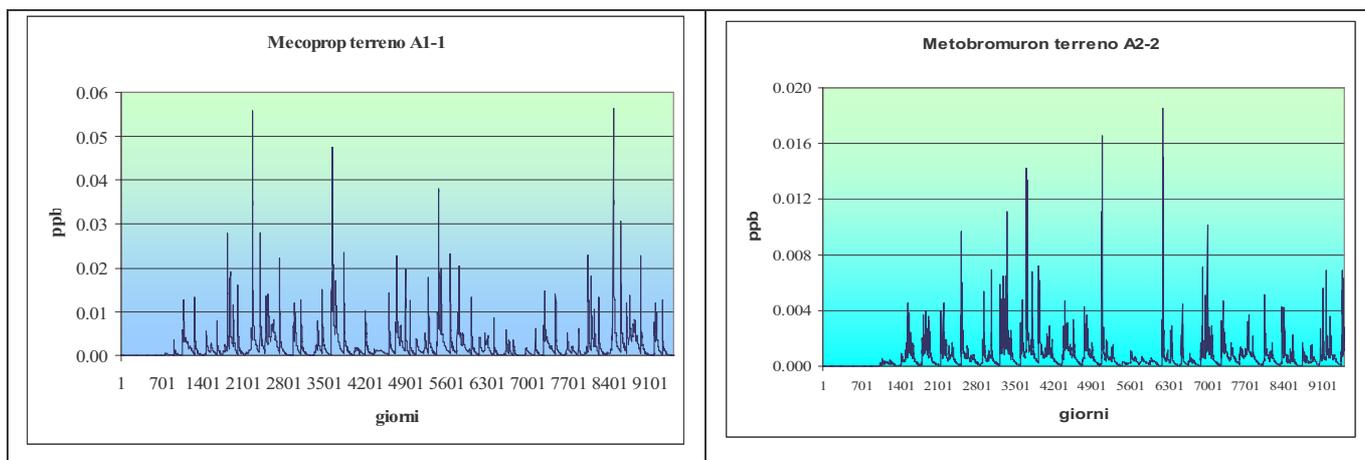
### 9.1 Risultati del modello MACRO DB2 sulle aree di pianura

Il modello MACRO DB2 ha simulato il comportamento nell'insaturo fino alla profondità di 2 metri dal piano campagna dei seguenti agrofarmaci:

- il **Mecoprop**, erbicida utilizzato nel diserbo di post emergenza, per il frumento e le colture vernine, scelto in quanto spesso è risultato presente in campioni di acque di pozzo prelevate nel corso di monitoraggi;
- il **Metobromuron**, utilizzato per il diserbo di pre-emergenza o pre-trapianto di mais, girasole e tabacco che sono le tre principali colture da rinnovo in Umbria.

Nelle simulazioni effettuate si è utilizzato il concetto di "caso peggiore" per cui si è supposto di utilizzare i due agrofarmaci ogni anno per 25 anni, durata totale della simulazione, sempre alle dosi massime di impiego consigliate.

I risultati sono stati evidenziati a scala di sottoambito omogeneo all'interno di ciascun topoioto: Maggiori positività si sono riscontrate per il Mecoprop, mentre il Metobromuron è risultato meno contaminato. In figura 4 si riportano alcuni esempi delle simulazioni effettuate.



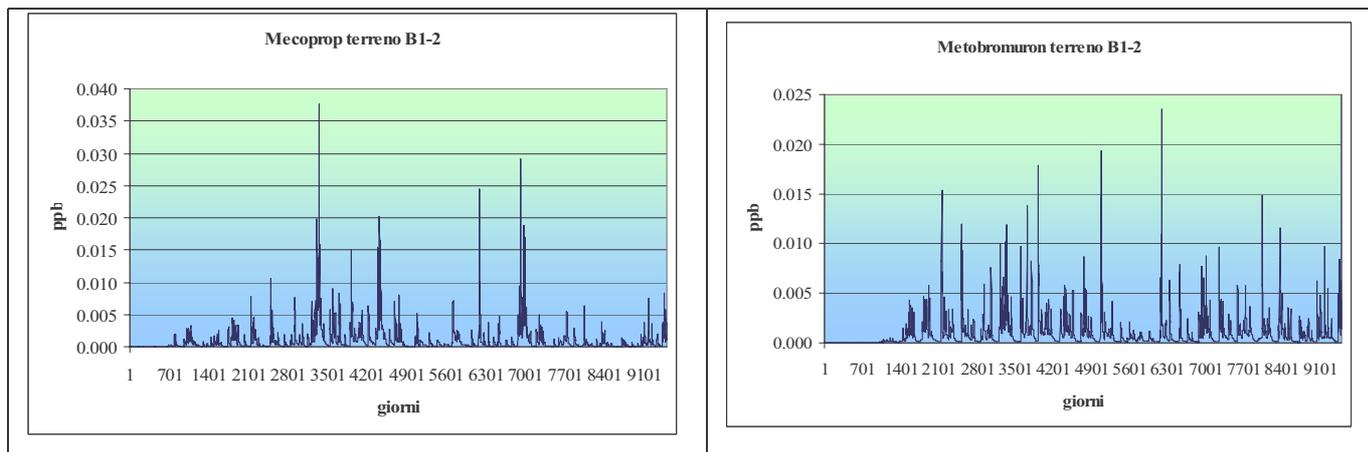


Figura 4. Esempio di risultati delle simulazioni per Mecoprop e Metobromuron su alcuni terreni del topoieto della Conca Eugubina.

La figura 5 riporta, su base cartografica, i risultati delle simulazioni con il modello MACRO DB 2 inseriti all'interno dei topoieti, di cui al capitolo 6.

La rappresentazione grafica riguarda i risultati delle simulazioni effettuate con il Mecoprop, principio attivo che mostra maggiore criticità. La simbologia prevede cinque possibili differenti indicazioni:

- Mecoprop riscontrato a concentrazione inferiore a 0,01 ppb;
- Mecoprop riscontrato a concentrazione superiore a 0,01 ppb per un periodo inferiore a 5 anni;
- Mecoprop riscontrato a concentrazione superiore a 0,01 ppb per un periodo superiore a 5 anni;
- Mecoprop riscontrato a concentrazione superiore a 0,1 ppb per un periodo inferiore a 5 anni;
- Mecoprop riscontrato a concentrazione superiore a 0,1 ppb per un periodo superiore a 5 anni (nessun caso riscontrato).

Dei 61 ambiti pedomorfoclimatici individuati, 53 sono stati oggetto di simulazione con il modello MACRO DB 2. Per gli 8 di cui non si dispone del dato modellistica, ciò è dovuto alla carenza di dati pedologici o perché si tratta di terreni di estensione limitata rispetto al totale della superficie del topoieto.

I risultati hanno messo in evidenza come in tre dei quindici topoieti (Città di Castello, Solfagnano e Perugia), per un totale di 9 ambiti territoriali testati, non si è riscontrata lisciviazione a concentrazioni superiori a 0,01 ppb, in falda supposta a 2 metri, dei fitofarmaci testati. I terreni ricadenti in questi topoieti hanno un contenuto di C organico tale da farli classificare sufficientemente o ben dotati in sostanza organica e da un punto di vista pedologico, ricadendo tutti lungo l'asse del fiume Tevere, si presentano ben drenati con prevalenza delle classi tessiture franche.

Questa tipologia di terreni è prevalente lungo tutto l'asse del Tevere dove in effetti le simulazioni hanno evidenziato un contenuto numero di casi di positività e sempre con concentrazioni di agrofarmaco inferiori al limite di legge.

Lungo l'asse del Tevere, ai già citati 9 ambiti in cui non si è riscontrata positività, se ne aggiungono altri 18 in cui la presenza in falda del fitofarmaco risulta sempre al di sotto di 0,01 ppb. Quindi degli otto topoieti individuati lungo l'asse del Tevere, 5 riportano positività e tre sono negativi.

Dei 27 ambiti risultanti, 11 mostrano positività e 16 registrano valori negativi (concentrazione dell'agrofarmaco testato sempre < 0,01 ppb).

Tra quelli in cui si riscontra positività, la stessa è risultata occasionale facendo registrare picchi di 1-3 giorni nei 20 anni di simulazione, non eccedendo mai i cinque dei venti anni di simulazione. I suoli nei quali si è riscontrata positività sono da considerare ben drenati, anche se in superficie spesso evidenziano alte percentuali di argilla e/o C organico.

In base alla carta dei suoli, in Valle Umbra la tipologia di terreno prevalente è di tipo " franco" ed i terreni sono ben drenati.

Le simulazioni effettuate hanno evidenziato in tutti i topoieti della zona una potenziale mobilità degli agrofarmaci confermata anche dai dati di monitoraggio. Solo nel topoieto di Bevagna le simulazioni non hanno rilevato situazioni di lisciviazione, mentre molti dati di monitoraggio appaiono positivi.

I terreni della Valle Umbra confermano una potenziale vulnerabilità agli agrofarmaci. Nella zona centrale a nord di Spello sarà necessaria un'opera di monitoraggio essere più estesa sia nel tempo che nello spazio, andando ad operare prelievi anche nelle zone attualmente trascurate dove invece la natura dei terreni ed i dati di simulazione evidenziano potenziale vulnerabilità.

Nella zona di Foligno-Bevagna sarà necessario approfondire le simulazioni per differenziare i terreni tessituralmente più variabili.

In Conca Eugubina, dove si ha un solo topoieta, caratterizzato da 4 tipologie di terreni, con prevalenti caratteristiche di drenaggio dal rapido all'eccessivo, sia il Mecoprop che il Metobromuron spesso raggiungono in falda la concentrazione di 0,01 ppb. Nessuno dei due p.a. invece raggiunge la soglia limite di 0,1 ppb.

## **9.2 Confronto tra risultati del modello MACRO DB 2 ed i dati del monitoraggio**

Quando ai dati delle simulazioni con il modello MACRO DB 2 si sovrappongono i risultati delle analisi effettuate nel 2004 su 80 differenti pozzi situati nelle aree critiche, per la Valle del Tevere si può notare come accanto ad alcune conferme dei dati delle simulazioni, si affianchino alcune incongruenze. Queste ultime riguardano soprattutto i terreni che hanno evidenziato positività nei topoieta di Perugia, Papiano, e Città di Castello, dove invece il modello non ha rilevato mai concentrazioni di agrofarmaco in falda maggiori di 0,01 ppb. La mancanza di pozzi di monitoraggio nei topoieta di Todi, Fratta Todina, Solfignano, Umbertide e Petrelle non consente di effettuare alcun altro confronto tra dato simulato e dato accertato.

Nella Valle Umbra Centrale, dove prevale la tipologia di terreno "franca", le simulazioni effettuate evidenziano in tutti i topoieta della zona potenziale mobilità degli agrofarmaci, risultati spesso confermati dai dati di monitoraggio. Solo nel topoieta di Bevagna le simulazioni non rilevano situazioni di lisciviazione, mentre molti dati di monitoraggio riportano dati positivi.

Nella zona dell'Eugubino, in cui i terreni prevalenti hanno caratteristiche di drenaggio dal rapido all'eccessivo, sia il modello che i dati di monitoraggio evidenziano una potenziale vulnerabilità agli agrofarmaci.

La difficoltà dell'interpretare le 2 diverse valutazioni in funzione della perimetrazione delle aree vulnerabili, porta alle seguenti conclusioni:

1. Esistono situazioni vulnerate e vulnerabili, confortate dai dati del modello e dai controlli;
2. Esistono situazioni vulnerate non confortate dai modelli;
3. Esistono situazioni vulnerabili per il modello non riscontrate o controllate dal monitoraggio;
4. la perimetrazione di aree vulnerabili richiede un ulteriore lavoro di definizione delle situazioni riscontrate.

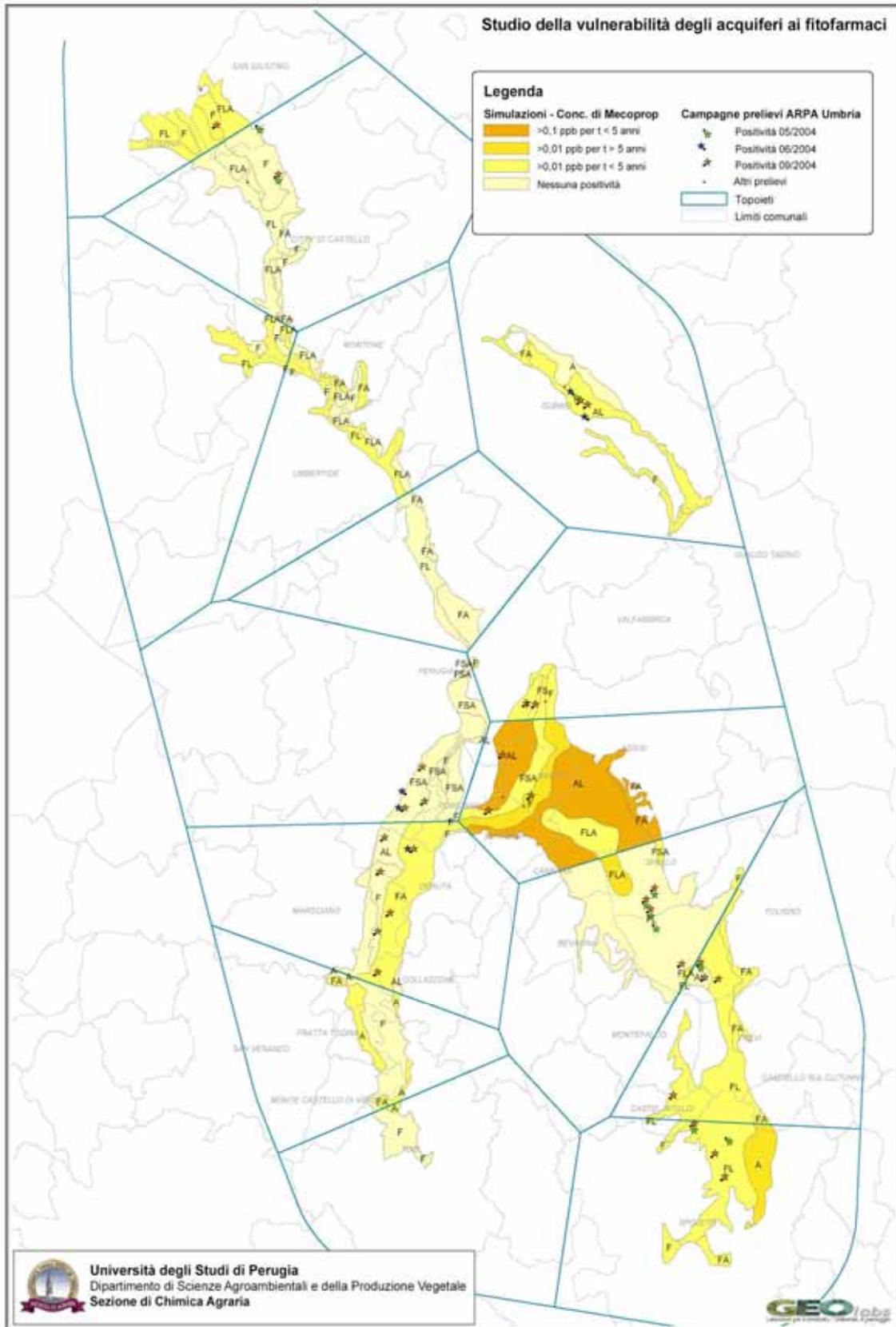


Figura 5. Risultati delle simulazioni con il modello previsionale MACRO DB 2

### 9.3 Valutazione dello stato dell'arte

L'applicazione del modello previsionale MACRO DB 2 ha evidenziato alcune situazioni di potenziale vulnerabilità agli agrofarmaci. E' indispensabile, però, operare degli approfondimenti delle situazioni potenzialmente a rischio per cui si dovrebbe procedere:

- alla verifica sperimentale di alcuni parametri di input del modello;
- alla estensione delle simulazioni anche ad altri agrofarmaci;
- ad una più puntuale verifica della effettiva profondità della falda;
- necessità di implementare i dati pedologici.

In merito a questo ultimo aspetto, le carenze emerse nell'archivio pedologico hanno a volte pesantemente influenzato i risultati modellistici e, di conseguenza, la possibilità di effettuare una esaustiva stima della vulnerabilità.

E' auspicabile a questo proposito la definitiva redazione della cartografia pedologica regionale a scala dettagliata al fine di descrivere in maniera definitiva la variabilità pedologica delle aree considerate. Solo dopo l'acquisizione di queste informazioni, si potrà procedere ad una descrizione più efficace degli scenari da utilizzare per le simulazioni. Inoltre, per quanto concerne i dati di input del modello appare quanto mai indispensabile determinare sperimentalmente nelle nostre condizioni quelli relativi all'agrofarmaco. Infatti una simulazione, per risultare più accurata, dovrà essere effettuata utilizzando i valori di  $K_d$  e  $DT_{50}$  ricavati attraverso una sperimentazione effettuata ad hoc, utilizzando il terreno scelto come caratteristico dello specifico scenario.

Un ulteriore passo in avanti verso la sicura attendibilità della simulazione risulta, poi, la validazione del modello con prove effettuate in pieno campo. Si tratterebbe, in questo caso, di seguire sperimentalmente il destino dell'agrofarmaco all'interno dell'area dello scenario reale, per determinare in pieno campo il valore di  $DT_{50}$  e la mobilità del principio attivo, così da poter confrontare, per quella applicazione, la corrispondenza tra dato reale e dato simulato. Si tratta sicuramente di un modo di operare più lungo ed oneroso, ma che permette di calibrare in modo oggettivo il modello a un determinato scenario.

Per quanto concerne il monitoraggio, si auspica un allargamento dei principi attivi ricercati, una estensione della rete di monitoraggio ai siti dove i dati ottenuti a mezzo del modello hanno evidenziato potenziale vulnerabilità nonché una più regolare cadenza dei prelievi nei siti dove si sono registrate positività al fine di chiarire se si tratta di fenomeni transitori o se ci si dovesse trovare di fronte a siti effettivamente "vulnerati".

Nel breve - medio termine le azioni da intraprendere potrebbero orientarsi verso l'individuazione di principi attivi alternativi rispetto a quelli risultati positivi alle simulazioni e/o nelle prove di monitoraggio.

## 10. IL MONITORAGGIO DEL RETICOLO SUPERFICIALE DEL LAGO TRASIMENO

### 10.1 L'area vulnerabile del Lago Trasimeno

L'Autorità di Bacino del fiume Tevere, ai sensi della L.183/89 ha adottato con Del. N. 93 del 31.05.2001, ed approvato con G.U. n. 203 del 30.08.2003, il Piano Stralcio n.2, II° Stralcio Funzionale per il lago Trasimeno, per la tutela dell'ecosistema lacustre.

Il Piano qualifica il lago come corpo idrico vulnerabile ai nitrati, sensibili, vulnerabile alla desertificazione e ai prodotti fitosanitari.

L'avvio dei programmi d'attuazione del piano da parte della Regione Umbria, ha previsto, tra l'altro, un monitoraggio dei corsi d'acqua affluenti al lago (individuati nella tav. 10 del Piano Stralcio) al fine di verificare l'entità dell'impatto dei carichi idroveicolati sulla qualità delle acque lacustri (D.G.R. n. 1970 del 22.12.2003). Tale attività è iniziata a fine 2003 ed è stata proseguita per tutto il 2004 dall'ARPA Umbria (**Vedasi Monografia 6**).

In tale contesto sono state previsti controlli sui fitofarmaci, considerato che in passato già si erano avute indicazioni di qualche contaminazione locale.

Nel periodo 1986-1992 la Regione dell'Umbria aveva promosso, con il supporto del L.E.S.P., un'indagine su un'area limitata nei pressi del lago. Lo studio aveva rilevato una presenza saltuaria e molto modesta di sostanze della famiglia delle triazine in alcuni pozzi, in qualche fosso e, ancor più raramente, nelle acque del lago. Le concentrazioni registrate erano risultate sempre al di sotto dei livelli di allarme (limiti ad uso potabile).

Un'altra indagine svolta nel 1992 da università e ULSS sui dieci pesticidi più utilizzati nell'area del Trasimeno (tre tipi di carbammati, due derivati ureici, due ammidici, un derivato triazinico e due derivati fenossicarbossilici) non aveva rilevato la presenza di tali sostanze nelle acque del lago o nelle acque utilizzate a scopo potabile.

Nel 1994 il Laboratorio Chimico della USL n. 2 ha effettuato un ulteriore studio finalizzato alla ricerca di erbicidi nelle falde superficiali del lago Trasimeno relative alle zone perilacuali (Panicarola) dove è praticata un'intensa attività agricola, basata quasi esclusivamente su colture intensive come mais, grano, girasole e barbabietola, che richiedono l'uso di pesticidi ad elevato rischio di impatto ambientale.

La ricerca di due degli erbicidi più comunemente usati nell'area: metolachlor e metabromuron, ha evidenziato la presenza costante di metolachlor nei pozzi di campionamento, mentre non è mai stato trovato il metabromuron.

Nel 1999 l'Università di Perugia ha effettuato, infine, una valutazione del destino di fitofarmaci nell'ambiente lacustre con l'ausilio di modelli predittivi basati su dati pedologici e climatici locali.

Sono stati presi a riferimento gli anni 1996-7, caratterizzati da buona piovosità (965 e 777 mm) e 5 tipologie di suoli presenti nell'area perilacustre.

La relazione afferma che il pericolo da inquinamento da fitofarmaci delle acque del lago è pressoché trascurabile, e che l'agricoltura non pone problemi di questo tipo al lago.

Il bilancio di massa effettuato con il modello PELMO riporta che le quantità di fitofarmaci liscivate e ruscellate nel biennio considerato sono dell'ordine rispettivamente di 10 kg e 250g, con concentrazione media nelle acque del lago pari a 0,02 e 0,0004 µg/L, considerando una massa d'acqua pari a circa 580 milioni di metri cubi.

I principi attivi ritenuti maggiormente impattanti tra i 9 indagati (terbutilazina, metolachlor, metabromuron, chloridazon, metamitron, chloresulfuron, chlortoluron, metribuzin) sono in ordine di importanza **metolachlor, chloresulfuron e metabromuron** tra i lisciviati, **chloridazon** e **metolachlor** tra i ruscellati.

## 10.2 Il programma di monitoraggio effettuato

I corsi d'acqua afferenti al lago sono stati divisi in due gruppi: quelli ritenuti più significativi per dimensioni e portate (8, di cui due fossi alimentati da scarichi di depuratore) sono stati campionati bimensilmente nel periodo novembre 2003-ottobre 2004.

Valutazioni sulla significatività dei dati di monitoraggio possono essere supportate dalle superfici dei bacini dei torrenti principali, i 6 monitorati coprono oltre 156 km<sup>2</sup> di bacino imbrifero, pari al 57% del bacino scolante del lago, e dalla stima dei deflussi, calcolati utilizzando parametri regionalizzati di deflusso idrico e precipitazioni degli ultimi anni sull'area, che ammontano a oltre 30 milioni di metri cubi annui.

Tabella 20: Elenco dei fossi monitorati per i fitofarmaci

Fossi principali	
1.	FOSSO PAGANICO
2.	Fosso Forma Grossa
3.	Canale Anguillara
4.	Fosso Maceroneo
5.	Rio Pescia
6.	Fosso La Treve

Nelle acque dei 6 fossi principali e di quelli che ricevono le acque di 2 depuratori, sono stati ricercati 38 prodotti fitosanitari, i cui principi attivi sono riportati nella tabella seguente

Tabella 21. Principi attivi ricercati

Principi attivi	
a $\beta$ Endosulfan $\mu\text{g/L}$	Metobromuron $\mu\text{g/L}$
Alaclor $\mu\text{g/L}$	Metolaclor $\mu\text{g/L}$
Aldrin $\mu\text{g/L}$	Oxifluorfen $\mu\text{g/L}$
Ametryn $\mu\text{g/L}$	p,p' DDD $\mu\text{g/L}$
Atrazina $\mu\text{g/L}$	p,p' DDT $\mu\text{g/L}$
Atrazina desetil $\mu\text{g/L}$	Parathion metile $\mu\text{g/L}$
Atrazina desisopropil $\mu\text{g/L}$	Pendimentalin $\mu\text{g/L}$
Benfluralin $\mu\text{g/L}$	Profam $\mu\text{g/L}$
Clorotoluron $\mu\text{g/L}$	Prometon $\mu\text{g/L}$
Clorprofam $\mu\text{g/L}$	Prometrina $\mu\text{g/L}$
Diazinone $\mu\text{g/L}$	Propazina $\mu\text{g/L}$
Dieldrin $\mu\text{g/L}$	Propiconazolo $\mu\text{g/L}$
Endrin $\mu\text{g/L}$	Propizamide $\mu\text{g/L}$
Eptacloro $\mu\text{g/L}$	Simazina $\mu\text{g/L}$
Eptacloroepossido $\mu\text{g/L}$	Tebuconazolo $\mu\text{g/L}$
Esaclorobenzene $\mu\text{g/L}$	Terbutilazina $\mu\text{g/L}$
Fenclorfos $\mu\text{g/L}$	Terbutilazina desetil $\mu\text{g/L}$
Forate $\mu\text{g/L}$	Terbutrina $\mu\text{g/L}$
Lindano $\mu\text{g/L}$	Tetradifon $\mu\text{g/L}$
Linuron $\mu\text{g/L}$	Trifluralin $\mu\text{g/L}$
Malathion $\mu\text{g/L}$	Zolfo $\mu\text{g/L}$

### 10.3 Risultati delle analisi e valutazione ambientale dei dati

Tra gli otto fossi oggetto di campionamento, il Fosso Macerone e il Fosso La Treve hanno presentato un flusso idrico irregolare: il Macerone è risultato avere un regime dipendente direttamente dalle piogge ed i campionamenti sono stati possibili solo per un periodo limitato di tempo (dal 25 febbraio al 22 giugno 2004), e analogamente il fosso La Treve è rimasto privo di acque di scorrimento nei mesi di novembre 2003, luglio, agosto, settembre e ottobre 2004.

I campioni analizzati per questi due fossi sono circa la metà del totale previsto.

Le analisi realizzate hanno evidenziato la presenza di due erbicidi, positivi in tutti i fossi.

*Il metolachlor viene utilizzato come erbicida selettivo su colture di mais e girasole, coltivazioni tipiche del comprensorio del Trasimeno. E' applicato in pre-emergenza contro le erbe infestanti.*

*La terbutilazina è usata in pre o post-emergenza per il controllo selettivo di infestanti soprattutto su mais, frumento, orzo, segale, avena e vite. Nel suolo subisce una degradazione microbica attraverso una n-dealchilazione della catena laterale e idrolisi.*

I due erbicidi, utilizzati prevalentemente in primavera su colture che prevedono una semina nel periodo marzo-aprile, sono stati rilevati nel periodo febbraio-luglio, talvolta in quantità notevoli. Le concentrazioni massime di **Metolachlor** sono state riscontrate nei fossi Rio Pescia (77,4  $\mu\text{g/l}$ ), Anquillara (62,8  $\mu\text{g/l}$ ), Paganico (25,9  $\mu\text{g/l}$ ), Formagrossa (8,2  $\mu\text{g/l}$ ) e Macerone (2,5  $\mu\text{g/l}$ ). Per la **Terbutilazina** le concentrazioni più elevate sono state registrate nei fossi Rio Pescia (18,4  $\mu\text{g/l}$ ), Anquillara (10,7  $\mu\text{g/l}$ ), Formagrossa (4,1  $\mu\text{g/l}$ ) e Paganico (2,9  $\mu\text{g/l}$ ).

Una sola volta è stata rilevata anche la presenza di Propizamide nel fosso Formagrossa, in una concentrazione pari a 0,53  $\mu\text{g/l}$ , e di Simazina nel fosso Rio Pescia in una concentrazione pari a 0,13  $\mu\text{g/l}$ .

Tali concentrazioni risultano elevate se riferite ai limiti riportati nella tab. 21 del D.Lgs 152/99 per le acque sotterranee (0,1  $\mu\text{g/l}$  per singolo principio attivo e 0,5  $\mu\text{g/l}$  per i fitofarmaci totali).

I valori elevati di erbicidi riscontrati sono dovuti ai fenomeni di ruscellamento conseguenti all'alta piovosità del periodo, anche se non si possono talora escludere usi impropri delle sostanze sia come quantità e applicazione sulle colture bersaglio che come conduzione delle operazioni di trattamento, come ad esempio il lavaggio delle botti.

Saltuariamente è stata rilevata anche la presenza di Propiconazolo e Tebuconazolo, due fungicidi, e di Diazinone, un insetticida usato come geodisinfestante, nei fossi Paganico, Formagrossa e Rio Pescia.

Nelle tabelle 22 e 23 vengono presentati i dati relativi alle concentrazioni di metholaclor e terbutilazina riscontrate nei fossi principali (quando ci sono 2 dati, si tratta di campionamento bimensile).

Tabella 22: Risultati analitici per il Metholaclor

METHOLACLOR								
Corso d'acqua/Periodo	Paganico (µg/l)	Rio Pescia (µg/l)	Anguillara (µg/l)	La Treve (µg/l)	Formagrossa (µg/l)	Macerone (µg/l)	Effluente Le Pedate (µg/l)	Effluente S. Arcangelo (µg/l)
novembre-03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
dicembre-03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gennaio-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
febbraio-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
marzo-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<0,05	<0,05
aprile-04	<b>0,68</b>	<b>8,5</b>	<b>4,4; 3,5</b>	<0,05	<b>3; 5,1</b>	<b>0,61</b>	<0,05	<0,05
maggio-04	<b>25,9; 0,84</b>	<b>77,4; 1,5</b>	<b>62,8</b>	<0,05	<b>8,2; 2,4</b>	<b>2,5; 0,82</b>	<b>0,49</b>	<0,05
giugno-04	<b>2,3</b>	<b>2,9; 0,42</b>	<b>3,1; 1,9</b>	<b>0,15</b>	<b>5; 3,3</b>	<b>0,43</b>	<0,05	<0,05
luglio-04	<0,05	<b>0,23</b>	<b>0,29</b>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<b>0,39</b>
agosto-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
settembre-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
ottobre-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabella 23: Risultati analitici per la Terbutilazina

TERBUTILAZINA								
Corso d'acqua/Periodo	Paganico (µg/l)	Rio Pescia (µg/l)	Anguillara (µg/l)	La Treve (µg/l)	Formagrossa (µg/l)	Macerone (µg/l)	Effluente Le Pedate (µg/l)	Effluente S. Arcangelo (µg/l)
novembre-03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
dicembre-03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
gennaio-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
febbraio-04	<b>0,82</b>	<b>0,21</b>	<b>0,38</b>	<0,05	<b>0,54</b>	<0,05	<0,05	<0,05
marzo-04	<b>0,31</b>	<b>0,37; 0,07</b>	<b>0,22; 0,05</b>	<0,05	<b>0,17</b>	<0,05	<0,05	<0,05
aprile-04	<b>0,72</b>	<b>7</b>	<b>4,4; 3,1</b>	<0,05	<b>2,70; 4,10</b>	<b>0,16</b>	<0,05	<0,05
maggio-04	<b>2,9; 0,14</b>	<b>18,4; 0,52</b>	<b>10,7</b>	<0,05	<b>0,89; 0,42</b>	<b>0,07</b>	<b>0,18; 0,02</b>	<0,05
giugno-04	<b>0,68</b>	<b>1,2; 1,1</b>	<b>1,3; 2,8</b>	<b>0,13; 0,13</b>	<b>1,9; 2,5</b>	<0,05	<0,05	<0,05
luglio-04	<0,05	<b>0,32; 0,34</b>	<b>0,98; 0,59</b>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
agosto-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
settembre-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
ottobre-04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Un elemento di raffronto è costituito dai dati pluviometrici registrati nel periodo novembre 2003-ottobre 2004: le maggiori precipitazioni si sono verificate nel mese di novembre per l'anno 2003 (108 mm), e nei mesi di febbraio (101 mm), aprile (104 mm), maggio (90 mm), e ottobre (114 mm) per l'anno 2004.

Pur non potendo definire i carichi di fitofarmaci addotti al lago dal reticolo superficiale drenante per mancanza di valori di portata diretti e per la variabilità dei riscontri analitici, si può affermare chiaramente che, nelle condizioni climatiche del periodo di monitoraggio, condizioni ripetibili e ripetute normalmente in questi ultimi anni di maggiore variabilità climatica, è confermata la vulnerabilità del sistema idrico superficiale ai fitofarmaci.

Sono scarsi i dati di osservazione diretta sulle acque del lago, con alcune positività nel 2004, per valutare l'entità dell'impatto, ma ciò non esclude che flora e fauna lacustre non subiscano effetti negativi da parte di questi principi attivi, almeno in particolari periodi climatici e nelle fasce perilacuali meno sottoposte ad effetti di diluizione.

## 11. RISULTATI

Le attività condotte hanno portato al raggiungimento di tre risultati principali:

- 1. E' stato rilevato un certo livello di vulnerabilità delle aree alluvionali di pianura indagate e per alcuni principi attivi sono state riscontrate positività significative: da questo deriva la necessità di procedere con le indagini per giungere alla perimetrazione di parte delle aree critiche evidenziate. Tali aree sono principalmente estese in Media Valle del Tevere ed in Valle Umbra.**
- 2. I risultati del monitoraggio del Lago Trasimeno confermano la vulnerabilità del reticolo idrico superficiale ai prodotti fitosanitari (terbutilazina e metolaclor in particolare).**
- 3. Sono stati definiti i primi elenchi di parametri indicatori regionali per le acque sotterranee, per quelle superficiali e per le sostanze pericolose.**

Qui di seguito si riportano i dettagli di cui al punto 3.

## 11.1 Definizione dei parametri indicatori per le acque sotterranee

Al fine di definire i parametri indicatori per le acque sotterranee in Umbria si è partiti dalle varie valutazioni e dati disponibili, considerando le vendite dei principi attivi, le indicazioni basate sugli indici di lisciviabilità, nonché le indicazioni evidenziate dalle ricerche effettuate dal Gruppo di lavoro ARPA-APAT- APPA Fitofarmaci e dall'Istituto Superiore di Sanità.

Un primo elenco di principi attivi contaminanti è quello selezionato dal DISAPROV sulla base dell'indice GUS, di cui al capitolo 5, e delle vendite in Umbria riferite all'anno 2000.

Tabella 24. Principi attivi contaminanti significativi in Umbria secondo l'indice GUS

N.	PRINCIPIO ATTIVO	N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	CHLORIDAZON	8	MCPA
2	CHLORTOLURON	9	METALAXYL
3	DICAMBA	10	METAMITRON
4	DIMETHOMORPH	11	METOBROMURON
5	FLUROXYPYR	12	METOLACHLOR
6	IMAZAMETHABENZ	13	TERBUTILAZINA
7	LENACIL		

Fonte: DISAPROV, su dati vendita anno 2000

Il quadro delle positività sulle acque sotterranee riscontrate nell'anno 2003 a livello nazionale, (A. Franchi 5° Convegno Nazionale "Fitofarmaci e Ambiente" - Palermo, 20 e 21 ottobre 2004), consente di definire un ulteriore elenco di sostanze, riportato nella tabella seguente.

Tabella 25. Positività principali ai controlli in Italia

N.	PRINCIPIO ATTIVO	N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	ATRAZINA, desetil (met.)	10	METAMITRON
2	TERBUTILAZINA, desetil (met.)	11	EXAZINONE
3	DICLOROBENZAMIDE, 2,6 (met.)	12	PRETILACLOR
4	DIMETENAMID	13	SIMAZINA
5	BENTAZONE	14	METALAXIL
6	OXADIAZON	15	QUINCLORAC
7	LENACIL	16	PROCIMIDONE
8	BROMACILE	17	MOLINATE
9	METOLACLOR	18	ETOFUMESATE

Fonte: Gruppo di lavoro ARPA-APPA-APAT Fitofarmaci, dati anno 2003

Un terzo elenco di sostanze ritenute contaminanti per le acque sotterranee deriva dalle valutazioni effettuate nell'anno 2004 dall'Istituto Superiore di Sanità (Rapporti ISTISAN 04/35) per il programma Triennale di controllo sui fitofarmaci, come riportato nella tabella seguente.

Tabella 26. Elenco sostanze prioritarie per le acque sotterranee secondo l'Istituto Superiore di Sanità (in rosso le sostanze pericolose)

N.	PRINCIPIO ATTIVO	N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	ALACLOR	15	DALAPON
2	ATRAZINA	16	DICAMBA
3	BENTAZONE	17	DICLORPROP
4	BROMACILE	18	DICLOROPROPENE-1,3
5	CAPTANO	19	DIMETOMORF
6	CARBOFURAN	20	ETOFUMESATE
7	CINOSULFURON	21	ISOPROTURON
8	CLORIDAZON	22	MECOPROP
9	CLORTOLURON	23	RIMSULFURON
10	DIMETOATO	24	PARATION METILE
11	DIURON	25	PIRIMICARB
12	MCPA	26	SIMAZINA
13	METOLACLOR	27	TERBUTILAZINA
14	MOLINATE		

Fonte: Istituto Superiore di Sanità, Programma Triennale di controllo sui fitofarmaci anno 2004.

Dall'esame dei principi attivi totali riportati nelle precedenti tabelle, operando una selezione dei medesimi secondo l'indice GUS e le quantità vendute in Umbria, limitatamente alle 60 sostanze attive più

rappresentate, si ritiene di proporre la lista sottoindicata, quale elenco dei parametri indicatori per le acque sotterranee.

All'elenco sono stati aggiunti i principi attivi Bentazone e Mecoprop i quali, pur non rientrando secondo i criteri sopra descritti, dai dati analitici di ARPA Umbria e dalle indicazioni di altre istituzioni preposte al monitoraggio delle acque di falda (gruppo di lavoro AAAF fitofarmaci e Istituto Superiore Sanità), sono indicati quali agrofarmaci a potenziale rischio di lisciviazione.

Tabella 27. Elenco sostanze attive da ricercare come indicatori di contaminazione nelle acque sotterranee in Umbria (in rosso le sostanze pericolose ai sensi del DM 367/2003)

N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	ALACHLOR
2	ATRAZINA, desetil (met.)
3	BENTAZONE
4	CHLORIDAZON
5	CHLORTOLURON
6	DICAMBA
7	DIMETHOMORPH
8	FLUROXYPYR
9	IMAZAMETABENZ
10	LENACIL
11	MECOPROP
12	MCPA
13	METALAXYL
14	METAMITRON
15	METOBROMURON
16	METOLACHLOR
17	SIMAZINA
18	TERBUTILAZINA

## 11.2 Definizione dei parametri indicatori per le acque superficiali e per il reticolo idrografico superficiale del Lago Trasimeno

Dalle indagini del Gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA Fitofarmaci nelle acque superficiali in Italia, le sostanze attive più frequentemente ritrovate sono state: terbutilazina, metolachlor, oxadiazon, atrazina e dimetanamide.

Il confronto tra le sostanze attive attualmente ricercate da ARPA Umbria e quelle riportate nei monitoraggi effettuati dalle Agenzie regionali per l'ambiente (Gruppo di lavoro AAAF fitofarmaci) relativi all'anno 2003, consente di stilare l'elenco dei parametri indicativi sottoelencato, da ricercare nelle acque superficiali. Le sostanze attive evidenziate, integrano la lista attualmente adottata in Umbria, sulla base dell'indice GUS e delle vendite in quanto rientrano tra le prime 60 più vendute in Regione.

Tabella 28. Elenco preliminare delle sostanze attive da ricercare nelle acque superficiali in Umbria

Principi attivi da ricercare in acque superficiali in Umbria	
a ß Endosulfan	Imazametabenz
Alaclor	Iprodione
Aldrin	Isofenfos
Ametryn	Lenacil
Atrazina	Lindano (gamma-esaclorocicloesano)
Atrazina desetil	Linuron
Atrazina desisopropil	Malathion
Azinfos Etile	Mcpa
Azinfos Metile	Metalaxyl
Benfluralin	Metamitron
Bromofos Metile	Metobromuron
Bromopropilato	Metolachlor
Carbofenotion	Miclobutanil

<b>Cloridazon</b>	Nuarimol
Clorpirifos	Oxyfluorfen
Clorpirifos Metile	Parathion Metile
Clorprofam	Pendimethalin
Clortalonil	Penconazolo
Clortoluron	Pirazofos
DDD p,p'	Piridafention
DDT p,p'	Pirimicarb
Diazinone	Pirimifos Metile
<b>Dicamba</b>	Procimidone
Diclofluanide	Profam
Dicloran	Prometon
Dieldrin	Prometrina
Dimetoato	Propiconazolo
<b>Dimetomorph</b>	Propazina
Endosulfan a $\beta$	Propizamide
Endrin	Quinalfos
Eptacloro	Simazina
Eptacloroepossido	Tebuconazolo
Eptenofos	Terbutilazina
Esaclorobenzene (HCB)	Terbutilazina desetil
Etion	Terbutrin
Etopofros	Tetradifon
Fenarimol	Tolclofos Metile
Fenclorfos	Triadimefon
Fenitrotion	Triazofos
Fention	Trifluralin
Fentoato	Vinclozolin
<b>Fluroxypyr</b>	
Forate	
Fosalone	

Le risultanze dei controlli effettuati al Lago Trasimeno, unitamente al quadro delle colture presenti sull'area ed alla capacità dei corsi d'acqua afferenti al lago di drenare le acque di ruscellamento e quelle di falda, evidenziano la vulnerabilità del sistema lacustre ai fitofarmaci.

Pertanto, dalle indagini effettuate da ARPA Umbria e dalle indicazioni fornite dal DISAPROV in relazione all'indice GUS, alle vendite relative all'anno 2000 ed alle superfici investite a cereali autunno-vernini e colture da rinnovo nel bacino del lago Trasimeno, è possibile stilare un elenco delle sostanze attive a rischio ambientale e, quindi, da ricercare sistematicamente nelle acque superficiali.

Tabella 29. Elenco preliminare degli indicatori da ricercare nelle acque superficiali (corsi d'acqua e Lago Trasimeno).

<b>Principi attivi da ricercare in acque superficiali</b>	
Bentazone	Mcpa
Chloridazon	Mecoprop
Chlortoluron	Metalaxyl
Dicamba	Metamitron
Dimethomorph	Metobromuron
Fluroxypyr	Metolachlor
Imazametabenz	Terbutilazina
Lenacil	

### 11.3 Definizione dei principi attivi da controllare per le sostanze pericolose

Per lo sviluppo futuro dei controlli sui fitofarmaci nelle acque è necessario tener presente quanto previsto dal D.M. 6 novembre 2003, n.367 sui nuovi standard di qualità relativi alle acque interne superficiali e marino-costiere.

I parametri fissati per la protezione delle acque comprendono tra le sostanze pericolose 58 prodotti fitosanitari riportati nell'Allegato A, tabella 1.8.

Di questi 39 sono insetticidi, 17 erbicidi, 2 fungicidi. Ventisei di questi principi attivi sono stati nel frattempo revocati dalla vendita in Italia dal Ministero della Salute.

Le rimanenti sostanze attive in commercio sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 30. Sostanze attive in commercio in Italia tra quelle del D.M. 6 novembre 2003, n.367

N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	2, 4D
2	ALACHLOR
3	AZINFOS METILE
4	CLORPIRIFOS
5	CUMAFOS
6	DICLORVOS
7	DIMETOATO
8	DIURON
9	ENDOSULFAN
10	ENDOSULFAN ALFA
11	FENITROTION
12	FENTION
13	FOXIM
14	ISOPROTURON
15	LINURON
16	MALATHION
17	MCPA
18	MECOPROP
19	METAMIDOPHOS
20	OSSIDEMETON-METILE
21	PARATION METILE
22	SIMAZINA
23	TRICLORFON

Le sostanze pericolose attualmente in commercio sono state ulteriormente selezionate rispetto a quelle utilizzate in Umbria in maniera significativa (tra le 60 più utilizzate nell'anno 2000 e/o più di 13 q.li di sostanza attiva venduta all'anno), e incluse nell'elenco anche se l'indice GUS non le annovera tra le più contaminanti. Tale elenco è riportato nella tabella seguente.

Tabella 31. Primo elenco delle sostanze attive (D.M. 367/2003) da monitorare in Umbria (vendite significative più di 13 quintali all'anno 2000)

N.	PRINCIPIO ATTIVO
1	2, 4D
2	ALACHLOR
3	CLORIDAZON
4	CHLORPIRIFOS
5	ENDOSULFAN
6	FENITROTION
7	LINURON
8	MALATHION
9	MCPA
10	MECOPROP
11	SIMAZINA

## 12. PROPOSTE DI SVILUPPO

### 12.1 Sviluppi delle attività conoscitive e di monitoraggio sulle aree critiche ai fini del Piano di tutela (programma quadriennale)

L'attività di studio condotta nel 2003-2004 da ARPA in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione Vegetale (DISAPROV) dell'Università di Perugia ha consentito di confermare alcune criticità ed evidenziare dati ambientali e modellistici per una prima identificazione delle situazioni vulnerabili ai prodotti fitosanitari.

**Le risultanze sono utilizzabili ai fini del Piano di Tutela, anche se non consentono una perimetrazione logica certa delle aree vulnerabili.**

Il monitoraggio ha confermato l'esistenza di situazioni vulnerate su tutte le aree critiche indagate, riferite in modo particolare agli erbicidi utilizzati sulle colture autunno vernine.

La modellistica ha dato conferme di vulnerabilità in alcune situazioni, mentre in altre ha evidenziato la necessità di una maggior risoluzione dei dati pedologici delle aree di pianura nonché una più puntuale verifica dei parametri relativi agli agrofarmaci.

Per giungere alla perimetrazione delle aree vulnerabili da fitofarmaci sugli acquiferi di pianura, nonché per monitorare la situazione del lago Trasimeno, è necessario proseguire il programma di sviluppo e completamento delle attività realizzate.

Esso deve prevedere i seguenti punti:

- Approfondimento degli aspetti di zonazione della vulnerabilità del territorio di pianura mediante migliore relazione con il quadro pedologico (Carta pedologica Regionale) ed acquisizione di dati diretti di campo su profili utilizzati per i modelli;
- Migliore definizione della potenziale mobilità degli agrofarmaci sulle aree di pianura a mezzo dei modelli e degli scenari ipotizzabili;
- Sviluppo e ottimizzazione dell'elenco di principi attivi prioritari regionali per il monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali (Trasimeno e altri corpi idrici);
- Aggiornamento regolare del quadro sui dati di vendita dei prodotti fitosanitari regionali e valutazione dei cambiamenti nel tempo;
- Ridefinizione dei principi attivi da monitorare rispetto all'elenco di sostanze pericolose del DM 367/03;
- Esecuzione di campagne di monitoraggio integrative sulle aree critiche allargate alle aree limitrofe potenzialmente vulnerabili;
- Sviluppo dei protocolli analitici di laboratorio per i principali indicatori e sostanze pericolose designate;
- Divulgazione dei risultati in ambito regionale ed avvio di azioni di informazione e sensibilizzazione sul tema;
- Definizione delle aree vulnerabili della Regione Umbria, proposta di misure di risanamento ambientale e ripristino DELLE CONDIZIONI DI QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE ALL'USO POTABILE.

### 12.2 Definizione delle azioni per giungere alla perimetrazione di aree vulnerabili da fitofarmaci

Al fine di caratterizzare le aree vulnerabili da agrofarmaci in Umbria (art. 20 e allegato 7 del D. Lgs. 152/99) e classificare i principi attivi più utilizzati in Regione in funzione della loro capacità inquinante degli acquiferi umbri, dai risultati della ricerca condotta si evince la necessità di un prosieguo della attività volta a definire i seguenti punti:

- estendere lo studio agli agrofarmaci riportati nel D.M. 367 del 2 nov. 2003. La valutazione sarà effettuata utilizzando dei Modelli matematici previsionali consigliati dal FOCUS per la registrazione degli agrofarmaci in base alla Direttiva 414/91. Su tale base gli agrofarmaci studiati verranno classificati e confrontati con quelli individuati nelle acque di falda mediante i monitoraggi periodicamente effettuati dall'ARPA;
- l'incompletezza dei dati pedologici utilizzati rende necessaria l'acquisizione di ulteriori dati per completare la definizione dei vari scenari. Tale necessità sarà coperta dalla pubblicazione della Carta Pedologica Regionale e si integrerà eventualmente con lo studio di profili mancanti e la verifica analitica di alcuni parametri sia dei nuovi profili che di quelli già individuati;
- in quattro delle aree regionali più a rischio (Valle Umbra, Alta Valle del Tevere, Media Valle del Tevere e Conca Eugubina), verranno effettuate simulazioni utilizzando parametri reali per la valutazione della degradazione e mobilità degli agrofarmaci da indagare. In una di tali aree, scelta sulla base della completa disponibilità di dati pedologici e climatici, verranno effettuate indagini di laboratorio per l'individuazione di tutti i parametri necessari a consentire l'effettuazione di simulazioni

realistiche mediante uno o più modelli matematici scelti tra quelli più adatti alle caratteristiche della zona. I risultati delle simulazioni effettuate verranno confrontati con i dati provenienti dal monitoraggio delle acque di falda prelevate alle varie profondità. Ciò consentirà di effettuare la validazione e la calibrazione dei modelli utilizzati rendendoli idonei a simulare il destino di qualsiasi agrofarmaco che venga applicato nella zona e di cui si conoscano le caratteristiche chimiche ed i parametri di diffusione ambientale.

- utilizzando i principali parametri di diffusione ambientale dei vari agrofarmaci ( Koc, DT50 e solubilità in acqua ), si cercherà di individuare possibili correlazioni tra gli agrofarmaci più utilizzati in ambito regionale e la loro presenza nelle acque superficiali.

### **12.3 Soluzioni per il contenimento/riduzione delle contaminazioni nelle aree critiche e nelle zone vulnerabili**

La vulnerabilità accertata nelle aree critiche di pianura e nei corsi d'acqua afferenti al Trasimeno impongono considerazioni immediate che vanno oltre la perimetrazione delle aree vulnerabili da fitofarmaci.

L'aspetto più critico è rappresentato dall'uso potabile, che in molti casi viene fatto delle acque sotterranee.

E' indispensabile che vengano attuate al più presto due misure di tutela della salute umana:

1. Vietare l'uso potabile delle acque prelevate da pozzi pubblici e privati, salvo i casi in cui vengano utilizzati idonei sistemi di rimozione dei possibili inquinanti (es. carboni attivi, ecc.);
2. Consentire a chi non ha altre fonti di approvvigionamento potabile di poter facilmente e rapidamente accedere ad acqua qualitativamente garantita.

Per i principi attivi riscontrati nelle acque di falda in maniera significativa e diffusa, è necessario avviare il dibattito con le istituzioni locali, le associazioni degli agricoltori, i cittadini, al fine di trovare soluzioni in grado di limitarne l'utilizzo (modifica pratiche colturali, sostituzione delle colture più impattanti, agricoltura biologica, lotta integrata) o favorire la sostituzione con altri principi non impattanti e/o conduzioni agronomiche differenti.

Nelle zone in cui sono presenti corpi idrici superficiali sensibili, si rendono necessarie misure di contenimento.

In particolare nel bacino del Lago Trasimeno è fondamentale rendere effettiva la misura di protezione delle aste fluviali mediante fasce ad effetto filtro, come previsto sia dal Piano Stralcio per il lago Trasimeno che dai Programmi di azione per le aree vulnerabili da nitrati di origine agricola, ai sensi del D. Lgs 152/99, in fase di approvazione da parte della Regione dell'Umbria.

Le misure da adottare prevedono, tra l'altro, il divieto di coltivazione e concimazione di fasce ampie 10 metri per i corpi idrici significativi e 5 metri per quelli non significativi, nonché di 30 metri per la zona perilacuale.

Su tali fasce, ovviamente, non dovranno essere consentiti trattamenti fitosanitari.

Le sostanze attive di cui viene dimostrata la vulnerabilità, potranno essere sostituite con altre meno impattanti, avvalendosi di modelli previsionali, validati nello specifico scenario.

### 13. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV (2001) - *Il monitoraggio delle acque sotterranee a scala regionale: approccio tradizionale ed innovazione tecnologica applicata agli acquiferi dell'Umbria*. Beretta, Marchetti e Martinelli editors. IGEA n. 16 –2001. Ingegneria e geologia degli acquiferi – Supplemento a GEAM, Associazione Georisorse e Ambiente Anno XXXVIII n. 2-3, Torino.
- ARPA Umbria (2005). *Monitoraggio qualitativo dei corsi d'acqua superficiali individuati nel Piano Stralcio del Lago Trasimeno*. Rapporto annuale 2004 Regione Umbria. A cura di F. Charavgis, L. Cingolani.
- ARPA Umbria (2004). *Individuazione delle aree vulnerabili da prodotti fitosanitari in Umbria*. A cura della Sezione di Chimica Agraria, Di.S.A.Pro.V. Università degli Studi di Perugia. Rapporto interno.
- Bartone C., Pozzoni F. e Guzzella L. (1996) – *Utilizzo di tecniche immunoenzimatiche per l'analisi dei residui di erbicidi in suoli agrari*. Acqua Aria, 9.
- Beretta G.P, Frondini F., Giuliano G., Marchetti G., Martinelli A. and Peruzzi L. (2000) - *Design of a regional groundwater monitoring network: the PRISMAS project experience*. International Workshop on information for sustainable water management. MTM III, Monitoring Tailor-Made, Nunspeet, Nijmegen, Olanda, 25-28 settembre 2000.
- Borgia A. e Pennacchi F. (1999). *Sviluppo agricolo sostenibile del bacino del Lago Trasimeno*. Università degli Studi di Perugia – CESAV, Parco Tecnologico Alimentare, ARUSIA. Regione dell'Umbria, Assessorato agricoltura e foreste.
- Bottoni P.(2005) *Ricerche sui metaboliti in Italia: I dati dell'Umbria*. ISTISAN, comunicazione interna.
- Bottoni P., Crobe A. (2004) – *Metabolici dei fitofarmaci nell'ambiente idrico: stato dell'arte*. ISTISAN Rapporti, 04/35, a cura di P. Bottoni.
- Calandra R. (2004). *I paesaggi pedologici e la carta dei suoli dell'Umbria*. Quaderni della Camera di Commercio industria artigianato e agricoltura di Perugia.
- Capri E., Padovani L. e Trevisan M. (1999). *La previsione della contaminazione delle acque sotterranee da prodotti fitosanitari*. Pitagora Editrice, Bologna. Quaderni di tecniche di protezione ambientale, n. 69.
- Civita M. (1990). *Legenda Unificata per le Carte di Vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei*. GNDCI – Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. Pitagora Edizioni. Bologna.
- Facchino F., Giuliano G., Riparbelli C. (2000): *Vulnerabilità delle acque sotterranee alla contaminazione da fitofarmaci: valutazione con tecniche Gis*. Quad. Ist. Ric. Acque, 112, 215-243 Atti della Giornata di Studio: Rischio di contaminazione delle acque sotterranee da fitofarmaci e loro prodotti di degradazione, Milano, 27 ottobre 1998
- ERSAL (2000) - SuSAP Uno strumento per favorire un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari. Progetto LIFE 98 SuSAP. Rapporti. ERSAL.
- Franchi A. (2004) *Rapporto sui dati nazionali relativi alla ricerca di fitofarmaci nelle acque, Anno 2003*. 5° Convegno nazionale "Fitofarmaci e Ambiente", Palermo 20 e 21 ottobre 2004.
- Franchi A. (2004). *Fitofarmaci prioritari nei corpi idrici italiani (decreti 367/03; 152/99; Direttiva 2000/60)*. Workshop "Contaminanti prioritari, emergenti e sostanze pericolose nell'ambiente acquatico" Istituto Superiore Sanità – Roma, 15 dicembre 2004.
- Funari E.(1991)- *Il rischio della contaminazione delle risorse idropotabili da erbicidi. La situazione in Italia*. ISTISAN 91/2.
- Giaquinto, S., Marchetti, G., Martinelli, A. & Martini, E. (eds) (1991) - *Le acque sotterranee in Umbria*. Protagon Editrice, Perugia
- Giuliano G., Marchetti G., Martinelli A., F. Frondini, L. Peruzzi. (1999) - *Nuove procedure operative e strumentali sulla rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Umbria*. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999. Pubbl. n. 1985 GNDCI-CNR. "Quaderni di geologia applicata", Pitagora ed.
- Guzzella L., Pozzoni F., Giuliano G. (1999) - *Leaching and degradation of herbicides and their transformation products in field experiments*. Del Re A.A.M., Brown C., Capri E., Errera G., Evans S.P., Trevisan M.(eds.): Human and environmental exposure to xenobiotics, Proc. XI Symp. Pesticide Chemistry, Cremona, 11-15 settembre 1999, 325-338

- International Organization of Standardization (1993) - *Water quality – Sampling – Part 11: Guidance on sampling of groundwaters*. ISO 5667-11
- ISTAT (2000) – *V° Censimento generale dell'agricoltura*.
- Istituto Superiore di Sanità (2000) - *Metodi analitici per le acque destinate al consumo umano*. Rapporto ISTISAN 00/11 Pt. 1. ISSN 1123-3117, 223 pgg.
- Lorenzin M., Coppi S., Franchi A., Sesia E. (2004) - *Indice di Priorità: strumento per la programmazione della ricerca dei residui di fitofarmaci nelle acque*. ISTISAN Rapporti, 04/35, a cura di P. Bottoni.
- Marchetti, G. (ed.) (1995) - *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi 10: la Conca Ternana*. Pitagora Editrice, Bologna. Quaderni di tecniche di protezione ambientale, n. 47.
- Martinelli A., Bartoli D., Santucci A. e Bodo G. (2004). *Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei e problematica dei fitofarmaci in Umbria*. ISTISAN Rapporti, 04/35, a cura di P. Bottoni.
- Marucchini C., Vischetti C., Zadra C. e Esposito A. (1999). *Simulazione del destino di alcuni fitofarmaci nel bacino del Lago Trasimeno*. Ce.S.A.V. (Centro Servizi per la didattica e la ricerca applicata nel settore dell'Agricoltura e della Medicina Veterinaria). Rapporto interno.
- Ministero dell'Ambiente – Regione dell'Umbria (1992) - *Piano per la gestione ed il controllo del Bacino del Lago Trasimeno finalizzato al contenimento dell'eutrofizzazione*. Rapporto Finale.
- Pesticide manual (....) Tomlin Editor.
- Regione dell'Umbria-CNR GNDCI (1990) - *Carta della Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Valle Umbra nord*. Pubbl. n°256 del GNDCI-CNR.
- Regione dell'Umbria-CNR GNDCI (1992) - *Carta della Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Valle Umbra Sud*. Pubbl. n° 468 del GNDCI-CNR.
- Regione dell'Umbria-CNR GNDCI - ASM Terni (1995) - *Carta della Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Conca Ternana*. Pubbl. n° 1068 del GNDCI-CNR.
- Regione dell'Umbria- CNR-GNDCI. (1995) - *Acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere, Carta della Vulnerabilità all'inquinamento*. Pubbl. n° 1115 del GNDCI-CNR.
- Regione dell'Umbria- CNR-GNDCI - USL n.1. (1998) - *Carta della Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Conca Eugubina*. Pubbl. n° 1814 del GNDCI-CNR.
- Scassellati, Sforzolini G., Angeli G., Pasquini R., Fatigoni C., Mossone M., Santinelli F., Cossignani L., Damiani P. (1993) – *Inquinamento da parte di pesticidi e valutazione dell'attività mutagenica di acque superficiali e condottate della ULSS del Lago Trasimeno*. L'Igiene Moderna, 100.
- SPESML, U.L.S.S. Lago Trasimeno (1995) - *“Ricerca di erbicidi nelle falde superficiali del bacino del lago Trasimeno”*.
- Trevisan M., Vischetti C., Francaviglia R., Marchetti A., Esposito A., Padovani L. e Capri E. (1999) – *Valutazione del pericolo potenziale di contaminazione della falda da pesticidi nell'Alta Valle del Tevere*. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999. Pubbl. n. 1994 GNDCI-CNR. “Quaderni di geologia applicata”, Pitagora ed.

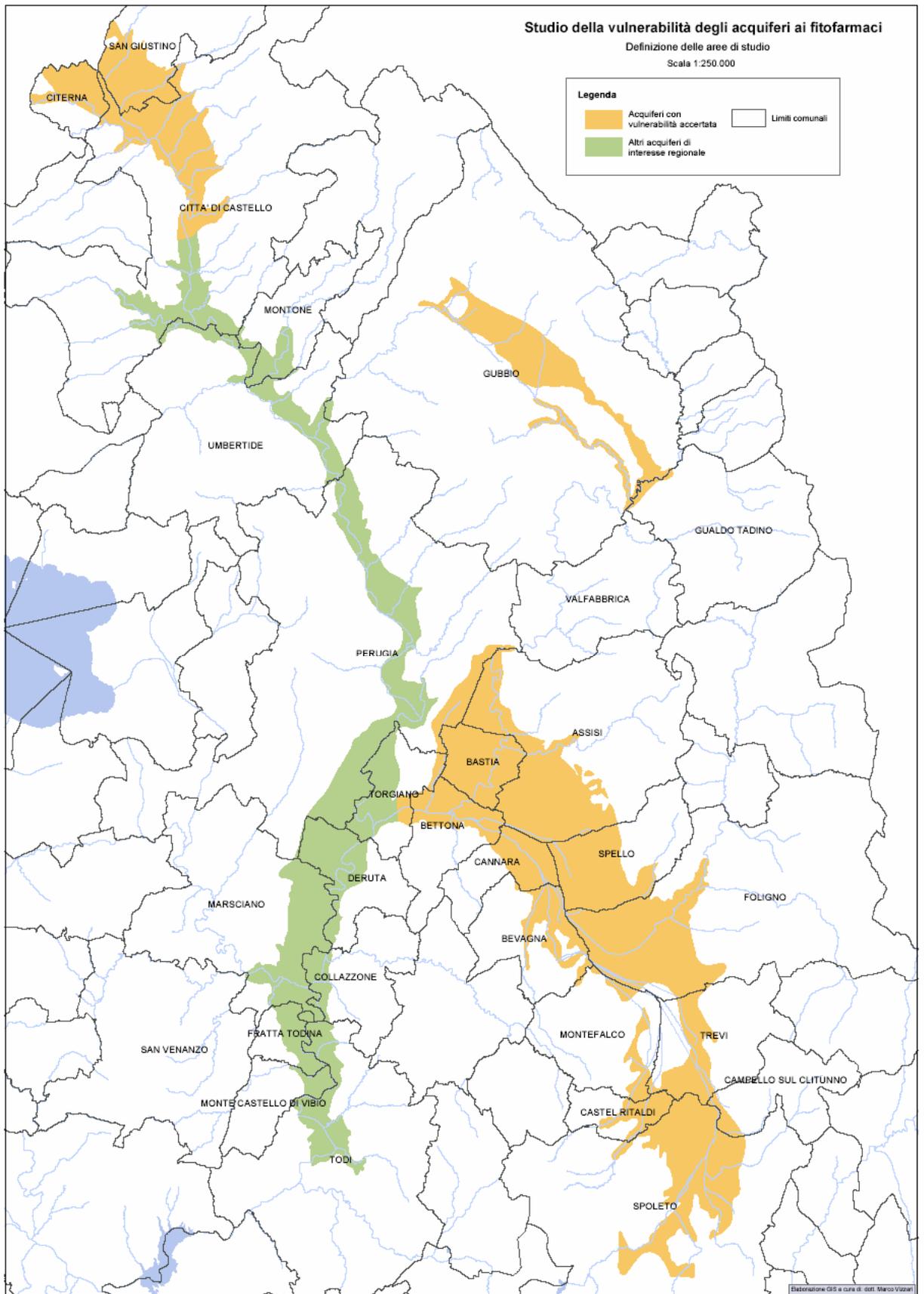


Tavola 1

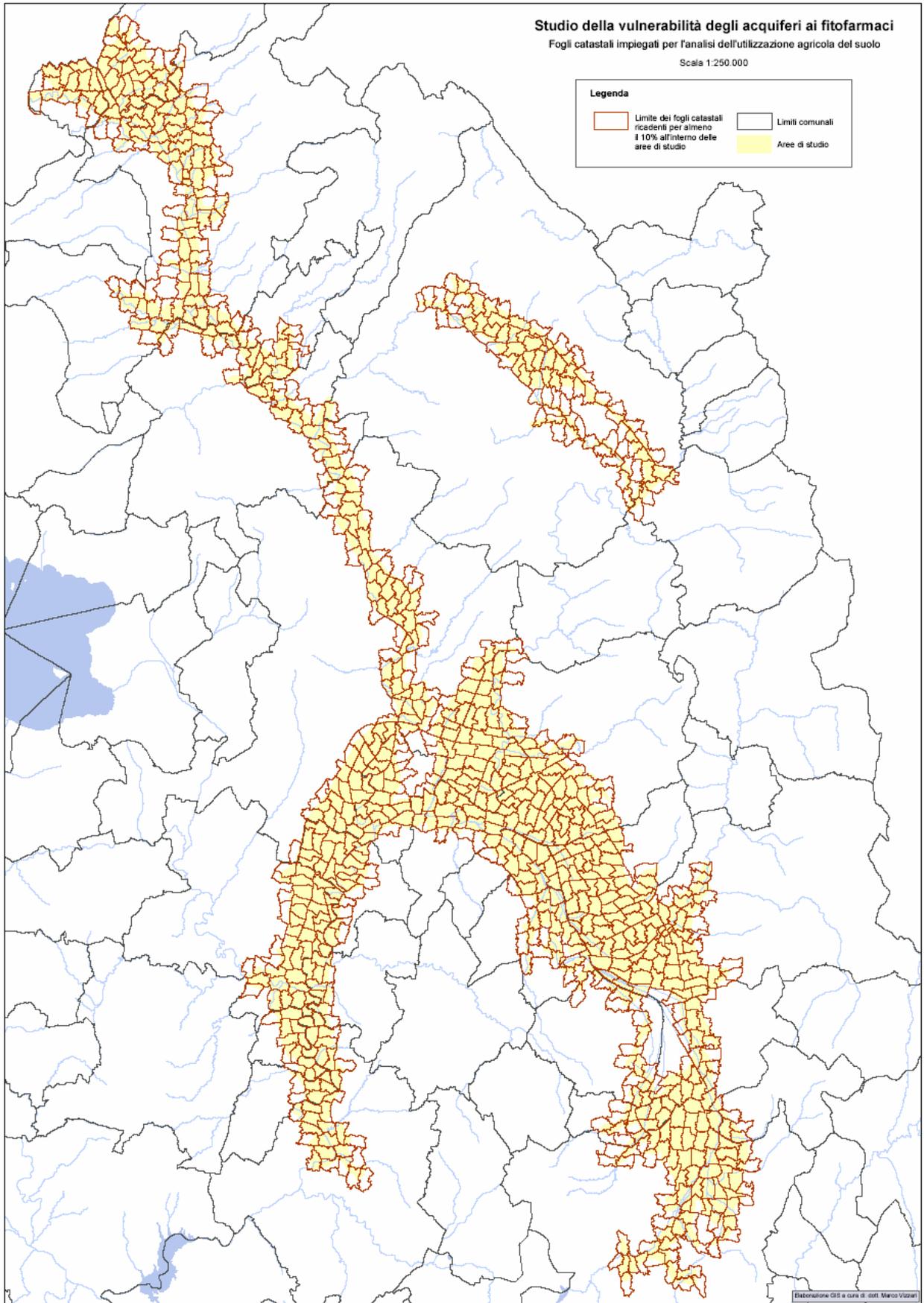


Tavola 2

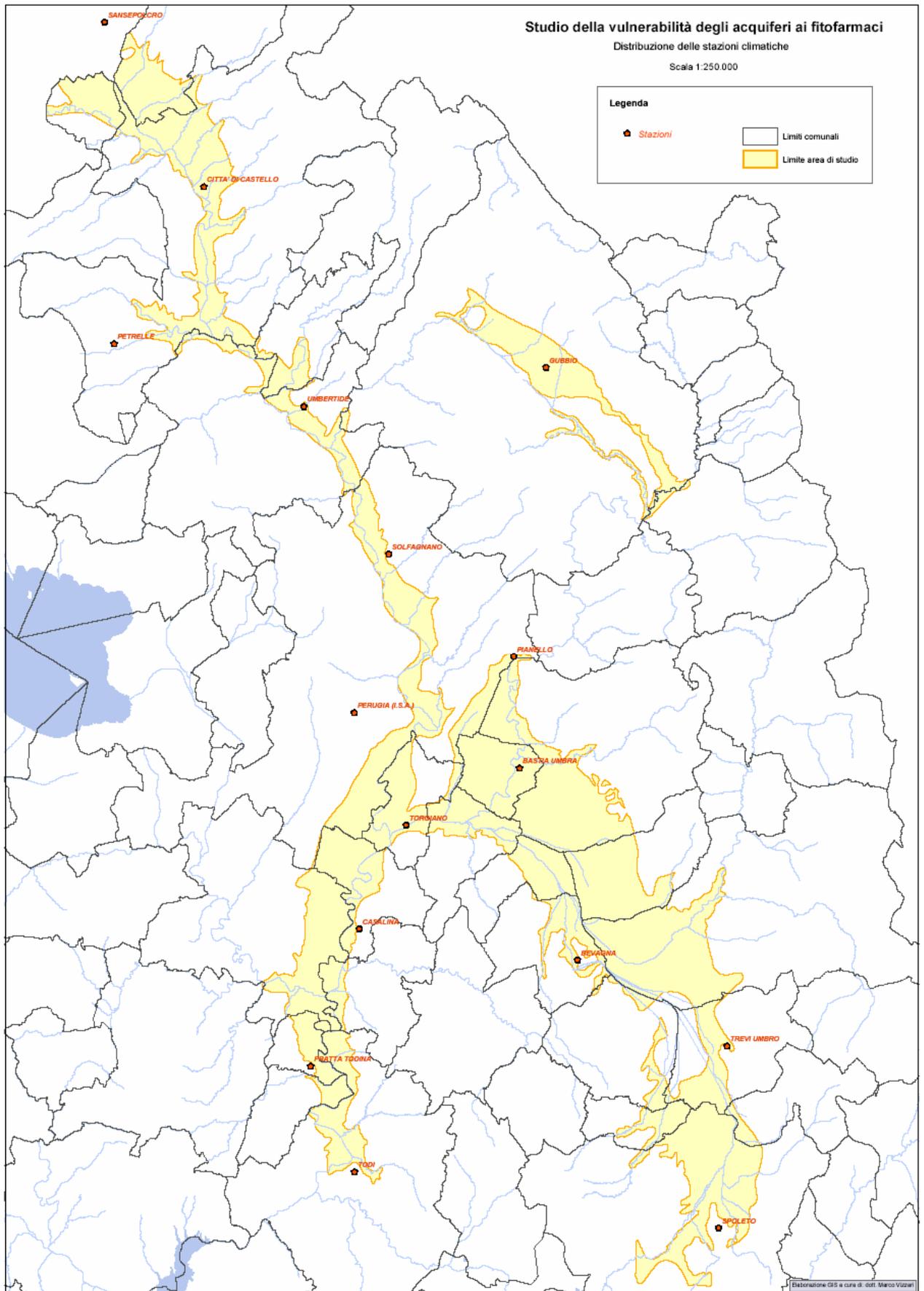
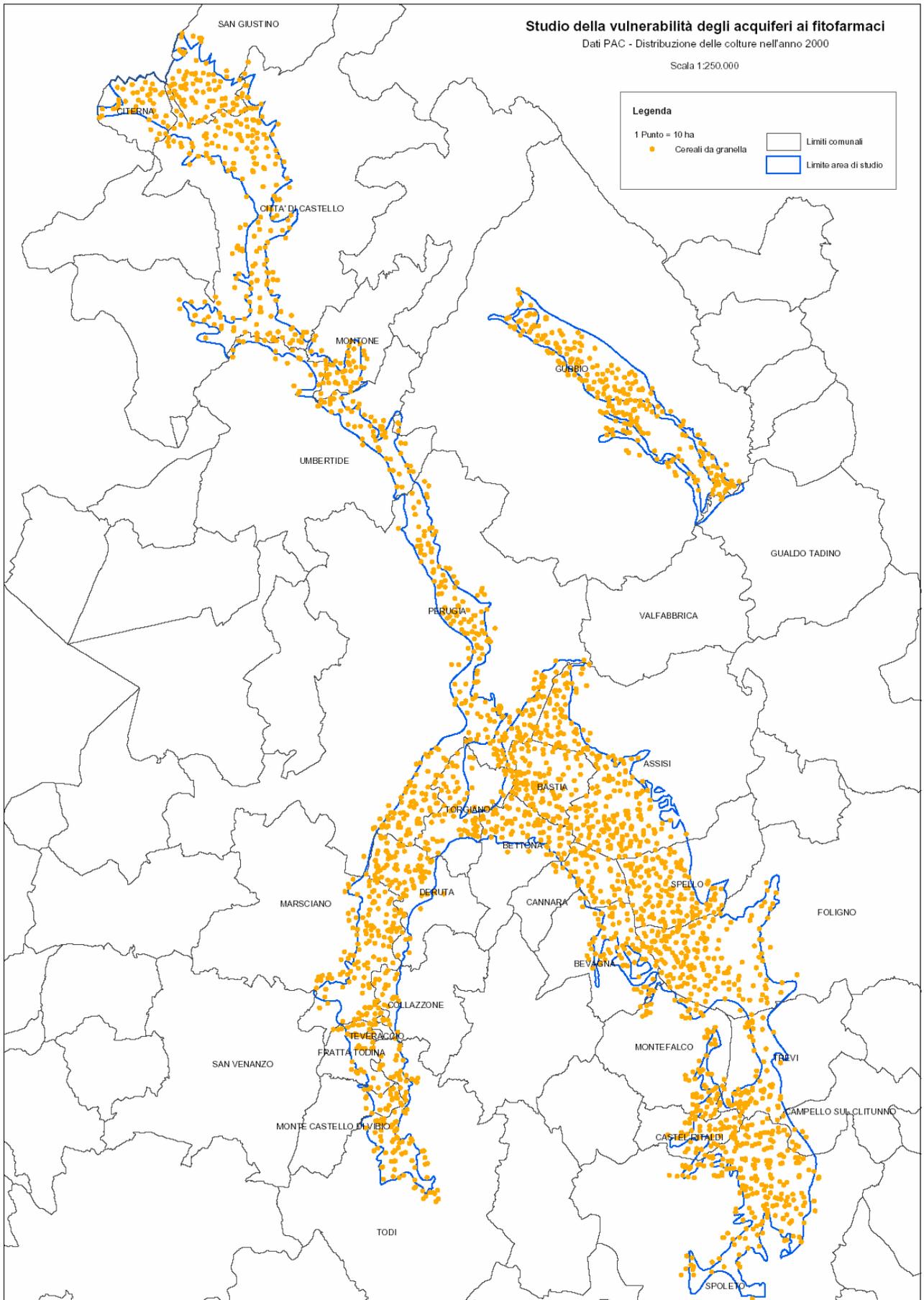
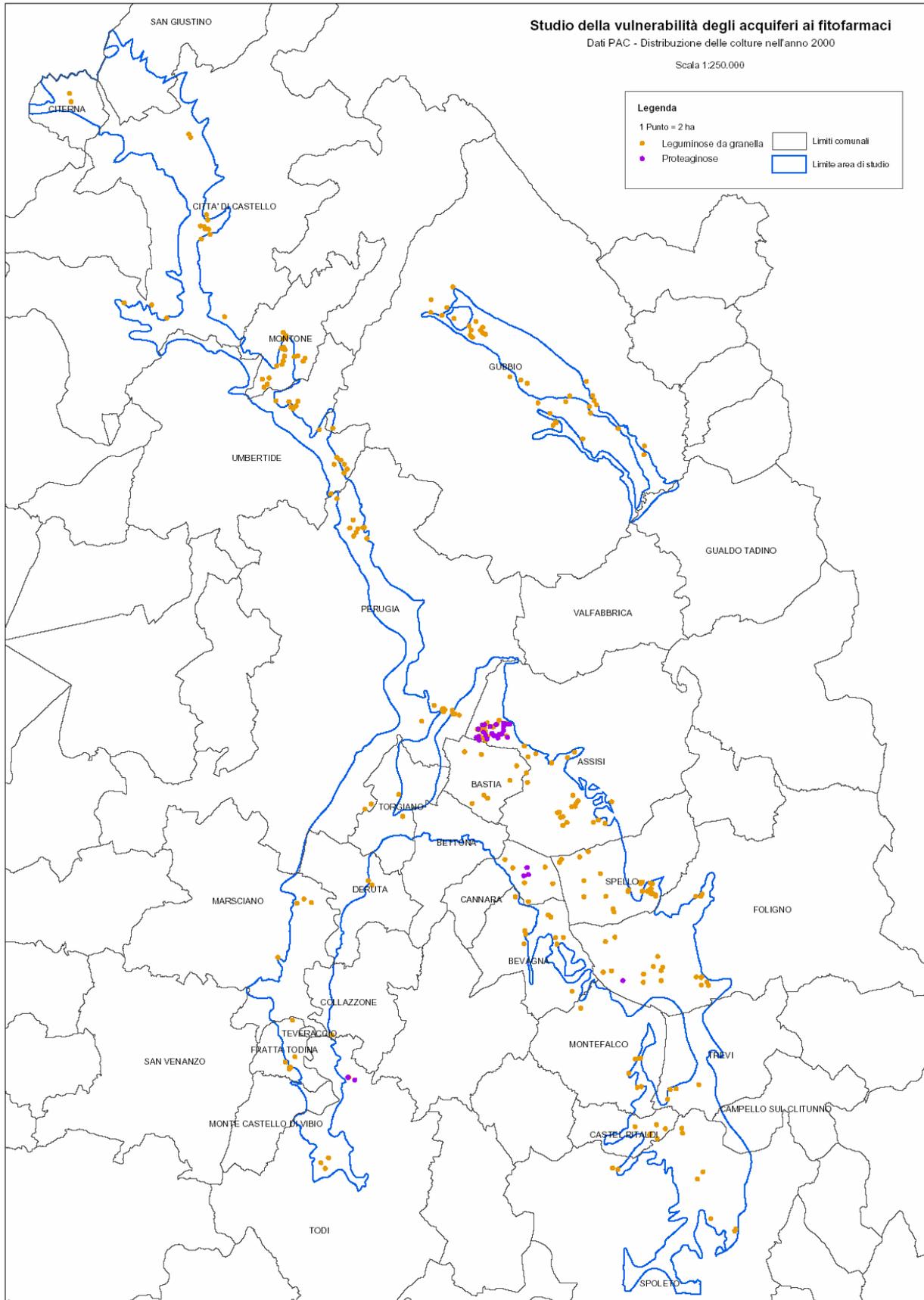


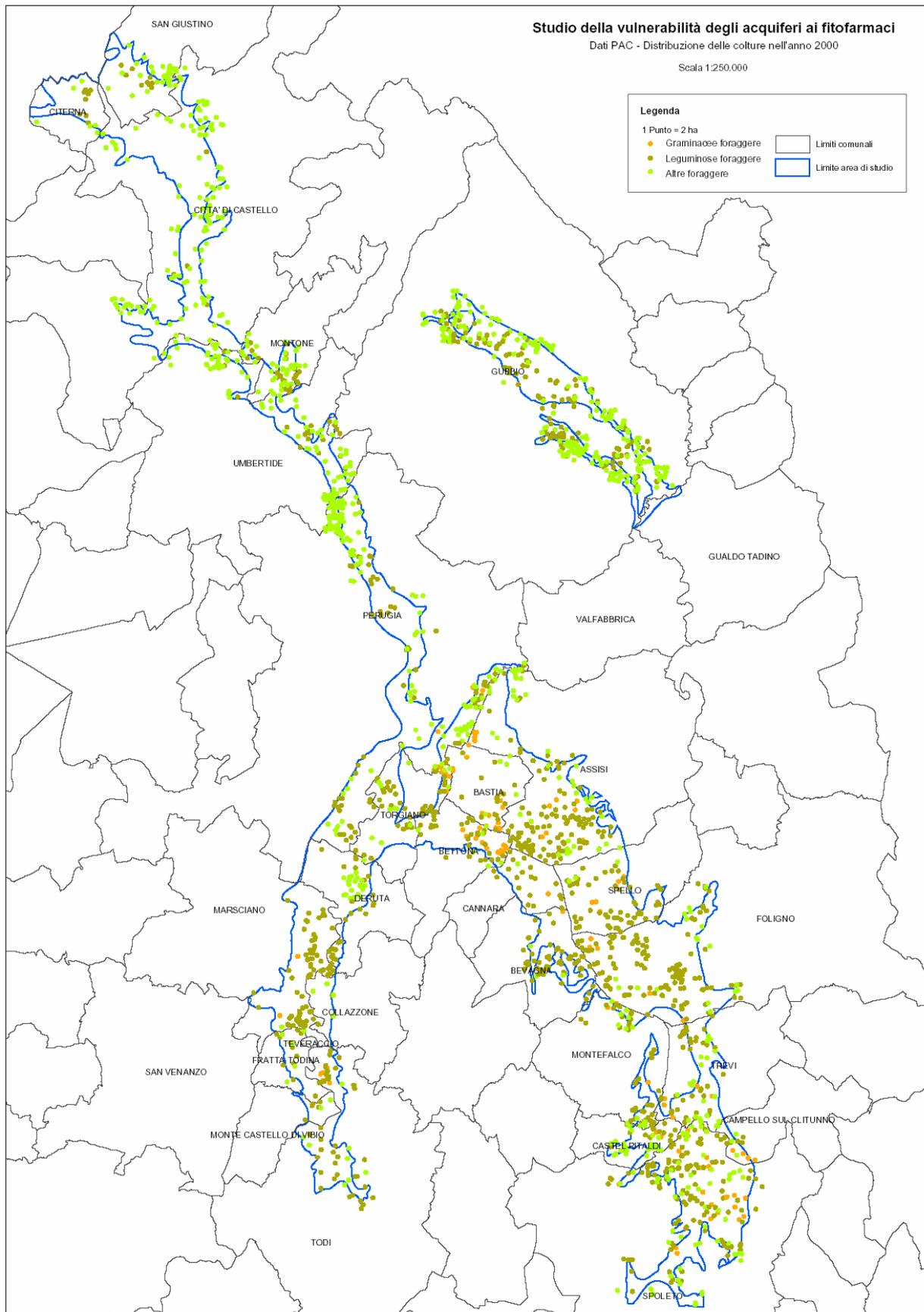
Tavola 3



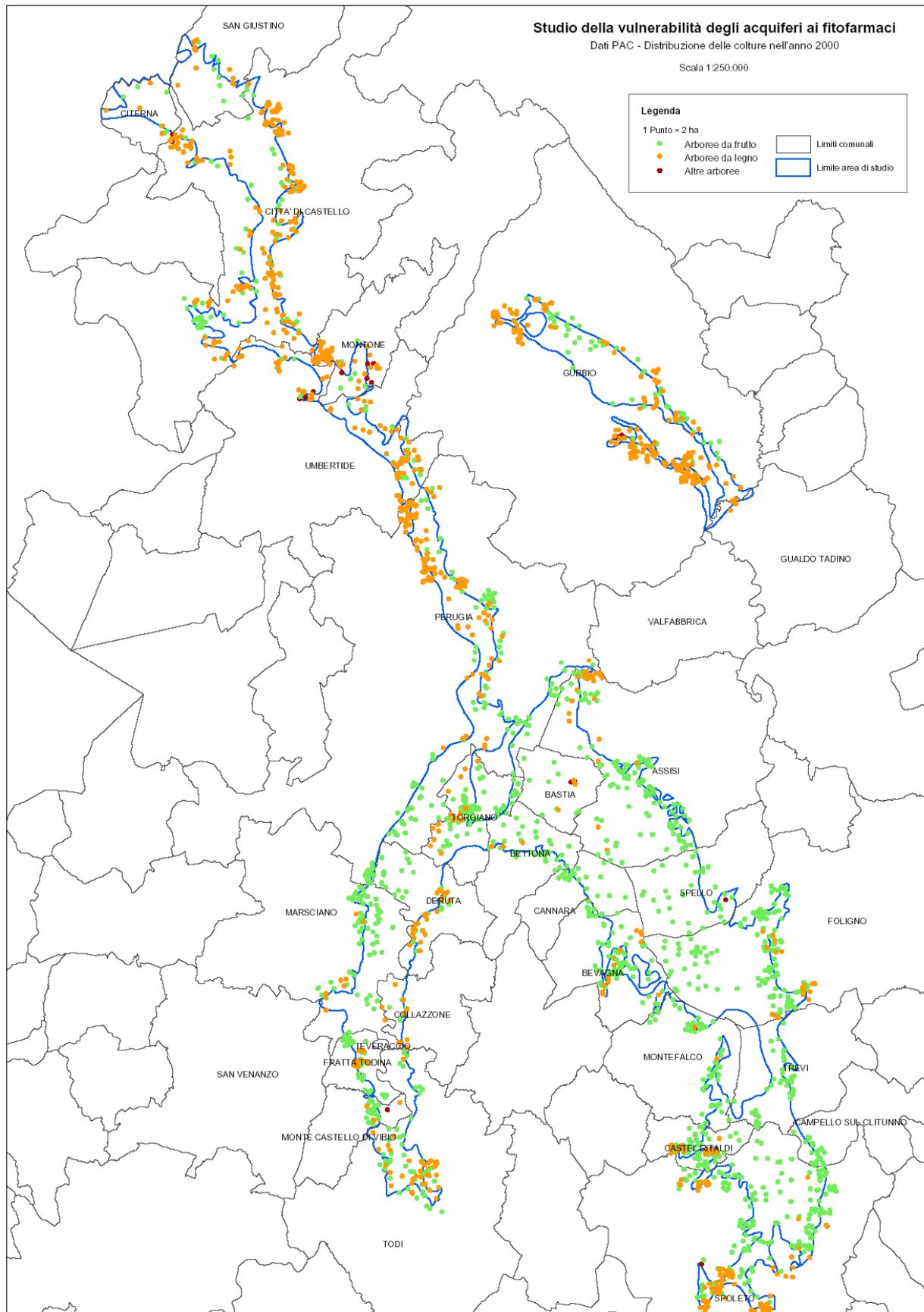
**Tavola 4**



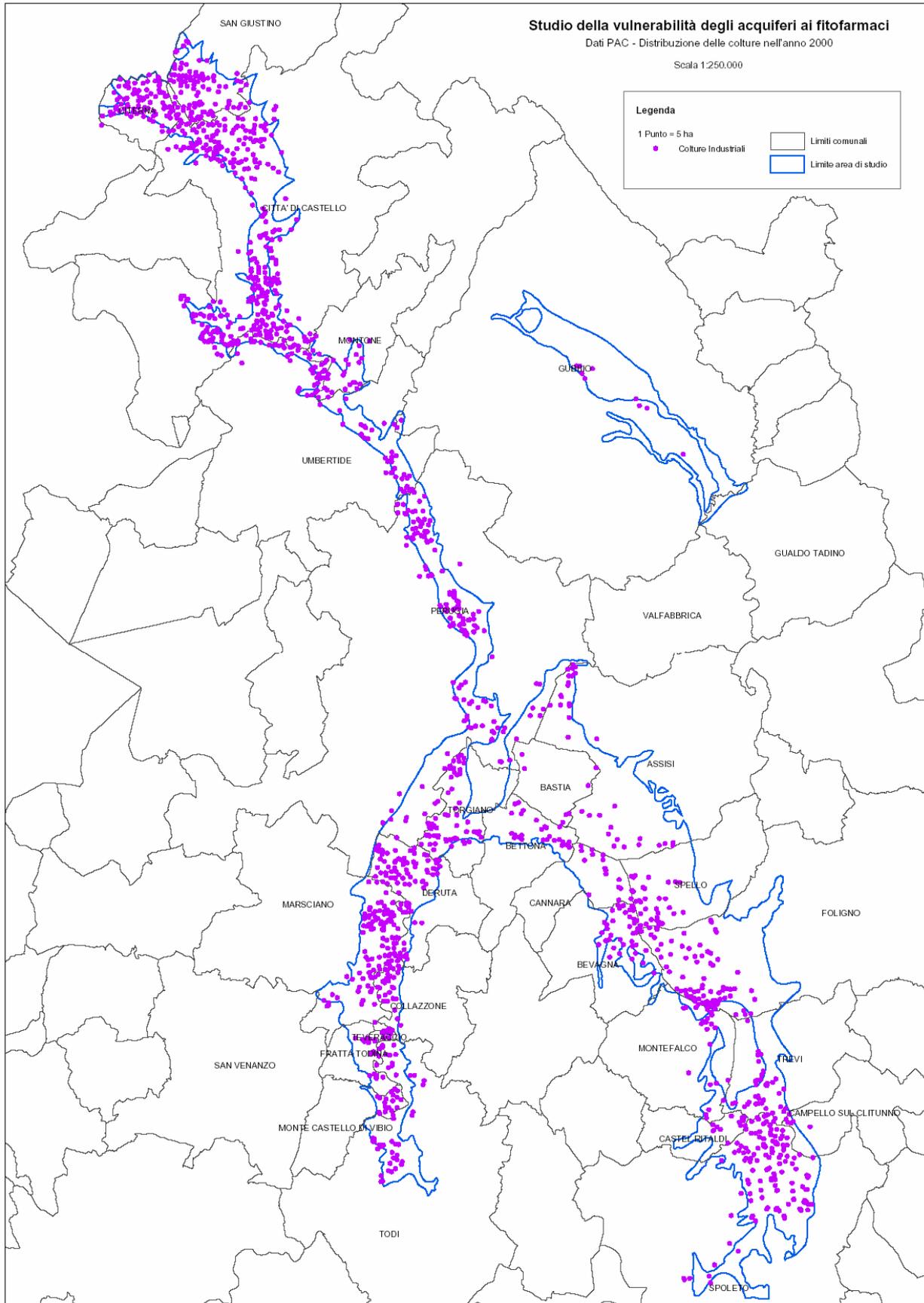
**Tavola 5**



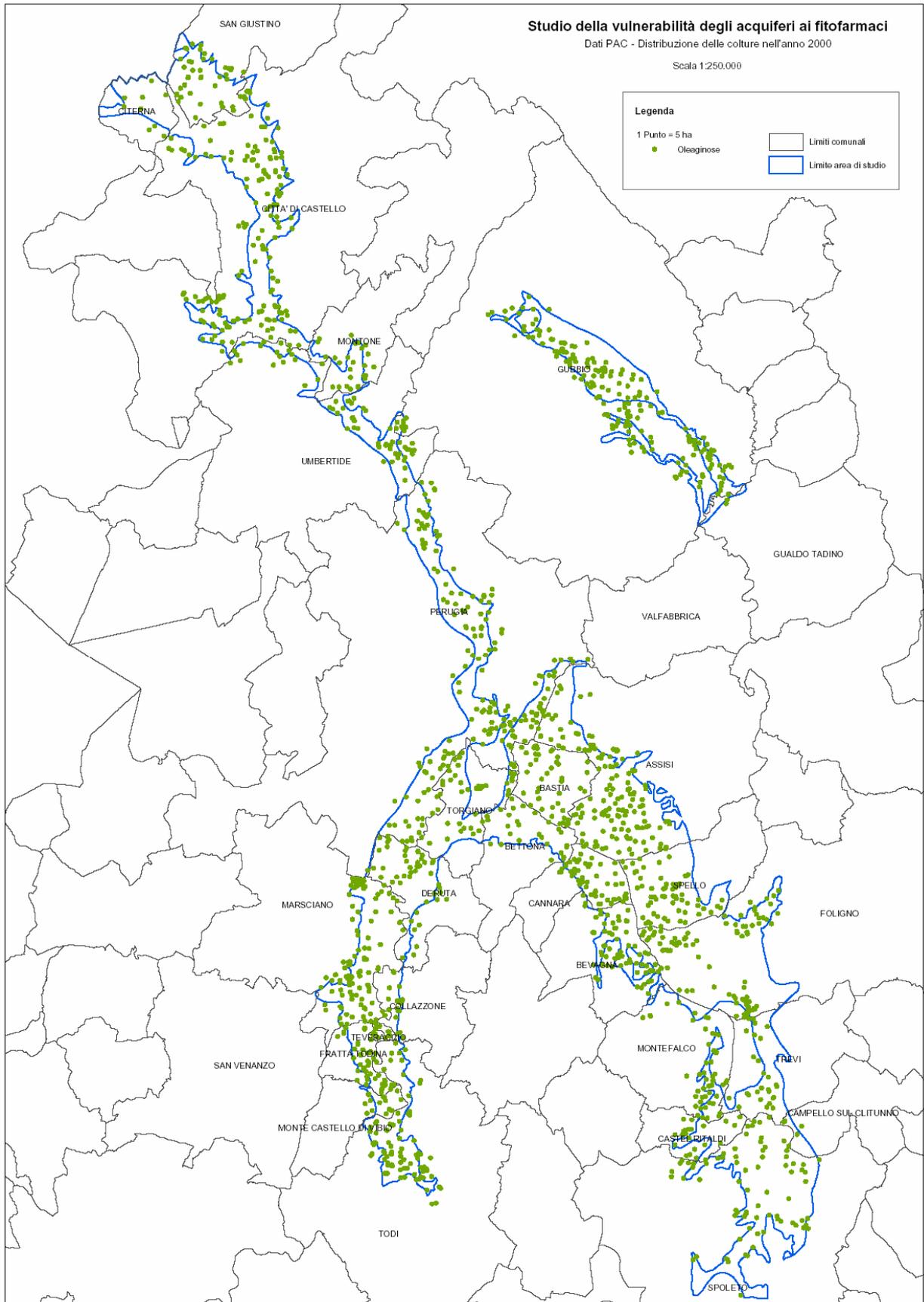
**Tavola 6**



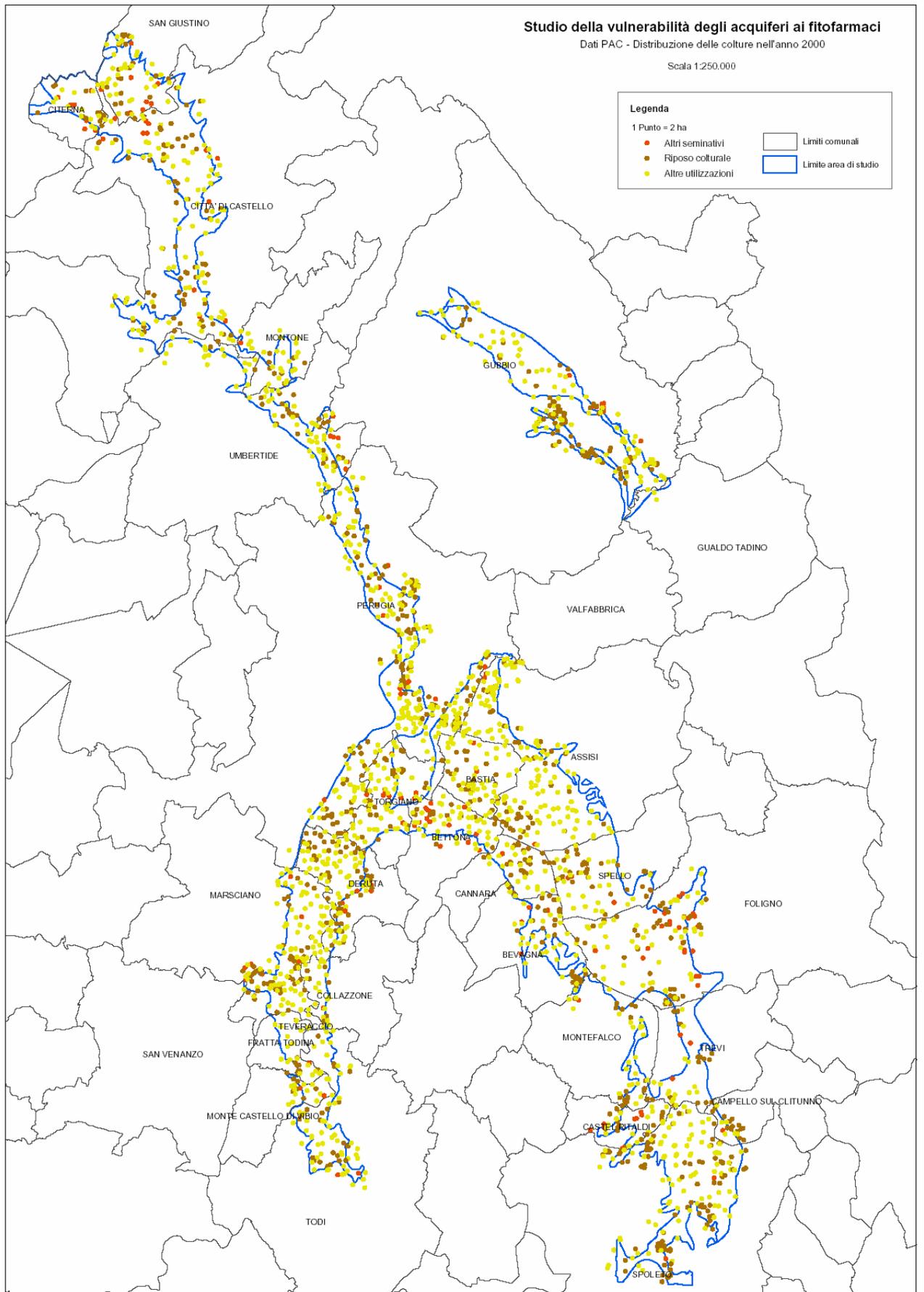
**Tavola 7**



**Tavola 8**



**Tavola 9**



**Tavola 10**

Allegato 1. Quantitativo (espresso in q) dei 50 prodotti fitosanitari più venduti in Umbria nell'anno 2000

Principio attivo	Quantità venduta		Uso	Colture per le quali è registrato l'uso
	PG	TR Umbria		
<i>miclobutanil</i>	105	6.117	6.222	F vite, altre arboree da frutto, ortive, frumento
<i>dinocap</i>	66	6.056	6.122	F vite, altre arboree da frutto, ortive, tabacco, frumento, vivaio e fiori
<i>rame solfato</i>	1.843	375	2.218	F arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<i>rame solfato e calcio solfato</i>	1.485	649	2.134	F arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<i>zolfo</i>	1.647	328	1.975	F arboree da frutto, ortive, fiori
<i>mancozeb</i>	1.312	477	1.789	F vite, altre arboree da frutto, cereali tranne mais e riso, tabacco, fiori, concia semi
<i>n-decanolo</i>	1.589	24	1.613	C tabacco
<i>glifosate</i>	729	202	931	E arboree da frutto, ortive, cereali, barbabietola, soia, legumin. e gramin. foraggiere, erba medica, vivaio e fiori
<i>mcpa</i>	776	148	924	E cereali, vite, altre arboree da frutto
<i>rame ossicloruro</i>	851	62	913	F arboree da frutto, arboree da legno, ortive, cereali, colt. industriali, oleaginose, fiori
<i>pendimethalin</i>	754	27	781	E ortive, cereali, tabacco, soia, girasole
<i>cymoxanil</i>	498	194	692	F vite
<i>terbutylazine</i>	544	65	609	E arboree da frutto, mais, sorgo, incolti
<i>metolachlor</i>	522	32	554	E mais, soia, barbabietola, girasole, tabacco
<i>maleic hydrazide</i>	345	57	402	C tabacco
<i>chlorpyrifos</i>	306	68	374	I vite, altre arb da frutto, industriali, ortive, girasole, mais, soia, fiori
<i>furathiocarb</i>	261	103	364	G industriali, ortive, girasole, soia, mais
<i>metobromuron</i>	349	14	363	E girasole, tabacco, mais, soia, patata,
<i>dimethomorph</i>	259	83	342	F vite
<i>rame ossicloruro (tetra)</i>	135	179	314	F arboree da frutto, arboree da legno, ortive, cereali, colt. industriali, oleaginose, fiori
<i>alachlor</i>	265	48	313	E mais
<i>metaxyl</i>	226	42	268	F altre arb da frutto, ortive, soia, fiori,
<i>tebuconazole</i>	253	7	260	F vite, altre arb da frutto, frumento, orzo
<i>zineb</i>	256	4	260	F vite, tabacco
<i>oli minerali</i>	204	50	254	I altre arb da frutto
<i>teflutrin</i>	250	1	251	G industriali, ortive, oleaginose, frumento, mais, sorgo, soia, fiori
<i>phorate</i>	150	83	233	G industriali, ortive, mais
<i>fosetyl aluminium</i>	185	33	218	F vite, altre arb da frutto, ortive
<i>metaxyl-m</i>	183	27	210	F altre arb da frutto, ortive, soia, tabacco, fiori

<i>dichlofluanid</i>	205	2	207	F	vite, altre arb da frutto, ortive, concia semi
<i>methiocarb</i>	190	15	205	G	vite, altre arb da frutto, ortive, fiori, concia semi
<i>oxifluorfen</i>	160	43	203	E	vite, altre arb da frutto, girasole
<i>fluroxypyr</i>	188	3	191	E	frumento, segale, orzo, avena, mais
<i>rame idrossido</i>	105	73	178	F	arb da frutto, industriali, ortive, oleaginose, soia, fiori
<i>linuron</i>	147	13	160	E	mais, soia, girasole, frumento, orzo, ortive
<i>nonifenolo condensato</i>	133	22	155	C	non reperito
<i>2,4-d acid</i>	86	64	150	E	frumento e cereali minori
<i>ziram</i>	105	42	147	F	olivo, altre arb da frutto, ortive, fiori
<i>benfuracarb</i>	51	92	143	I	industriali, ortive, mais, vivaio e fiori
<i>benalaxyl</i>	87	36	123	F	tabacco, ortive, fiori
<i>diazinon</i>	76	47	123	I	olivo, altre arb da frutto, arb da legno, girasole, barbabietola, mais, fiori
<i>diclofop-methyl</i>	69	52	121	E	frumento, orzo, barbabietola, leguminose, ortive
<i>carbosulfan</i>	117	3	120	I	barbabietola, mais, fiori
<i>deltamethrin</i>	52	68	120	I	arb da frutto, ortive, frumento, mais, orzo, industriali, erba medica, soia, colza, vivaio e fiori
<i>malathion</i>	103	5	108	I	arb da frutto, arb da legno, ortive, cereali, oleaginose, industriali, foraggiere, fiori
<i>chlortoluron</i>	74	26	100	E	frumento, orzo
<i>imazamethabenz</i>	94	5	99	E	frumento, orzo, segale, girasole
<i>chloridazon</i>	76	16	92	E	barbabietola
<i>pirimiphos-methyl</i>	81	7	88	I	vite, altre arb da frutto, ortive, mais, barbabietola, fiori
<i>aclonifen</i>	69	9	78	E	tabacco, mais, sorgo, girasole,
<b>TOTALE</b>	<b>18.616</b>	<b>16.198</b>	<b>34.814</b>		C = Conciante; E = erbicida; F = fungicida; G = geodisinfestante; I = insetticida

Allegato 2. Quantitativo (espresso in q di principio attivo) dei 50 prodotti fitosanitari più venduti in Umbria nell'anno 2000

Principio attivo	Quintali di pa	Uso	Colture per le quali è registrato l'uso
<i>zolfo</i>	1.580	F	arboree da frutto, ortive, fiori
<i>mancozeb</i>	1.431	F	vite, altre arboree da frutto, cereali tranne mais e riso, tabacco, fiori, concia semi
<i>dinocap</i>	1.117	F	vite, altre arboree da frutto, ortive, tabacco, frumento, vivaio e fiori
<i>miclobutanil</i>	834	F	vite, altre arboree da frutto, ortive, frumento
<i>rame ossicloruro</i>	457	F	arboree da frutto, arboree da legno, ortive, cereali, colt. industriali, oleaginose, fiori
<i>metolachlor</i>	377	E	mais, soia, barbabietola, girasole, tabacco
<i>cymoxanil</i>	346	F	vite
<i>glifosate</i>	289	E	arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<i>rame solfato</i>	288	F	arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<b><i>rame solfato e calcio solfato</i></b>	277	F	arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, riso, fiori
<i>terbuthylazine</i>	274	E	arboree da frutto, mais, sorgo, incolti
<i>pendimethalin</i>	248	E	ortive, cereali, tabacco, soia, girasole
<i>mcpa</i>	231	E	cereali, vite, altre arboree da frutto
<i>metobromuron</i>	182	E	girasole, tabacco, mais, soia, patata,
<i>fosetyl aluminium</i>	174	F	vite, altre arb da frutto, ortive
<i>dimethomorph</i>	171	F	vite
<i>zineb</i>	169	F	vite, tabacco
<b><i>rame ossicloruro (tetra)</i></b>	157	F	arboree da frutto, arboree da legno, ortive, cereali, colt. industriali, oleaginose, fiori
<i>chlorpyrifos</i>	153	I	vite, altre arb da frutto, industriali, ortive, girasole, mais, soia, fiori
<i>alachlor</i>	130	E	mais
<i>ziram</i>	125	F	olivo, altre arb da frutto, ortive, fiori
<i>dichlofluanid</i>	104	F	vite, altre arb da frutto, ortive, concia semi
<i>metalaxyl-m</i>	97	F	altre arb da frutto, ortive, soia, tabacco, fiori
<i>metalaxyl</i>	94	F	altre arb da frutto, ortive, soia, fiori,
<b><i>rame idrossido</i></b>	71	F	arb da frutto, industriali, ortive, oleaginose, soia, fiori
<i>tebuconazole</i>	65	F	vite, altre arb da frutto, frumento, orzo
<b><i>maleic hydrazide</i></b>	60	C	tabacco
<i>linuron</i>	60	E	mais, soia, girasole, frumento, orzo, ortive
<i>chloridazon</i>	60	E	barbabietola

<i>malathion</i>			I	arb da frutto, arb da legno, ortive, cereali, oleaginose, industriali, foraggiere, fiori
<i>2,4-d acid</i>	54		E	frumento e cereali minori
<i>oxifluorfen</i>	48		E	vite, altre arb da frutto, girasole
<i>metamitron</i>	45		E	barbabietola
<i>chlortoluron</i>	44		E	frumento, orzo
<i>aclonifen</i>	38		E	tabacco, mais, sorgo, girasole,
<i>fenitrothion</i>	35		I	arb da frutto, arb da legno, ortive, cereali, industriali, erba medica, fiori
<i>diclofop-methyl</i>	33		E	frumento, orzo, barbabietola, leguminose, ortive
<i>fluroxypyr</i>	33		E	frumento, segale, orzo, avena, mais
<i>lenacil</i>	31		E	barbabietola
<i>carbaryl</i>	25		I	arb da frutto, arb da legno, industriali, ortive, egum. foraggiere, soia, mais, girasole, vivaio e fiori
<i>endosulfan</i>	25		I	arb da frutto, arb da legno, ortive, cereali, oleaginose, industriali, erba medica, fiori
<i>pirimiphos-methyl</i>	22		I	vite, altre arb da frutto, ortive, mais, barbabietola, fiori
<i>tiram</i>	19		F	vite, altre arb da frutto, ortive, fiori, concia semi
<i>imazamethabenz</i>	19		E	frumento, orzo, segale, girasole
<i>furathiocarb</i>	18		G	industriali, ortive, girasole, soia, mais
<i>dimethoate</i>	16		I	arb da frutto, arb da legno, industriali, ortive, cereali, girasole, erba medica, fiori
<i>flumetralin</i>	16		E	tabacco
<i>bromoxynil</i>	14		E	mais
<i>dicamba</i>	14		E	cereali, gramin foraggiere
<i>acephate</i>	13		I	arb da frutto, industriali, ortive, mais, fiori
<b>TOTALE</b>	<b>10.230</b>			<b>C = Conciante; E = erbicida; F = fungicida; G = geodisinfestante; I = insetticida</b>

Allegato 3. Classificazione in base al numero di ettari potenzialmente trattati.

Principio attivo	ettari	% su SAU	Uso	Colture per le quali è registrato l'uso
<i>dinocap</i>	1.020.333	278	F	vite, altre arboree da frutto, ortive, tabacco, frumento, vivaio e fiori
<i>miconobutanil</i>	622.200	169	F	vite, altre arboree da frutto, ortive, frumento
<i>cymoxanil</i>	288.333	79	F	vite e tabacco
<i>mancozeb</i>	149.083	41	F	vite, altre arboree da frutto, cereali tranne mais e riso, tabacco, fiori, concia semi
<i>cyproconazole</i>	145.455	40	F	vite, altre arb da frutto, ortive, fiori
<i>zolfo</i>	98.750	27	F	arboree da frutto, ortive, fiori
<i>dimethomorph</i>	95.000	26	F	vite
<i>triasulfuron</i>	86.486	24	E	frumento, orzo, avena
<i>tribenuron metile</i>	69.231	19	E	frumento, orzo
<i>chlorsulfuron</i>	50.000	14	E	frumento
<i>rame solfato</i>	44.360	12	F	arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<i>rame solfato e calcio solfato</i>	42.680	12	F	arboree da frutto, arboree da legno, colture industriali, ortive, fiori
<i>chlorpyrifos</i>	37.400	10	I	vite, altre arb da frutto, industriali, ortive, girasole, mais, soia, fiori
<i>mcpa</i>	36.960	10	E	cereali, vite, altre arboree da frutto
<i>metolachlor</i>	36.933	10	E	mais, soia, batbabetola, girasole, tabacco
<i>rame ossicloruro</i>	30.433	8	F	arboree da frutto, arboree da legno, ortive, cereali, colt. industriali, oleaginose, fiori
<i>pendimethalin</i>	26.033	7	E	ortive, cereali, tabacco, soia, girasole
<i>tebuconazole</i>	26.000	7	F	vite, altre arb da frutto, frumento, orzo
<i>amidosulfuron</i>	25.000	7	E	frumento, orzo, avena
<i>deltamethrin</i>	24.000	7	I	arb da frutto, ortive, frumento, mais, orzo, industriali, erba medica, soia, colza, vivaio e fiori
<i>dichlofluanid</i>	23.000	6	F	vite, altre arb da frutto, ortive, concia semi
<i>terbuthylazine</i>	20.300	6	E	arboree da frutto, mais, sorgo, incolti
<i>oxifluorfen</i>	20.300	6	E	vite, altre arb da frutto, girasole
<i>fluroxypyr</i>	19.100	5	E	frumento, segale, orzo, avena, mais
<i>metobromuron</i>	18.150	5	E	girasole, tabacco, mais, soia, patata,
<i>lambda-cyhalothrin</i>	17.778	5	I	vite, altre arb da frutto, arb da legno, ortive, industriali, cereali, oleaginose, foraggiere, soia, fiori
<i>zineb</i>	17.333	5	F	vite, tabacco
<i>alfametrina</i>	16.667	5	I	vite, altre arb da frutto, frumento, mais, orzo, industriali, ortive, soia, fiori
<i>linuron</i>	16.000	4	E	mais, soia, girasole, frumento, orzo, ortive

<b>fosetyl aluminium</b>	15.571	4	F	vite, altre arb da frutto, ortive
<b>glifosate</b>	15.517	4	E	arboree da frutto,ortive, cereali,barbabietola,soia,legumin.e gramin. foraggiere,erba medica,vivaio e fiori
<b>2,4-d acid</b>	15.000	4	E	frumento e cereali minori
<b>imidacloprid</b>	14.444	4	I	altre arb da frutto,ortive, industriali,girasole, fiori,concia semi
<b>malathion</b>	12.000	3	I	arb da frutto,arb da legno,ortive, cereali,oleaginose,industriali,foraggiere, fiori
<b>dicamba</b>	11.167	3	E	cereali, gramin foraggiere
<b>penconazole</b>	10.800	3	F	vite, altre arb da frutto, ortive, tabacco, fiori
<b>metosulam</b>	10.500	3	E	frumento, orzo, avena
<b>rame ossicloruro (tetra)</b>	10.467	3	F	arboree da frutto,arboree da legno,ortive, cereali, colt.industriali, oleaginose, fiori
<b>hexaconazole</b>	9.500	3	F	vite, altre arb da frutto, fiori
<b>cyfluthrin</b>	8.750	2	I	vite, altre arb da frutto, ortive, industriali, frumento, mais, orzo, fiori
<b>fenacil</b>	7.800	2	E	barbabietola
<b>permethrin</b>	7.556	2	I	arb da frutto,industriali,ortive, frumento, mais,fiori
<b>ziram</b>	7.350	2	F	olivo, altre arb da frutto,ortive, fiori
<b>fenitrothion</b>	7.300	2	I	arb da frutto, arb da legno, ortive,cereali,industriali,erba medica, fiori
<b>clopyralid</b>	7.300	2	E	barbabietola,frumento, orzo, mais,avena, colza, ortive
<b>fenarimole</b>	6.429	2	F	vite,altre arb da frutto, ortive
<b>alachlor</b>	6.260	2	E	mais
<b>dimethoate</b>	6.143	2	I	arb da frutto,arb da legno,industriali,ortive, cereali,girasole, erba medica, fiori
<b>rame idrossido</b>	5.933	2	F	arb da frutto,industriali, ortive, oleaginose, soia, fiori
<b>carbaryl</b>	5.778	2	I	arb da frutto,arb da legno, industriali,ortive,legum.foraggiere,soia, mais, girasole, vivaio e fiori

**Allegato 4. Aggregazione dei dati PAC in base alla tipologia di utilizzo**

<b>Classe di utilizzo</b>	<b>Descrizione Coltura</b>	<b>Totale</b>	<b>Percentuali</b>
<b>Altre arboree</b>		<b>48</b>	<b>100,0</b>
<b>Altre foraggere</b>		<b>1.976</b>	<b>100,0</b>
	prato	746	37,7
	pascolo	619	31,3
	prato-pascolo	223	11,3
	erbaio misto	150	7,6
	altro	239	12,1
<b>Altre utilizzazioni</b>		<b>2.608</b>	<b>100,0</b>
	fabbricati	600	23,1
	tare ed incolti	1.583	60,7
	vivaio e fiori	16	0,6
	altro	408	15,6
<b>Altri seminativi</b>		<b>386</b>	<b>100,0</b>
	superfici a riposo no food	19	4,9
	altro	367	95,1
<b>Arboree da frutto</b>		<b>2.663</b>	<b>100,0</b>
	olivo	1.020	38,3
	vite	1.454	54,6
	altre arboree da frutto	189	7,1
<b>Arboree da legno</b>		<b>1.959</b>	<b>100,0</b>
	bosco misto	1.748	89,3
	piante arboree da legno	196	10,0
	altro	14	0,7
<b>Cereali da granella</b>		<b>26.006</b>	<b>100,0</b>
	grano duro	2.496	9,6
	grano tenero	11.884	45,7
	mais	7.374	28,4
	avena	237	0,9
	orzo	3.770	14,5
	sorgo	179	0,7
	foraggiere (mais, sorgo)	21	0,1
	altri cereali	46	0,2
<b>Colture industriali</b>		<b>7.895</b>	<b>100,0</b>
	tabacco	5.125	64,9
	barbabietola	2.742	34,7
	pomodoro	28	0,4
<b>Graminacee foraggere</b>		<b>244</b>	<b>100,0</b>
	mais	107	43,9
	orzo	56	23,0
	erbaio di graminacee	52	21,4
	grano tenero	21	8,7
	avena	7	3,0
<b>Leguminose da granella</b>		<b>276</b>	<b>100,0</b>
	fave e favette	197	71,5
	lenticchie	15	5,6
	ceci	10	3,7
	pisello	35	12,6
	altro	18	6,6
<b>Leguminose</b>		<b>2.195</b>	<b>100,0</b>

<b>foraggiere</b>	erba medica	2.114	96,3
	lupinella	77	3,5
	altre	4	0,2
<b>Oleaginose</b>	colza e ravizzone	47	0,6
	girasole	7.914	96,9
	sup. no food	201	2,5
<b>Ortive</b>	alte piante orticole a pieno campo (aglio, insalata, cocomero, etc.)	227	28,1
	orti familiari	185	22,9
	orticole pieno campo	390	48,2
	patata	7	0,8
<b>Proteaginose</b>	soia	45	100,0
		45	100,0
<b>Riposo culturale</b>	copertura vegetale spontanea	246	13,9
	copertura vegetale seminata	26	1,4
	lavorazioni meccaniche	1.276	72,0
	altro	226	12,7
<b>Totale complessivo</b>		<b>57.044</b>	

<b>Tabella 11. Aggregazione dei dati PAC in base alla tipologia di utilizzo</b>			
<b>Classe di utilizzo</b>	<b>Descrizione Coltura</b>	<b>Totale</b>	<b>Percentuali</b>
<b>Cereali da granella</b>	grano duro	2.496	9,6
	grano tenero	11.884	45,7
	mais	7.374	28,4
	avena	237	0,9
	orzo	3.770	14,5
	sorgo	179	0,7
	foraggiere (mais, sorgo)	21	0,1
	altri cereali	46	0,2
<b>Totale</b>		<b>26.006</b>	<b>100,0</b>
<b>Colture industriali</b>	tabacco	5.125	64,9
	barbabietola	2.742	34,7
	pomodoro	28	0,4
<b>Totale</b>		<b>7.895</b>	<b>100,0</b>
<b>Leguminose da granella</b>	fave e favette	197	71,5
	lenticchie	15	5,6
	ceci	10	3,7
	pisello	35	12,6
	altro	18	6,6
<b>Totale</b>		<b>276</b>	<b>100,0</b>
<b>Graminacee foraggiere</b>	mais	107	43,9
	orzo	56	23,0
	erbaio di graminacee	52	21,4
	grano tenero	21	8,7

	avena	7	3,0
<b>Totale</b>		<b>244</b>	<b>100,0</b>
<b>Leguminose foraggiere</b>			
	erba medica	2.114	96,3
	lupinella	77	3,5
	altre	4	0,2
<b>Totale</b>		<b>2.195</b>	<b>100,0</b>
<b>Altre foraggiere</b>			
	prato	746	37,7
	pascolo	619	31,3
	prato-pascolo	223	11,3
	erbaio misto	150	7,6
	altro	239	12,1
<b>Totale</b>		<b>1.976</b>	<b>100,0</b>
<b>Oleaginose</b>			
	colza e ravizzone	47	0,6
	girasole	7.914	96,9
	sup. no food	201	2,5
<b>Totale</b>		<b>8.162</b>	<b>100,0</b>
<b>Ortive</b>			
	alte piante orticole da pieno campo	227	28,1
	orti familiari	185	22,9
	orticole pieno campo	390	48,2
	patata	7	0,8
<b>Totale</b>		<b>809</b>	<b>100,0</b>
<b>Proteaginose</b>			
	soia	45	100,0
<b>Totale</b>		<b>45</b>	<b>100,0</b>
<b>Altri seminativi</b>			
	superfici a riposo no food	19	4,9
	altro	367	95,1
<b>Totale</b>		<b>386</b>	<b>100,0</b>
<b>Arboree da frutto</b>			
	olivo	1.020	38,3
	vite	1.454	54,6
	altre arboree da frutto	189	7,1
<b>Totale</b>		<b>2.663</b>	<b>100,0</b>
<b>Arboree da legno</b>			
	bosco misto	1.748	89,3
	piante arboree da legno	196	10,0
	altro	14	0,7
<b>Totale</b>		<b>1.959</b>	<b>100,0</b>
<b>Altre arboree</b>		<b>48</b>	<b>100,0</b>
<b>Riposo culturale</b>			
	copertura vegetale spontanea	246	13,9
	copertura vegetale seminata	26	1,4
	lavorazioni meccaniche	1.276	72,0
	altro	226	12,7
<b>Totale</b>		<b>1.774</b>	<b>100,0</b>
<b>Altre utilizzazioni</b>			
	fabbricati	600	23,1
	tare ed incolti	1.583	60,7
	vivaio e fiori	16	0,6
	altro	408	15,6
<b>Totale</b>		<b>2.608</b>	<b>100,0</b>
<b>Totale complessivo</b>		<b>57.044</b>	

