



Ministero della Salute

DIREZIONE GENERALE PER L'IGIENE E LA SICUREZZA DEGLI ALIMENTI
E LA NUTRIZIONE

UFFICIO 7 – Sicurezza e regolamentazione dei prodotti fitosanitari

Documento di orientamento

Prodotti fitosanitari

Misure di mitigazione del rischio per la riduzione della contaminazione dei corpi idrici superficiali da deriva e ruscellamento

Comitato tecnico per la nutrizione e la sanità animale
Sezione consultiva per i fitosanitari 15 marzo 2017

Autori: Azimonti Giovanna, Balsari Paolo, Fanelli Roberto, Ferrero Aldo, Gigliotti Giovanni, Marchini Silvia, Mazzini Floriano, Otto Stefan, Rapagnani Maria Rita, Zaghi Carlo, Zanin Giuseppe.

Scopo del documento

Le etichette dei prodotti fitosanitari riportano spesso una frase relativa alla necessità di proteggere gli organismi acquatici mediante una fascia di rispetto non trattata, in modo da ridurre gli effetti derivanti dal fenomeno della deriva e del ruscellamento.

La casistica è varia, dipende dalla tipologia di coltura e di principio attivo e spesso le diverse soluzioni di mitigazione del rischio che si possono attuare non sono facilmente descrivibili con una semplice frase. Questo comporta, da un lato, che l'agricoltore possa interpretare non correttamente il significato della frase e non mettere in atto le necessarie precauzioni per proteggere l'ecosistema acquatico e, dall'altro, che chi vigila sul corretto utilizzo dei prodotti fitosanitari possa, a sua volta, interpretare erroneamente il significato della frase riportata in etichetta e sanzionare chi in realtà si è comportato correttamente.

Scopo di questo documento è l'armonizzazione delle indicazioni che devono essere inserite in etichetta, definite attraverso un'analisi accurata delle diverse misure che portano alla mitigazione del rischio per gli organismi acquatici e degli ultimi sviluppi della tecnologia nel campo delle macchine agricole.

In particolare, il documento fornisce soluzioni e indicazioni per riportare in etichetta, in aggiunta alle disposizioni riportate dal Regolamento (UE) n.547/2011 in materia di etichettatura dei prodotti fitosanitari, anche la percentuale di riduzione dell'esposizione, sia per deriva che per ruscellamento, necessaria per arrivare al cosiddetto "rischio accettabile". Nel documento sono riportate le percentuali e l'efficacia relative alle principali misure di mitigazione della deriva e del ruscellamento, considerate sia singolarmente sia in combinazione. Il documento non suggerisce nuovi valori con cui effettuare calcoli di modellistica ma, a fronte di una percentuale di riduzione dell'esposizione ricavata dal processo di valutazione, propone una serie di misure di mitigazione che applicate in campo possano portare a quel valore di riduzione.

I valori proposti sono stati derivati da studi pubblicati e da esperienze condotte in Italia.

I valori sono stati inoltre confrontati e mantenuti in linea con il lavoro del gruppo Europeo MAgPIE (*Mitigating the Risk of Plant Protection Products in the Environment*, in corso di pubblicazione).

Questo documento vuole dare indicazioni affidabili e orientate alla pratica, valutando solo mitigazioni importanti, apprezzabili anche a vista. In campo le distanze si misurano a passi e le combinazioni macchine-coltura-campo innumerevoli, quindi è necessario dare chiare indicazioni di metodo e valori di mitigazione che possano superare la prova "del campo".

In allegato a questo documento vengono proposte schede tecniche in cui, alle diverse percentuali di riduzione (mitigazione) della deriva o del ruscellamento, sono associate le possibili misure di mitigazione che possono portare a quella riduzione. Stabilito che una certa mitigazione è necessaria, sarà, quindi, compito dell'agricoltore scegliere, volta per volta, la misura o la combinazione di misure di mitigazione più idonee e più rispondenti alle diverse realtà aziendali. Alcuni valori di mitigazione riportati nelle schede tecniche sono richiamati in questo documento in esempi di calcolo della mitigazione totale (paragrafo 5.3, Combinazioni di misure di mitigazione).

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
2	DEFINIZIONI.....	6
2.1	Corpi idrici rilevanti.....	6
2.2	Are di rispetto, fasce di rispetto	6
2.2.1	<i>Larghezza della fascia di rispetto</i>	<i>7</i>
2.3	Calcolo della mitigazione.....	8
2.3.1	<i>Combinazione di misure di mitigazione.....</i>	<i>8</i>
3	MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO NEI TERRENI IN PIANO (PENDENZA < 2%)....	9
3.1	Fascia di rispetto vegetata	9
3.2	Solco.....	10
3.3	Misure di mitigazione per prodotti fitosanitari applicati al suolo.....	10
3.3.1	<i>Interramento.....</i>	<i>10</i>
3.3.2	<i>Tecnica delle dosi molto ridotte (diserbo).....</i>	<i>11</i>
3.3.3	<i>Localizzazione del trattamento</i>	<i>11</i>
3.4	Combinazione di misure di mitigazione	11
4	MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO NEI TERRENI IN PENDIO (PENDENZA > 2%)	15
4.1	Fascia di rispetto vegetata	15
4.2	Coltivazioni conservative.....	17
4.3	Colture di copertura	18
4.4	Area umida artificiale (<i>Artificial wetlands</i>)	18
4.5	Capofossi inerbiti (<i>Vegetated ditches</i>)	18
5	MISURE DI MITIGAZIONE DELLA DERIVA.....	19
5.1	Misure indirette di mitigazione della deriva	19
5.1.1	<i>Fasce di rispetto.....</i>	<i>19</i>
5.1.2	<i>Siepi e barriere artificiali</i>	<i>20</i>
5.1.2.1	<i>Efficacia delle siepi campestri nel tempo</i>	<i>21</i>
5.1.2.2	<i>Altre funzioni della siepe.....</i>	<i>22</i>
5.1.3	<i>Rete antigrandine.....</i>	<i>22</i>
5.2	Misure dirette di mitigazione della deriva	22
5.2.1	<i>Classificazione ISO dei dispositivi antideriva</i>	<i>22</i>
5.2.2	<i>Condizioni di riferimento per il rischio deriva</i>	<i>23</i>
5.2.3	<i>Ugelli antideriva</i>	<i>24</i>
5.2.4	<i>Coadiuvanti antideriva</i>	<i>24</i>
5.2.5	<i>Importanza della corretta regolazione dell'irroratrice.....</i>	<i>25</i>
5.2.6	<i>Ugelli di fine barra per irroratrici per colture erbacee</i>	<i>25</i>
5.2.7	<i>Ugelli a specchio per barre irroratrici per colture erbacee.....</i>	<i>26</i>
5.2.8	<i>Manica d'aria per irroratrici per colture erbacee</i>	<i>27</i>
5.2.9	<i>Sistemi di distribuzione localizzata per irroratrici per colture erbacee.....</i>	<i>27</i>
5.2.10	<i>Sistemi di distribuzione localizzata con schermature.....</i>	<i>28</i>
5.2.11	<i>Dispositivi per la chiusura del flusso d'aria.....</i>	<i>28</i>

5.2.12	<i>Verso di irrorazione dell'ultimo filare</i>	29
5.2.13	<i>Irroratrici a tunnel per le colture arboree</i>	29
5.3	Combinazione di misure di mitigazione	29
5.3.1	<i>Barre irroratrici per colture erbacee</i>	30
5.3.2	<i>Irroratrici per colture arboree</i>	32
6	RACCOMANDAZIONI	36
6.1	Raccomandazione 1 (Interventi integrativi di mitigazione del rischio di ruscellamento) .	36
6.2	Raccomandazione 2 (individuazione della classe antideriva delle macchine)	36
6.3	Raccomandazione 3 (classificazione delle macchine)	37
6.4	Raccomandazione 4 (formazione e informazione)	37
6.5	Raccomandazione 5 (attività di ricerca).....	37
6.6	Raccomandazione 6 (aggiornamento).....	37
7	BIBLIOGRAFIA	38
8	APPENDICE: GESTIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO	42
9	GLOSSARIO	43

1 INTRODUZIONE

Il presente documento di orientamento è rivolto a coloro che si occupano della valutazione del rischio ambientale dei prodotti fitosanitari e ai soggetti istituzionali coinvolti nell'applicazione delle misure di mitigazione del rischio di contaminazione dei corpi idrici superficiali associata all'uso di prodotti fitosanitari.

Il processo di autorizzazione dei prodotti fitosanitari prevede che l'uso di ciascun prodotto sia valutato anche in relazione al rischio di contaminazione delle acque superficiali. Tale contaminazione può verificarsi attraverso tre vie principali: ruscellamento, deriva e drenaggio.

Nelle condizioni operative e ambientali italiane si considera prioritario il rischio di contaminazione per deriva e per ruscellamento.

Per deriva (*drift*) si intende il trasporto al di fuori del campo trattato di una parte delle gocce che compongono il getto irrorato, trasportate come particelle sospese nella massa d'aria in movimento. La deriva non comprende quindi il trasporto del prodotto fitosanitario attraverso l'atmosfera in forma gassosa, definito generalmente come volatilizzazione.

Il ruscellamento (*runoff*) di un prodotto fitosanitario è il suo trasferimento nell'acqua di scorrimento superficiale dall'area trattata a un corpo idrico. Si verifica quando l'intensità dell'apporto idrico (pioggia o irrigazione) è superiore alla velocità di infiltrazione nel suolo.

Può determinarsi principalmente per:

- riduzione dell'infiltrazione del suolo, a seguito della formazione di uno strato impermeabile (crosta) alla superficie del suolo stesso;
- saturazione del suolo, per la presenza di uno strato impermeabile negli strati più superficiali del terreno (es. suola di aratura o matrice minerale). Si genera in tal modo un ristagno alla superficie del terreno che può dar luogo ad un flusso di ruscellamento superficiale o ad un ruscellamento sub-superficiale;
- concentrazione dell'acqua lungo le linee di impluvio dei terreni. Questo tipo di ruscellamento è sempre riconoscibile a causa di evidenti segni di erosione lasciati sulla superficie del terreno.

I principali fattori che possono influenzare il trasferimento dei prodotti fitosanitari a mezzo dell'acqua di ruscellamento sono:

- le caratteristiche dei prodotti impiegati, in particolare la persistenza e la solubilità in acqua;
- la distanza dell'area trattata dai corpi idrici superficiali;
- la presenza di sostanza organica e la copertura del suolo;
- l'intensità e la distribuzione delle piogge;
- la pendenza e la forma del campo. I terreni di notevole lunghezza e in pendio sono maggiormente soggetti al ruscellamento;
- caratteristiche del suolo. I terreni argillosi ben strutturati e quelli ben dotati in sostanza organica trattengono e favoriscono la dissipazione dei prodotti fitosanitari

La valutazione del rischio di contaminazione delle acque superficiali ha lo scopo di garantire che l'uso di un prodotto fitosanitario non comprometta lo stato di qualità delle acque superficiali e gli ecosistemi acquatici. Se la valutazione stabilisce che, nelle normali condizioni d'impiego, uno specifico prodotto fitosanitario comporta un rischio "inaccettabile" per l'ambiente acquatico, allora si devono mettere in atto *misure di mitigazione del rischio* capaci di ridurre gli apporti di prodotto fitosanitario nelle acque superficiali e, conseguentemente, l'esposizione degli organismi acquatici.

Il ricorso a misure di mitigazione del rischio efficaci ed economicamente sostenibili, permette perciò l'utilizzo di prodotti fitosanitari che, pur presentando aspetti critici sotto il profilo ambientale, sono talora necessari per raggiungere gli obiettivi di protezione delle colture.

Inoltre, l'adozione su larga scala di misure di mitigazione del rischio può favorire il mantenimento di uno stato di elevata qualità delle risorse naturali, con indubbi vantaggi sociali ed economici per lo stesso settore agricolo.

L'adozione di misure di mitigazione del rischio è previsto non solo nell'ambito del processo di valutazione dei prodotti fitosanitari, ma anche nel contesto della Direttiva 128/2009/CE che istituisce un quadro per l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari e del Piano d'azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari adottato con D.M. 22 gennaio 2014 (G.U. 12/02/2014). La necessità di mettere in atto misure di mitigazione deve essere vista dal mondo agricolo non come un ulteriore aggravio gestionale, ma come un'opportunità di ammodernamento e di riorganizzazione del territorio agricolo, valorizzando capezzagne inerbite, siepi, aree con vegetazione spontanea o semi-spontanea. Queste strutture possono diventare efficaci misure di mitigazione e svolgere anche un'importante funzione di salvaguardia dell'artropodofauna utile e della biodiversità.

2 DEFINIZIONI

2.1 Corpi idrici rilevanti

Con lo scopo di proteggere la vita acquatica, sono da considerarsi rilevanti per l'applicazione di misure di mitigazione del rischio da prodotti fitosanitari tutti i corpi idrici superficiali, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, ad eccezione di:

- scoline, fossi e altre strutture idrauliche artificiali nei campi coltivati, per la raccolta e il convogliamento dell'acqua meteorica in eccesso, prive di acqua propria e con acqua presente solo temporaneamente;
- adduttori d'acqua per l'irrigazione: corpi idrici le cui acque sono destinate soltanto ai campi coltivati;
- pensili: corpi idrici in cui la quota del fondo risulta superiore di almeno 1 m rispetto alla coltura trattata.

Non rientrano tra questi corpi idrici le risaie, soggette a specifici percorsi di valutazione e protezione ambientale.

2.2 Aree di rispetto, fasce di rispetto

E' importante dare una chiara definizione di questo tipo di area per l'importanza che spesso assume nelle misure di mitigazione, sia perché indicata ~~in~~ nelle frasi di precauzione per l'ambiente ~~rischio~~ (S**Pe**-**phrases**) e sia perché si tratta di una misura facile da verificare in campo.

Un'Area di rispetto è "un'area non trattata che separa un'area trattata da un corpo idrico o da un'area sensibile da proteggere".

In letteratura esistono vari termini per indicare quest'area, ad esempio *safety distance*, *bare soil buffer zone*, *unsprayed buffer zone* (Regulation (EU) no. 547/2011), *no spray zone*, *buffer zone*, *buffer strip*, *vegetated buffer strip*, *riparian buffer*, *conservation buffer strip*.

La condizione necessaria e sufficiente perché un'area sia di rispetto è che essa sia non trattata.

Nel caso caratteristico della protezione di un corso d'acqua in un territorio coltivato, l'area di rispetto corrisponde a una "fascia" di rispetto lungo le rive, da cui la comune equivalenza tra Area di rispetto e Fascia di rispetto.

Ne consegue che in questo Documento di orientamento “*Area di rispetto non trattata*” coincide con “*Fascia di rispetto non trattata*”, terminologia quest’ultima adottata dal D.M. 10 marzo 2015 (G.U. 26/03/2015) concernente le linee guida per la tutela dell’ambiente acquatico e la riduzione dell’uso di prodotti fitosanitari nei siti Natura 2000 e nelle aree naturali protette.

Una *Fascia di rispetto non trattata* è tale perché frapponesse sempre dello spazio tra la sorgente emissiva il prodotto inquinante (la barra, l’atomizzatore, il terreno trattato) e l’elemento da proteggere (il corpo idrico, un’area sensibile); se in tale spazio si coltiva un cotico erboso, oppure si introduce una barriera verticale (es. una siepe) si incrementa la sua capacità di trattenere il prodotto fitosanitario. Una *Fascia di rispetto* è allora una vera e propria zona di sicurezza nella quale il prodotto fitosanitario non può essere applicato e che ha lo scopo di ridurre la quantità di prodotto che a seguito di **ruscellamento o deriva** dall’area trattata può raggiungere l’elemento da proteggere.

Sono possibili molti tipi di fasce di rispetto, classificabili utilizzando 4 chiavi dicotomiche: coltivata (sì/no), vegetata (sì/no), durata (permanente/temporanea), origine (artificiale/spontanea).

In particolare, quindi, possiamo avere:

1. *Fascia di rispetto non trattata*: porzione di coltura non trattata o un’area non coltivata (bordo del campo, capezzagna)
2. *Fascia di rispetto vegetata*: area ricoperta da un cotico erboso, specificatamente costituita e gestita con funzione antiruscellamento. Deve avere una copertura vegetale uniforme e ininterrotta, permeabile e senza solchi; non può essere semplicemente un’area al bordo del campo dove transitano le macchine agricole, di solito troppo compattata per permettere l’infiltrazione dell’acqua.

Tali fasce di rispetto possono essere permanenti o temporanee oppure avere un’origine artificiale o naturale.

In questo Documento di orientamento si distinguono fascia di rispetto non trattata (*bare soil buffer zone*) sempre indicata come *fascia di rispetto* e fascia di rispetto vegetata (*vegetated buffer strip*).

Dettagli sulle gestione della *fascia di rispetto* sono riportati in Appendice.

2.2.1 Larghezza della fascia di rispetto

La larghezza della fascia di rispetto, vegetata o non, è data dalla distanza fra l’area trattata e l’elemento da proteggere. In questo documento di orientamento si considera che *la fine dell’area trattata coincide con l’ultima fila o filare della coltura*.

Nel caso di un corpo idrico, si misura a partire dal ciglio dell’argine (Figura 1).

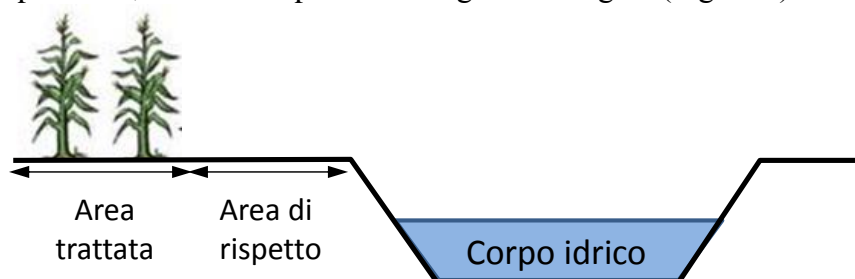


Figura 1. La larghezza della fascia di rispetto di un corpo idrico si misura a partire dal ciglio dell’argine.

Nelle ordinarie condizioni italiane la larghezza della fascia di rispetto, per essere realisticamente applicabile, dovrebbe risultare compresa tra 1 m (es. nel caso delle colture erbacee) e 15 m (es. nel

caso delle colture arboree), ma non si escludono larghezze maggiori in condizioni particolari, fermo restando che larghezze superiori a 30 m non sembrano economicamente sostenibili nel nostro contesto.

Inoltre, data la peculiarità dell'ambiente italiano, si devono considerare le aree caratterizzate dalla quasi totale assenza di corpi idrici superficiali e pertanto svincolate dal problema relativo alla protezione degli organismi acquatici. Le misure di mitigazione del rischio che saranno indicate in etichetta per prodotti molto tossici per gli organismi acquatici, saranno valutate caso per caso. Misure di mitigazione del rischio severe, che comportino fasce di rispetto maggiori di 20 m per le colture orticole, i cereali e la vite o maggiori di 30 m le per colture arboree, dovrebbero essere giustificate mediante studi sperimentali in campo che dimostrino l'effettiva possibilità di ridurre l'esposizione prevista, utilizzando più misure di mitigazione.

Tali studi dovrebbero essere condotti impiegando misure di mitigazione realisticamente applicabili sul territorio nazionale e tali da non comportare una mitigazione complessiva maggiore del 99% per orticole, cereali e vite e del 98.75% per colture arboree (corrispondente ad una fascia di rispetto di 30 m, abbinata ad una ulteriore misura di mitigazione del 70%).

2.3 Calcolo della mitigazione

Se una certa misura mitiga (riduce) il ruscellamento o la deriva significa che si riduce la massa di prodotto fitosanitario trasferita al corpo idrico o all'area sensibile in generale.

La mitigazione riduce quindi la concentrazione (C).

Ad esempio, se una certa misura di mitigazione riduce la concentrazione in un corpo idrico da 10 µg/L (C_A) a 1 µg/L (C_B), la mitigazione M è stata:

$$M(\%)=100 \times (C_A-C_B)/C_A=100 \times (10-1)/10=90\%.$$

Analogamente si può calcolare la concentrazione finale C_B conoscendo la concentrazione iniziale C_A e la mitigazione M (%).

$$C_B=-((M \times C_A/100)-C_A)=-((90 \times 10/100)-10)=1 \mu\text{g/L}$$

La concentrazione finale può anche essere espressa in percentuale della concentrazione iniziale:

$$C_B(\%)=-(M\%-100)=-((90-100))=10\%$$

Tutti i valori di mitigazione suggeriti in questo *Documento di orientamento* sono da considerarsi come medi, orientativi, di sintesi rispetto a una variabilità molto ampia, perché molto variabili sono le condizioni agro-ambientali del territorio italiano. Inoltre, i valori potranno essere riesaminati sulla base di nuovi dati sperimentali e di riscontri pratici (si veda par. 6.5-Raccomandazione 5).

2.3.1 Combinazione di misure di mitigazione

Se si combinano in serie (una dopo l'altra) più misure di mitigazione è possibile calcolare un valore di mitigazione totale. In questo Documento di orientamento si utilizza un metodo iterativo con una formula ricorrente in cui, dato un input iniziale (che si può vedere come l'output zero, O_0), l'output (O_i) dopo ogni mitigazione (M_i) diventa l'input per la successiva. Con questo metodo, che non include parametri, la mitigazione totale non può superare il 100% e non dipende dall'ordine delle singole mitigazioni. In Tabella 1 si riporta il calcolo iterativo come tabella e formula per una facile implementazione in Excel.

Tabella 1. Schema di calcolo iterativo ed esempio di calcolo della mitigazione totale ($M_{tot}=76\%$) ottenibile con 4 misure con valore singolo di 43%, 32%, 17%, 26%.

Step	Input %	Mitigazione %	Output %	
1	O_0	M_1	O_1	$O_1 = O_0 - O_0 \times M_1/100$
2	O_1	M_2	O_2	$O_2 = O_1 - O_1 \times M_2/100$
3	O_2	M_3	O_3	$O_3 = O_2 - O_2 \times M_3/100$
4	O_3	M_4	O_4	$O_4 = O_3 - O_3 \times M_4/100$
$M_{tot} = O_0 - O_4$			$M_{tot} = O_0 - O_4$	
Step	Input %	Mitigazione %	Output %	
1	100	43	57	$57 = 100 - 100 \times 43/100$
2	57	32	39	$39 = 57 - 57 \times 32/100$
3	39	17	32	$32 = 39 - 39 \times 17/100$
4	32	26	24	$24 = 32 - 32 \times 26/100$
$M_{tot} = 76$			$76 = 100 - 24$	

3 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO NEI TERRENI IN PIANO (PENDENZA < 2%)

3.1 Fascia di rispetto vegetata

Con una fascia di rispetto vegetata si ottiene notevole riduzione del ruscellamento: grazie alla presenza della vegetazione, in particolare quando densa, permanente e ricca di graminacee, essa è in grado di rimuovere sedimenti, sostanza organica e altri contaminanti dall'acqua di ruscellamento. La mitigazione è dovuta all'azione combinata delle comunità batteriche del suolo e della vegetazione. La vegetazione agisce sia direttamente (assorbimento dei contaminanti e rallentamento del flusso) sia indirettamente, grazie ad alcune modifiche indotte al terreno (aumento della porosità e della sostanza organica) che favoriscono l'infiltrazione e l'adsorbimento dei contaminanti ai colloidi.

La fascia di rispetto vegetata non è una capezzagna o un'area di manovra, in quanto il transito dei mezzi agricoli può formare zone di compattamento che ostacolano la crescita della vegetazione.

Un tipo di fascia di rispetto vegetata è la "Fascia tampone ripariale", dove il termine ripariale indica che la zona (boscata o inerbita) è permanente e occupa un'area generalmente a disposizione del corpo idrico, a volte interessata dall'esercizio agricolo, che presenta un'efficacia di mitigazione solo nel caso sia interessata da una copertura vegetale uniforme ed ininterrotta o da colture che presentano una copertura del suolo uniforme.

L'efficacia di una fascia di rispetto vegetata dipende dalle caratteristiche del territorio e da fattori ambientali, in particolare dalla pendenza e dall'intensità degli eventi piovosi.

In funzione della pendenza, nel processo di valutazione dovranno essere prese in considerazione le possibili misure di mitigazione per i terreni in piano (pendenza <2%) e per quelli in pendio (pendenza >2%).

In Germania si usano valori di riferimento (*benchmark*) che sostanzialmente rispecchiano il modello EXPOSIT (Winkler, 2001) che contiene un'equazione empirica che permette di calcolare la riduzione percentuale del runoff (*RE*) in presenza di fascia di rispetto vegetata di diversa larghezza (FOCUS, 2007):

$$RE (\%) = 100 - 10^{(-0,083 \times \text{larghezza fascia di rispetto} + 2,00)}$$

I valori adottati dalla Germania sulla base di dati sperimentali e della modellistica appaiono più cautelativi dei valori teorici ottenuti con il modello EXPOSIT e in sostanziale accordo con i dati

sperimentali disponibili in Italia per aree con pendenza < 2%. Pertanto, nel processo di valutazione saranno utilizzate le percentuali di riduzione riportate in Tabella 2, nella colonna *Mitigazione per fascia di rispetto vegetata*.

Tabella 2. Valore percentuale della mitigazione per fascia di rispetto e per fascia di rispetto vegetata di varia larghezza (terreni in piano: pendenze < 2%).

Larghezza Fascia di rispetto (m)	Mitigazione per Fascia di rispetto(*) (%)	Mitigazione per Fascia di rispetto vegetata (%)
0	0	0
3	20	40
5	25	50
10	45	90
20	55	95

*Sono possibili due tipologie: a=area non coltivata; b= porzione di coltura non trattata (si veda par. 2.2)

Alcune esperienze condotte in Francia dimostrano che fasce di rispetto inserite all'interno degli appezzamenti (*in field vegetative filter strip*), quindi non in diretta prossimità con un corpo idrico, hanno un'efficacia di 81-98% (cfr. MAgPIE vol. 2, *in corso di pubblicazione*). In assenza di studi specifici, i valori di mitigazione del ruscellamento si possono applicare anche alle *Aree di rispetto* inserite all'interno degli appezzamenti (*in field vegetative filter strip*), non in diretta prossimità con il corpo idrico.

3.2 Solco

Si tratta di un solco interposto tra il bordo del campo coltivato e il corpo idrico da proteggere. La corretta localizzazione del solco è decisiva per la sua funzionalità e in ogni caso deve essere disposto ortogonalmente al flusso di ruscellamento. Deve essere aperto prima o subito dopo l'applicazione del prodotto fitosanitario, avere una profondità di almeno 40 cm ed essere mantenuto in efficienza almeno per 45 giorni dopo l'ultimo trattamento. Se viene combinato con la fascia di rispetto vegetata deve essere posto prima di essa, in modo che l'acqua di ruscellamento la investa con flusso laminare, lento e verosimilmente meno concentrato.

La realizzazione del solco non costituisce solitamente un grosso problema operativo e può garantire una mitigazione discreta degli eventi di ruscellamento più consistenti e una mitigazione molto buona di quelli di minore intensità.

Mitigazione del ruscellamento con solco: 20%.

3.3 Misure di mitigazione per prodotti fitosanitari applicati al suolo

3.3.1 Interramento

Si attua con l'incorporamento dei prodotti fitosanitari (come erbicidi e geodisinfestanti) nel suolo mediante **operazioni meccaniche (es. fresatura, applicazione in solco di semina)** ~~una fresatura leggera~~ o con un intervento irriguo (es. ~~per~~ aspersione di 5-10 mm, **drip irrigation, etc.**

Si tratta di una tecnica usata prevalentemente nel settore orticolo, anche se maggiormente onerosa rispetto ad altri tipi di applicazione.

Secondo le esperienze acquisite in diversi Paesi europei, l'interramento consente di ridurre tra il 25 e il 50% le quantità trasportate per ruscellamento nel caso di prodotti poco adsorbiti ai colloidi e tra il 35 e il 70% nel caso invece di quelli fortemente adsorbiti.

Mitigazione del ruscellamento con interrimento: 40%.

3.3.2 Tecnica delle dosi molto ridotte (diserbo)

Consiste nell'applicazione di diserbanti, ciascuno ad una dose ridotta, come previsto nelle relative etichette autorizzate. E' una pratica adottabile soprattutto nel diserbo della barbabietola da zucchero e della soia basata sul ricorso a miscele di diserbanti impiegati ciascuno ad una dose compresa tra 1/5 e 1/10 di quelle implicate nella singola applicazioni. Con l'adozione di tale tecnica si ottiene una riduzione di prodotti complessivamente impiegati pari a circa il 50%.

Il successo di questa pratica è fondamentalmente legato al rispetto delle seguenti condizioni:

- 1) esecuzione di uno scrupoloso monitoraggio della flora infestante;
- 2) tempestività di intervento su malerbe nei primi stadi di sviluppo (cotiledonare o 2-3 foglie vere);
- 3) utilizzazione di miscele di più prodotti con azione complementare o sinergica.

Mitigazione del ruscellamento con tecnica delle dosi molto ridotte: 50%.

3.3.3 Localizzazione del trattamento

Consiste nell'applicazione del prodotto solo lungo la fila, a tratti o a macchie e in ogni altro caso in cui non si applica il prodotto sull'intera superficie. Queste tecniche non modificano la dose/ha trattato ma riducono la superficie trattata mitigando proporzionalmente il ruscellamento. La localizzazione lungo la fila nei trattamenti di diserbo di pre-emergenza (larghezza 20-25 cm) comporta una riduzione di dose compresa tra il 40% (come nella soia con interfila di 45-50 cm) e il 70% (come nel mais seminato con interfila di 75 cm). L'entità della riduzione di superficie trattata sarà stabilita caso per caso in accordo con gli agronomi, ricordando che la mitigazione equivale alla riduzione, ad esempio una riduzione della superficie trattata del 25% equivale a una mitigazione del 25%, una riduzione della superficie trattata del 50% equivale a una mitigazione del 50%, e così via. Questa tecnica richiede un'integrazione efficace tra il mezzo chimico e quello meccanico (sarchiatura tra le file). La riduzione del ruscellamento per riduzione della superficie trattata è recepita nelle Schede analitiche del ruscellamento, che riportano nella Misura 3 "Riduzione della dose" le opzioni "Nessuna riduzione", "Riduzione del 25%", "Riduzione del 50%". Si tratta di valori di esempio, se il tecnico dispone di valori specifici potrà usarli sapendo che la riduzione della dose equivale alla mitigazione, ovviamente in assenza di altre misure.

3.4 Combinazione di misure di mitigazione

La mitigazione del ruscellamento risulta molto efficace quando si combinano più misure di mitigazione; tale strategia presenta il vantaggio di ridurre fortemente gli eventi di ruscellamento di minore importanza e di attenuare quelli più rilevanti. Nella Tabella 3, a titolo di esempio, sono ripresi i valori di mitigazione della Tabella 2 per fascia di rispetto vegetata di varia larghezza, e combinati con altre misure ritenute facilmente integrabili nella normale pratica agronomica. Risulta chiara l'importanza della combinazione, che permette di ottenere una notevole mitigazione totale anche con fascia di rispetto vegetata di larghezza limitata (3-5 m).

Tabella 3. Combinazione di misure di mitigazione, con valore percentuale della mitigazione singola e totale.

Larghezza <i>Fascia di rispetto vegetata</i> (m)	Mitigazione per <i>Fascia di rispetto vegetata</i> %	Mitigazione per solco %	Mitigazione per dosi ridotte %	Mitigazione totale %
0	0	20	50	60
3	40	20	50	76
5	50	20	50	80
10	90	20	50	96
20	95	20	50	98

La combinazione può riguardare tutte le misure di mitigazione, cioè:

- interrimento del prodotto fitosanitario (si/no),
- riduzione delle dosi (0, 25, 50%),
- solco (si/no),
- larghezza della fascia di rispetto (0, 3, 5, 10, 20 m),
- tipo fascia di rispetto (non vegetata/vegetata),

per un totale di $(5 \times 2 \times 3 \times 2) = 60$ combinazioni per la fascia non vegetata (1 scheda per la pianura) e 60 combinazioni per la fascia vegetata (1 scheda per ognuna delle 3 pendenze). In tutto le Schede analitiche per il ruscellamento sono 4 per un totale di 240 combinazioni.

La fascia di rispetto vegetata, eventualmente combinata con il solco, è una misura molto efficace per la mitigazione del ruscellamento; perché la sua efficacia risulti massima deve essere correttamente posizionata, costruita e mantenuta e ben abbinata alle “buone pratiche agricole” di gestione del terreno. Si tratta di evitare la compattazione del suolo, di utilizzare le pratiche di *conservation tillage* (coltivazione conservativa) quando possibile, di migliorare la porosità e la struttura del terreno e di prevenire la formazione della crosta.

La Tabella 4 e la Tabella 5 illustrano alcune combinazioni di esempio per fascia di rispetto non vegetata e fascia di rispetto vegetata (la serie completa delle combinazioni è nelle Schede analitiche).

Tabella 4. Mitigazione del ruscellamento con fascia di rispetto non vegetata di varia larghezza combinata con altre 3 misure di mitigazione: valore percentuale della mitigazione singola ((Mi (%)) e totale (M tot (%)). Legenda: Misura 1 (Mis. 1): interrimento del prodotto fitosanitario (si/no); Misura 2 (Mis. 2): riduzione della dose (R0=nessuna riduzione, R25=riduzione del 25%, R50=riduzione del 50%); Misura 3 (Mis. 3): solco (si/no); Misura 4 (Mis. 4): larghezza della fascia di rispetto (A0=nessuna area, A3=area di 3 m, A5=area di 5 m).

Mis. 1 Interr.	M1 (%)	Mis. 2 Rid. dose	M2 (%)	Mis. 3 Solco	M3 (%)	Mis. 4 L Area	M4 (%)	M tot (%)
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A0	0	0
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A3	20	20
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A5	25	25
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A0	0	20
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A3	20	36
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A5	25	40
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A0	0	25
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A3	20	40
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A5	25	43
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A0	0	40
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A3	20	52
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A5	25	55
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A0	0	50
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A3	20	60
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A5	25	62
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A0	0	60
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A3	20	68
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A5	25	70
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A0	0	40
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A3	20	52
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A5	25	55
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A0	0	52
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A3	20	61
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A5	25	64
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A0	0	55
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A3	20	64
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A5	25	66
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A0	0	64
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A3	20	71
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A5	25	73
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A0	0	70
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A3	20	76
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A5	25	77
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A0	0	76
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A3	20	80
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A5	25	82

Esempio

In assenza di fascia di rispetto e di altre misure di mitigazione, la mitigazione è nulla (0%, prima riga). Combinando una fascia di rispetto di 5 m con le migliori altre misure di mitigazione, la mitigazione è massima (82%, ultima riga della Tabella 4). Per altre combinazioni la mitigazione è intermedia.

Se per l'uso di un certo diserbante è richiesta una mitigazione del ruscellamento del 50%, la combinazione “nessun interrimento, riduzione della dose del 25%, solco e fascia di rispetto larga 3 m” garantisce una mitigazione del 52% e lo rende ammissibile.

Tabella 5. Mitigazione del ruscellamento con fascia di rispetto vegetata di varia larghezza combinata con altre 3 misure di mitigazione: valore percentuale della mitigazione singola ((Mi (%)) e totale (M tot (%)). Legenda: Misura 1 (Mis. 1): interrimento del prodotto fitosanitario (si/no); Misura 2 (Mis. 2): riduzione della dose (R0=nessuna riduzione, R25=riduzione del 25%, R50=riduzione del 50%); Misura 3 (Mis. 3): solco (si/no); Misura 4 (Mis. 4): larghezza della fascia di rispetto (A0=nessuna area, A3=area di 3 m, A5=area di 5 m).

Mis. 1 Interr.	M1 (%)	Mis. 2 Rid. dose	M2 (%)	Mis. 3 Solco	M3 (%)	Mis. 4 L Area	M4 (%)	M tot (%)
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A0	0	0
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A3	40	40
INT NO	0	R0	0	S NO	0	A5	50	50
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A0	0	20
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A3	40	52
INT NO	0	R0	0	S SI	20	A5	50	60
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A0	0	25
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A3	40	55
INT NO	0	R25	25	S NO	0	A5	50	62
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A0	0	40
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A3	40	64
INT NO	0	R25	25	S SI	20	A5	50	70
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A0	0	50
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A3	40	70
INT NO	0	R50	50	S NO	0	A5	50	75
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A0	0	60
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A3	40	76
INT NO	0	R50	50	S SI	20	A5	50	80
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A0	0	40
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A3	40	64
INT SI	40	R0	0	S NO	0	A5	50	70
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A0	0	52
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A3	40	71
INT SI	40	R0	0	S SI	20	A5	50	76
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A0	0	55
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A3	40	73
INT SI	40	R25	25	S NO	0	A5	50	77
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A0	0	64
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A3	40	78
INT SI	40	R25	25	S SI	20	A5	50	82
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A0	0	70
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A3	40	82
INT SI	40	R50	50	S NO	0	A5	50	85
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A0	0	76
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A3	40	85
INT SI	40	R50	50	S SI	20	A5	50	88

La fascia di rispetto vegetata è due volte più efficiente di una fascia di rispetto non vegetata, infatti i valori di mitigazione risultano doppi. La fascia di rispetto vegetata combinata con le migliori altre misure di mitigazione può dare una mitigazione massima dell'88% (ultima riga), contro l'82% precedente. Appare a questo punto evidente la proprietà asintotica del calcolo della mitigazione totale, che non può superare il 100%.

Risulta inoltre chiaro che le varie misure di mitigazione, inclusa la fascia di rispetto, sono tra loro perfettamente sostituibili. Ad esempio, una mitigazione del 70% si può ottenere sia con una fascia di rispetto di 5 m (combinazione INT NO, R25, S SI, A5), sia senza fascia di rispetto (combinazione INT SI, R50, S NO, A0).

4 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO NEI TERRENI IN PENDIO (PENDENZA > 2%)

Il ruscellamento è più abbondante e frequente nei terreni in pendio. Il controllo dell'erosione e del ruscellamento nei terreni in pendio rappresenta una pratica nella quale l'Italia vanta una lunga tradizione. Le peculiari caratteristiche orografiche di buona parte del territorio italiano hanno, infatti, determinato lo sviluppo e l'adozione di numerose sistemazioni idraulico agrarie. Le sistemazioni dei terreni in pendio rappresentano già di per sé delle significative misure di mitigazione, grazie alla disposizione sapiente di fossi, collettori, strade, siepi, terrazze, bande intra-appezzamento ai bordi delle vie di circolazione.

La più antica e ancora diffusa sistemazione per i terreni in pendio in Italia è quella a "rittochino" che prevede, secondo Giardini (2002) che "...il pendio sia suddiviso in unità colturali da scoline parallele, distanti 15-30 metri l'una dall'altra, ed aventi un andamento rettilineo, il più possibile vicino alla linea di massima pendenza. Le scoline sono spesso fiancheggiate da filari di vite. La lunghezza degli appezzamenti è molto variabile: da poche decine di metri per pendenze del 20-30% a 100-150 metri per pendenze del 5-10%; in media è di 60-80 metri. Anche le arature sono eseguite a rittochino, solo dall'alto verso il basso e con ritorno a vuoto allorché la pendenza è troppo elevata. L'acqua scende a valle sia attraverso le scoline che lungo i solchi di aratura; la massa fluida è quindi finemente frazionata in tanti rivoli per cui la velocità e (quindi l'azione erosiva) risulta frenata. Con pendenze elevate è tuttavia necessario interrompere la discesa dell'acqua con capofossi a girapoggio non troppo distanziati".

Agli effetti della mitigazione, in presenza a valle di un corso d'acqua da proteggere, diventa sostanziale far sì che l'acqua delle scoline non venga subito immessa nel sistema idrico principale, ma rimanga bloccata per un certo numero di ore. In questo contesto l'inerbimento dei canali sarebbe molto utile.

Altre sistemazioni che vantano ancora una discreta diffusione sono quella a "cavalcapoggio" e quella a "girapoggio". La prima, ancora adottata nel Monferrato, nel Pesarese e nell'Appennino Tosco-Emiliano, adatta a pendenze anche del 30%, è caratterizzata da unità colturali di forma regolare delimitate da scoline parallele realizzate a cavalcapoggio. Ciascun filare è solitamente delimitato a valle da un muretto a secco e presenta una distanza da quello successivo variabile tra gli 8 ed i 16 m. La sistemazione a "girapoggio" idonea per pendici regolari, prevede: "...unità colturali delimitate da scoline il cui andamento si discosta leggermente (1-2%) da quello delle curve di livello. In tal modo, se le condizioni lo permettono, la scolina scende a elica attorno al rilievo delimitando fasce di terreno la cui larghezza varia in funzione della pendenza del pendio (in genere 4-5m)".

Secondo i risultati di alcune sperimentazione esiste una relazione diretta tra pendenza del suolo e quantità di erbicida nelle acque di ruscellamento (Vicari e Catizone, 2007; Miao *et al.* 2004, Rossi *et al.* 1994, 2000).

Tenendo conto delle non numerose sperimentazioni realizzate in Italia e delle esperienze acquisite in altri Paesi, le misure di riduzione del ruscellamento più efficaci sono la fascia di rispetto vegetata, le coltivazioni conservative e le colture di copertura.

4.1 Fascia di rispetto vegetata

Nei terreni in pendio il problema del ruscellamento e dell'erosione deve essere affrontato in maniera più articolata rispetto ai terreni di piano. Nei terreni in piano, il ruscellamento avviene generalmente per mezzo di una lama d'acqua che si sposta uniformemente lungo il profilo del suolo. In ambienti declivi, invece, i flussi di ruscellamento tendono spesso a concentrarsi in rivoli più o meno intensi, e ad interessare quindi una superficie limitata. Il concentramento dei flussi di ruscellamento può

ridurre, in certe condizioni, l'efficacia della fascia di rispetto vegetata. Inoltre, in caso di precipitazioni intense i flussi di ruscellamento possono causare profonde incisioni del suolo determinando la comparsa di fenomeni erosivi. In queste condizioni la Fascia tampone riparia prossima al corso d'acqua può non espletare appieno la sua funzione ed essere meno efficace della fascia di rispetto vegetata posta ai margini del campo.

In presenza di flussi di ruscellamento concentrati conviene usare misure di mitigazione in serie, e realizzare un sistema con Aree di rispetto vegetate di moderata larghezza a protezione delle zone di compluvio in campo (*talweg*) (es. Figura 2 A) e Aree di rispetto vegetate di maggiore larghezza lungo i versanti, in modo da intercettare e ridistribuire i flussi concentrati (Figura 2C). In sostanza, nei terreni in pendio ai cui piedi si trovano dei corpi idrici da proteggere, non si dovrebbe parlare di un'unica fascia di rispetto vegetata, ma di un "sistema di Aree di rispetto vegetate di versante" per rallentare e intercettare a vari livelli il ruscellamento dell'intero sistema collinare.

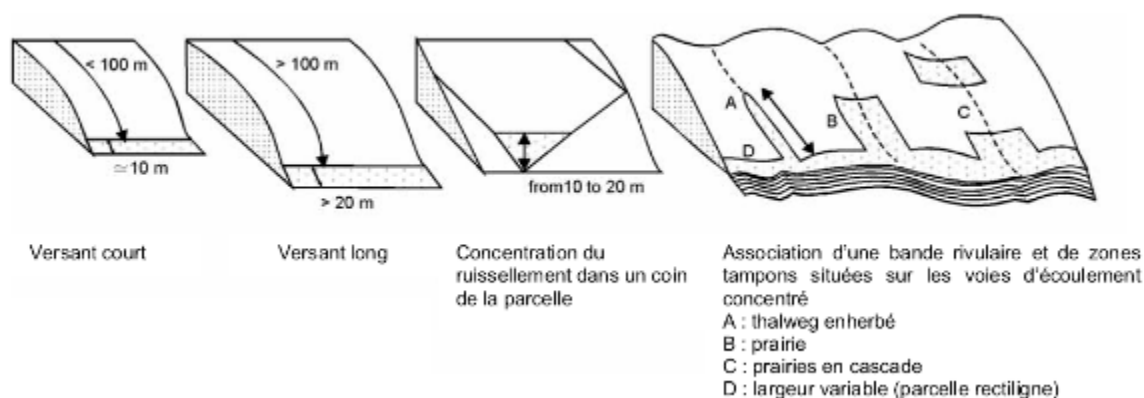


Figura 2. Dimensionamento delle fasce di rispetto vegetate (da CORPEN, 2007).

Va ricordato che la fascia di rispetto vegetata non è una capezzagna o un'area di manovra, in quanto il transito continuo dei mezzi agricoli può formare zone di compattamento che ostacolano la crescita della vegetazione e che diventano canali preferenziali del ruscellamento.

In pendio l'efficacia della fascia di rispetto vegetata è ridotta e solo l'applicazione di misure di mitigazione in serie, può efficacemente contenere il ruscellamento. In questo documento si sono considerati tre intervalli di pendenza che caratterizzano un diverso tipo di esposizione al ruscellamento::

- 0-2%: (pianura): ruscellamento nullo o basso;
- 2-5% pendenza media. Ruscellamento medio
- >5% pendenza elevata. Ruscellamento elevato.

Questo documento ammette fasce di rispetto non vegetate solo per la pianura (SCHEDA 0. Riferimenti per la mitigazione del ruscellamento).

Da una valutazione dei dati a disposizione in letteratura (Reichenberger, 2007), si ipotizza per una fascia di rispetto *vegetata* in pendenza, a confronto della pianura, una mitigazione pari al 50% nel caso di pendenze medie (2-5%) e del 30% nel caso di pendenze elevate (>5%).

Questa ipotesi si trova in linea con le raccomandazioni del documento FOCUS relativo alle mitigazioni accettabili a livello Europeo per la riduzione della contaminazione da ruscellamento.

Nella Tabella 6 sono infatti descritti i valori di riduzione del ruscellamento accettabili nella modellistica per il calcolo dell'esposizione dei corpi idrici superficiali, in scenari con pendenza superiore al 2%, in linea con quanto proposto nel presente documento.

Tabella 6. 90° percentile dei valori di worst-case per l'efficienza di riduzione relativi alle fasce di rispetto vegetate di diversa ampiezza per le diverse fasi del ruscellamento superficiale (derivate da FOCUS 2007)

Larghezza fascia di rispetto (m)	10-12	18-20
Riduzione del volume di runoff (%)	60	80
Riduzione della massa di prodotto fitosanitario trasportato in soluzione (%)	60	80
Riduzione della massa di sedimenti erosi (%)	85	95
Riduzione della massa di prodotto fitosanitario trasportato nei sedimenti (%)	85	95

I valori proposti in questo documento di orientamento sono in linea con i valori FOCUS. Ad esempio, in Italia per la pianura si propone per una fascia di rispetto vegetata di 5 m una mitigazione del ruscellamento del 50% (Tabella 4, Tabella 5 riga 3), mitigazione che si riduce a metà, 25%, nel caso di pendenza del 2-5% (si veda il testo sopra e anche la Scheda 0-Riferimenti per la mitigazione del ruscellamento). Questo 25% per fascia di rispetto vegetata di 5 m è da confrontare con il 60-85% proposto da FOCUS per fascia di rispetto di 10-12 m (Tabella 6, range dei valori)

Esempio mitigazione ruscellamento

Si consideri un sistema collinare con pendenza 2-5% con una **fascia di rispetto vegetata** larga 3 m (M=20%, metà rispetto ai terreni in piano) a protezione di una zona di compluvio (*talweg*) **lunga 25 m e inerbita** (M=70%, ipotetico, in accordo con MAgPIE). La mitigazione fin qui è del 76% (fine Step 2: 100-24=76) e se si aggiunge una **Fascia tampone riparia** (M=20%, ipotetico) la mitigazione totale è dell'80,8%.

Step	Input %	Mitigazione %	Output %
1	100	20	80,0
2	80	70	24,0
3	24	20	19,2
M_{tot}		80,8	

Nel processo di valutazione è prioritario verificare con gli agronomi la possibilità di vietare l'utilizzo del prodotto fitosanitario in zone con pendenza superiore al 2% o al 5%.

4.2 Coltivazioni conservative

Le coltivazioni conservative sono principalmente quelle in cui il letto di semina viene preparato con operazioni diverse dalla tradizionale aratura. L'effetto anti-ruscellamento è dovuto alla presenza dei residui colturali sulla superficie del terreno ed alla maggiore porosità del terreno che favorisce l'infiltrazione dell'acqua. La sperimentazione di lungo periodo realizzata in Italia (Vicari e Catizone, 2007) ha evidenziato, nel caso delle colture erbacee, riduzioni di perdite di diserbanti di almeno il 20%, a seconda dei prodotti impiegati e delle intensità delle precipitazioni.

Dal documento MAgPIE si ritrova un valore pari a 50%, e non solo in pendio, ma in generale. Le Schede analitiche non integrano questo fattore di mitigazione, ed è compito dell'agronomo valutare caso per caso usando i valori 20-50% come riferimento.

4.3 Colture di copertura

La copertura del suolo con colture seminate dentro la coltura da reddito (es. orzo dentro il mais) ha dimostrato di ridurre efficacemente il ruscellamento di prodotti fitosanitari e l'erosione. Come detto per i terreni in piano, questa è una pratica di difficile gestione e poco utilizzata.

Nei terreni in pendio molto più interessante è la semina di *colture intercalari* tra la raccolta di una coltura da reddito e la semina della successiva. Questa pratica diviene importante soprattutto in quei periodi dell'anno nei quali il suolo non è occupato dalla coltura ed è quindi maggiormente esposto ai fenomeni di ruscellamento ed erosione. Nel caso di prodotti fitosanitari ad elevata persistenza o anche di elementi nutritivi quali azoto e fosforo, nel periodo autunno-vernino possono essere allontanate grandi quantità di prodotto. Ne consegue che le azioni di mitigazione hanno una validità tutt'altro che stagionale, ma al contrario sono determinanti durante tutto l'arco dell'anno.

L'inerbimento degli interfilari nelle colture arboree o nei vigneti può essere visto come una variante delle colture di copertura, quindi come una validissima misura di mitigazione, che oppone un ostacolo fisico ai fenomeni erosivi e di ruscellamento, con ovvi riflessi positivi in termini di riduzione del trasporto di sedimenti, nutrienti e prodotti fitosanitari (Tabella 7).

La presenza di un cotico erboso tra i filari dei frutteti o dei vigneti assolve molteplici funzioni. Tra queste, fondamentali sono la creazione di un habitat per l'entomofauna utile e l'apporto periodico di sostanza organica al suolo a seguito degli sfalci.

Tabella 7. Valore percentuale della mitigazione, rispetto al diserbo a pieno campo, per due sistemazioni del frutteto o vigneto e due gestioni dell'interfila.

Disposizione del frutteto o del vigneto	Inerbimento permanente nell'interfila e diserbo sulla fila (%)	Lavorazione dell'interfila e diserbo sulla fila (%)
Filari secondo la massima pendenza (rittochino)	40	30
Filari secondo le curve di livello (cavalcapoggio, girapoggio)	50	40

4.4 Area umida artificiale (*Artificial wetlands*)

I sistemi artificiali definibili come "area umida" (in inglese *artificial wetland*, cioè piccoli bacini artificiale di raccolta delle acque di ruscellamento, caratterizzati da una buona copertura vegetale) possono giocare un ruolo di purificazione dell'acqua da prodotti fitosanitari in aree intensamente coltivate. Studi in corso stanno dimostrando l'elevata capacità di questi sistemi di trattenere le sostanze attive usate in agricoltura prima che queste possano raggiungere le acque superficiali. Recenti risultati di prove condotte in Pianura Padana mostrano che una "constructed surface flow wetland" può mitigare il **runoff fino al 90%** (Pappalardo *et al.*, 2015). Il dato è in accordo con i valori di MAGPIE.

4.5 Capofossi inerbiti (*Vegetated ditches*)

Vari studi (Moore *et al.*, 2008) hanno mostrato che i capofossi inerbiti che ricevono acque di runoff sono in grado di ridurre la concentrazione di prodotti fitosanitari purché sufficientemente lunghi e adeguatamente gestiti. Secondo MAGPIE la mitigazione è del 50%. Prove specifiche per le condizioni della Pianura Padana hanno confermato l'alta efficienza di capofossi inerbiti (Otto *et al.*, 2016).

5 MISURE DI MITIGAZIONE DELLA DERIVA

Le misure di mitigazione della deriva possono essere:

1. indirette, che riducono l'esposizione alla deriva del corpo idrico da proteggere. Si tratta di sistemi di captazione quali fasce di rispetto o barriere verticali (es. siepe, rete antigrandine).
2. dirette, che riducono la generazione di deriva. Si tratta principalmente di dispositivi tecnici che agiscono sulla formazione delle gocce e l'orientamento dell'irrorazione.

5.1 Misure indirette di mitigazione della deriva

5.1.1 Fasce di rispetto

Come detto al par. 2.3, una fascia di rispetto frapponendo dello spazio tra la sorgente inquinante e l'elemento da proteggere, quindi riduce sempre l'esposizione di quest'ultimo alla deriva. In questo Documento di orientamento la capacità di riduzione è stata fissata prendendo spunto dalla tabella FOCUS di Rautmann, modificata e adattata con le seguenti assunzioni:

- 1) colture raggruppate in 4 gruppi:
 - a) cereali e orticole basse (con altezza inferiore a 50 cm);
 - b) orticole alte (con altezza superiore a 50 cm) e ornamentali;
 - c) fruttiferi al bruno (senza foglie) e al verde (in piena vegetazione);
 - d) vite al bruno (senza foglie) e al verde (in piena vegetazione);
- 2) introduzione di una larghezza minima in funzione del tipo di coltura;
- 3) introduzione di una larghezza massima di 15 m per le orticole alte;
- 4) arrotondamento all'intero sempre per eccesso;
- 5) calcolo delle larghezze per tutte le 7 classi di mitigazione ISO22369 (0, 25, 50, 75, 90, 95, 99%).

In generale, le categorie "cereali", "orticole (basse e alte)" e "ornamentali" comprendono colture non impalcate, trattate dall'alto verso il basso con barra irroratrice convenzionale che lavora all'altezza massima di 75 cm e priva di specifiche misure dirette di mitigazione della deriva (ad es. ugelli antideriva, vedere anche par. 5.2.2). In assenza di informazioni specifiche per l'Italia, la larghezza massima per le orticole alte (>15 m) è stata scelta perché intermedia tra le orticole basse (>10 m) e la vite al bruno (>20 m).

I fruttiferi e la vite hanno valori diversi perché la vite si alleva spesso in parete ed è meno alta, quindi il trattamento alla vite è in generale meno suscettibile di deriva. È compito dell'agronomo (esperto di efficacia) valutare casi intermedi, ad esempio per il melo allevato in parete con interfila intorno ai 3 m si potrebbero applicare i valori della vite.

Per prudenza, ad ogni intervallo di larghezza è stato assegnato il valore di mitigazione dell'estremo inferiore: ad esempio, per la vite trattata al verde, una *Fascia di rispetto* larga da 10 a 14 m riduce la deriva del 50% (e 50% è il valore a 10 m). Inoltre, visto che si tratta di campi coltivati, con tutte le irregolarità, variabilità e imprecisioni che ne conseguono, al di sotto di una larghezza minima le riduzioni non sono affidabili e si considerano nulle. Per questo, in presenza di siepe che insiste su un'area di una certa larghezza, non si assegna a quell'area una capacità di mitigazione a meno che non superi la larghezza minima (vedere Esempio 5).

Tabella 8. Capacità di mitigazione della deriva (M%) in funzione della larghezza della fascia di rispetto per cereali e orticole trattate con barra irroratrice, e vite e fruttiferi trattati con atomizzatore, in due epoche.

Classe riduzione deriva ISO e Intervallo	Mitigazione M%	Cereali e orticole basse ^a L (m)	Orticole alte ^b L (m)	Fruttiferi al bruno ^c L (m)	Fruttiferi al verde ^d L (m)	Vite al bruno ^c L (m)	Vite al verde ^d L (m)
A (99-100%)	99	>10	>15	>30	>30	>20	>20
B (95-98%)	95	9-10	14-15	29-30	28-30	19-20	18-20
C (90-94%)	90	8-9	12-14	27-29	25-28	18-19	17-18
D (75-89%)	75	7-8	10-12	25-27	22-25	16-18	14-17
E (50-74%)	50	5-7	7-10	18-25	15-22	13-16	10-14
F (25-49%)	25	3-5	5-7	10-18	8-15	8-13	5-10
G (0-24%)	0	<3	<5	<10	<8	<8	<5

* Il valore di mitigazione assegnato è quello inferiore dell'intervallo ISO

^a Cereali e orticole basse con altezza <50 cm; diserbo sottofila di vite e fruttiferi

^b Orticole alte con altezza >50 cm e ornamentali

^c Senza foglie

^d In piena vegetazione

La capacità di mitigazione della deriva (M%) ottenuta grazie all'applicazione della fascia di rispetto è riferita a precise condizioni di riferimento per le varie colture, come specificato nel par. "5.2.2. Condizioni di riferimento per il rischio deriva. Nel caso di diserbo sottofila di vite e fruttiferi si possono applicare i valori della categoria "Cereali e orticole basse"

Si consideri un prodotto fitosanitario per la vite al verde che in etichetta riporti "utilizzabile solo con misure di mitigazione in grado di ridurre la deriva del 50%". La Tabella 8 mostra che la riduzione del 50% è ottenibile con una fascia di rispetto di 10-14 m (Classe E). Se si osserva una *Fascia di rispetto* di almeno 14 m, l'uso diventa certamente ammissibile. E' possibile che l'agronomo possa determinare più precisamente la larghezza della fascia di rispetto conoscendo il sistema di allevamento, la fase fenologica, il tipo di irroratrice, e stabilire che servono solo 11 m. Comunque, quel valore di mitigazione non sarà mai ottenibile con una *fascia di rispetto* larga meno di 10 m.

Nel caso dei diserbanti, per le colture erbacee e arboree, è possibile che la fascia di rispetto sia costituita da una porzione della coltura non diserbata (par.2.2, tipo 1). Se, per esempio, avesse una larghezza di 3 m, permetterebbe una riduzione della deriva del 25% (Tabella 8, Classe F). Nel processo di valutazione, l'applicazione di tale misura dovrà essere considerata anche in relazione alla sua praticabilità, previa consultazione tra gli esperti ambientali e gli agronomi; in particolare si deve escludere che il trattamento possa essere effettuato su terreno nudo. Anche per trattamenti insetticidi e fungicidi, applicati al suolo o su colture erbacee, la fascia di rispetto può essere costituita da una porzione di coltura non trattata, soprattutto per colture industriali, ma in questo caso gli esperti ambientali e gli agronomi devono valutare attentamente l'accettabilità del rischio che questa possa costituire fonte di infestazione o di inoculo dell'avversità per l'intera coltura.

5.1.2 Siepi e barriere artificiali

Soprattutto nel caso di trattamenti a colture arboree, ma anche per colture erbacee, la deriva verso i corpi idrici superficiali può essere ulteriormente ridotta inserendo nella fascia di rispetto barriere verticali in grado di intercettarla (siepi, alberature, frangivento artificiali).

L'inserimento di barriere verticali all'interno della fascia di rispetto può permettere di ridurre la deriva anche del 50% già a pochi metri dall'atomizzatore, e arrivare anche oltre al 90% con barriere

ottimali. Una caratteristica particolarmente importante della barriera (vegetata o artificiale) è la porosità ottica, data dalla frazione di spazi vuoti, che possono farsi attraversare dalla luce. Una siepe molto fitta ha quindi una porosità molto bassa (es. ha il 5% di spazi vuoti), una siepe di media fittezza ha una porosità del 30-40%, e in assenza di siepe si considera una porosità del 100%. La porosità ottica condiziona la capacità di intercettazione della deriva e con barriere vegetate la migliore intercettazione si ha con barriere fitte, con porosità ottica inferiore al 35%.

La stessa logica vale per le barriere artificiali; ad esempio, con reti plastiche con maglia quadrata di 4 mm e porosità del 64% (cioè abbastanza rada ma regolare), la intercettazione può essere del 30%.

La siepe in generale svolge varie funzioni, perciò deve essere progettata in accordo con la funzione principale richiesta.

Se deve servire principalmente da schermo contro la deriva, allora si deve puntare su una ridotta porosità ottica che dovrebbe essere tale già all'epoca dei primi trattamenti, per cui la precocità di emissione delle foglie all'inizio della primavera può essere un importante fattore di scelta delle essenze da utilizzare. È rilevante anche l'altezza delle stesse in relazione all'altezza delle colture da trattare e l'uniformità di sviluppo (fittezza), dal suolo alla cima.

Se tale misura deve essere efficace anche nei confronti del ruscellamento superficiale allora è importante soprattutto la composizione botanica delle essenze in relazione all'ombreggiamento della siepe stessa verso la copertura erbacea sottostante. Con poca luce la vegetazione erbacea tende rapidamente a scomparire e questo riduce la mitigazione del ruscellamento, anche se viene surrogata quasi completamente dalla lettiera e dall'aumento della sostanza organica in superficie. Con una copertura fogliare meno chiusa, la luce filtra più facilmente e quindi può restare attivo anche lo strato sottostante di vegetazione. Da questo punto di vista per esempio le robinie sarebbero preferibili al platano, anche se le robinie, grazie al loro habitus cespitoso, tendono a invadere i terreni limitrofi con difficoltà di contenimento.

La presenza nel biotopo agricolo di siepi protegge, come si è detto, i corsi d'acqua dalla deriva. La riduzione della deriva dipende dall'altezza della siepe e dallo stadio di sviluppo dell'apparato fogliare. I valori di riduzione della deriva raccomandati a livello europeo (FOCUS) per una siepe alta almeno 1 metro sopra la coltura, sono:

- il 25% quando la siepe è spoglia;
- il 50% quando la siepe è in uno stadio di sviluppo intermedio;
- il 75% quando l'apparato fogliare è completamente sviluppato.

In questo Documento di orientamento si adottano solo i valori 25% (trattamento al bruno) e 75% (trattamento al verde).

Se un prodotto fitosanitario è usato in più epoche, si sceglierà l'epoca di maggiore utilizzo.

Per avere funzione antideriva è necessario che la siepe rispetti alcune condizioni:

- altezza superiore di almeno 1 m rispetto alla coltura trattata e di almeno 4 m se in presenza di attrezzature ad alto rischio di deriva (classe G);
- pienezza della chioma dalla base alla cima, da ottenere anche lasciando sviluppare le specie erbacee alla base;
- lunghezza completa lungo tutto il lato dell'appezzamento che confina con il corpo idrico, senza interruzioni.

5.1.2.1 Efficacia delle siepi campestri nel tempo

Il processo di valutazione deve considerare che la siepe è una struttura con un suo ciclo di vita e che le siepi campestri hanno anche un turno di ceduzione (7-8 anni) al termine del quale vengono tagliate. La capacità di mitigazione di queste barriere è quindi variabile nel tempo: è nulla all'inizio di ogni turno, per poi divenire crescente fino a raggiungere il massimo in prossimità della ceduzione. Una siepe ideale dovrebbe essere costituita da due filari da cedere alternativamente con un intervallo di 2 anni, per garantire sempre il valore desiderato di porosità ottica e di mitigazione.

5.1.2.2 Altre funzioni della siepe

Se la siepe deve avere la funzione di salvaguardia della biodiversità animale e servire come area di rifugio e sviluppo degli artropodi utili (predatori e parassitoidi), la programmazione della siepe è più complessa. Infatti, la scelta delle specie deve permettere la sopravvivenza degli artropodi utili, senza peraltro favorire focolai d'infestazione di specie nocive. Una siepe con queste funzioni deve essere costituita da un numero elevato di specie sia arboree che arbustive e da un importante strato erbaceo di altezza variabile che possa favorire il trasferimento dei nemici naturali dei fitofagi dal bordo del campo al campo stesso e quindi innescare la colonizzazione dopo i trattamenti.

La funzione di rifugio per gli artropodi utili può essere svolta, comunque, anche da siepi generiche non specificatamente programmate a questo scopo, e addirittura da siepi costituite con funzione antideriva. Infatti, se la siepe è sufficientemente spessa (almeno 1 m) e fitta, la semplice deriva del prodotto fitosanitario dall'arboreto trattato non è sufficiente ad eliminare completamente le popolazioni di artropodi, che possono trovare nelle zone più alte o più profonde della siepe condizioni ancora favorevoli per la sopravvivenza.

5.1.3 Rete antigrandine

Nei trattamenti alle colture arboree, la deriva può essere ridotta con una rete antigrandine stesa al di sopra della coltura e chiusa lungo i filari di bordo dell'appezzamento (Figura 3). La rete ostacola la dispersione delle gocce e permette di ridurre la deriva del 50-95% a seconda del tipo di atomizzatore e delle condizioni operative.



Figura 3. Rete antigrandine in frutteto.

5.2 Misure dirette di mitigazione della deriva

5.2.1 Classificazione ISO dei dispositivi antideriva

Una riduzione della fascia di rispetto può essere ottenuta usando dispositivi tecnici di riduzione della deriva, ad esempio ugelli antideriva, coadiuvanti con funzione antideriva, oppure barre irroratrici con manica d'aria, schermature ed ugelli di fine barra, atomizzatori con dispositivi di chiusura laterale del flusso d'aria o con sistemi a tunnel. In alcuni Paesi europei è già disponibile una classificazione di tali dispositivi in funzione della loro efficacia antideriva rispetto a condizioni di riferimento (SDRT = Spray Drift Reducing Technologies, ISO 22369-1). Se sull'irroratrice è presente un dispositivo antideriva, la larghezza della fascia di rispetto viene ridotta in misura proporzionale all'efficacia del dispositivo. Le combinazioni tecnica-larghezza della fascia di rispetto potrebbero essere inserite in etichetta (Tabella 9).

Tabella 9. Esempio di tabella che indica all'utilizzatore la larghezza della fascia di rispetto da osservare in funzione della tecnica antideriva adottata nella distribuzione. Nelle condizioni di riferimento, alla Classe G, che non riduce o riduce troppo poco la deriva viene assegnato il valore di mitigazione 0%; alla Classe F che riduce la deriva del 25-49% viene assegnato il valore di mitigazione 25%; e così via fino alla Classe A, cui viene assegnato il valore di mitigazione massimo (99%).

Tecnica di distribuzione		Larghezza della fascia di rispetto (m)			
Classe ISO e Intervallo di riduzione	Valore assegnato (M%)	Cereali e orticole basse	Orticole alte	Fruttiferi (al bruno) ^a	Vite (al bruno) ^a
G (0-24%)	0	10,0	15,0	30,0	20,0
F (25-49%)	25	7,5	12,0	22,5	15,0
E (50-74%)	50	5,0	7,5	15,0	10,0
D (75-89%)	75	2,5	3,0	7,5	5,0
C (90-94%)	90	1,0	1,5	3,0	2,0
B (95-98%)	95	1,0	1,5	3,0	2,0
A (99-100%)	99	1,0	1,5	3,0	2,0

a) i valori massimi di larghezza nello stadio "al verde" sono gli stessi di quelli "al bruno" (si veda Tabella 8)

La Tabella 9 illustra due aspetti principali.

1) **Richiesta di fascia di rispetto:** data una larghezza di fascia di rispetto fissata in etichetta, trovare una nuova larghezza (minore) usando altre misure di mitigazione (par. 2.2). Si consideri ad esempio un prodotto fitosanitario per la vite che prevede una fascia di rispetto di 20 m quando viene distribuito al bruno con una tecnica standard (Classe G, valore di mitigazione assegnato: 0%). Secondo il principio "tecnica in cambio di spazio", se si utilizza una tecnica che riduce la deriva dell'80%, che ricade nella Classe D cui è assegnato il valore di mitigazione del 75% (valore inferiore dell'intervallo ISO), è possibile applicarlo anche con una fascia di rispetto di soli:
 $20 - (20 \times 75 / 100) = 5\text{m}$.

Il principio "tecnica in cambio di spazio" è ben illustrato dal valore decrescente delle larghezze al migliorare delle tecniche di distribuzione.

2) **Larghezza minima pratica.** Qualunque sia la bontà della tecnica e la mitigazione applicata, la larghezza della fascia di rispetto non può scendere sotto un valore minimo (variabile per coltura), perché nella pratica di campo misure inferiori a 1 m non sono mai consigliabili. E' interessante confrontare la Tabella 8 con la Tabella 9. In Tabella 9, la larghezza minima da rispettare con la mitigazione massima (M=99%) può essere confrontata con quella minima della Tabella 8, che invece è quella sotto la quale la riduzione della mitigazione è così inaffidabile da considerarsi nulla (M=0%). In altre parole, il valore minimo in Tabella 9 stabilisce "quale larghezza minima bisogna sempre rispettare", quello minimo in Tabella 8 "da quale larghezza inizia la mitigazione".

Come detto al par. 2.2, questo Documento di orientamento illustra le misure di mitigazione necessarie per ottenere la percentuale di riduzione dell'esposizione riportata in etichetta. In linea di principio tale percentuale è ottenibile anche con fascia di rispetto di limitata ampiezza se si utilizzano anche altre misure di mitigazione: Le Schede analitiche si basano perciò sui valori indicati in Tabella 8.

5.2.2 Condizioni di riferimento per il rischio deriva

In Italia al momento non è ancora disponibile una classificazione ufficiale dei dispositivi antideriva, né sono state definite ufficialmente le condizioni di riferimento per i principali contesti colturali. In attesa di un metodo di classificazione delle macchine in funzione del rischio deriva (si veda par. 6.2-Raccomandazione 2), si possono mutuare alcuni criteri già adottati in altri Paesi europei, che tengono conto sia dei dispositivi tecnici presenti sulle macchine, sia delle condizioni d'impiego delle stesse.

Per poter indicare le percentuali di riduzione della deriva corrispondenti all'impiego dei diversi dispositivi tecnici, occorre prima fissare le condizioni di riferimento per le colture erbacee e per le colture arboree.

Sulla base dei dati raccolti dall'ENAMA a livello nazionale nell'ambito del controllo funzionale delle macchine irroratrici in uso, e di quanto indicato in altri Paesi Europei circa le caratteristiche delle attrezzature standard, si fissano le seguenti condizioni di riferimento:

1. **Barra irroratrice per colture erbacee:** barre irroratrici convenzionali con ugello a cono o fessura convenzionale, dimensione \leq ISO 04, portata nominale \leq 1.6 L/min a 3 bar, pressione di esercizio \leq 3 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, altezza della barra compresa tra 50 e 75 cm, assenza di ugello di fine barra.
2. **Irroratrice ad aeroconvezione per vigneto:** macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria, dimensione degli ugelli ISO 01, pressione di esercizio 15 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, diametro del ventilatore 500 mm, portata del ventilatore massima non inferiore a 20000 m³/h (regolazione del regime di rotazione della p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).
3. **Irroratrice ad aeroconvezione per fruttiferi:** macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria, dimensione degli ugelli ISO 03, pressione di esercizio 15 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, diametro del ventilatore 800 mm, portata del ventilatore massima non inferiore a 40000 m³/h (regolazione del regime di rotazione della p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).

Le riduzioni della deriva indicate di seguito sono quindi sempre da intendersi come riduzioni rispetto alle condizioni di riferimento sopra riportate.

5.2.3 Ugelli antideriva

L'utilizzo di ugelli antideriva a iniezione d'aria nelle macchine irroratrici è oggi quasi sempre praticabile e garantisce una consistente riduzione della deriva, soprattutto nelle irroratrici per colture erbacee. Gli ugelli antideriva possono essere utilizzati anche su lance a mano.

L'utilizzo di ugelli antideriva, già disponibili sul mercato italiano a costi relativamente contenuti, deve comunque essere accompagnato da un controllo della pressione di esercizio perché per quelli a iniezione d'aria l'impiego di elevate pressioni (>8 bar) vanifica l'azione antideriva.

Tenuto conto delle diverse condizioni di funzionalità e manutenzione delle macchine operatrici oggi in uso, si può concludere che sulle barre irroratrici tradizionali e irroratrici per colture arboree gli ugelli antideriva ad iniezione d'aria riducono la deriva almeno del 50%.

L'indicazione di tale riduzione potrebbe essere esplicitamente richiesta dalle imprese interessate all'autorizzazione dei prodotti fitosanitari e dovrebbe comportare l'indicazione in etichetta di una frase o avvertenza di questo genere: *"è obbligatorio l'uso di ugelli antideriva ad iniezione d'aria, con pressione massima di esercizio di 8 bar"*.

5.2.4 Coadiuvanti antideriva

I prodotti coadiuvanti possono avere anche un'azione antideriva, legata ad un incremento della dimensione delle gocce erogate dagli ugelli. Per essere identificato come antideriva, un coadiuvante deve essere registrato seguendo la linea guida pubblicata dal Ministero della Salute per l'autorizzazione all'immissione in commercio e all'impiego dei coadiuvanti di prodotti fitosanitari. In particolare il prodotto deve essere sottoposto a prove comparative di misura in campo ed in laboratorio per documentarne l'azione di riduzione della deriva. Occorre, inoltre, indicare in etichetta la tipologia di ugelli e gli intervalli di pressione di esercizio per i quali il coadiuvante esercita un effetto antideriva, rispetto all'impiego della miscela convenzionale senza coadiuvante o di acqua pura.

I coadiuvanti registrati con funzione antideriva riducono la deriva almeno del 50%.

A titolo esemplificativo si riporta un risultato sperimentale ottenuto presso il DISAFA dell'Università di Torino impiegando un coadiuvante dei sali rameici a base di olio vegetale che ha consentito di ridurre la sensibilità alla deriva delle gocce erogate di oltre il 50% rispetto all'impiego di acqua pura (Figura 4).

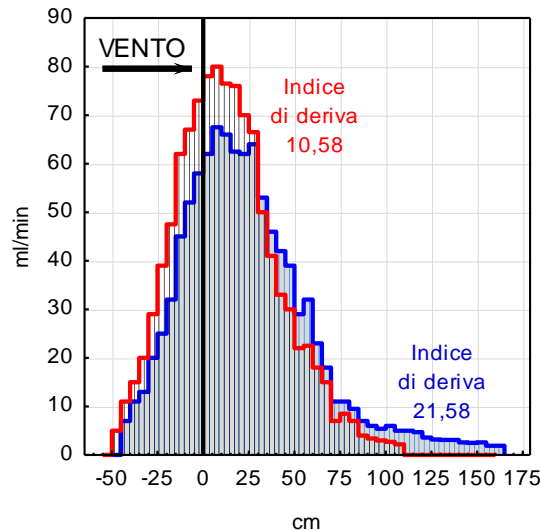


Figura 4. Diagramma di distribuzione con acqua pura (linea blu) o con una miscela acqua+coadiuvante 0,05% (linea rossa). La miscela ha un diagramma meno distorto e un valore inferiore dell'Indice di deriva. Risultati ottenuti in galleria del vento, con velocità dell'aria di 2,8 m/s, per un ugello a fessura ISO 03 attivato alla pressione di 3 bar.

5.2.5 Importanza della corretta regolazione dell'irroratrice

I vari accorgimenti e dispositivi tecnici per la riduzione della deriva di seguito descritti sono efficaci solo se la macchina irroratrice è correttamente regolata.

È indispensabile che le barre irroratrici operino con altezza di lavoro della barra compresa tra 50 e 75 cm rispetto al bersaglio e che sia garantita la stabilità della barra.

Per le irroratrici per le colture arboree è indispensabile ottenere una corretta regolazione del profilo verticale di distribuzione del liquido e dell'aria, per indirizzare le gocce soltanto all'interno della vegetazione e minimizzare la dispersione verso l'esterno.

5.2.6 Ugelli di fine barra per irroratrici per colture erbacee

Sulle barre irroratrici per le colture erbacee l'utilizzo di ugelli a fessura caratterizzati da un getto asimmetrico montati alle estremità della barra, permette di limitare l'erogazione della miscela fitoiatrice soltanto al di sotto della barra stessa, con una distribuzione del liquido più precisa lungo i margini del campo (Figura 5) e riducendo la deriva verso l'esterno. L'utilizzo di ugelli di fine barra riduce la deriva del 25%.

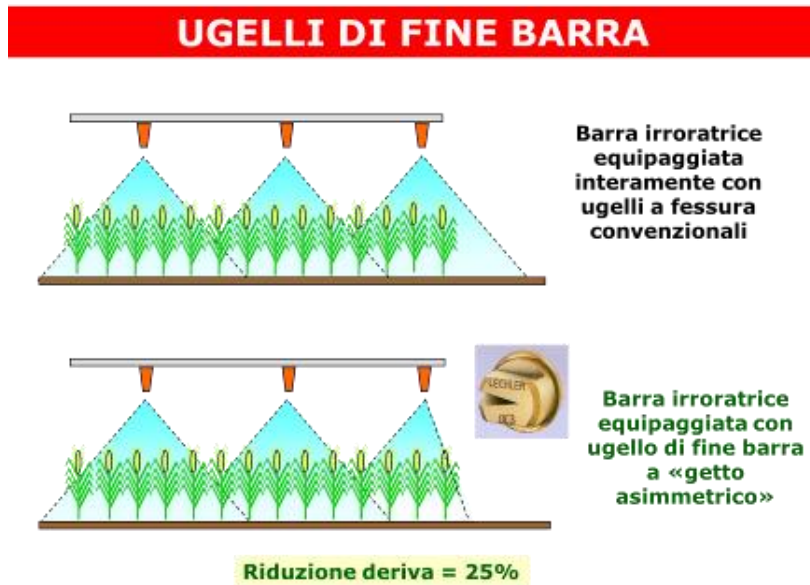


Figura 5 Schema della distribuzione del liquido al di sotto di una barra irroratrice interamente equipaggiata con ugelli a fessura convenzionali e di una barra equipaggiata con ugelli di fine barra con getto asimmetrico.

5.2.7 Ugelli a specchio per barre irroratrici per colture erbacee

Sulle barre irroratrici, in particolare per le applicazioni su terreno nudo, possono essere impiegati ugelli a polverizzazione idraulica nei quali le gocce generate sono indirizzate verso un piccolo deflettore posto all'interno del corpo dell'ugello e rimbalzano verso il terreno (Figura 6). Questo tipo di ugelli, caratterizzati da un angolo di apertura del getto più ampio (150°) rispetto a quello degli ugelli a fessura convenzionali (110°), devono essere alimentati con pressioni di esercizio contenute, non superiori a 3 bar, e generano gocce di dimensioni grossolane e dotate di scarsa energia cinetica, meno sensibili alla deriva rispetto a quelle erogate dagli ugelli convenzionali di pari portata a fessura o a turbolenza. L'impiego di ugelli a specchio riduce la deriva **almeno** del 50%.

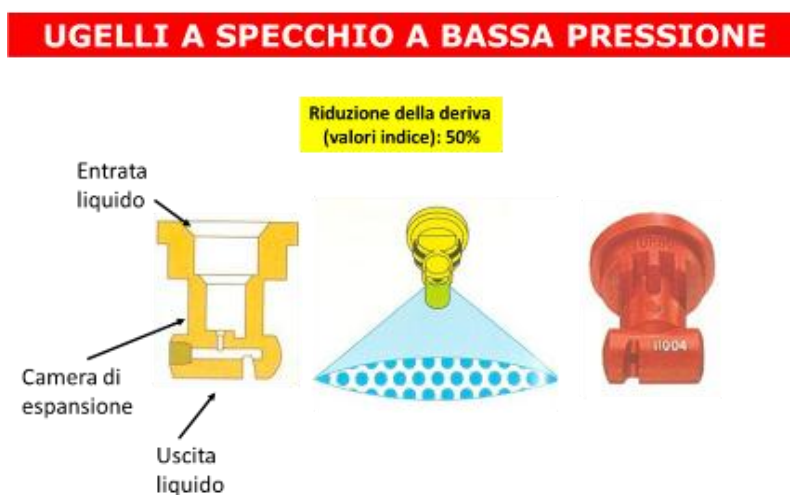


Figura 6 Schema della struttura di un ugello a specchio e della relativa distribuzione del liquido.

5.2.8 Manica d'aria per irroratrici per colture erbacee

Sulle barre irroratrici equipaggiate con ugelli a polverizzazione idraulica, un flusso d'aria convogliato in una manica gonfiabile (Figura 7) permette di orientare il flusso di gocce verso il basso, aumentando la quantità di prodotto fitosanitario diretto verso il bersaglio e riducendo la deriva, grazie alla riduzione della scia di gocce che rimangono sospese in aria dietro la barra. Occorre precisare che l'impiego della manica d'aria in funzione antideriva risulta efficace in presenza di vento che soffia in direzione opposta a quella di avanzamento e, soprattutto, solo in presenza di una coltura già sviluppata. L'azionamento della manica d'aria su terreno nudo è invece da evitare, poiché provoca una notevole turbolenza nell'intorno della barra irroratrice e può perfino generare più deriva rispetto alla barra convenzionale. L'impiego della manica d'aria, nelle opportune condizioni di impiego, riduce la deriva del 75%.



Figura 7 Barra irroratrice con manica d'aria.

5.2.9 Sistemi di distribuzione localizzata per irroratrici per colture erbacee

Per le colture erbacee disposte a file è possibile avvalersi di sistemi che trattano solo la fila (Figura 8). Sono sistemi tipicamente montati su macchine operatrici che svolgono altre operazioni colturali (seminatrici, sarchiatrici, ecc.) e riducono la deriva del 75%.



Figura 8 Macchina seminatrice con ugelli per il trattamento localizzato lungo la fila.

5.2.10 Sistemi di distribuzione localizzata con schermature

Nell'ambito delle attrezzature impiegate per il diserbo, assimilabili alle barre irroratrici, rientrano anche quelle impiegate per i trattamenti del sottofila nelle colture arboree. Esse sono caratterizzate da piccole barre con uno o più ugelli, montate su supporti articolati che indirizzano il trattamento nel sottofila. Queste attrezzature possono essere facilmente equipaggiate con schermature (Figura 9) che impediscono la dispersione delle gocce. L'uso di questi sistemi di distribuzione localizzata dotati di schermo avvicinato quanto più possibile al terreno consente di ridurre la deriva del 90%.



Figura 9 Attrezzatura per il diserbo del sottofila del vigneto dotata di sistemi di schermatura degli ugelli.

5.2.11 Dispositivi per la chiusura del flusso d'aria

Nelle irroratrici per le colture arboree un fattore determinante per la generazione della deriva è il flusso d'aria prodotto dal ventilatore. In particolare, durante l'irrorazione dei filari di bordo il flusso d'aria indirizzato verso l'esterno del frutteto/vigneto può generare una notevole deriva. Per impedirlo è possibile impiegare paratie o schermature mobili che chiudono il flusso d'aria verso l'esterno (Figura 10). Usando questo accorgimento per i tre filari più esterni si riduce la deriva del 50%.

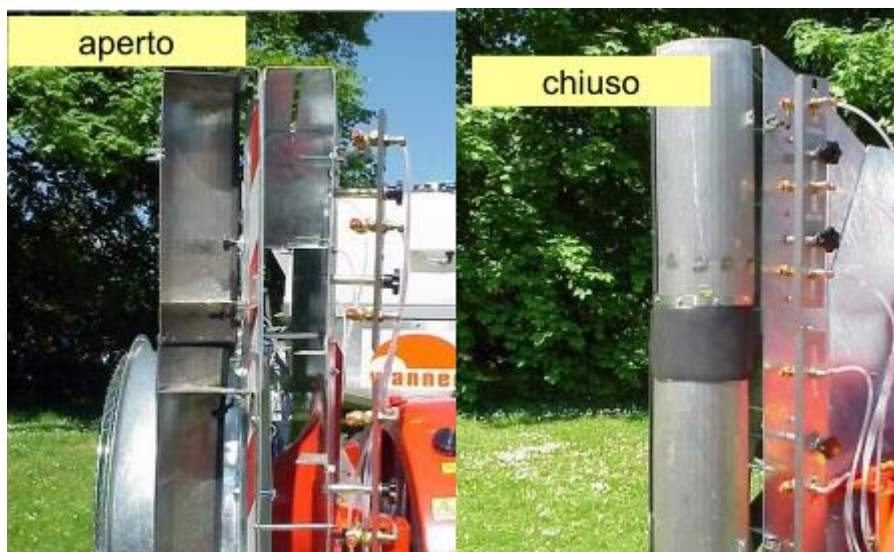


Figura 10 Paratia mobile per la chiusura del flusso d'aria su un lato dell'irroratrice per colture arboree.

5.2.12 Verso di irrorazione dell'ultimo filare

L'irrorazione dell'ultimo filare solo verso l'interno dell'appezzamento è un'importante misura di mitigazione in grado di ridurre la deriva almeno del 35%.

5.2.13 Irroratrici a tunnel per le colture arboree

Le irroratrici a tunnel per le colture arboree sono equipaggiate con strutture scavallanti e pannelli che inglobano il filare, con riduzione della dispersione delle gocce al di fuori del filare trattato (Figura 11). I pannelli possono essere dotati di sistemi per il recupero ed il riutilizzo del liquido raccolto. L'impiego di queste irroratrici consente di ridurre la deriva almeno del 90%.



Figura 11 Irroratrici a tunnel singolo e doppio in vigneto.

5.3 Combinazione di misure di mitigazione

I vari dispositivi della macchina e gli accorgimenti antideriva del trattamento possono essere combinati tra loro e in Tabella 10 e

Tabella 11 è indicata la mitigazione totale ottenibile. E' poi possibile inserire altre misure di mitigazione (coadiuvanti, fascia di rispetto, siepe,) e calcolare una mitigazione finale.

5.3.1 Barre irroratrici per colture erbacee

Tabella 10. Riduzione percentuale della deriva ottenuta in barre irroratrici in funzione del tipo di ugello, portata e pressione di esercizio, della localizzazione del trattamento, della presenza di schermi e di manica d'aria. Le riduzioni sono stabilite rispetto alle condizioni di riferimento (prima riga, barra irroratrice tradizionale, M%=0, si veda anche par. 5.3.2) e a condizione di operare con altezza della barra compresa tra 50 e 75 cm e a una velocità non superiore a 8 km/h.

Tipo di ugello	Dimensione	Portata nom. a 3 bar (L/min)	Pressione di eserc. (bar)	Barra irroratrice tradizionale (M%)	Distrib. local. lungo le file (M%)	Distrib. local. con schermi (M%)	Presenza manica d'aria (M%)	Ugello di fine barra (M%)
Cono o ventaglio convenzionale	<=ISO 04	<=1,6	<=3	0	75	90	75	25
Cono o ventaglio convenzionale	>=ISO 05	>2	<=3	50	75	90	75	25
Antideriva a iniezione d'aria (es. TD, AVI, AI) / A specchio (es. TTI)	ISO 01-03	0,4 - 1,2	<=8 / <=3	50	75	90	75	25
Antideriva a iniezione d'aria (es. TD, AVI, AI) / A specchio (es. TTI)	ISO 04-05	1,6 - 2,0	<=8 / <=3	75	75	90	75	25
Antideriva a iniezione d'aria (es. TD, AVI, AI) / A specchio (es. TTI)	>=ISO 06	>2,4	<=8 / <=3	90	75	90	75	25

La combinazione indicata nella prima riga rappresenta le condizioni di riferimento con riduzione della deriva pari a zero. Le prestazioni antideriva di una barra tradizionale possono essere immediatamente migliorate usando un ugello antideriva >=ISO 06 che riduce la deriva del 90%, oppure un ugello di fine barra, che riduce la deriva di un ulteriore 25%.

L'uso di dispositivi antideriva è particolarmente interessante quando combinato con una fascia di rispetto. Ad esempio, nei cereali una fascia di rispetto di 3 m riduce del 20% il ruscellamento (Tabella 2 riga 2) e del 25% la deriva (

Tabella 8, riga 6); usando una barra con dispositivi che riducono la deriva del 90%, ed applicando il calcolo iterativo descritto al paragrafo 2.3.1), la riduzione totale della deriva è del 92,5%. Da notare che tale fascia di rispetto potrebbe essere una porzione di coltura non trattata, mentre nel resto del campo potrebbero essere usati prodotti fitosanitari che riportano in etichetta l'indicazione "usare solo con misure di mitigazione in grado di ridurre la deriva del 90%".

Esempio 1. Combinazione tripla

Si consideri una **barra irroratrice tradizionale per i cereali** equipaggiata con ugelli convenzionali di dimensione inferiore alla ISO 04 (M=0%). Se si utilizzano **ugelli di fine barra** (M=25%) e si dispone di una **fascia di rispetto di 4 m** (M=25%) (vedi Tabella 8) con una **siepe rada** (M=25%, al bruno), la mitigazione totale della deriva è del **58%**.
[SCHEDA 5.1.2. Combinazione 21, Mitigazione totale D]

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	25	75
2	75	25	56
3	56	25	42
Mitigazione totale (%)		58	

Senza il contributo di ugello di fine barra e siepe, per ottenere la stessa percentuale di mitigazione totale si sarebbe dovuta considerare una fascia di rispetto larga almeno 5 m (vedi Tabella 8).

Viceversa, se non si vuole inserire una fascia di rispetto con una siepe, si potrebbe utilizzare un ugello antideriva ad iniezione d'aria ISO 01-03 (M=50%), compreso a fine barra (M=25%), che garantisce da solo una mitigazione del 62%
[SCHEDA 5.1.2. Combinazione 23, Mitigazione totale A].

Esempio 2. Combinazione doppia

Si consideri una **barra irroratrice tradizionale per le colture erbacee** equipaggiata con tutti **ugelli antideriva** di dimensione inferiore alla ISO 03 (mitigazione M=50%), priva di ugelli di fine barra. Se si utilizza anche un **coadiuvante antideriva** (mitigazione M=50%), la mitigazione totale della deriva è del **75%**
[SCHEDA 5.1.2. Combinazione 42, Mitigazione totale A]

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	50	50
2	50	50	25
Mitigazione totale (%)		75	

Questo esempio mostra che si può ottenere mitigazione anche senza il contributo di una fascia di rispetto. Viceversa, nel caso di un cereale, la stessa percentuale di mitigazione totale si sarebbe potuta ottenere con una fascia di rispetto larga almeno 7 m (vedi

Tabella 8).

Esempio 3. Combinazione quadrupla

Si consideri una coltura orticola di altezza inferiore a 50 cm trattata con una barra irroratrice equipaggiata con ugelli **convenzionali** con dimensione \leq ISO 04 (M=0%), di **ugelli di fine barra** (M=25%) e della **manica d'aria** (M=75%). In presenza di una fascia **di rispetto** di 5 m (M=50%) con una **siepe fitta** (al verde) (M=75%), la mitigazione totale è del **97,7%**.
[SCHEDA 5.2.3. Combinazione 21, Mitigazione totale E]

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	25	75,0
2	75	75	18,8
3	19	50	9,4
	9	75	2,4
Mitigazione totale (%)		97,6	

5.3.2 Irroratrici per colture arboree

Tabella 11. Riduzione percentuale della deriva ottenuta con tre tipologie di irroratrici ad aeroconvezione per colture arboree in funzione del tipo di ugello, portata, pressione di esercizio. Le riduzioni sono stabilite rispetto alle condizioni di riferimento e a condizione di operare con pressione di esercizio non superiore a 10 bar, con una velocità non superiore a 8 km/h e con la portata del ventilatore ridotta (rapporto di trasmissione regolato su marcia lenta o, in assenza di cambio di velocità del ventilatore, regime di rotazione della presa di potenza non superiore a 450 giri/min).

Tipo di ugello	Dimensione	Portata nominale (L/min) a 10 bar	Pressione di esercizio (bar)	Atomizz. Convenzionale (M%)	Atomizz. a torretta (M%)	Irroratrice a tunnel (M%)
Convenzionale	Tutte	Tutte	Tutte	0	0	90
Antideriva A	ISO 01-03	0,73 - 2,15	>8	25	25	90
Antideriva B	ISO 01-03	0,73 - 2,15	<=8	50	50	95
Antideriva C	ISO 04 e superiori	>2,88	>8	50	50	95
Antideriva D	ISO 04 e superiori	>2,88	<=8	75	75	99

Atomizzatore convenzionale: ventilatore assiale con alette defletttrici, ugelli a polverizzazione idraulica disposti a raggiera.
Atomizzatore a torretta: ventilatore assiale, convogliatore dell'aria a torretta, ugelli a polverizzazione idraulica disposti lungo semibarre verticali.

La combinazione indicata nella prima riga (Convenzionale) rappresenta le condizioni di riferimento con riduzione della deriva pari a zero.

Esempio 4. Combinazione quadrupla

Anche negli atomizzatori tradizionali con ugelli convenzionali con dimensione <=ISO 04 (M=0%), l'accortezza di **chiudere l'aria verso l'esterno negli ultimi tre filari** ha una notevole efficacia (mitigazione M=50%). Se al bordo di un vigneto è presente una **fascia di rispetto di 7 m** (M=25%) e poi una **siepe fitta** (Siepe al verde, M=75%), la deriva totale viene ridotta del 90,6% [SCHEDA 6.4.2. Combinazione 21, Mitigazione totale E]. L'utilizzo di **ugelli antideriva ISO 04 o superiori** (M=75%) porta la riduzione al **97,6%**.

[SCHEDA 6.4.2. Combinazione 25, Mitigazione totale E]

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	50	50,0
2	50	25	37,5
3	37,5	75	9,4
4	9,4	75	2,4
Mitigazione totale (%)		97,6	

Esempio 5. Combinazione tripla

Per le colture arboree l'innovazione tecnica e le barriere verticali sono in grado di ridurre la deriva in maniera marcata. Se in un frutteto a inizio germogliamento (al bruno) si utilizza un **atomizzatore a torretta** equipaggiato con ugelli **antideriva** ISO 01-03 azionati ad una pressione non superiore a 8 bar (M=50%), con **aria chiusa verso l'esterno negli ultimi tre filari** (M=60%) e una **rete antigrandine chiusa** (mitigazione M=90%) al bordo di una **fascia di rispetto** di 3 m (M=0%), la mitigazione totale è del **98,0%**.

[SCHEDA 7.3.1, combinazione 28, Mitigazione totale A].

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	50	50,0
2	50	60	20,0
3	20	90	2,0
4	2	0	2,0
Mitigazione totale (%)		98,0	

Questo esempio mostra che si può ottenere mitigazione anche senza il contributo di una **fascia di rispetto**, perché assente o troppo stretta per essere affidabile.

Esempio 6. Combinazione doppia

I comportamenti antideriva sono di grande efficacia anche con attrezzature non ottimali, come la chiusura dell'aria verso l'esterno negli ultimi 3 filari (M=50%) e il trattamento dell'ultimo filare solo verso l'interno (M=35%). Se si osservano entrambe le accortezze, allora l'aria verso l'esterno è chiusa dal terz'ultimo filare in poi e nell'ultimo filare è chiusa anche l'irrorazione; in questo scenario la mitigazione totale è notevole (**67,5%**) anche nel caso peggiore di atomizzatore tradizionale e equipaggiato con ugelli convenzionali.

[SCHEDA 6.1.1, combinazione 31, Mitigazione totale A].

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	50	50,0
2	50	35	32,5
Mitigazione totale (%)		67,5	

E' interessante notare che in assenza di tali comportamenti, un livello di mitigazione simile (M=75%) si sarebbe potuto ottenere solo sfruttando una fascia di rispetto molto larga, ad esempio 25-27 m nei fruttiferi al bruno, 22-25 m nei fruttiferi al verde, 16-18 m nella vite al bruno, 14-17 m nella vite al verde.

[SCHEDA 6.1.4, combinazione 1, Mitigazione totale C],

[SCHEDA 6.2.4, combinazione 1, Mitigazione totale C],

[SCHEDA 6.3.4, combinazione 1, Mitigazione totale C],

[SCHEDA 6.4.4, combinazione 1, Mitigazione totale C]

Nella Tabella 12 è riportata la percentuale di mitigazione ottenibile con alcune combinazioni che includono il trattamento dell'ultimo filare solo verso l'interno, ed è interessante notare che nei trattamenti al verde la migliore combinazione "ugelli-ultimo filare-siepe" riduce la deriva del **91,9%**.

Tabella 12. Combinazione di tre misure di mitigazione della deriva: valore percentuale della mitigazione singola (M%) e totale.

Misura 1		Misura 2		Misura 3		Mitigazione totale (%)
Tipo di ugello	M1 (%)	Irrorazione ultimo filare	M2 (%)	Siepe	M3 (%)	
Convenzionale	0	Nessun accorgimento	0	Nessuna	0	0,0
Convenzionale	0	Nessun accorgimento	0	Tratt. al bruno	25	25,0
Convenzionale	0	Nessun accorgimento	0	Tratt. al verde	75	75,0
Convenzionale	0	Solo verso interno	35	Nessuna	0	35,0
Convenzionale	0	Solo verso interno	35	Tratt. al bruno	25	51,3
Convenzionale	0	Solo verso interno	35	Tratt. al verde	75	83,8
Antideriva A	25	Nessun accorgimento	0	Nessuna	0	25,0
Antideriva A	25	Nessun accorgimento	0	Tratt. al bruno	25	43,8
Antideriva A	25	Nessun accorgimento	0	Tratt. al verde	75	81,3
Antideriva A	25	Solo verso interno	35	Nessuna	0	51,3
Antideriva A	25	Solo verso interno	35	Tratt. al bruno	25	63,4
Antideriva A	25	Solo verso interno	35	Tratt. al verde	75	87,8
Antideriva B	50	Nessun accorgimento	0	Nessuna	0	50,0
Antideriva B	50	Nessun accorgimento	0	Tratt. al bruno	25	62,5
Antideriva B	50	Nessun accorgimento	0	Tratt. al verde	75	87,5
Antideriva B	50	Solo verso interno	35	Nessuna	0	67,5
Antideriva B	50	Solo verso interno	35	Tratt. al bruno	25	75,6
Antideriva B	50	Solo verso interno	35	Tratt. al verde	75	91,9

* Convenzionale: ugello di qualsiasi dimensione, portata a 10 bar e pressione di esercizio. Antideriva A: antideriva a iniezione d'aria ISO 01-03, portata nominale 0,73-2,15 L/min a 10 bar, pressione di esercizio maggiore di 8 bar. Antideriva B: antideriva a iniezione d'aria ISO 01-03, portata nominale 0,73-2,15 L/min a 10 bar, pressione di esercizio minore di 8 bar.

Esempio 7. Combinazione doppia

Una situazione abbastanza frequente nella viticoltura collinare nel Nord Italia è data da vigneto allevato a spalliera, trattato con atomizzatore tradizionale e delimitato da una siepe campestre discontinua e mal mantenuta al bordo esterno di una carreggiata larga circa 3 m, che può essere considerata come fascia di rispetto. Il trattamento dell'ultimo filare solo verso l'interno (M=35%) e il recupero della siepe fino alla giusta fittezza (M=75%) permette una mitigazione totale dell'**83,7%**. Il contributo della fascia di rispetto è nullo (M=0%) perché troppo stretta.

[SCHEDA 6.4.1, combinazione 11, Mitigazione totale E].

Step	Input (%)	Mitigazione (%)	Output (%)
1	100	35	65,0
2	65	75	16,3
Mitigazione totale (%)		83,7	

E' interessante notare che senza quell'accorgimento operativo, una mitigazione totale simile (M=75%) si sarebbe potuta ottenere con una fascia di rispetto larga 14-17 m, soluzione difficilmente praticabile nella viticoltura collinare [SCHEDA 6.4.4, combinazione 1, Mitigazione totale C]. In questo Documento di orientamento le varie misure di mitigazione sono perfettamente sostituibili l'una con l'altra ed è quindi possibile adeguarle alle varie situazioni agronomiche.

Per le irroratrici di tipo pneumatico non si dispone ad oggi di sufficienti dati sperimentali che consentano di individuarne i parametri di utilizzo in grado di ridurre la deriva rispetto alle condizioni di riferimento. Si ritiene comunque che, se è utilizzata in tutti i filari con i getti indirizzati solo sulla vegetazione bersaglio e con volumi ≥ 400 l/ha, la macchina pneumatica possa ridurre la deriva di almeno il 30%.

L'effetto della combinazione di più misure di mitigazione della deriva (es. impiego di ugelli antideriva o altri SDRT, uso di coadiuvanti antideriva, presenza di una siepe a bordo campo)

richiede, invece, ulteriori approfondimenti sperimentali. Nel frattempo è possibile calcolare la mitigazione totale con il metodo di calcolo iterativo (par. 2.5). Come detto, la mitigazione totale non dipende dall'ordine delle mitigazioni, tuttavia può essere utile considerare le varie misure secondo la loro distanza dalla sorgente della contaminazione; ad esempio, la riduzione della dose è la prima misura, il coadiuvante antideriva la seconda, l'ugello antideriva la terza, il verso di irrorazione la quarta, la fascia di rispetto la quinta, la siepe o la rete antigrandine la sesta.

6 RACCOMANDAZIONI

6.1 Raccomandazione 1 (Interventi integrativi di mitigazione del rischio di ruscellamento)

Per contenere il rischio di ruscellamento, nella preparazione del letto di semina è, in generale, consigliabile evitare di affinare eccessivamente il terreno, per rallentare lo scorrimento dell'acqua e favorirne l'infiltrazione nel suolo.

La rotazione colturale influenza in maniera importante il contenuto di sostanza organica del suolo con conseguenti effetti sulla struttura e sugli aggregati del suolo, sulla capacità di ritenzione idrica e sull'incremento della degradazione e dell'adsorbimento dei prodotti fitosanitari.

I suoli con un elevato contenuto di limo (>30%) sono frequentemente soggetti a fenomeni di ruscellamento a seguito di formazione di crostosità sulla superficie del terreno. In queste condizioni si rendono necessari interventi per aumentare la capacità di infiltrazione nel terreno, come ad esempio quelli volti alla riduzione del compattamento e ad aumentare la presenza dei residui organici nel terreno, oltre alle diverse operazioni meccaniche di rottura della crosta del terreno.

E' necessario sempre evitare il compattamento sottosuperficiale del terreno. A tal scopo si può ricorrere all'uso di pneumatici a bassa pressione o ruote gemellate, evitando possibilmente di transitare sui terreni umidi non coperti da vegetazione, ed mettendo in atto interventi di ripuntatura per eliminare il compattamento degli strati sottosuperficiali.

Adottando le lavorazioni lungo le curve di livello la superficie del terreno oppone maggiore resistenza allo scorrimento dell'acqua, garantendo sia il rallentamento del flusso d'acqua sia l'aumento dell'infiltrazione nel suolo e sfavorendo la formazione di flussi di ruscellamento concentrato.

L'impiego di colture di copertura permette di ridurre l'impatto della pioggia sulla superficie del suolo, incrementa la stabilità degli aggregati e la resistenza al compattamento del suolo, migliora l'infiltrazione dell'acqua e riduce il volume di acqua ruscellato. La presenza di residui colturali in campo migliora la protezione del terreno dal rischio di ruscellamento.

L'inerbimento nelle colture arboree (vigneti, frutteti, agrumeti, ecc.) permette di ridurre il flusso d'acqua superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i sedimenti trasportati, riducendo quindi in modo efficace il ruscellamento e l'erosione. Sfalci regolari e impiego di vegetazione spontanea o essenze poliennali migliorano l'azione di mitigazione del ruscellamento e limitano gli effetti sfavorevoli sulle colture.

La presenza di una vegetazione, regolarmente sfalciata, lungo i canali e i fossi consente di trattenere i sedimenti erosi e favorire l'infiltrazione e l'evaporazione dell'acqua di ruscellamento o di drenaggio in modo da proteggere le aree poste a valle dall'apporto di acqua e sedimenti. Per mantenere l'efficienza di queste strutture occorre provvedere alla rimozione periodica dei sedimenti trasportati dalle acque e favorire l'insediamento di una copertura vegetale in grado di tollerare condizioni di sommersione.

A valle dei fossi, prima della confluenza nei corsi d'acqua si suggerisce di mettere in opera, ove possibile, strutture di dispersione dell'acqua, quali ad esempio barriere artificiali costituite da fascine tronchi, rami e pietre allo scopo di rallentare e disperdere l'acqua e di trattenere le particelle di suolo da essa trasportate.

6.2 Raccomandazione 2 (riduzione della deriva)

Nell'ambito dell'attività di controllo funzionale periodico delle macchine irroratrici in uso previsto dal PAN (DM 22 gennaio 2014, rif. DLgs 150/2012) è necessario che si proceda anche a fornire indicazioni al proprietario/utilizzatore della macchina irroratrice sull'eventuale entità di riduzione della deriva propria di quella macchina, definita sulla base di quanto indicato nel paragrafo 5.3.1 del presente Documento di orientamento.

6.3 Raccomandazione 3 (classificazione delle irroratrici)

È necessario, analogamente a quanto realizzato da altri Stati dell'Unione Europea, adottare un sistema nazionale di certificazione delle macchine irroratrici, sia per le colture erbacee che per le colture arboree, in relazione alla deriva da loro generata. Risulta in particolare necessario prevedere specifiche attività di ricerca per definire curve di riferimento della deriva che si basino sulla realtà nazionale e si riferiscano alle più importanti colture e forme di allevamento presenti nel nostro Paese.

6.4 Raccomandazione 4 (formazione e informazione)

E' necessaria la formazione degli utilizzatori di prodotti fitosanitari sulle misure di mitigazione del rischio e loro applicazione, sia attraverso appositi corsi sia attraverso note informative da rendere disponibili al momento dell'acquisto dei prodotti fitosanitari. In tal senso un valido riferimento può essere costituito dalle Linee Guida sviluppate nell'ambito del Progetto TOPPS-Prowadis, scaricabili dal sito internet www.topps.unito.it.

È altresì necessario fornire adeguata formazione ai tecnici abilitati al controllo funzionale delle macchine irroratrici in uso, perché possano fornire all'utilizzatore/proprietario dell'irroratrice le indicazioni richieste nella raccomandazione 6.2.

6.5 Raccomandazione 5 (attività di ricerca)

Considerando la crescente importanza delle misure di mitigazione del rischio nell'uso dei prodotti fitosanitari e la scarsa disponibilità di dati italiani, è necessario lo sviluppo di attività di ricerca per individuare misure di mitigazione adeguate alle condizioni nazionali. E' inoltre auspicabile lo sviluppo di attività sperimentali per valutare con precisione l'efficacia delle misure di mitigazione, singole e in combinazione.

6.6 Raccomandazione 6 (aggiornamento)

Il presente documento di orientamento deve essere periodicamente aggiornato, per tenere conto delle nuove acquisizioni scientifiche e delle informazioni derivanti dall'applicazione delle misure di mitigazione.

7 BIBLIOGRAFIA

- Anonymous. (2012). Classement des différentes combinaisons de pulvérisateurs et de buses anti-dérive. *SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement Direction générale Animaux, Végétaux et Alimentation. Service Pesticides et Engrais (Belgio)*. Documento scaricabile dal sito internet www.sdrf.info.
- Anonymous. (2012). Equipements de limitation de la dérive de pulvérisation. *Note de service DGAL/SDQPV/N2012-8040. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire*. Documento scaricabile dal sito internet www.sdrf.info.
- Anonymous (2013) Tabelle der JKI-erkannten Pflanzenschutzdüsen. *Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen*. Documento scaricabile dal sito internet www.sdrf.info
- Anonymous (2012) Driftarme Spuitdoppen, de nevel trekt op. *Technische Commissie Techniekbeoordeling, versie 6 juli 2012*. Documento scaricabile dal sito internet www.sdrf.info.
- Anonymous. (2012) Driftarme Spuitdoppen, de nevel trekt op. *Technische Commissie Techniekbeoordeling, versie 16 april 2012*. Documento scaricabile dal sito internet www.sdrf.info
- Arnold JG, Srinivasan R, Muttiah RS, Ewilliams JR (1998). Large area hydrologic modelling and assessment part I: Model development. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 34 (1): 73-89.
- Asman W, Jørgensen A, Jensen PK (2003). Dry deposition and spray drift of pesticides to nearby water bodies. *Pesticide research* 66: 171.
- Balsari P (2008). L'importanza della deriva del prodotto fitosanitario e le misure per prevenirla previste dalla direttiva sull'uso sostenibile degli agrofarmaci. Presentazione svolta all'incontro *La classificazione delle macchine irroratrici in funzione della deriva generata*. Roma, Italy, 2 Ottobre 2008.
- Balsari P, Marucco P (2009). Il ruolo delle macchine irroratrici nel contenimento della deriva. In: *Atti del XVII convegno S.I.R.F.I. "Protezione dei corpi idrici superficiali dall'inquinamento da agrofarmaci"*. Bologna, Italy, 19 Maggio 2009, pp 87-103.
- Balsari P, Marucco P (2013). Le Buone Pratiche per contenere la deriva generata dalle macchine irroratrici. *Linee Guida sviluppate nell'ambito del Progetto TOPPS-Prowadis*. ISBN 978-88-908636-8-4 Documento scaricabile dal sito internet www.topps-unto.it
- Balestra L, Roggero PP, Rastelli R, Rossi N (1996). Presence of herbicides in drainage water from agricultural fields treated with different agronomic inputs. *Proceeding of the X Symposium on pesticide chemistry*. Piacenza, Italy, 30 September-2 October 1996. pp 465-472.
- Berenzen N, Lentzen-Godding A, Probst M, Schulz H, Schulz R, Liess M (2005). A comparison of predicted and measured levels of runoff-related pesticide concentrations in small lowland streams on a landscape level. *Chemosphere* 58: 683-691.
- Bren LJ (1998). The geometry of a constant buffer-loading design method for humid watersheds. *Forest ecology and management* 110: 113-125.
- Campanini L, Rossi Pisa P, Catizone P (1992). La presenza di erbicidi nelle acque di ruscellamento superficiale e nel terreno eroso da zone declivi. In: *Atti del convegno "Controllo delle piante infestanti"*. Bologna, Italy, 21-22 gennaio 1992. pp 189-214.
- Cardinali A, Loddo D, Marotta E, Otto S, Zanin G (2008). Monitoring of three maize herbicides in water runoff using liquid chromatography-mass spectrometry. *Proceedings Book "Chemicals and their residues in food and water. New scenarios of the modern sustainable agricultural production"*. Piacenza 13-14 November. Annual Conference of the Mediterranean Group of Pesticide Residue, 61-62.
- Cardinali A., Otto S., Zanin G., (2013). Herbicides runoff in vegetative filter strips: evaluation and validation of a recent rainfall return period model. *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry*, 1-10.
- Carlsen SCK, Spliid NH, Svensmark B (2006a). Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 1. Secondary drift (evaporation). *Chemosphere* 64: 787-794.

- Carlsen SCK, Spliid NH, Svensmark B (2006b). Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 2. Primary drift (droplet drift). *Chemosphere* 64: 778-786.
- Chapple A.C., Downer R.A., Hall F.R., (1993). Effects of spray adjuvants on swath patterns and droplet spectra for a flat-fan hydraulic nozzle. *Crop Protection*, 12, 579-590.
- CORPEN (2007). Les fonctions environnementales des zones tampons. Iere Edition. www.developpement-durable.gouv.fr.
- DEFRA (2001). Local Environment Risk Assessment for Pesticides (LERAP). Horizontal boom sprayers. A step by step guide to reducing aquatic buffer zones in the arable sector. UK.
- FOCUS (2007). Landscape and mitigation factors in aquatic risk assessment. Volume 2. Detailed Technical Reviews Report of the FOCUS Working Group on Landscape and Mitigation Factors in Ecological Risk Assessment, EC Document Reference SANCO/10422/2005v2.0., 436 pp.
- Ganzelmeier H, Rautmann D, Spangenberg R, Streloke M, Hermann M, Wenzelburger HJ, Walter HF (1995). Studies on the spray drift of plant protection products. Results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H305. ISBN: 3-8263-3039-2.
- Garratt J, Kennedy A (2006). Use of models to assess the reduction in contamination of water body by agricultural pesticides through the implementation of policy instruments: a case study of the Voluntary Initiative in the UK. *Pest Management Science* 62: 1138-1149.
- Giardini L (2002). Agronomia generale, ambientale e aziendale. Patron, Bologna. 744 pp.
- Gil E, Balsari P, Gallart M, Llorens J, Marucco P, Andersen P G, Fabregas X, Llop J (2014). Determination of drift potential of different flat fan nozzles on a boom sprayer using a test bench. *Crop Protection* 56 (2014) 58-68.
- Hobson PA, Miller PCH, Walklate PJ, Tuck CR, Western NM (1993). Spray drift from hydraulic spray nozzles: the use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. *Journal of Agricultural Engineering Research* 54: 293-305.
- Huber A, Bach M, Frede HG (2000). Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. *Agriculture Ecosystems & Environment* 80: 191-204.
- ISO (2005). Equipment for crop protection – Methods for field measurement of spray drift. International Standard 22866, 22 pp.
- Klein RN, Ogg CL (2007). Spray drift of pesticides. *NebGuide, University of Nebraska, Lincol. Documento G1773*.
- Lazzaro L, Otto S, Zanin G (2008). Role of hedgerows in intercepting spray drift: Evaluation and modelling of the effects. *Agriculture Ecosystems and Environment* 123: 317-327.
- Matthews GA (2006). Pesticides: health, safety, and the environment. 235 pp. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Melcher CP, Skagen SK (2005). Grass buffers for playas in agricultural landscapes: A literature synthesis. U.S Geological Survey, Biological Resources Discipline, Open-File Report 2005-1220, 35 p.
- Meriggi P, Wohlhauser R, Anderau V, Marchetti C (2007). Studio sulla deriva da trattamenti in post-emergenza del mais. Effetti di alcune misure di mitigazione (velocità di avanzamento combinato al tipo di ugelli, manica d'aria e additivo a base di lecitina di soia) nel contenimento del fenomeno della deriva. Anno 2007. www.gemmagrofarmaci.org
- Miao Z, Vicari A, Capri E, Ventura F, Padovani L, Trevisan M, (2004). Modeling the effect of tillage management practices on herbicide runoff in northern Italy. *J. Environ. Qual.*, 33: 1720-1732.
- Milan M, Vidotto F, Tesio F, Negre M, Ferrero A (2008). Buffer strip effect on terbuthylazine runoff in light level soil. *International Weed Science Conference, Vancouver, 23-27 June, 2008*.
- Moore MT, Denton DL, Cooper CM, Wrynski J, Miller JL, Reece K, Crane D, Robins P. Mitigation assessment of vegetated drainage ditches for collecting irrigation runoff in California. *J. Environ. Qual.* 2008:37: 486-493. doi: 10.2134/jeq2007.0172
- Otto S, Vianello M, Infantino A, Zanin G, Di Guardo A (2007). Effect of a full-grown vegetative filter strip on herbicide runoff: Maintaining of filter capacity over time. *Chemosphere* 71: 74-82.

- Otto S, Lazzaro L, Finizio A, Zanin G (2009). Estimating effects of pesticide drift on non-target arthropods in field hedgerows. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28: 853-863.
- Otto S., Cardinali A., Marotta E., Paradisi C., Zanin G., (2012). Effect of vegetative filter strips on herbicide runoff under various types of rainfall. *Chemosphere*, 88 (1), 113-119.
- Otto S., Mori N., Fornasiero D., Veres A., Tirello P., Pozzebon A., Duso C., Zanin G., (2013). Insecticide drift and its effect on *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) in an Italian vineyard-hedgerow system. *Biosystems Engineering*, 116 (4), 447-456.
- Otto S., Pappalardo S.E., Cardinali A., Zanin G., Borin M., 2016. Vegetated ditches for the mitigation of pesticides runoff in the Po Valley. *PLoS ONE* 11(4): e0153287. doi:10.1371/journal.pone.0153287.
- Pappalardo SE, Otto S, Gasparini V, Zanin G, Borin M, 2015. Mitigation of herbicide runoff as an ecosystem service from a constructed surface flow wetland. *Hydrobiologia*, accepted.
- Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2006). State of the art review on mitigation strategies and their effectiveness. Report DL#7 of the FP6 EU-funded FOOTPRINT project (www.eu-footprint.org), 76.
- Rautmann D, Streloke M, Winkler R (2001). New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. In: Forster R, Streloke M, editors. *Workshop on Risk Assessment and Risk Mitigation Measures in the Context of Authorization of Plant Protection (WORMM): 27-29 September 1999*. Berlin, Parey. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft., vol. 383, pp 133-141.
- Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2006). State of the art review on mitigation strategies and their effectiveness. Report DL#7 of the FP6 EU-funded FOOTPRINT project (www.eu-footprint.org), 76 pp.
- Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2007). Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground-and surface water and their effectiveness; a review. *Science of the Total Environment* 384: 1-35.
- Rogers MR, Stringfellow WT (2009). Partitioning of chlorpyrifos to soil and plants in vegetated agricultural drainage ditches. *Chemosphere* 75: 109-114.
- Rossi Pisa P, Catizone P, Vicari A (1994). Effetto della copertura vegetale di orzo (*Hordeum vulgare L.*) sull'erosione e sulla qualità delle acque di ruscellamento. *Riv. Agron.*, 28: 384- 391.
- Rossi M, Vicari A, Gaspari N, Rossi Pisa P, Catizone P (2000). Effetti della coltura e della modalità di lavorazione del terreno sull'erosione e sulla qualità delle acque di ruscellamento. *Riv. Agron.*, 34: 352-363.
- Schulz R, Peall S (2001). Effectiveness of a constructed wetland for retention of non point-source pesticide pollution in the Lourens River catchment, South Africa. *Environ. Sci. Technol.* 35: 422-426.
- Shaw W (1982). Integrated weed management systems. *Weed Science*, 30 (suppl.2): 1-12.
- Smith M (1999). Vegetative filter strip for improved water quality. Iowa State University, University Extension, pp 2-4.
- USDA, 2000. Conservation buffers to reduce pesticide losses. United States Department of Agriculture- Natural Conservation Services (USDA-NRCS), pp 1-21.
- Van de Zande JC, Michielsen JMGP, Stallinga H, De Jong A (2000). The effect of windbreak height and air assistance on exposure of surface water via spray drift. In: *Proceedings of the British Crop Protection Conference-Pests and Diseases 2000*, Brighton, UK, pp 91-96.
- Vanella G., Salyani M., Balsari P., 2013. Spray interactions with a windbreak netting used in orchard applications. *Crop Protection* 44, 95-103.
- Vianello M, Vischetti C, Scarponi L, Zanin G (2005). Herbicide losses in runoff events from a field with a low slope: role of a vegetative filter strip. *Chemosphere* 61: 717-725.
- Vicari A, Catizone P (2007). Studi di lungo periodo sull'inquinamento diffuso da diserbanti. In: *Atti del XVI convegno S.I.R.F.I. "Uso sostenibile degli agrofarmaci: la nuova direttiva comunitaria, problematiche applicative e ruolo della ricerca"*. Bologna, Italy, 5 Aprile 2007, pp 145-157.

- Winkler R (2001). Konzept zur Bewertung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächen- und Grundwasser unter besonderer Berücksichtigung des Oberflächenabflusses (Dokumentation zum Modell EXPOSIT). Umweltbundesamt, Berlin, Germany, 27.09.2001.
- Wolf R (2000). Strategies to reduce spray drift. *Kansas State University*. Documento MF-2444.
- Wolf TM, Cessna AJ (2004). Protecting aquatic and riparian areas from pesticide drift. In: *Proceedings of International conference on pesticide application for drift management*. Waikoloa, Hawaii, 27-29 ottobre 2004, pp 59-71.

8 APPENDICE: GESTIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO

Tipo a: porzione di coltura non trattata. La sua azione antideriva è legata alla larghezza. La sua funzione di mitigazione del ruscellamento è dovuta alla ritenzione del prodotto fitosanitario da parte della vegetazione (qualora presente) e all'adsorbimento del suolo, nonché all'infiltrazione e al rallentamento dello scorrimento superficiale del flusso idrico. Per favorire l'azione di mitigazione è necessario mantenere la naturale rugosità della superficie del terreno, evitando quindi di rullare e di compattare il terreno, aumentando il contenuto di sostanza organica e, dove possibile, la presenza di residui vegetali. La vegetazione spontanea che si sviluppa nella porzione di coltura non trattata potrà essere eliminata con interventi meccanici.

Anche la capezzagna o bordo di campo ha una funzione antiruscellamento, legata soprattutto al rallentamento e sedimentazione dell'acqua di scorrimento e, meno, all'infiltrazione. Il taglio dell'erba deve essere eseguito qualche settimana dopo i trattamenti e l'erba lasciata alla superficie del terreno. E' opportuno periodicamente eliminare i solchi prodotti dal passaggio delle macchine.

Tipo b: è la fascia di rispetto vegetata, cioè un'area inerbata artificialmente o naturalmente con cotico fitto e continuo. L'erba va sfalciata possibilmente dopo alcune settimane dai trattamenti lasciandola alla superficie del suolo per arricchire il terreno in sostanza organica e per aumentare la sua rugosità. Evitare che si creino flussi preferenziali, chiudendo gli eventuali piccoli solchi che si formano. Dovrà essere favorita la presenza di graminacee poliennali cespitose (ad. es. *Dactylis* spp., *Festuca* spp., *Lolium perenne*, ecc.) rispetto alle dicotiledoni a rosetta. La gestione della vegetazione deve essere eseguita tramite gli sfalci. La gestione deve essere tanto più attenta quanto più la larghezza è limitata. Se presenta anche un filare di siepe, questo deve essere gestito semplicemente con un taglio di ceduzione con un turno di 6-8 anni. Eventualmente, dopo la ceduzione si può procedere a riseminare il cotico erboso se l'ombreggiamento della siepe ne ha compromesso la presenza.

9 GLOSSARIO

Adduttori d'acqua per l'irrigazione: corpi idrici le cui acque sono destinate soltanto ai campi coltivati;

Fascia di rispetto non trattata o **Fascia di rispetto:** vedi Fascia di rispetto

Artificial wetlands: area umida artificiale

Bare soil buffer zone: fascia di rispetto

Coltura al bruno: coltura con chioma non sviluppata, come all'inizio del germogliamento

Coltura al verde: coltura in piena vegetazione

Fascia di rispetto: zona di sicurezza nella quale il prodotto fitosanitario non può essere applicato e che ha lo scopo di ridurre la quantità di prodotto che a seguito di ruscellamento o deriva dall'area trattata può raggiungere l'elemento da proteggere

Fascia di rispetto vegetata: area ricoperta da un cotico erboso, specificatamente costituita e gestita con funzione antiruscellamento. Deve avere una copertura vegetale uniforme e ininterrotta, permeabile e senza solchi; non può essere semplicemente un'area al bordo del campo dove transitano le macchine agricole, di solito troppo compattata per permettere l'infiltrazione dell'acqua.

Irroratrice di riferimento per la determinazione della riduzione della deriva:

a) Irroratrice per colture erbacee: barra irroratrice convenzionale con ugello a cono o a fessura convenzionale, dimensione \leq ISO 04, portata nominale \leq 1.6 L/min a 3 bar, pressione di esercizio \leq 3 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, altezza della barra compresa tra 50 e 75 cm, assenza di ugello di fine barra.

b) per fruttiferi: macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria, dimensione degli ugelli ISO 03, pressione di esercizio 15 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, diametro del ventilatore 800 mm, portata del ventilatore massima non inferiore a 40000 m³/h (regolazione del regime di rotazione della p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).

c) per vigneto: macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria, dimensione degli ugelli ISO 01, pressione di esercizio 15 bar, velocità di avanzamento 6 km/h, diametro del ventilatore 500 mm, portata del ventilatore massima non inferiore a 20000 m³/h (regolazione del regime di rotazione della p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).

Pensili: corpi idrici in cui la quota del fondo risulta superiore di almeno 1 m rispetto alla coltura trattata.

Scoline, fossi e altre strutture idrauliche artificiali nei campi coltivati, per la raccolta e il convogliamento dell'acqua meteorica in eccesso, prive di acqua propria e con acqua presente solo temporaneamente

Vegetated buffer strip: fascia di rispetto vegetata

Vegetated ditches: capofossi inerbiti