

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

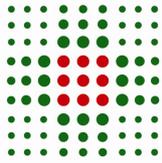
STUDIO

SULL'UTILIZZO DEI PRODOTTI FITOSANITARI

NELLA COLTIVAZIONE DELLA PERA

IN PROVINCIA DI MODENA





PREMESSA

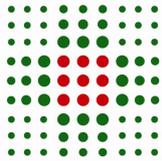
Il comparto dell'agricoltura, silvicoltura, zootecnia e attività connesse è notoriamente caratterizzato, sia a livello nazionale che a livello locale, da alcune specificità organizzative e strutturali che lo rendono del tutto peculiare. E' costituito infatti da un numero elevatissimo di aziende (circa 12.000 in Provincia di Modena), per lo più piccolissime, spesso a conduzione familiare, ormai da anni afflitte da gravi cadute di redditività, con livelli organizzativi e di consapevolezza imprenditoriale mediamente bassi.

A fronte di tali difficoltà strutturali le lavorazioni che vi si svolgono sono invece spesso caratterizzate da elevati livelli di rischi infortunistici (legati alle caratteristiche dei terreni coltivati, delle macchine utilizzate, spesso obsolete o mancanti di sistemi di protezione) e tecnopatici (frequenti operazioni manuali ripetitive, esposizioni a condizioni climatiche non controllabili e a volte estreme, rischi di natura chimica, fisica, biologica).

Tutte le indicazioni programmatiche nazionali e regionali (Piano Nazionale e Regionale Agricoltura e Silvicoltura, Piano Nazionale e Regionale della Prevenzione 2014-2018) convergono nell'indicare la strategicità degli interventi di prevenzione nel settore, individuando azioni di vigilanza e di assistenza (informazione, formazione, promozione).

In quest'ultimo ambito si colloca il progetto regionale, in cui si inserisce lo studio che segue, finalizzato allo studio dell'esposizione a fitosanitari in alcune delle più diffuse coltivazioni dei diversi territori della regione, fornendo informazioni utilizzabili nell'ambito della Valutazione dei Rischi prevista per ogni Azienda dall'art. 223 del Titolo IX del D.Lgs. n. 81/08 (Sostanze Pericolose) e indicazioni di prevenzione organizzative, tecniche e procedurali alle quali attenersi nello svolgimento della lavorazione suddetta.

Ad oggi le coltivazioni studiate sono quella del pomodoro in campo aperto, dell'uva e delle pere.



SOMMARIO

1. DESCRIZIONE DELLO STUDIO.....	1
2. CONTESTO	2
3. TRATTAMENTO FITOSANITARIO DEL PERO.....	7
4. LE ATTREZZATURE IMPIEGATE PER LA DIFESA	8
4.1. IL CONTROLLO PERIODICO DELLE ATTREZZATURE.....	13
5. MATERIALI E METODI.....	15
5.1. SCELTA DEL PRINCIPIO ATTIVO.....	23
5.2. CARATTERISTICHE DEL PRINCIPIO ATTIVO.....	23
5.3. APPROCCIO METODOLOGICO	25
5.3.1. DETERMINAZIONE DEL PRINCIPIO ATTIVO NELLA FRAZIONE INALABILE	26
5.3.1.1. STIMA DOSE INALATORIA	28
5.3.2. STIMA DOSE CUTANEA DEL CORPO E DELLE MANI.....	28
5.3.2.1. CONTAMINAZIONE DEL CORPO (USO DEI PADS).....	29
5.3.2.2. CONTAMINAZIONE DELLE MANI (LAVAGGIO MANI)	31
5.3.3. STIMA DELL'INDICATORE BIOLOGICO (DOSAGGIO URINARIO DEL METABOLITA)	31
5.3.4. VALUTAZIONE DEI DATI.....	32
5.3.5. STIMA DEL CONTRIBUTO OFFERTO DAI DPI E/O DAL VESTIARIO	32
6. RISULTATI.....	32
6.1. DETERMINAZIONE DI CHLORPYRIFOS CONTENUTO NELLA FRAZIONE INALABILE	33
6.2. VALUTAZIONE DEI DATI DI ESPOSIZIONE INALATORIA SECONDO QUANTO PREVISTO DALL'APPENDICE C DELLA NORMA UNI EN 689:1997.....	34
6.3. DETERMINAZIONE DI CHLORPYRIFOS RILEVATO NELL'ESPOSIZIONE CUTANEA.....	34
6.4. STIMA DOSE INALATORIA E CUTANEA (CORPO E MANI).....	41
6.5. CONFRONTO DEI DATI DI DOSE TOTALE CON IL VALORE AOEL PER IL CHLOROPYRIFOS.....	43
6.6. STIMA DELL'INDICATORE BIOLOGICO (DOSAGGIO URINARIO DEL METABOLITA)	45
6.7. CONFRONTO DEI DATI DEL MONITORAGGIO BIOLOGICO CON IL VALORE AOEL PER IL CHLOROPYRIFOS	48
6.8. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI.....	50
7. MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE.....	52
7.1. MISURE DI PROTEZIONE COLLETTIVA: LA CABINA PRESSURIZZATA	53
7.2. MISURE DI PROTEZIONE INDIVIDUALE: I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE.....	54
7.2.1. INFORMAZIONI GENERALI	54
7.2.2. I DPI DA INDOSSARE NELL'USO DEI PRODOTTI FITOSANITARI.....	55
7.2.2.1. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DEL CORPO	55
7.2.2.2. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE, DEL CAPO, DEGLI OCCHI	59
7.3. MODALITÀ CORRETTE PER INDOSSARE I DPI.....	63
7.4. ISTRUZIONI PER UNA CORRETTA PULIZIA, IMMAGAZZINAMENTO, MANUTENZIONE E SOSTITUZIONE DEI DPI	63
8. SORVEGLIANZA SANITARIA	65
8.1. GENERALITÀ SULLA SORVEGLIANZA SANITARIA	65
8.2. LA SORVEGLIANZA SANITARIA PER GLI ADDETTI ESPOSTI AI FITOSANITARI	67
8.3. LAVORATRICI MADRI E LAVORATORI MINORENNI	68
9. BIBLIOGRAFIA.....	70

1. Descrizione dello studio

Per prodotti fitosanitari¹ si intendono le sostanze attive ed i preparati, contenenti una o più sostanze attive, destinati ad essere utilizzati per il controllo degli organismi nocivi delle colture, per il controllo delle piante infestanti nelle coltivazioni e per favorire o regolare le produzioni vegetali.

Le sostanze attive contenute in tali prodotti rappresentano un eterogeneo gruppo di agenti chimici e microbiologici caratterizzati, per definizione, dall'essere in grado di interferire con le funzioni biologiche dei parassiti animali e vegetali.

Le sostanze attive prese in considerazione nel presente studio sono agenti chimici pericolosi, secondo quanto definito dall'art. 222 del D.Lgs. 81/08, pertanto il loro utilizzo in agricoltura comporta l'esposizione dei lavoratori a rischi per la salute e la sicurezza.

Per la gestione del rischio per la salute e la sicurezza che deriva dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro, si applica il Titolo IX – Capo I del D.Lgs. 81/08, che detta i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro tali rischi.

Nella valutazione dei rischi occorre considerare diverse variabili, tra le quali:

- a) le proprietà pericolose degli agenti chimici, note anche attraverso le Schede Dati di Sicurezza;
- c) il livello, il modo e la durata della esposizione;
- d) le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti;
- e) la quantità degli agenti chimici;
- e) il grado di assorbimento attraverso la via respiratoria, cutanea e ingestiva.

Obiettivi del presente studio sono:

- contribuire a definire l'esposizione professionale dei lavoratori durante l'attività che comprende la fase di preparazione e distribuzione del prodotto fitosanitario;
- descrivere le usuali modalità lavorative di preparazione e distribuzione al fine di suggerire i comportamenti corretti;
- fornire indicazioni sulle idonee misure di prevenzione;
- aiutare nella scelta e nella corretta gestione dei Dispositivi di Protezione Individuale;
- fornire indicazioni sulla corretta sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a fitosanitari.

1

Ai sensi dell'art.3 c.1) lett. a) del D.Lgs. 150/12, per prodotti fitosanitari si devono quindi intendere "i prodotti, nella forma in cui sono forniti all'utilizzatore finale, contenenti o costituiti da sostanze attive, antidoti agronomici o sinergizzanti, destinati ad uno dei seguenti impieghi:

1) proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o prevenire gli effetti di questi ultimi, a meno che non si ritenga che tali prodotti siano utilizzati principalmente per motivi di igiene, piuttosto che per la protezione dei vegetali o dei prodotti vegetali;

2) influire sui processi vitali dei vegetali, ad esempio nel caso di sostanze, diverse dai nutrienti, che influiscono sulla loro crescita;

3) conservare i prodotti vegetali, sempreché la sostanza o il prodotto non siano disciplinati da disposizioni comunitarie speciali in materia di conservanti;

4) distruggere vegetali o parti di vegetali indesiderati, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali;

5) controllare o evitare una crescita indesiderata dei vegetali, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali;"

2. Contesto

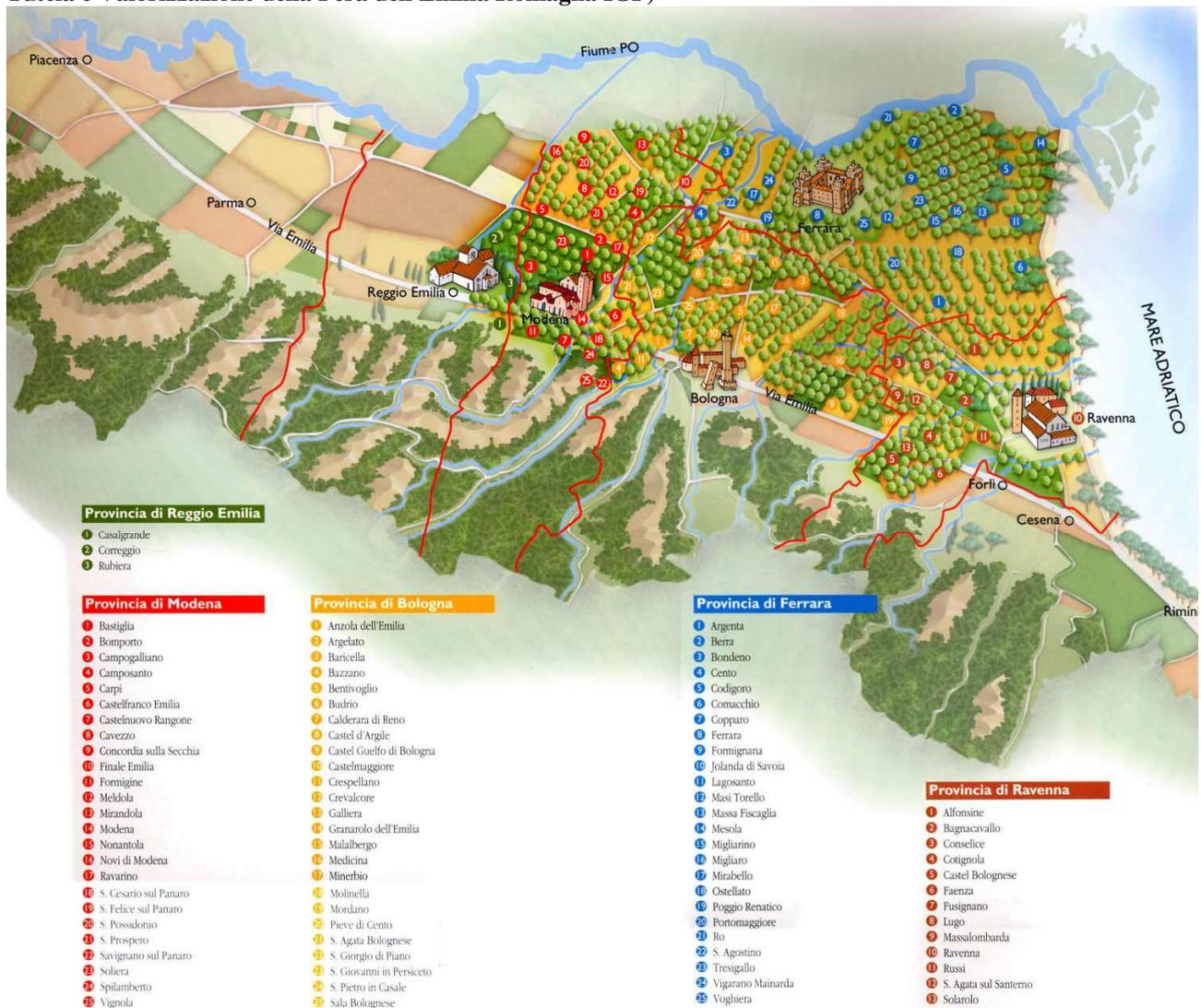
Oggi l'Italia detiene una quota del 35% della produzione europea di pere. In Emilia Romagna si coltiva il 65% delle pere italiane.

In questa regione infatti si trovano le migliori condizioni di coltivazione dal punto di vista climatico e podologico, oltre ad una radicata tradizione ed esperienza da parte dei coltivatori.

Le pere dell'Emilia Romagna hanno ottenuto nel 1998 dall'Unione Europea il riconoscimento di IGP, Identificazione Geografica Protetta. Un riconoscimento a tutela della loro unicità e tipicità. Quelle marchiate con il bollino IGP, infatti, sono solo quelle coltivate secondo uno specifico disciplinare di produzione, volto ad esaltarne i requisiti di qualità e salubrità.

In particolare le aree riconosciute dall'Indicazione Geografica Protetta sono le province di Modena, Ferrara, Bologna, Reggio Emilia e Ravenna.

Figura 1 – Coltivazione della pera in Emilia Romagna (fonte http://www.csoservizi.com/pera_igp/ - Consorzio di Tutela e Valorizzazione della Pera dell'Emilia Romagna IGP)



Il 7 maggio 2002 nasce a Ferrara il Consorzio di Tutela e Valorizzazione della Pera dell'Emilia Romagna IGP.

Storia della coltivazione del pero

Dalle origini allo sviluppo della pericoltura moderna in Emilia-Romagna

Attraverso reperti paleontologici si è potuto stabilire che il pero in Italia era conosciuto fin dai tempi più antichi. Forse già 4000 anni fa l'uomo si cibava dei frutti di questa pomacea. Sono invece più recenti le notizie sulla sua coltivazione. Comunque oltre 350 anni prima di Cristo la coltivazione della pera era abbastanza estesa nella Magna Grecia perché Teofrasto menziona sia le varietà domestiche che quelle coltivate.

In epoca romana Catone, e soprattutto, Plinio danno indicazioni precise sulla diffusione del pero e sulle cultivar note, a testimonianza della grande considerazione in cui già allora era tenuto questo fruttifero.

Ai tempi di Catone le cultivar conosciute erano appena 6 ma già due secoli più tardi Plinio ne menziona circa 40. In seguito, l'assortimento cresce enormemente fino a raggiungere le 5000 varietà e oltre conosciute oggi. Dall'epoca romana in poi la coltura del pero si espande con uno sviluppo ragguardevole in tutta Europa in particolare in Belgio e in Francia.

Nell'Alto medioevo l'arboricoltura non appare, almeno nell'Italia del nord, molto praticata. È estremamente difficile infatti trovare menzione di frutteti intesi come colture autonome: pochissimi sono i casi di pumarii a sé stanti.

È relativamente più frequente imbattersi in alberi da frutto sparsi tra le vigne per esempio nel ravennate "Clausura vineata... cum pomaretas" (Fantuzzi, scrittore romagnolo, I n.XXXV), nei campi a cereali, ma soprattutto negli orti, accolti qui in qualità di ospiti, quasi per caso.

La coltivazione degli alberi da frutto pare intensificarsi nel '400, solo alla fine del secolo, gli agronomi cominciano a dedicare seria attenzione a questo settore produttivo. Nei secoli precedenti i trattati medici sconsigliavano il consumo di frutta. La frutta era considerata un cibo sostanzialmente superfluo, accessorio, un cibo di lusso.

Nel XVI secolo gli alberi da frutto vengono coltivati nei giardini, ed è per questo che "le dimore nelle campagne non devono essere separate dal giardino da pomi". Ancora nel rinascimento comunque la frutticoltura non serve per sfamare ma è un lusso da signori.

Con "Il giardino d'Agricoltura" del ravennate Marco Bussato da Massa Lombarda per la prima volta, e siamo attorno al '500, un autore italiano trattò sistematicamente di frutticoltura e di innesti. Seguono altri autori sempre provenienti dall'Emilia Romagna quali il frate bolognese Leandro Alberti con "Descrittione di tutta Italia", una sorta di guida turistica del '500.

Oppure Tommaso Grazoni da Bagnacavallo che nel Volume "Piazza", parla delle professioni agricole e dei commerci riferibili all'agricoltura. Nel '600 finalmente venne pubblicato una specie di testo sacro di agricoltura si tratta di "L'economia del cittadino in Villa" del bolognese Vincenzo Tanara.

Nel '600 la Romagna e l'Emilia presentano i colli disseminati dai frutteti, la pianura bolognese, ferrarese, ravennate appare regolarmente divisa dalle piantate di viti maritate agli alberi.

La coltura del pero in Emilia-Romagna ai primi del '900

Nel primo ventennio del '900 in tutta l'Alta Italia, compresa l'Emilia, la produzione delle pere e delle mele trova la sua sede naturale. Diverse però erano le destinazioni del prodotto: infatti, una buona parte della produzione del Piemonte era soprattutto destinata alla trasformazione in sidro, mentre in altre aree quali l'Emilia non mancano esempi di coltura specializzata per il consumo fresco.

Nell'Emilia Romagna le pere principalmente coltivate nei primi decenni del '900 sono Spadona e Scipiona ma non mancano varietà locali molto interessanti: Angelica o pero fico nel modenese o limona nel faentino, Battocchia nel bolognese e Buon Cristiana d'inverno, Spadona d'estate e Spadona d'inverno molto diffusa in Romagna.

La pericoltura dagli anni '50 agli anni '80

Le varietà di pere maggiormente coltivate negli anni '50 erano: B. Giffard 5%, Favorita di Clapp 10%, Williams 60%, Kaiser Alexander 5%. Nella provincia di Ferrara per le nuove piantagioni da reddito si consigliava, in sostituzione delle numerose cultivar diffuse in passato, di preferire William, Passacrassana, Abate Fetel e Kaiser Alexander. (1957)

Il Coltivatore Romagnolo nel 1931 indicava le epoche ottimali di raccolta per le cultivar più diffuse nella zona che erano: Butirra Hardy, Duchessa d'Angouleme, Butirra Diel tra le varietà autunnali (maturazione settembre-novembre). Tra le autunno invernali Butirra Clairgeau e Curato, Ottobre dicembre. Tra le invernali Decana d'Inverno e Passacrassana (dicembre-aprile).

Negli anni '50, in particolare nel triennio '54-'57, si producevano in Italia circa 4 milioni di quintali di pere, ma questa quantità era destinata a salire vista la nascita di nuovi impianti presenti soprattutto nel ferrarese e nel ravennate oltre che nel veronese ed in altre zone. Questa produzione veniva utilizzata anche per l'esportazione. Nel periodo anteguerra si esportavano 250-300 quintali di pere. Di questi più della metà erano assorbiti dalla Germania, l'altra metà raggiungeva i mercati della Svizzera, dell'Austria e della Gran Bretagna, nel dopo guerra le quantità esportate hanno raggiunto nel '56 gli 880.000 quintali.

Gli anni '60 segnano per la pera emiliana il periodo di massima espansione seguito da un processo di riconversione proprio di tutta la produzione europea. Questo processo si è concretizzato negli anni '70-'80 con una progressiva riduzione delle superfici, a carico soprattutto di quelle varietà che si sono dimostrate, nel tempo, sempre meno apprezzate dai consumatori: tra tutte possiamo ricordare la Passacrassana. Gli espianti maggiori sono stati realizzati in Francia ed in Italia. A partire dalla seconda metà degli anni '80, però, la coltura del pero, godendo di tale processo di riconversione, ha trovato nuovi spazi di sviluppo, tanto che si è manifestata una lenta ma progressiva ripresa delle superfici, pur con differenze da paese a paese sino a raggiungere la situazione attuale, che sembra tendere verso una stabilizzazione degli investimenti.

Statistiche

L'area di produzione della *Pera dell'Emilia Romagna IGP* comprende esclusivamente il territorio della Regione Emilia-Romagna ed interessa le province di Bologna, Ferrara, Forlì Cesena, Modena e Ravenna.

Nella tabella 1 il dettaglio -al 31 dicembre 2010- relativo a: numero di imprese aderenti, superficie iscritta IGP (ha), numero di trasformatori e numero di operatori aderenti.

Tabella 1: Operatori emiliano romagnoli aderenti alla IGP (unità produttive) – Anno 2010

Provincia	N. aziende agricole	superficie iscritta (ha)	N. Trasformatori	Totale Operatori
Bologna	29	143,09	4	33
Ferrara	37	228,69	4	41
Forlì-Cesena	0	0	5	5
Modena	69	434,64	3	72
Ravenna	140	284,26	7	147
Totale E-R	275	1090,67	23	298

Figura 2: Superficie iscritta per la produzione della pera IGP dell'Emilia Romagna nel 2010

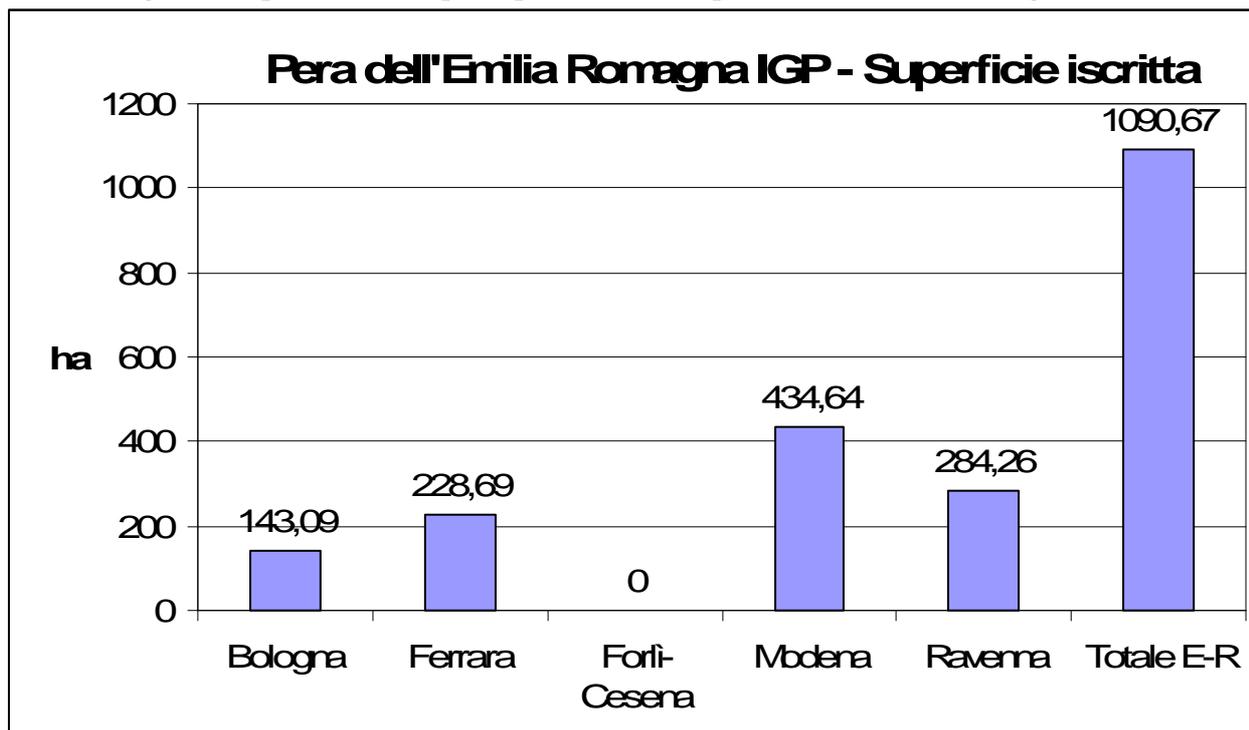
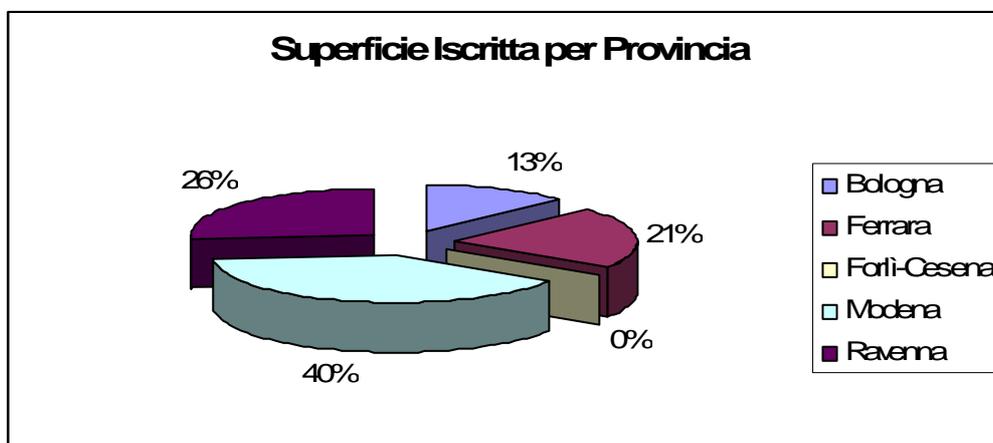


Figura 3: Superficie iscritta per la produzione della pera IGP dell'Emilia Romagna nel 2010 distribuita per Provincia



Con riferimento alla Provincia di Modena, si riportano in tabella 2 i dati relativi alle superfici di produzione delle diverse specie arboree, relativi all'annata agraria 2013; ciò pone in risalto l'importanza della produzione del pero rispetto alle altre colture, sia in termini di superficie di produzione che in termini di PLV (Produzione Lorda Vendibile).

Infatti, circa il 40% dei terreni con coltivazioni arboree è destinato al pero, che rappresenta il 20,7% dell'intera Produzione Lorda Vendibile dell'annata agraria di riferimento.

Tabella 2: superfici di produzione per specie arboree in Provincia di Modena

Produzioni	Superficie Totale (ha)	Superficie a Produzione (ha)	Resa Unitaria (q/ha)	Produzione (q)	Prezzi Unitari (€/q)	PLV (€)	% sul totale PLV
Pero	6.720	6.370	225	1.433.250	75	107.493.750	20,7
Vite	7.563	6.916	208	1.437.280	37	53.179.360	10,3
Ciliegio	1.008	920	55	50.600	275	13.915.000	2,7
Susino	935	833	140	116.620	95	11.078.900	2,1
Melo	578	416	315	131.040	60	7.862.400	1,5
Nettarine	267	232	184	42.600	34	1.448.400	0,3
Albicocco	192	145	70	10.150	180	1.827.000	0,4
Kaki	79	44	270	11.880	45	534.600	0,1
Altre Arboree	91	72		4.740		495	0
TOTALE ARBOREE	17.433	15.948		3.238.160		197.339.905	38,1
TOTALE CEREALI		42.635		3.250.800		67.896.000	13,1
TOTALE INDUSTRIALI		3.999		1.485.898		9.007.134	1,7
TOTALE ORTICOLE		1.871		828.635		13.875.399	2,7
TOTALE FUNGHI				10.800		1.890.000	0,4
TOTALE PRODUZIONE VEGETALI		64.453				290.008.438	56,0
TOTALE CARNE						74.317.830	14,3
TOTALE LATTE						149.809.172	28,9
TOTALE UOVA E MIELE						4.001.000	0,8
TOTALE PRODUZIONI ZOOTECNICHE						228.128.002	44,0
TOTALE COMPLESSIVO						518.136.440	100,0

3. Trattamento fitosanitario del pero

La difesa del pero a pieno campo viene effettuata con prodotti fitosanitari che comprendono:

- Antiparassitari (anticrittogamici o fungicidi, battericidi, insetticidi, acaricidi, nematocidi);
- Diserbanti.

Durante il trattamento con prodotti fitosanitari, l'esposizione del lavoratore a tali agenti chimici pericolosi, può avvenire in diverse fasi lavorative:

- a) preparazione della miscela,
- b) applicazione della miscela in campo con attrezzature specifiche,
- c) pulizia delle attrezzature, manutenzione ordinaria e straordinaria.

a) Preparazione della miscela.

Nella pratica di campagna spesso il trattamento viene eseguito utilizzando contemporaneamente più prodotti fitosanitari che possono essere miscelati fra loro e di norma diluiti in acqua secondo le specifiche indicate in etichetta.

I prodotti fitosanitari possono trovarsi sotto forma di polveri, granuli o già allo stato liquido.

Tali prodotti devono essere opportunamente dosati, miscelati e diluiti in acqua all'interno del serbatoio dell'irroratrice; vengono utilizzate diverse attrezzature quali la bilancia, contenitori graduati ed accessori per agevolare la miscelazione dei prodotti. Per la preparazione della miscela occorre la disponibilità di acqua. Questa fase può comportare una elevata esposizione dell'operatore in quanto la manipolazione dei prodotti fitosanitari è diretta ed in linea generale, effettuando più preparazioni nell'arco di una giornata, la quantità manipolata è significativa.

Si evidenzia che l'esposizione durante la preparazione della miscela è influenzata da peculiarità quali:

- il confezionamento del prodotto (è possibile trovare prodotti fitosanitari confezionati in sacchetti idrosolubili che evitano la dispersione aerea della polvere durante la manipolazione)
- la granulometria del prodotto (esistono prodotti fitosanitari sottoforma di granuli disperdibili che si disciolgono in acqua evitando lo sviluppo di polveri),

quindi, a prescindere dal prodotto specifico individuato per il trattamento, è auspicabile scegliere condizioni che limitano la manipolazione diretta del prodotto.

b) Applicazione della miscela in campo con attrezzature specifiche.

I trattamenti del pero vengono eseguiti con irroratrici per colture frutti-viticole trainate da trattori agricoli. L'esposizione dell'operatore in questa fase dipende principalmente dalla presenza di una cabina pressurizzata con idoneo filtro sul trattore agricolo. In assenza di cabina pressurizzata, i parametri che possono influenzare l'esposizione dell'operatore, sono quelli operativi dell'irroratrice della miscela, in particolare: portata e pressione di esercizio, disposizione dei fori e degli ugelli, velocità di avanzamento, in quanto influenzano il grado di nebulizzazione della miscela stessa.

c) Pulizia delle attrezzature, manutenzione ordinaria e straordinaria

Al termine del trattamento le attrezzature utilizzate vanno lavate, pertanto l'operatore può essere esposto a residui di prodotto fitosanitario; analogamente alla pulizia anche le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria possono determinare un contatto inalatorio e/o cutaneo con l'agente chimico pericoloso. Si ricorda che secondo l'art. 223 c.2 del D. Lgs. 81/08 la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi deve includere le attività di pulizia e manutenzione per le quali è prevedibile una esposizione.

4. Le attrezzature impiegate per la difesa

Nella coltivazione del pero, come per altre colture in pieno campo, i prodotti fitosanitari vengono miscelati all'acqua (sospensioni, soluzioni o emulsioni) e l'applicazione in campo viene effettuato mediante attrezzature chiamate irroratrici.

Le irroratrici "polverizzano" la miscela liquida contenente i prodotti fitosanitari e distribuiscono le goccioline nebulizzate sulle colture oggetto del trattamento.

Con il termine di irroratrice sono indicate le seguenti principali tipologie di macchine:

- irroratrici a barra: macchine per trattamenti fitosanitari, fertilizzanti e diserbanti al terreno ed alle colture erbacee;
- irroratrici ad aereo-convezione (atomizzatori): macchine irroratrici per trattamenti fitosanitari, fertilizzanti e fitoregolatori generalmente utilizzate per le colture arboree;
- irroratrici a banda: apparecchiature per l'applicazione dei fitofarmaci e fertilizzanti liquidi in banda.

Le irroratrici possono essere inoltre classificate in base a:

- *tipo di polverizzazione*
 - Meccanica
 - Pneumatica
 - Mista
- *volume*
 - Alto volume (>700 l/ha)
 - Medio volume (300-700 l/ha)
 - Basso volume (150-300 l/ha)
 - Bassissimo volume (<150 l/ha)
- *caratteristiche di movimentazione*
 - Zaino o carriola
 - Portate o trainate
 - Semoventi
 - Mezzo aereo

Figura 4: irroratrice trainata



Figura 5: irroratrice semovente



Irroratrice a polverizzazione meccanica

Il liquido messo in pressione da una pompa e spinto in velocità all'interno di ugelli, dotati di una camera con forma geometrica più o meno complessa, vi fuoriesce ad elevata velocità attraverso un orifizio calibrato e di piccolo diametro che ne provoca la polverizzazione.

I principi di funzionamento delle macchine agenti per polverizzazione meccanica sono due:

- getto proiettato: le goccioline formate vengono proiettate nell'atmosfera, attraversandola fino a raggiungere le piante, per l'energia cinetica di cui sono state caricate;
- getto portato: le goccioline vengono investite da una corrente d'aria generata da un ventilatore che provvede a frazionarle ulteriormente trasportandole poi sino alla pianta.

La dimensione delle gocce (da 200 fino a 600 μm) dipende dal tipo e dal diametro degli ugelli, dalla pressione di esercizio, dalla viscosità nonché dalla tensione superficiale della miscela. Questa tipologia di attrezzatura è ancora diffusa per la difesa delle colture erbacee, mentre è quasi abbandonata in frutticoltura.

Figura 6 – Polverizzazione meccanica a getto proiettato

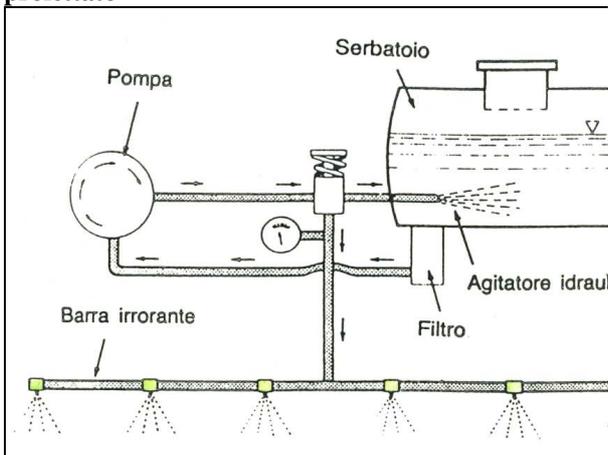
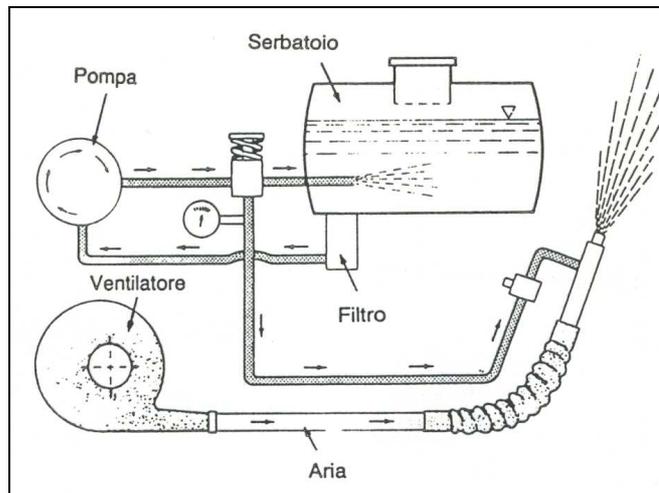


Figura 7 – Polverizzazione meccanica a getto portato



Irroratrice a polverizzazione pneumatica (getto portato)

Il liquido scende per gravità (o in debole pressione), fuoriesce in vena aperta e viene investito da un flusso di aria a elevata velocità, generato da un ventilatore che lo polverizza in piccole gocce.

La polverizzazione, garantita da appositi diffusori, è fine ed omogenea; le gocce hanno dimensioni da 100 a 150 μm e vengono trasportate (getto portato) dall'aria stessa sino alla pianta da trattare.

Le irroratrici pneumatiche sono impiegate prevalentemente in frutticoltura e sono concepite per i trattamenti a basso volume (100-300 l/ha).

Irroratrice a polverizzazione mista

La polverizzazione è attuata grazie a pompe volumetriche ed il trasporto delle goccioline di spray è originato da un ventilatore di tipo assiale.

Il diametro medio delle goccioline è di 200-300 μm .

La macchina più diffusa per gli interventi fitosanitari ai fruttiferi è l'irroratrice ad aereoconvezione, comunemente detta atomizzatore.

Figura 8 – Polverizzazione pneumatica

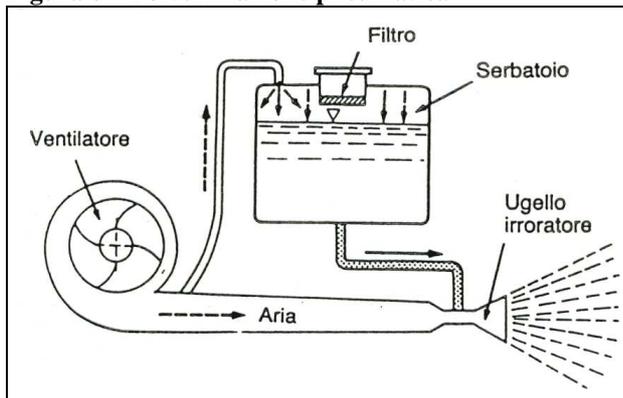
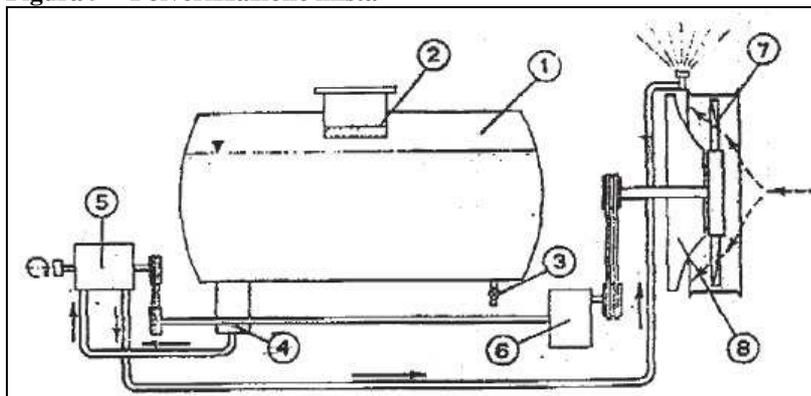


Figura 9 – Polverizzazione mista



- 1 - serbatoio
- 2 - filtro
- 3 - rubinetto di scarico
- 4 - filtro
- 5 - pompa
- 6 - moltiplicatore di velocità
- 7 - ventilatore
- 8 - deflettore

Tabella 3 – Caratteristiche del getto proiettato e del getto portato

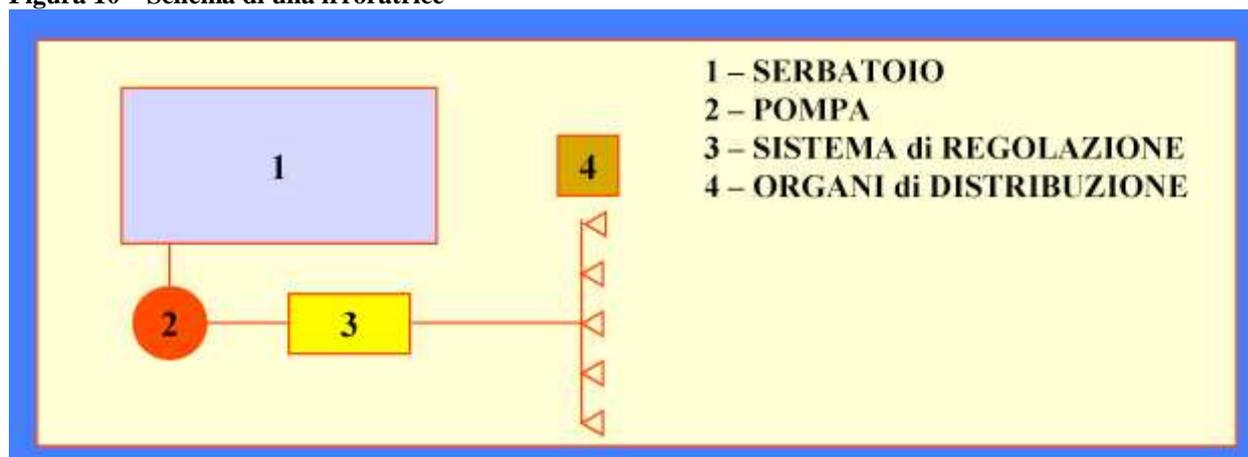
GETTO PROIETTATO	GETTO PORTATO
L'energia per la polverizzazione ed il trasporto è fornita dalla pressione del liquido.	L'aria investe il liquido che esce dagli erogatori e cede parte della sua energia al liquido stesso.
L'aria oppone resistenza, quindi limita la portata e la forza di penetrazione.	L'aria si umidifica e riduce l'evaporazione delle goccioline.
Gli erogatori devono essere posti vicino al bersaglio.	Erogatori possono essere posti lontano dal bersaglio.
Difficoltà a penetrare all'interno di coltri vegetative molto sviluppate.	Capacità di penetrare all'interno di coltri vegetative molto sviluppate.
Scarsa sensibilità al fenomeno della deriva.	Sensibilità al fenomeno della deriva.

Schema di funzionamento di una irroratrice

Le macchine irroratrici sono fundamentalmente costituite da:

- un serbatoio, destinato a contenere il prodotto da distribuire;
- circuiti di trasporto del liquido aventi il compito di prelevare il liquido stesso dal serbatoio e/o di caricarlo dell'energia necessaria all'irrorazione;
- organi di distribuzione che provvedono alla suddivisione in piccole gocce (polverizzazione) della miscela e contribuiscono alla sua distribuzione sulle colture;
- eventuali serbatoi supplementari per il lavaggio e la pulizia di tutto l'impianto di distribuzione;
- dispositivi di controllo e regolazione.

Figura 10 – Schema di una irroratrice



Serbatoio: è, in genere, realizzato in vetroresina o polietilene, materiali resistenti alla corrosione, stampati nelle forme volute, a spigoli arrotondati per facilitarne la pulizia e la miscelazione. Ogni serbatoio nella parte superiore è munito di un'ampia apertura che serve per la pulizia ed il carico, ed in quella inferiore, di un'apertura più piccola – provvista

di un rubinetto – per lo scarico del liquido. Al suo interno sono sistemati dispositivi per l'agitazione della miscela idonei a mantenere l'omogeneità dello stesso.

Possano essere presenti:

- un serbatoio di capacità inferiore (minimo 15 l) contenente acqua pulita per l'igiene dell'operatore;
- un serbatoio contenente acqua pulita, per il lavaggio – a fine lavoro – di tutto il sistema di distribuzione.

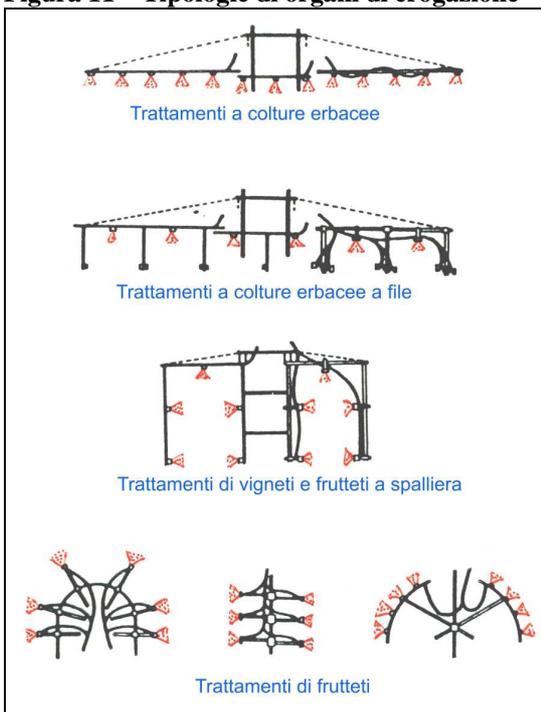
Gruppo pompante: ha la funzione principale di mettere in pressione la miscela da distribuire; è costituito da pompe che nelle irroratrici pneumatiche assolvono l'unica funzione di agitazione della miscela all'interno del serbatoio.

Circuito del liquido: è costituito da tubazioni in materiale plastico o in metallo; dispositivi di regolazione (di seguito illustrati); gruppi distributori e filtri. I gruppi distributori servono ad orientare od escludere la distribuzione finale del prodotto. I filtri, in genere, sono installati in serie alla bocca di riempimento del serbatoio, alla bocca di aspirazione dal serbatoio stesso, subito a monte della pompa e subito a monte degli organi di polverizzazione.

Organi di erogazione del prodotto: in base alle diverse categorie di macchine, si differenziano in:

- barra nelle irroratrici a polverizzazione meccanica a getto proiettato
- telaio verticale con ugelli nelle irroratrici a polverizzazione (mista, ovvero meccanica a getto portato)
- infine, nelle irroratrici a polverizzazione pneumatica, è lo stesso condotto di efflusso dell'aria – semplice o multiplo – a supportare al proprio interno il/i tubo/i di uscita del liquido.

Figura 11 – Tipologie di organi di erogazione



Ugelli erogatori: sono i dispositivi che trasformano il flusso di liquido in una popolazione di goccioline in relazione alle caratteristiche della luce di efflusso (forma e dimensioni), alla pressione imposta, oppure all'azione centrifuga e alla depressione che viene esercitata sul liquido stesso.

Gli ugelli si distinguono in due gruppi a seconda della forma del getto:

- piatto o a ventaglio
- conico.

Nel trattamento delle colture arboree, di norma vengono utilizzati ugelli di tipo conico.

Dispositivi di controllo e regolazione: il principale di essi è il manometro che può essere posizionato sia all'uscita della pompa che sulla barra porta-ugelli. Dalla sua corretta taratura dipende il buon esito del trattamento.

Altri dispositivi possono provvedere essenzialmente alla quantità di liquido da distribuire per ettaro, nonché ai rapporti ottimali tra portata, pressione e velocità di avanzamento.

Infine, le macchine vengono dotate di sistemi antigoccia, di tipo diverso, per tutelare gli operatori e l'ambiente.

4.1. Il controllo periodico delle attrezzature

A livello europeo sono state emanate negli ultimi anni due direttive che interessano direttamente le macchine per la distribuzione dei prodotti fitosanitari.

Si tratta della direttiva CE n.127/09 riguardante i mezzi irroranti di nuova fabbricazione e della direttiva CE n.128/09 relativa all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari.

La direttiva n.127/09 (recepita con il D.Lgs n. 124/2012) integra i requisiti già previsti dalla "direttiva macchine" (CE n.42/2006), introducendo specifiche indicazioni per la protezione dell'ambiente a cui devono conformarsi i costruttori prima di immettere sul mercato i mezzi irroranti.

I principali contenuti della norma prevedono che le attrezzature siano progettate e costruite in modo tale da:

- essere dotate di dispositivi di comando e controllo dell'irrorazione azionabili direttamente dal posto di guida;
- facilitare il preciso riempimento e lo svuotamento completo senza causare dispersione accidentale dei prodotti fitosanitari;
- essere munite di dispositivi che consentano di regolare in modo facile, preciso ed affidabile il volume di distribuzione;
- massimizzare la quota di miscela che raggiunge il bersaglio e al contempo ridurre le perdite nell'ambiente (deriva, ruscellamento);
- prevenire la dispersione di miscela durante le fasi in cui i mezzi non operano;
- assicurare l'agevole e completo lavaggio interno ed esterno, nonché la possibilità di sostituire le componenti usurate senza provocare contaminazione dell'ambiente;
- permettere ispezioni periodiche. A tale scopo i mezzi devono essere facilmente collegabili alle strumentazioni per la verifica di funzionalità;
- essere equipaggiate con ugelli e filtri opportunamente contrassegnati affinché risulti agevole l'identificazione della tipologia e la dimensione;
- dotate di manuale d'uso e manutenzione contenente le informazioni specifiche volte ad evitare la contaminazione dell'ambiente.

La direttiva 128/09, recepita con il D.Lgs. 150/2012, stabilisce prescrizioni volte a garantire un "uso sostenibile" dei prodotti fitosanitari. Tra le diverse disposizioni, va sottolineata **l'estensione dell'obbligo del periodico controllo funzionale** a tutte le irroratrici in uso.

Più nello specifico questa azione prevede che:

- entro il 26/11/2016 tutte le attrezzature utilizzate a scopi professionali dovranno essere sottoposte alla verifica funzionale, almeno una volta. Successivamente a tale data, potranno essere impiegati solo i mezzi ad uso professionale che abbiano superato i test di verifica;
- le verifiche dovranno essere effettuate ogni 5 anni fino al 31 dicembre 2020 e successivamente ogni 3 anni;
- dal 26/11/2011 anche le attrezzature nuove dovranno essere sottoposte alle verifiche funzionali entro 5 anni dalla data di acquisto.

La norma prevede che il controllo funzionale sia eseguito da centri specializzati, mentre la regolazione o taratura (ovvero l'adattamento dei parametri di funzionamento dell'irroratrice alle specifiche realtà colturali aziendali) e la manutenzione ordinaria siano sotto la diretta responsabilità degli operatori. La regolazione può essere effettuata però anche presso gli stessi Centri specializzati che effettuano il controllo funzionale.

Le attrezzature da ispezionare sono quelle di più comune utilizzo in agricoltura (mezzi meccanici per colture arboree, barre irroratrici, ecc.), ma anche tipologie operanti su colture protette (floricole e orticole), nonché mezzi particolari per i quali sono previste scadenze e intervalli differenti.

In regione Emilia-Romagna il controllo funzionale delle irroratrici (attivo dal 1999) viene realizzato da centri mobili specializzati che, mediante l'impiego di appositi banchi prova, eseguono anche la regolazione delle macchine operanti sia su colture fruttivitticole, sia su colture erbacee ed ortive.

Il controllo funzionale

Compito delle operazioni di controllo sono la verifica dello stato d'usura delle varie componenti meccaniche e, più in generale, del calo degli standard d'efficienza (manometro, regolatore di pressione, ugelli, raccordi, tubi, rubinetti ecc.).

Lo scopo di queste operazioni, eseguite da personale specializzato mediante controlli a carattere strumentale e visivo, è di indicare i limiti di accettabilità funzionale delle parti meccaniche, nonché di ripristinarne l'efficienza attraverso riparazioni o sostituzioni. La manutenzione ordinaria ha le stesse finalità e deve essere effettuata periodicamente dagli operatori.

La regolazione (taratura)

La regolazione o taratura ha lo scopo di adeguare i parametri d'impiego del mezzo irrorante (velocità d'avanzamento, pressione d'esercizio, individuazione del volume di distribuzione ecc.) alle specifiche realtà aziendali (coltura, forma di allevamento, sesto di impianto, ecc.). Questo permette di ottimizzare l'utilizzo della macchina e al contempo garantisce una maggiore qualità della distribuzione dei prodotti fitosanitari e una riduzione dei rischi ambientali.

Il controllo funzionale e la regolazione richiedono la fattiva partecipazione dell'agricoltore al quale, al termine dei test, viene rilasciato un attestato di conformità. Tale documento

oltre a costituire un atto comprovante l'avvenuto controllo, rappresenta un prezioso strumento per la pianificazione degli interventi, in quanto riporta i risultati delle varie verifiche di funzionamento e le modalità di impiego del mezzo irrorante in funzione delle specifiche esigenze aziendali.

La verifica delle irroratrici ha lo scopo di produrre chiari vantaggi che possono essere così riassunti:

- riduzione delle inefficienze distributive dovute ad un malfunzionamento delle attrezzature;
- maggiore efficienza del trattamento in seguito all'individuazione di razionali scelte applicative (velocità, pressione di esercizio ecc.) in funzione delle specifiche situazioni operative (condizioni ambientali in cui si opera, tipo di coltura, suo sviluppo vegetativo ecc.). Ciò permette inoltre, ad esempio, di ridurre i rischi di fitotossicità e di evitare tempi più lunghi di degradazione del prodotto e residui superiori a quelli ammessi per legge alla raccolta;
- minor impatto ambientale, poiché una corretta regolazione della macchina consente di incrementare la quota di miscela intercettata dalla vegetazione, con conseguente riduzione delle perdite (deriva e ruscellamento);
- maggiore economicità delle operazioni di irrorazione in seguito all'impiego di un razionale volume della miscela distribuita, riduzione dei "tempi morti" riservati al trattamento e risparmio energetico delle risorse impiegate;
- maggiore vita operativa della macchina irroratrice.

5. Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nella provincia di Modena, su 10 aziende nel periodo Giugno-Luglio 2013 e su 11 aziende nel periodo Giugno-Luglio 2014.

In totale sono stati sottoposti a monitoraggio per una sola giornata 21 operatori.

Lo studio si è inserito nelle normali attività di lavorazione senza influenzare in alcun modo le consuete procedure d'uso, le tipologie e quantità di prodotti fitosanitari: in proposito non sono state date istruzioni prima dei campionamenti perché i lavoratori dovevano agire con le usuali modalità di lavoro.

La durata dei prelievi è stata tale da coprire, di norma, l'intera attività svolta dal lavoratore nella giornata lavorativa e ha compreso sia la preparazione del prodotto fitosanitario che la sua distribuzione in campo.

L'operazione di preparazione della miscela ha avuto una durata variabile tra i 5 e i 20 minuti, a seconda della quantità di miscela da preparare. In alcuni casi, in relazione alla dimensione dei campi da trattare, durante il campionamento sono stati effettuati più riempimenti dell'irroratrice.

Durante il monitoraggio, sono stati raccolti e registrati su apposito questionario (in allegato 2), tutte le informazioni necessarie ai fini della elaborazione successiva, in particolare relative alle caratteristiche di:

- attrezzature utilizzate;
- lavoratore;
- prodotto fitosanitario distribuito;
- indumenti e Dispositivi di Protezione Individuale indossati;

- condizioni di campionamento.

Nell'elaborazione finale i risultati sono stati espressi in modo anonimo indicando le aziende con una lettera progressiva.

Gli operatori coinvolti hanno un'età compresa tra 26 e 73 anni (media 45 anni \pm DS 12 anni).

In tabella 4 sono riepilogati i dati relativi alla Formulazione commerciale manipolata e kg/giorno di principio attivo manipolato, al tipo di coltura trattata, al numero di miscele/caricamento del serbatoio eseguite, alla durata delle operazioni monitorate ed infine alla durata del turno di lavoro.

Tabella 4 – Formulazioni commerciali impiegate e attività svolte durante l'esposizione a chlorpyrifos per i 10 lavoratori monitorati

Lavoratore	Formulazione *		Principio attivo manipolato kg/giorno	Coltura	Miscelamento/ caricamento (N.operazioni)	Durata operazioni monitorate (minuti)	Turno di lavoro
1/2013	ALISE'	75WG	4,725	Pere	3	331	16:45-22:30
2/2013	DURSBAN	75WG	6,1875	Pere	2	370	7:30-20:00
3/2013	DURSBAN	75WG	6,1875	Pere	2	368	7:30-20:00
5/2013	DURSBAN	75WG	4,5	Pere	2	178	8:45-11:50
6/2013	ALISE'	75WG	6,3	Pere	2	390	9:00-11:30 13:30-16:30
7/2013	DURSBAN	75WG	7,5	Pere	2	240	8:40-12:35
8/2013	ALISE'	75WG	1,875	Pere e Mele	3	188	15:10-19:00
9/2013	DURSBAN	75WG	2,45	Pere	1	211	7:28-11:00
10/2013	DURSBAN	75WG	4	Pere	2	381	8:00-14:30
11/2013	DURSBAN	75WG	3	Pere	2	176	8:21-11:32
1/2014	DURSBAN	75WG	6,75	Pere	3	298	6:00-11:10
2/2014	ALISE'	75WG	1,5	Pero (allevamento a palmeta)	1	114	7:00-12:00
3/2014	DURSBAN	75WG	1,125	Pere	1	82	17:45-20:00
4/2014	DURSBAN	75WG	2,4	Mele	1	143	9:30-12:30
5/2014	DURSBAN	75WG	3,75 ^A /5,25 ^B	Pere	3 ^A /4 ^B	240	7:45-12:00
6/2014	DURSBAN	75WG	5,25	Pere	4	385	7:50-11:30 14:50-7:35
7/2014	DURSBAN	75WG	3,375	Pere	4,5	230	9:25-13:15
8/2014	DURSBAN	75WG	2,25	Pere	2	160	14:00-18:00
9/2014	DURSBAN	75WG	0,75	Pere (filari sormontati da rete)	1	36	7:50-8:40
10/2014	DURSBAN		1,92	Pere	2	103	18:52-20:36
11/2014	DURSBAN	75WG	1,5	Peri a spalliera	2	100	18:45-20:25

* I formulati commerciali erano confezionati in sacchetti idrosolubili da 500 g.

^A: da considerare per il monitoraggio ambientale; ^B: da considerare per il monitoraggio biologico

In tabella 5 sono riepilogati i dati relativi ai Dispositivi di Protezione Individuale in relazione all'attrezzatura di distribuzione utilizzata.

Tabella 5– Dispositivi utilizzati per il trattamento e DPI (cutanei e respiratori) indossati durante l'esposizione

Azienda/Lavoratore	Guanti tipologia	DPI cutanei/indumenti	Dispositivo di distribuzione	DPI respiratori
1/2013	Rischio chimico	Tuta in Tyvek/maglietta a maniche corte, pantaloni corti e calze	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con doppio filtro AP
2/2013	Non specificata tipologia	Tuta di cotone/jeans e T-shirt	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro A1P2
3/2013	Rischio chimico	Tuta in Tyvek/jeans e T-shirt	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro A1P2
5/2013	Vinile monouso Good Year (poco aderenti)	Visiera paraschizzi/maglietta a maniche corte, pantaloni corti e scarpe antinfortunistiche	Atomizzatore trainato	Semimaschera classe 1
6/2013	SOLVEX	Tuta in Tyvek tipo 5-6/ jeans e maglietta di cotone	Trattore con cabina pressurizzata filtro a carbone	Mascherina FFP1 monouso
7/2013	Impermeabili neri	Tuta di cotone/maglietta a maniche corte, pantaloni corti e scarpe antinfortunistiche	Atomizzatore trainato	Semimaschera con filtro marrone A2P2
8/2013	Nitrile	Tuta di cotone spesso/maglietta Fruit con jeans e stivali in gomma	Trattore non cabinato	Casco ventilato TURBO MATIC/C 8000 con tre filtri nuovi
9/2013	Vinile	Tuta di cotone completa/slip, maglietta di cotone, pantaloni corti e stivali in gomma	Atomizzatore trainato con ugelli laterali	Semimaschera con filtro A2P3
10/2013	Non utilizzati	Nessuno/pantaloni lunghi, camicia a maniche corte, maglietta intima e slip	Atomizzatore con cabina	Non utilizzati
11/2013	Rischio chimico	Tuta rischio chimico tipo 5-6/slip, maglietta, pantaloni corti	Non dichiarato	Semimaschera con filtro A2P3

Azienda/Lavoratore	Guanti tipologia	DPI cutanei/indumenti	Dispositivo di distribuzione	DPI respiratori
1/2014	Impermeabili	Tuta cotone/ T-shirt	Atomizzatore semovente	Maschera con filtri ABEK1P3
2/2014	Nitrile	Tuta CE tipo 4, 5, 6/pantaloni al ginocchio e maglietta di cotone	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro universale+polveri
3/2014	Non specificata tipologia	Tuta CE tipo 5, 6/maglietta e pantaloncini di cotone	Trattore con cabina pressurizzata con atomizzatore	Semimaschera con filtro combinato universale
4/2014	Gomma neri	Tuta Tyvek 5-6/ maglietta e pantaloncini di cotone	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro marrone
5/2014	Gomma Solvex	Tuta cotone/biancheria intima	Trattore cabinato con atomizzatore Caffini	Semimaschera con filtro marrone A1
6/2014	Impermeabili con cotone (marcati CE)	pantaloni al ginocchio e maglietta di cotone (camicia a manica lunga solo per la preparazione della miscela)	Trattore cabinato (cabina aperta) con atomizzatore	Semimaschera con filtro marrone A1
7/2014	Nitrile	jeans e camicia a manica lunga	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro combinato per polveri e vapori
8/2014	Gomma Solvex	Tuta cotone/biancheria intima	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro A1P1
9/2014	Nitrile nuovi	Tuta prima categoria non specifica per rischio chimico/maglietta e pantaloni di cotone	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro marrone A1 nuovo
10/2014	Lattice	Tuta cotone/biancheria intima	Trattore cabinato con nebulizzatore	Semimaschera con filtro A3P3
11/2014	Nitrile	Tuta cotone/maglietta e pantaloncini di cotone	Trattore cabinato con atomizzatore	Semimaschera con filtro A2P3

In tabella 6 sono riepilogati ulteriori dati relativi allo stile di vita degli operatori monitorati e alle loro abitudini sul lavoro.

Tabella 6 - altre notizie relative ai lavoratori

Operatore	Vino (ml/die)	Fumo (sig/die)	Anzianità lavorativa (anni)	Quando vengono tolti di dosso i DPI e gli indumenti da lavoro	Dopo quanto tempo vengono cambiati i DPI	Operazioni svolte il giorno precedente al campionamento	Note
1/2013	0	Non fumatore	27	Dopo la preparazione della miscela va in cabina con abiti civili	Non riportato	Nessuna	A fine trattamento ha fatto il lavaggio degli ugelli
2/2013	>500	Non fumatore	1	I DPI dopo la preparazione della miscela	Non riportato	Nessuna	--
3/2013	≤250	8	5	I DPI dopo la preparazione della miscela	Non riportato	Nessuna	--
5/2013	1500 nel fine settimana	Non fumatore	13	Maglietta a fine trattamento, la sera i pantaloni corti	Dopo ogni trattamento. I guanti a ogni cambio di mansione	Taglio erba	Periodo di esposizione: pulizia filtro atomizzatore, controllo botte, accensione del trattore con ventola in funzione e conseguente spruzzo di miscela mentre era a terra. Esegue un trattamento analogo nel pomeriggio
6/2013	≤500	Ex fumatore da più di 5 anni	30	I DPI dopo la preparazione della miscela. Nel pomeriggio verso le 18:00 gli indumenti	Guanti al consumo, maschera monouso, tuta dopo 2-3 trattamenti	Lavaggio trattore	--

Operatore	Vino (ml/die)	Fumo (sig/die)	Anzianità lavorativa (anni)	Quando vengono tolti di dosso i DPI e gli indumenti da lavoro	Dopo quanto tempo vengono cambiati i DPI	Operazioni svolte il giorno precedente al campionamento	Note
7/2013	0	Non fumatore	22	Alla fine del trattamento	I filtri della maschera ogni 3 mesi (7-8 trattamenti)	Trattamento del vigneto con chlorpyrifos	Il filtro della maschera era in uso da 5-6 trattamenti
8/2013	≤250	Non fumatore	32	La tuta al termine del trattamento	La tuta è lavata ogni volta in lavatrice dedicata. I guanti e gli stivali vengono lavati dal lavoratore che effettua anche la pulizia del casco e dei filtri. I filtri vengono sostituiti dopo una stagione di trattamenti	Nessuna	Per l'indagine ha indossato un set nuovo di filtri per il casco. Il casco ventilato viene impiegato in tutte le fasi di lavoro
9/2013	≤250	Non fumatore	36	La tuta al termine del trattamento	I guanti quando usurati, i filtri della maschera quando fa fatica a respirare e avverte l'odore dei principi attivi	Raccolta frutta	--
10/2013	≤250	Non fumatore	50	Gli indumenti la sera dopo il lavoro	Non usati	Manutenzione macchine	--
11/2013	≤250	Non fumatore	9 da 3 anni effettua trattamenti	Non riportato	La tuta dopo ogni intervento, i filtri della maschera due volte all'anno	Lavorazioni in campagna senza utilizzo di prodotti chimici	La prima miscela è stata preparata indossando la tuta da rischio chimico, la seconda senza tuta

Operatore	Vino (ml/die)	Fumo (sig/die)	Anzianità lavorativa (anni)	Quando vengono tolti di dosso i DPI e gli indumenti da lavoro	Dopo quanto tempo vengono cambiati i DPI	Operazioni svolte il giorno precedente al campionamento	Note
1/2014	≤250	15	25	Non dichiarato	Una volta all'anno anche per i filtri dell'atomizzatore (300 ore)	Nessuna	Il filtro della cabina è stato sostituito a ottobre 2013
2/2014	≤250	Non fumatore	10	A fine giornata (cambiati se sporchi o sudati)	Filtro maschera ad esaurimento, scarpe e guanti ad usura, tuta monouso dopo preparazione miscela	Raccolta susine	Il filtro della cabina è stato sostituito a marzo 2014
3/2014	≤250	20	35	Cambio tutti i giorni	Tuta ogni tre mesi; maschera facciale ogni anno	Raccolta susine	--
4/2014	0	Non fumatore	4	Dopo la preparazione della miscela maschera, guanti e tuta	Maschera, guanti e tuta dopo preparazione miscela; filtro trattore una volta all'anno; filtri maschera al bisogno	Trattamento con chlorpyrifos e captano due giorni prima	--
5/2014	Saltuarimente	3	25	Alla fine del turno di lavoro	Maschera usata solo per preparazione miscela, filtri maschera dopo 25 ore di utilizzo	Nessuna	--
6/2014	≤250	Non fumatore	28	Cambio indumenti alla fine del turno del mattino e della sera	Guanti ad usura; filtri maschera una volta all'anno	Sistemazione attrezzi agricoli	Doccia alla fine del turno del mattino e del pomeriggio

Operatore	Vino (ml/die)	Fumo (sig/die)	Anzianità lavorativa (anni)	Quando vengono tolti di dosso i DPI e gli indumenti da lavoro	Dopo quanto tempo vengono cambiati i DPI	Operazioni svolte il giorno precedente al campionamento	Note
7/2014	≤500	Non fumatore	10	Alla fine del trattamento	Filtri maschera una volta all'anno	Lavori di trinciatura	Il filtro del trattore (tipo combinato AX) era nuovo (efficienza 99,993%)
8/2014	≤500	Non fumatore	50	Alla fine del turno di lavoro	Al bisogno	Trattamento pere William con AVAUNT (Indoxacarb)	Durante la preparazione della seconda botte si è lavato la faccia bagnando il pad del viso
9/2014	≤250	10	12	Alla fine del trattamento	A fine trattamento	Raccolta frutta	--
10/2014	0	Non fumatore	32 da due anni effettua trattamenti	Non dichiarato	Maschera e guanti usati solo per la preparazione della miscela	Raccolta frutta	--
11/2014	≤250	Non fumatore	20	Alla fine del trattamento	Maschera usata solo per la preparazione della miscela; i filtri a carbone attivo del trattore cabinato sono stati sostituiti nel gennaio 2013 (dopo distribuzione di circa 25 botti)	Raccolta e cernita frutta	--

5.1. Scelta del principio attivo

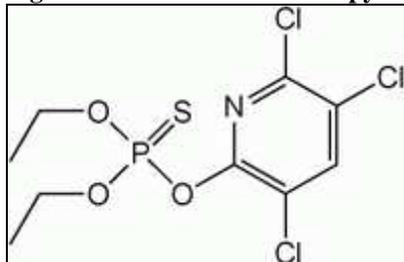
Il principio attivo individuato in questo studio per la determinazione dell'esposizione dei lavoratori è il chlorpyrifos [O,O-diethyl O-3,5,6-trichloropyridin-2-yl phosphorothioate], un insetticida ad ampio spettro di azione della classe degli organofosfati.

Mentre originariamente era utilizzato principalmente per uccidere le zanzare, non è più registrato per questo uso; è impiegato sulle colture di grano, cotone, alberi da frutto, noci e vegetali, oltre che su prati e piante ornamentali.

È registrato anche per l'uso diretto sugli animali (pecore, tacchini, cavalli) e per il trattamento disinfestante di canili, abitazioni domestiche, fabbricati agricoli, silos di stoccaggio e stabilimenti commerciali.

Caratteristiche agronomiche: il chlorpyrifos agisce su parassiti principalmente come un veleno di contatto. È disponibile sotto forma di granuli, polvere bagnabile, polvere nebulizzabile e concentrato emulsionabile. La sua struttura chimica è rappresentata nella figura 12.

Figura 12 -Struttura del chlorpyrifos



Per la scelta del principio attivo si è tenuto conto delle seguenti variabili:

- quali principi attivi sono ammessi dai disciplinari di produzione integrata del pero
- la pericolosità intrinseca del chlorpyrifos
- la disponibilità di metodiche di campionamento e analisi
- la presenza di un limite di esposizione professionale, con il quale è possibile confrontare i valori ottenuti dalle misurazioni dell'esposizione inalatoria. Per il chlorpyrifos ACGIH ha definito un TLV-TWA di 0,1 mg/m³ per la frazione inalabile e i vapori, dove il TLV-TWA rappresenta la concentrazione media ponderata nel tempo per una giornata lavorativa di 8 ore e per 40 ore settimanali, alle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa essere esposta, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.

5.2. Caratteristiche del principio attivo

Il chlorpyrifos è moderatamente tossico per gli esseri umani. Un avvelenamento da clorpirifos può influenzare il sistema nervoso centrale, il sistema cardiovascolare e il sistema respiratorio. È irritante per la pelle e per gli occhi; mentre alcuni organofosfati sono facilmente assorbiti attraverso la pelle, gli studi sull'uomo suggeriscono che l'assorbimento cutaneo di chlorpyrifos è limitato. I sintomi di esposizione acuta come per gli altri organofosfati (inibitori dell'attività colinesterasica) possono comprendere: intorpidimento, formicolio, mancanza di coordinazione, mal di testa, vertigini, tremori,

nausea, crampi addominali, sudorazione, visione offuscata, difficoltà di respirazione o depressione respiratoria e rallentamento del battito cardiaco. Dosi molto elevate possono provocare perdita di coscienza, incontinenza e convulsioni o morte. Le persone con malattie respiratorie, recente esposizione agli inibitori della colinesterasi, insufficienza dell'attività colinesterasica o malfunzionamento del fegato sono ad aumentato rischio in seguito ad esposizione a chlorpyrifos. Alcuni organofosfati possono causare sintomi ritardati che iniziano 1-4 settimane dopo un'esposizione acuta che può o non può aver prodotto sintomi immediati. In tali casi, intorpidimento, formicolio, debolezza e crampi possono interessare agli arti inferiori con progressiva incoordinazione e paralisi.

La DL50 orale è 95-270 mg/kg di peso corporeo (pc) nel ratto, 60 mg/kg pc nel topo, 1000 mg/kg pc nei conigli, 32 mg/kg pc nei polli, 500-504 mg/kg pc nelle cavie e 800 mg/kg pc nelle pecore.

La DL50 per via dermica è superiore a 2000 mg/kg pc nel ratto, e 1000-2000 mg/kg pc nel coniglio. La LC50 per inalazione risulta superiore a 0,2 mg/L per un'esposizione di 4 ore nel ratto.

Le evidenze disponibili suggeriscono che il chlorpyrifos non altera la riproduzione, non è teratogeno, mutageno o cancerogeno. Il chlorpyrifos è facilmente assorbito attraverso il tratto gastrointestinale se ingerito, attraverso i polmoni se inalato, o attraverso la pelle se c'è esposizione cutanea. Nell'uomo l'eliminazione è rapida: dopo una singola dose orale, l'emivita nel sangue risulta essere circa un giorno. È eliminato principalmente attraverso i reni: dopo assunzione orale nel ratto, il 90% viene rimosso nelle urine e il 10% viene escreto con le feci. Il principale metabolita riscontrato nelle urine di ratto dopo una singola dose orale è il 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP). Il metabolita non inibisce le colinesterasi e non è mutageno. Il chlorpyrifos non ha un significativo potenziale di bioaccumulo se non nel tessuto grasso (9).

Un *acceptable daily intake* (ADI) di 0,01 mg/kg pc/giorno e un *Acceptable Operator Exposure Level* (AOEL) di 0,01 mg/kg pc/giorno sono stati definiti. Un valore limite di esposizione occupazionale, *TLV-TWA* di 0,1 mg/m³ è stato definito da ACGIH per la frazione inalabile e i vapori.

L'Unione Europea riporta un assorbimento cutaneo della sostanza attiva dell'1%. La letteratura scientifica riporta un assorbimento cutaneo su volontari umani o su lavoratori dell'1%, del 3% e del 10% (13).

La letteratura scientifica riporta alcuni lavori riguardanti la valutazione dell'esposizione inalatoria e cutanea a chlorpyrifos. In un recente studio, si evidenzia l'importanza della via di esposizione cutanea e viene fornito un interessante confronto tra le misure di dosimetria individuale e il monitoraggio biologico nella valutazione dell'esposizione lavorativa a pesticidi. Nessuno dei lavori pubblicati riguarda però la preparazione della miscela e la distribuzione sulla coltura del pero.

I formulati commerciali, contenenti chlorpyrifos utilizzati durante le misurazioni sono elencati in tabella 7.

Tabella 7- formulati commerciali contenenti chlorpyrifos

FORMULATO COMMERCIALE	FORMULAZIONE	% chlorpyrifos
DURSBAN 75WG	Microgranuli idrodispersibili in acqua	75 %
DURSBAN	Liquido	44,5 %
ALISE' 75WG	Microgranuli idrodispersibili in acqua	75 %

5.3. *Approccio metodologico*

Lo scopo principale della presente indagine è stato quello di valutare l'esposizione ed il rischio occupazionale durante la preparazione della miscela e la distribuzione di chlorpyrifos sulla coltura del pero. Scopi specifici dello studio sono:

- valutare i livelli di esposizione conseguenti all'impiego di differenti dispositivi di protezione inalatoria e cutanea;
- valutare le dosi inalatorie e cutanee e il loro contributo alle dosi totali stimate;
- determinare l'efficacia degli indumenti protettivi per ridurre l'esposizione occupazionale.

Nel corso dello studio è stato determinato il principio attivo contenuto nella frazione inalabile e successivamente si è proceduto al calcolo della dose inalatoria, la quale risulta insufficiente a descrivere l'esposizione totale del lavoratore; pertanto si è proceduto alla misura della dose cutanea.

L'esposizione inalatoria è stata valutata tramite campionamenti personali di aria, eseguiti con filtri in fibra di vetro priva di leganti. L'esposizione dermica è stata valutata utilizzando pads cutanei e lavaggio delle mani. Tecniche GC/MS sono state impiegate per l'analisi di chlorpyrifos nelle varie matrici.

La dose cutanea e quella inalatoria vengono utilizzate per stimare la quantità di principio attivo che è entrato a contatto con l'organismo del lavoratore. La quantità realmente assorbita dallo stesso dipenderà dalla quantità di principio attivo che è in grado di attraversare la pelle o di essere assorbita per via polmonare e/o gastrica.

Per la determinazione dell'esposizione cutanea, per cui attualmente non sono disponibili metodi standardizzati e non sono stati adottati valori limite di esposizione, ci si è basati su una metodologia di campionamento di tipo passivo, mediante il posizionamento di "pads" (tamponi di materiale assorbente) idoneamente posizionati a stretto contatto della pelle, in corrispondenza delle parti del corpo che rappresentano le principali zone di esposizione.

È opportuno evidenziare che la valutazione dell'esposizione cutanea presenta diverse difficoltà per i seguenti motivi:

1. la contaminazione non è in genere omogenea;
2. l'entità della contaminazione può variare significativamente durante il turno lavorativo o essere conseguente a eventi puntuali di tipo accidentale;
3. l'assorbimento può verificarsi mediante passaggio di inquinanti attraverso gli indumenti;
4. per la valutazione della contaminazione cutanea non esistono tecniche validate da organismi.

La dose cutanea comprende anche il contributo delle mani, stimata dalla quantità di principio attivo misurata nel liquido utilizzato per il lavaggio delle mani del lavoratore, raccolto dopo aver tolto i guanti al termine della manipolazione di prodotti fitosanitari.

Un limite non superabile di tutte le tecniche di rimozione e quindi anche del lavaggio, deriva dalla possibilità che gli inquinanti aderiscano alla cute e vengano assorbiti prima del trattamento di rimozione, portando ad una sottostima della contaminazione.

Dalla somma della dose cutanea e di quella inalatoria si può risalire alla dose totale.

Dose Totale = Dose Inalatoria + Dose Cutanea (corpo e mani)

Considerato che il principale metabolita del chlorpyrifos è il 3,5,6-tricloro-2-piridinolo, che viene escreto principalmente per via urinaria, è possibile stimare la dose assorbita anche tramite il monitoraggio biologico (urina) e confrontarla con le dosi assorbite stimate dai dati di monitoraggio ambientale (esposizione inalatoria e cutanea). LE metodiche di analisi dei campioni sono riportate in Allegato 1.

5.3.1. Determinazione del principio attivo nella frazione inalabile

Principali norme di riferimento:

UNI EN 481/94 – Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse.

UNI EN 689/97 – Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con valori limite e strategie di misurazione

Durante le attività di preparazione della miscela e di distribuzione in campo, i lavoratori sono stati sottoposti a campionamento personale dell'aria nella zona respiratoria.

Per determinare l'esposizione a frazione inalabile in modo attivo, è stato prelevato con l'uso di una pompa un volume noto di aria che, attraverso un filtro, deposita sullo stesso la frazione inalabile contenente il principio attivo ricercato.

Nello specifico, il campionamento personale di aria è stato eseguito per ogni lavoratore (ad eccezione dei lavoratori 6/2013 e 8/2013) mediante la seguente strumentazione:

- selettore di frazione inalabile IOM contenente filtri Sartorius in fibra di vetro senza leganti di diametro 25 mm;
- pompe (modelli Cronos e Mega System) impostate ad un flusso di 2,0 l/minuto, come stabilito dal costruttore per il rispetto della curva per la frazione inalabile (UNI EN 481/94).

Il campionamento si è protratto per le operazioni di miscelamento, carico e distribuzione in coltura.

La strumentazione di prelievo è stata sottoposta a calibrazione con calibratore primario DryCal, sia prima del campionamento che al termine dello stesso, per verificare il mantenimento da parte delle pompe del flusso impostato.

La taratura del campionatore, che ha preso a riferimento il valore, è stata impostata su tutta la strumentazione utilizzata, rilevando un range di variabilità attestato entro $\pm 2\%$.

La linea di prelievo è stata fatta indossare al lavoratore avendo cura di posizionare la testa di prelievo, per quanto possibile, in prossimità delle vie aeree superiori.

Figura 13 – Campionamento frazione inalabile con campionatore personale e selettore IOM



I filtri sono conservati in frigorifero in capsula Petri schermata con pellicola di alluminio.

La quantità di principio attivo misurata nella frazione inalabile viene divisa per il volume di aria prelevata, così da ottenere la relativa concentrazione misurata ($C_{\text{esp, mis}}$) da cui si ricava l'esposizione personale giornaliera ($C_{\text{esp, g}}$) riferita alle 8 ore con la seguente formula:

$$C_{\text{esp, g}} = C_{\text{esp, mis}} * T_e / T_0$$

Dove

$C_{\text{esp, g}}$ = esposizione personale giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$C_{\text{esp, mis}}$ = concentrazione misurata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

T_e = tempo di esposizione del lavoratore

T_0 = tempo di riferimento di 8 ore

Il tempo di esposizione T_e è stato assunto, in via cautelativa, pari ad 8 ore in tutti i casi. I valori ottenuti sono stati confrontati con i valori limite di riferimento TLV-TWA dell'ACGIH.

5.3.1.1. Stima dose inalatoria

Le concentrazioni del principio attivo rilevate a livello respiratorio (EP) sono state utilizzate per ricavare la dose respiratoria reale (DR) utilizzando una ventilazione polmonare (VP) di 20 l/min per i maschi.

L'equazione usata per il calcolo è la seguente:

$$DR (\mu\text{g}) = EP (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times T (\text{min}) \times VP (\text{m}^3/\text{min})$$

Dove:

DR = dose respiratoria reale (μg)

EP = concentrazione misurata del principio attivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

VP = ventilazione polmonare pari a 20 l/min per i maschi

T = tempo di esposizione (min)

Il calcolo della dose respiratoria reale non tiene conto dell'uso dei dispositivi di protezione respiratoria, in quanto raramente i lavoratori impiegavano la maschera durante le operazioni di trattamento (nella maggior parte dei casi l'uso era limitato al periodo di preparazione della miscela – vedi tabella 5). La dose inalatoria è quindi generalmente sovrastimata.

Per il calcolo delle dosi assorbite è stata assunta una ritenzione polmonare del 100% per il particolato.

5.3.2. Stima dose cutanea del corpo e delle mani

Principali norme di riferimento:

- *CEN/TR 15278:2006 (Workplace exposure – strategy for the evaluation of dermal exposure)*
- *CEN/TS 15279:2006 (Workplace exposure - Measurement of dermal exposure Principles and methods): fornisce le definizioni, propone requisiti e metodi di indagine, descrive per ogni metodo i principi di misura, i vantaggi, i limiti e i campi di applicazione*
- *Dermal exposure Assessment of Chemicals – an Essential Part of Total Exposure Assessment at workplaces. Department of Environmental Sciences University of Kuopio. Finland 2003.*
- *NIOSH CDC 2002 Exposure Assessment Methods. Research needs and priorities*
- *EPA/600/8-91/011B Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications (1992)*

La dose cutanea reale complessiva è data dalla somma tra la contaminazione delle varie regioni anatomiche del corpo (vedi paragrafo 5.3.2.1) e la contaminazione delle mani (rappresentata dal quantitativo di chlorpyrifos nei liquidi di lavaggio delle mani sotto i guanti, vedi paragrafo 5.3.2.2).

5.3.2.1. Contaminazione del corpo (uso dei pads)

La contaminazione a livello cutaneo delle varie regioni anatomiche del corpo è stata valutata tramite pads.

I pads sono supporti in cellulosa di forma quadrata, adagiati ad un leggero foglio di plastica di dimensioni in cm:

- 7 x 7 (49 cm²) per quelli posizionati sul corpo;
- 4 x 4 (16 cm²) per il viso.

Figura 14 - Inserire foto pads



Per ogni operatore sono stati utilizzati 8 pads, dei quali 7 posti a contatto con la pelle e uno esternamente alla tuta nelle posizioni indicate nella tabella 7, dove è anche riportata l'area cutanea rappresentata dai singoli pads sia in termini anatomici sia come percentuale rispetto alla superficie cutanea complessiva.

Per la collocazione dei pads sulla cute e sugli indumenti si è utilizzato nastro adesivo anallergico posizionato sui bordi del supporto stesso.

Nelle corrispondenti posizioni sopra e sotto la tuta (torace anteriore), i pads sono stati posizionati in condizioni di non occlusione. La collocazione di un pad sopra alla tuta aveva lo scopo di valutare l'efficacia dell'indumento protettivo nella riduzione dell'esposizione.

Al termine del lavoro i pads sono conservati in frigorifero in capsula Petri schermata con pellicola di alluminio.

Tabella 8 - Localizzazione dei pads sulle varie parti del corpo

Localizzazione	Area cutanea rappresentata	% Superficie corporea rappresentata
Volto	Testa e collo	6,9
Torace anteriore internamente ed esternamente alla tuta	Spalle e torace anteriore	11,4
Torace posteriore	Spalle e torace posteriore	11,4
Braccio sinistro	Braccia	9,7
Avambraccio destro	Avambracci	6,7
Coscia anteriore sinistra	Cosce e anche anteriori e posteriori	26,7
Polpaccio sinistro	Polpacci, caviglie e piedi	20,3

Figura 15 - Localizzazione dei pads a contatto con la cute

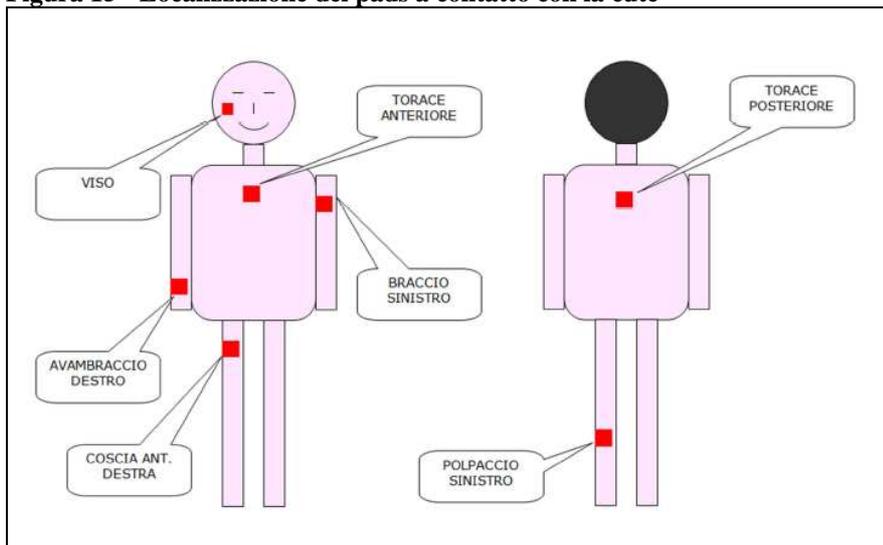
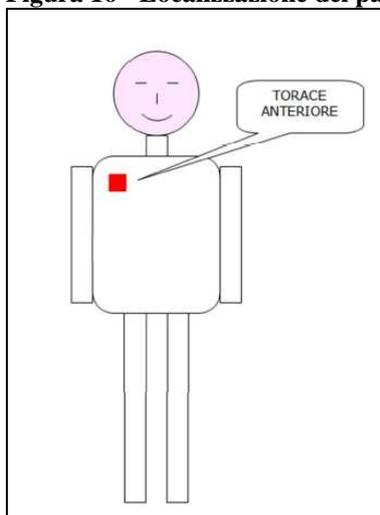


Figura 16 - Localizzazione del pad esterno



La contaminazione di ogni regione anatomica è ottenuta moltiplicando la concentrazione rilevata sui singoli pads ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) per le superfici delle zone di cute rappresentate, le cui percentuali, rispetto alla superficie corporea totale, sono riportate in tabella 7.

Per la valutazione dell'esposizione cutanea viene calcolata una stima della DOSE CUTANEA utilizzando la seguente formula (Du Bois D. 1916):

$$S_t = 71,84 * p^{0,425} * h^{0,725}$$

Dove:

S_t = Superficie totale della cute del lavoratore (cm^2)

p = peso del lavoratore (kg)

h = altezza del lavoratore (cm)

Per il calcolo delle dosi assorbite è stato assunto un assorbimento cutaneo del 3% (12).

5.3.2.2. Contaminazione delle mani (lavaggio mani)

La contaminazione delle mani è stata valutata tramite lavaggio.

La tecnica consiste nel lavare le mani con 150 ml di alcool etilico a 95 gradi.

Il liquido di lavaggio è stato lentamente versato sulle mani dell'operatore, il quale era invitato a frizionare bene la cute, e poi raccolto in una vaschetta di alluminio usa e getta. La procedura di lavaggio è stata eseguita ogni volta che l'operatore si sarebbe spontaneamente lavato le mani.

Il liquido di lavaggio raccolto è stato analizzato per determinare la quantità di principio attivo presente sulla cute delle mani.

Come solvente si è utilizzato alcool etilico in quanto presenta:

- una tossicità molto bassa (se posto a contatto con la cute);
- una discreta capacità solvente rispetto a moltissime sostanze e dotato di capacità di asportare, per azione meccanica, anche piccole quantità di inquinanti non solubilizzate;
- il vantaggio di essere facilmente concentrabile per evaporazione ai fini analitici.

Per evitare reazioni di degradazione, tutti i campioni di liquido di lavaggio delle mani sono stati protetti dalla luce con film di alluminio e conservati in congelatore a -18°C fino al momento dell'analisi.

Figura 17 Inserire foto lavaggio mani



5.3.3. Stima dell'indicatore biologico (dosaggio urinario del metabolita)

Per la stima dell'indicatore biologico di esposizione (3,5,6-tricloro-2-piridinolo) è stata raccolta l'urina dei lavoratori con le seguenti modalità:

- un campione estemporaneo di urina è stato raccolto da ogni operatore prima dell'inizio del turno di lavoro monitorato (urina basale)
- successivamente è stata raccolta l'urina delle 24 ore del giorno di monitoraggio.

I campioni sono stati anche utilizzati per determinare la creatinina urinaria e, limitatamente ai campioni delle 24 ore, per la misura della diuresi. I risultati sono stati espressi in µg/l, in µg/g creat e in µg totali escreti nelle 24 ore (o in nmoli escrete nelle 24

ore). In quest'ultimo caso il dato di escrezione del metabolita è espresso anche come principio attivo, in modo da fare una stima di dose assorbita dai dati di monitoraggio biologico, da confrontare con le dosi assorbite stimate dai dati di monitoraggio ambientale (esposizione inalatoria e cutanea) come illustrato nel capitolo successivo.

I campioni di urina raccolti sono stati protetti dalla luce con film di alluminio e conservati in congelatore a -18°C fino al momento dell'analisi.

5.3.4. Valutazione dei dati

Per quanto riguarda la sola esposizione inalatoria, i criteri per confrontare i dati ottenuti dalle misurazioni con i valori limite di riferimento sono contenuti nella norma UNI EN 689:1997-*Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini di confronto con i valori limite e strategia di misurazione* (norma tecnica di riferimento del D.Lgs. 81/08 – allegato XLI).

Come valore limite di riferimento si assume il TLV-TWA definito dall'ACGIH pari a 0,1 mg/m³.

Per quanto riguarda invece l'esposizione complessiva (inalatoria e cutanea - corpo e mani) è stato preso come riferimento il valore di AOEL (*Livello Accettabile di Esposizione per il Lavoratore*). Sono stati assunti un assorbimento cutaneo pari al 3% ed un assorbimento polmonare pari al 100% di quelli misurati, dopodiché è stata sommata la dose inalatoria a quella cutanea (compreso il contributo delle mani) per il confronto con AOEL.

5.3.5. Stima del contributo offerto dai DPI e/o dal vestiario

Le quantità di principio attivo misurate sul pad posizionato all'esterno degli indumenti consentono di valutare il contributo offerto dai DPI e/o quello dovuto alla contaminazione del vestiario sulla dose cutanea.

Il rapporto percentuale tra le quantità misurate sui pads interni e quello esterno fornisce una misura dell'efficacia protettiva da parte del DPI o viceversa, della contaminazione della cute o del vestiario.

6. Risultati

Per ognuna delle aziende coinvolte nello studio è stata valutata l'esposizione di uno o più operatori al principio attivo chlorpyrifos.

In particolare per ogni lavoratore è stato calcolato:

- il valore di esposizione inalatoria espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- la dose inalatoria e la dose cutanea (corpo e mani) espresse in μg ,
- il dosaggio di 3,5,6-tricloro-2-piridinolo nelle urine (raccolte nelle 24 ore del giorno di monitoraggio), espresso in $\mu\text{g}/\text{l}$ e in $\mu\text{g}/\text{g}$ di creatinina.

6.1. Determinazione di chlorpyrifos contenuto nella frazione inalabile

Nella tabella 9 vengono riportate le concentrazioni di principio attivo (esprese in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) contenute nella frazione inalabile in relazione alla quantità di prodotto fitosanitario utilizzato e alla presenza di trattore con cabina.

Tabella 9 – Chlorpyrifos e Chlorpyrifos-metile: esposizione inalatoria personale

AZIENDA	CHLORPYRIFOS ETILE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CHLORPYRIFOS METILE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kg PRINCIPIO ATTIVO DISTRIBUITO	PRODOTTO	CABINATO (SI/NO)
1/2013	0,383	--	4,725	ALISE' 75WG	SI
2/2013	0,469	--	6,1875	DURSBAN 75WG	SI
3/2013	0,311	0,063	6,1875	DURSBAN 75WG	SI
5/2013	0,090	--	4,5	DURSBAN 75WG	SI
6/2013	--	--	6,3	ALISE' 75WG	SI
7/2013	<LoD	--	7,5	DURSBAN 75WG	SI
8/2013	--	--	1,875	ALISE' 75WG	NO
9/2013	<LoD	--	2,45	DURSBAN 75WG	SI
10/2013	0,070	--	4	DURSBAN 75WG	SI
11/2013	0,202	--	3	DURSBAN 75WG	SI
1/2014	0,027	--	6,75	DURSBAN 75WG	SI
2/2014	0,022	--	1,5	ALISE' 75WG	SI
3/2014	0,030	--	1,125	DURSBAN 75WG	SI
4/2014	0,112	--	2,4	DURSBAN 75WG	SI
5/2014	0,158	--	3,75 ^A /5,25 ^B	DURSBAN 75WG	SI
6/2014	0,012	--	5,25	DURSBAN 75WG	SI
7/2014	0,141	--	3,375	DURSBAN 75WG	SI
8/2014	0,253	--	2,25	DURSBAN 75WG	SI
9/2014	0,014	--	0,75	DURSBAN 75WG	SI
10/2014	0,019	--	1,92	DURSBAN	SI
11/2014	1,78	--	1,5	DURSBAN 75WG	SI

In tabella 10 è riportata l'elaborazione statistica dei dati di Chlorpyrifos, espressi sia come concentrazione aerodispersa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) che come valore rapportato ai kg di principio attivo utilizzato.

Tabella 10 - Chlorpyrifos e Chlorpyrifos-methyl: esposizione inalatoria personale

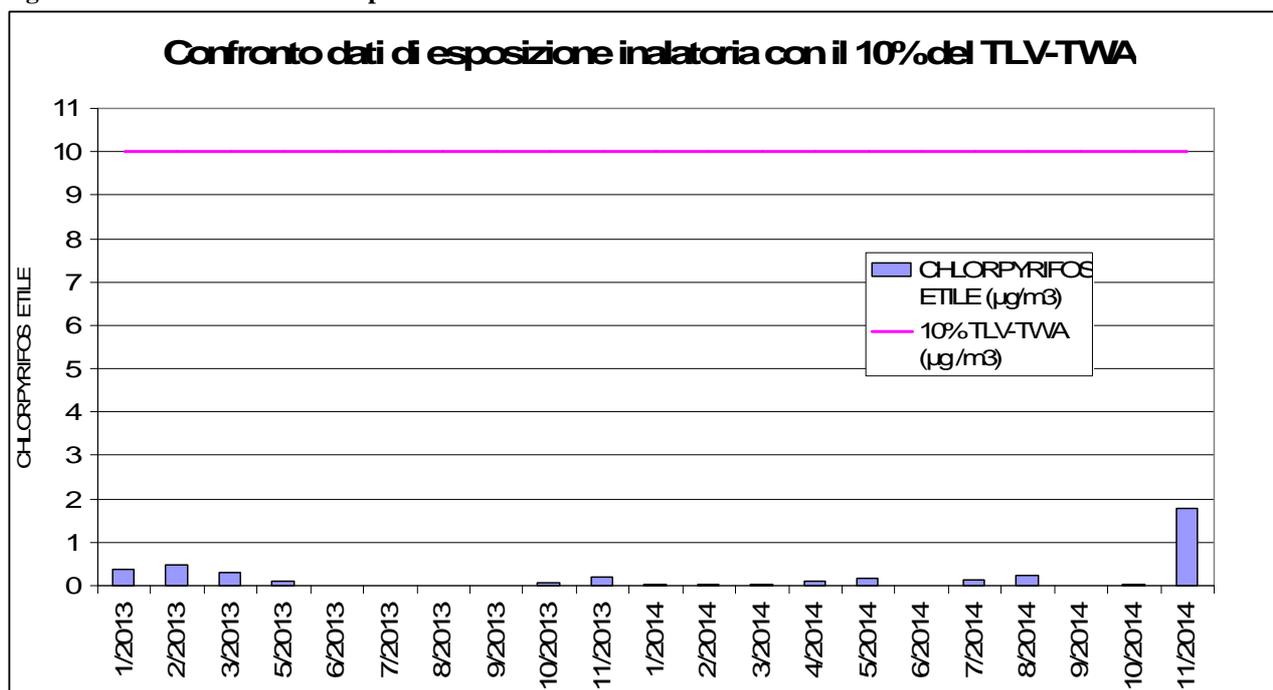
	Chlorpyrifos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Chlorpyrifos ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{kg}$ pa distribuito)	Chlorpyrifos-methyl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Numero dati	19	19	19
Numero dati < LoQ	2	2	18
Media \pm DS	0,241 \pm 0,420	106 \pm 280	-
Mediana	0,112	41,9	-
Media geometrica	0,095	32,5	-
Minimo-massimo	0,012-1,78	2,23-1187	0,063 *

* il dato quantificabile era relativo all'operatore 3/2013

Appare evidente che la concentrazione in zona respiratoria risulta essere molto bassa. Questa osservazione è spiegabile con il fatto che in tutti i casi i formulati commerciali erano granuli idrodispersibili confezionati in sacchetti idrosolubili per cui l'esposizione durante le operazioni di preparazione della miscela risulta limitata. Si può presumere inoltre che il trattore cabinato impiegato nella maggior parte dei casi sia risultato efficace nella protezione dell'operatore.

6.2. Valutazione dei dati di esposizione inalatoria secondo quanto previsto dall'appendice C della norma UNI EN 689:1997

Figura 18 – Confronto dati di esposizione inalatoria con il 10% del TLV-TWA



Il valore limite di esposizione occupazionale (TLV-TWA) definito dall'ACGIH per il Chlorpyrifos in frazione inalabile e vapori è pari a 0,1 mg/m³.

L'appendice C della norma UNI EN 689:1997 prevede il confronto di ogni singola misura con il 10% del valore limite di riferimento: per i dati inferiori a tale valore, la norma considera tale esposizione "inferiore al valore limite di riferimento".

Come evidenziato dal grafico di figura 18, i valori di esposizione inalatoria di tutti i lavoratori monitorati risulta inferiore al 10% del TLV-TWA (linea verde) e, conseguentemente, risulta rispettato il valore limite di riferimento.

6.3. Determinazione di chlorpyrifos rilevato nell'esposizione cutanea

Nella tabella 11 vengono riportati i risultati ottenuti sui pads sotto e sopra la tuta, espressi per unità di superficie (ng/cm²).

Tabella 11– Chlorpyrifos e Chlorpyrifos-metile: esposizione cutanea valutata tramite pads, espressa in (ng/cm²)

Azienda	Viso	Torace anteriore	Torace posteriore	Avambraccio	Braccio	Polpaccio	Coscia anteriore	Torace esterno
1/2013	1,06	-	0,388	1,35	-	0,98	2,65	2,88
2/2013	2,44	0,224	-	26,7	3,71	0,347	0,306	10,3
3/2013	0,875	0,245	-	8,94	0,714	-	0,347	2,69
5/2013	1,38	0,388	-	291	133	57,2	1,22	13,0
6/2013	5,75	0,367	0,959	12,1	1,35	1,12	0,388	513
7/2013	-	0,449	0,367	0,649	0,286	0,796	0,755	4243
8/2013	0,625	0,469	0,327	1,49	0,531	0,306	0,449	336 352*
9/2013	-	0,408	0,347	0,265	0,265	0,286	0,204	0,327
10/2013	1,94	0,551	0,429	49,7	3,53	0,673	0,857	6,06
11/2013	1,06	0,898	0,898	1,90	1,41	2,16	1,18	2,45
1/2014	4,44	-	-	-	-	-	0,327	0,612
2/2014	0,312	-	-	-	-	0,837	-	0,061
3/2014	0,500	0,571	-	-	-	1,57	0,143	0,102
4/2014	0,750	0,082	0,143	0,102	1,24	0,122	1,14	4,61
5/2014	35,6	3,63	3,94	1,84	1,86	2,78	1,96	7,18
6/2014	2,19	0,714	0,388	1,61	4,24	0,837	0,796	2,90
7/2014	2,50	0,204	0,224	3,59	1,59	0,143	0,163	3,06
8/2014	3,63	0,388	0,327	3,27	0,653	0,510	0,327	4,20
9/2014	0,250	0,102	0,122	0,367	0,061	-	0,367	-
10/2014	1,00	0,102	-	0,082	0,061	-	0,122	0,694
11/2014	2,00	0,184	0,061	0,061	0,061	0,122	0,143	0,959

*Nel caso dell'operatore 8/2013, sono stati apposti due pads esternamente alla tuta sul torace anteriore con lo scopo di valutare se la contaminazione fosse omogenea in questa regione di cute; i risultati ottenuti sui due pads (336 ng/cm² e 352 ng/cm²) risultano molto simili dimostrando una buona omogeneità e riproducibilità della misura.

In tabella 12 è riportata l'elaborazione statistica dei dati di esposizione cutanea a Chlorpyrifos.

Tabella 12 – Chlorpyrifos e Chlorpyrifos-methyl: esposizione cutanea valutata tramite pads

	Chlorpyrifos (ng/cm ²)	Chlorpyrifos (ng/cm ² /kg pa distribuito)	Chlorpyrifos-methyl (ng/cm ²)
Pad sul volto (21 dati)			
Numero dati < LoQ	2	2	19
Media±DS	3,25±7,55	0,915±2,00	-
Mediana	1,063	0,394	-
Media geometrica	0,690	0,224	-
Minimo-massimo	0,000-35,6	0,000-9,48	0,001-0,002

	Chlorpyrifos (ng/cm ²)	Chlorpyrifos (ng/cm ² /kg pa distribuito)	Chlorpyrifos-methyl (ng/cm ²)
Pad sul torace anteriore a pelle (21 dati)			
Numero dati < LoQ	3	3	13
Media±DS	0,475±0,763	0,158±0,221	0,065±0,161
Mediana	0,367	0,086	0,000
Media geometrica	0,088	0,028	0,001
Minimo-massimo	0,000-3,63	0,000-0,969	0,000-0,714 (*)
Pad sul torace posteriore a pelle (21 dati)			
Numero dati < LoQ	7	7	15
Media±DS	0,425±0,851	0,124±0,227	0,026±0,067
Mediana	0,224	0,067	0,000
Media geometrica	0,015	0,005	0,000
Minimo-massimo	0,000-3,94	0,000-1,05	0,000-0,286 (**)
Pad avambraccio a pelle (21 dati)			
Numero dati < LoQ	3	3	12
Media±DS	19,3±63,3	4,31±14,1	0,029±0,056
Mediana	1,490	0,490	0,000
Media geometrica	0,339	0,110	0,001
Minimo-massimo	0,000-291	0,000-64,6	0,000-0,204 (***)
Pad braccio a pelle (10 dati)			
Numero dati < LoQ	4	4	15
Media±DS	7,34±28,7	1,66±6,38	0,465±1,82
Mediana	0,653	0,214	0,000
Media geometrica	0,116	0,038	0,000
Minimo-massimo	0,000-133	0,000-29,5	0,000-8,35 (****)
Pad polpaccio a pelle (21 dati)			
Numero dati < LoQ	4	4	16
Media±DS	3,37±12,4	0,842±2,74	0,041±0,107
Mediana	0,510	0,159	0,000
Media geometrica	0,099	0,032	0,000
Minimo-massimo	0,000-57,2	0,000-12,7	0,000-0,469 (****)
Pad coscia anteriore a pelle (10 dati)			
Numero dati < LoQ	1	1	14
Media±DS	0,660±0,668	0,200±0,181	0,081±0,258
Mediana	0,367	0,127	0,000
Media geometrica	0,281	0,091	0,000
Minimo-massimo	0,000-2,65	0,000-0,561	0,000-1,18 (*)

	Chlorpyrifos (ng/cm ²)	Chlorpyrifos (ng/cm ² /kg pa distribuito)	Chlorpyrifos-methyl (ng/cm ²)
Pad sul torace anteriore sopra alla tuta (21 dati)			
Numero dati < LoQ	2	2	13
Media±DS	245±925	40,1±127	0,022±0,040
Mediana	2,898	0,816	0,000
Media geometrica	1,601	0,519	0,001
Minimo-massimo	0,000-4243	0,000-566	0,000-0,163 (*****)

* Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 3/2014

** Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 1/2013

*** Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 9/2014

**** Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 8/2013

***** Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 2/2014

***** Il valore massimo dell'intervallo è relativo all'operatore 7/2013

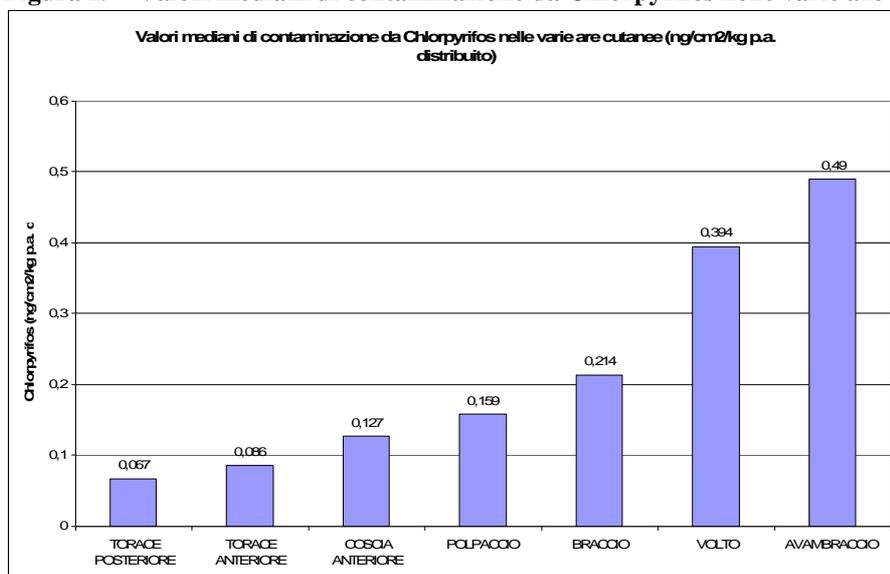
L'analisi delle tabelle 11 e 12 evidenziano una contaminazione generalmente bassa sotto la tuta.

È però da segnalare che i casi nei quali si osserva una contaminazione da Chlorpyrifos-methyl sui pads posti a contatto con la pelle, non sono generalmente supportati da una corrispondente contaminazione sul torace anteriore sopra ai DPI e sul viso, che rappresenta una zona di cute sicuramente non coperta da indumenti. Quanto appena affermato dimostra che la contaminazione da questo principio attivo non è generalmente associata con l'esposizione monitorata ma probabilmente con una contaminazione derivante da un imbrattamento degli indumenti utilizzati anche per precedenti trattamenti e non adeguatamente decontaminati.

Come atteso la zona di cute maggiormente contaminata è rappresentata dall'avambraccio, seguita dal volto, quindi braccio, polpaccio, coscia, torace anteriore e torace posteriore.

La scala di contaminazione è ben evidenziata nella figura 19, dove sono riportate le mediane di contaminazione delle varie aree cutanee espresse in ng/cm²/kg p.a. distribuito.

Figura 19 - Valori mediani di contaminazione da Chlorpyrifos nelle varie are cutanee (ng/cm²/kg p.a. distribuito)



Un'analisi sommaria dei dati di tabella 11 a livello del torace anteriore, sotto e sopra gli indumenti, ci permette di evidenziare una buona efficacia protettiva degli indumenti o DPI utilizzati. Per valutare meglio questo aspetto abbiamo calcolato la percentuale di permeazione della tuta a livello del torace anteriore per i singoli operatori e la figura 20 mostra i risultati suddivisi sulla base dei DPI impiegati.

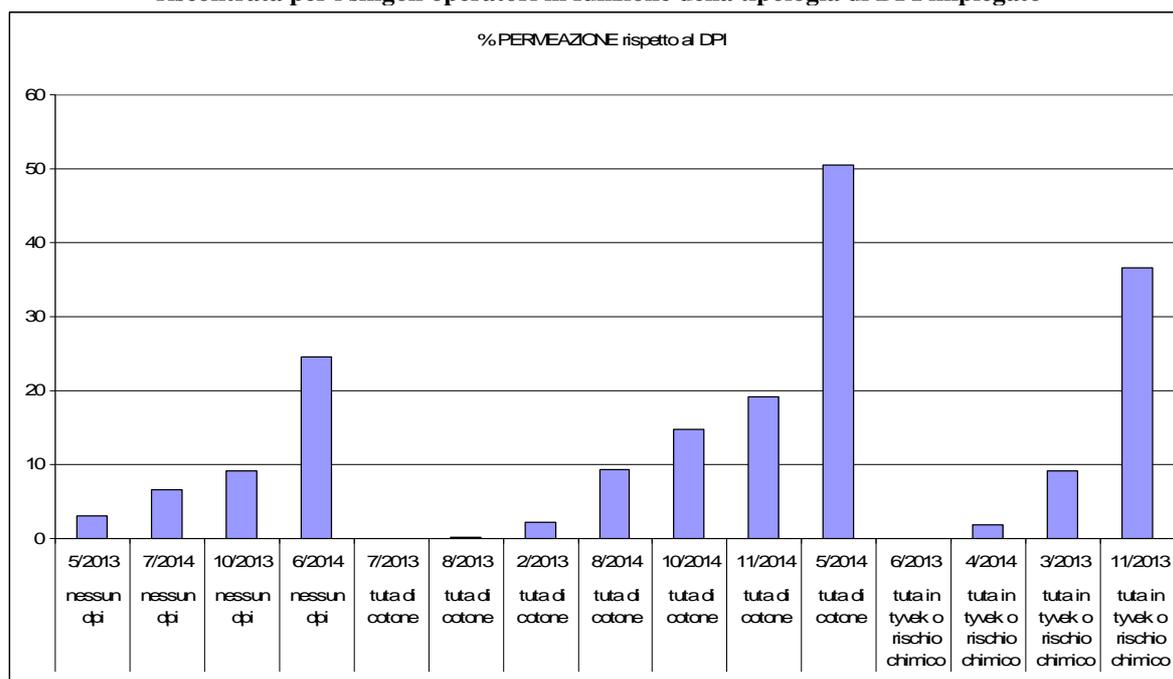
Nella figura 20 non sono riportati:

- i dati relativi agli operatori 1/2013, 1/2014 e 2/2014, per i quali la contaminazione a livello del torace anteriore risultava non quantificabile
- i dati relativi agli operatori 9/2013 e 3/2014, per i quali la contaminazione sul pad esterno (sopra la tuta) era inferiore rispetto al pad interno (sotto la tuta)
- i dati relativi all'operatore 9/2014, per il quale la contaminazione a livello del torace esterno (sopra la tuta) risultava non quantificabile.

Bassissime percentuali di permeazione si osservano per gli operatori 6/2013, 7/2013 e 8/2013 che hanno utilizzato la tuta in Tyvek solo per la preparazione della miscela (operatore 6/2013) oppure la tuta in cotone per tutto il periodo di esposizione (operatori 7/2013 e 8/2013). Livelli di permeazione bassi si osservano per gli operatori 2/2013, 5/2013, e 4/2014 che utilizzavano la tuta o indumenti in cotone ad eccezione dell'operatore 4/2014 che invece impiegava una tuta in Tyvek solo per la preparazione della miscela. Livelli di permeazione più elevati ma comunque inferiori al 10% si osservano per gli operatori 3/2013 (tuta in Tyvek per la preparazione della miscela), 10/2013 (nessun DPI), 7/2014 (nessun DPI) e 8/2014 (tuta di cotone). Livelli di permeazione superiori al 10% si osservano per gli operatori 11/2013, che utilizzava una tuta per rischio chimico durante la preparazione della miscela, e per gli operatori 5/2014, 6/2014, 10/2014 e 11/2014 che utilizzavano una tuta di cotone o nessun DPI.

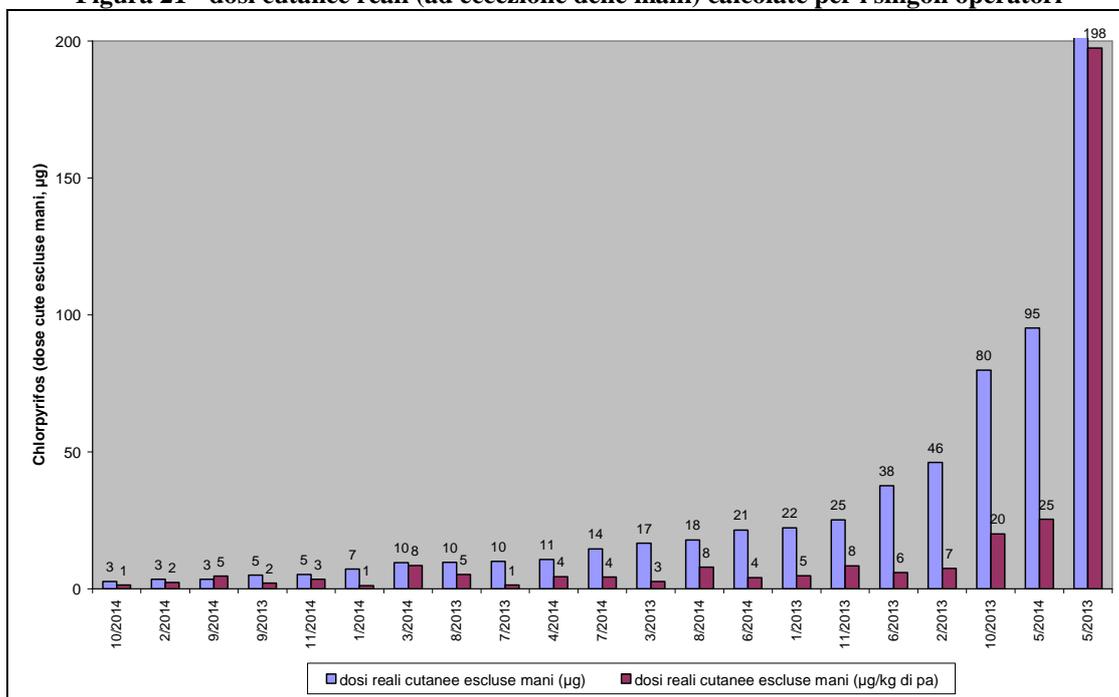
I dati contaminazione sulla cute superiori al 10% dei livelli osservati esternamente agli indumenti possono essere spiegati con una contaminazione interna degli indumenti avvenuta precedentemente o con una permeazione degli indumenti durante il trattamento.

Figura 20 - Percentuale di permeazione di Chlorpyrifos a livello del torace anteriore riscontrata per i singoli operatori in funzione della tipologia di DPI impiegato



Nella figura 21 sono riportate le dosi cutanee reali (ad eccezione delle mani) calcolate per i singoli operatori. I dati sono espressi sia come carico cutaneo (μg) che come carico cutaneo rapportato ai kg di principio attivo.

Figura 21 - dosi cutanee reali (ad eccezione delle mani) calcolate per i singoli operatori



I livelli di contaminazione cutanea sono dipendenti dal quantitativo di principio attivo manipolato, dalla tipologia di dispositivi impiegati per la protezione cutanea e per la distribuzione, dall'eventuale utilizzo non corretto degli stessi dispositivi e dall'impiego di indumenti internamente contaminati.

L'analisi della figura 21 conferma che i livelli di contaminazione in assoluto maggiori si osservano per l'operatore 5/2013 che nel periodo di trattamento esegue varie operazioni che possono indurre una contaminazione non trascurabile (tabella 4), seguono l'operatore 5/2014 che impiega una tuta di cotone, l'operatore 10/2013 che non impiega nessun DPI ma che impiega per la distribuzione un atomizzatore con cabina.

Livelli più bassi, specialmente se rapportati al quantitativo di principio attivo si riscontrano per tutti gli altri operatori.

Considerazioni aggiuntive e molto interessanti possono essere fatte analizzando la distribuzione percentuale del principio attivo nelle varie regioni cutanee riportata mediamente per tutti gli operatori nella figura 22. Il torace anteriore e posteriore risultano mediamente le aree cutanee meno contaminate, mentre gli avambracci, la testa e il collo e la parte inferiore del corpo le zone più contaminate; le braccia infine mostrano una contaminazione intermedia.

Nella tabella 13 sono riportati i dati di contaminazione delle mani, espressi come valore assoluto del Chlorpyrifos e rapportati ai kg di principio attivo manipolati durante l'esposizione monitorata. Nella tabella 14 sono riportati i dati di Chlorpyrifos suddivisi sulla base della tipologia di guanti impiegati.

Figura 22 - Distribuzione percentuale media del principio attivo nelle varie regioni cutanee

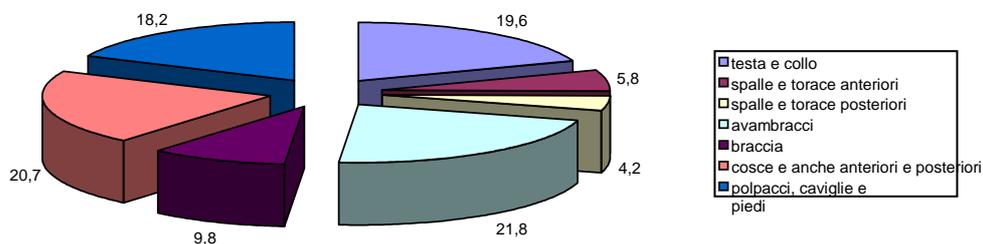


Tabella 13 - Chlorpyrifos e Chlorpyrifos-methyl: contaminazione delle mani

	Chlorpyrifos (μg)	Chlorpyrifos ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pa distribuito)	Chlorpyrifos-methyl (μg)
Numero dati	21	21	21
Numero dati < LoQ	0	0	14
Media \pm DS	323 \pm 825	78,5 \pm 189	0,926 \pm 3,00
Mediana	26,2	11,3	0,255
Media geometrica	45,8	14,8	0,106
Minimo-massimo	1,28-3360	1,14-747	1,5-2,5

Tabella 14 - Chlorpyrifos: contaminazione delle mani in funzione della tipologia di guanti impiegati

	Chlorpyrifos (μg)	Chlorpyrifos ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pa distribuito)
Guanti rischio chimico o nitrile o vinile		
N. Operatori	9	
Minimo-massimo	5,46-324	2,57-96,0
Media \pm DS	51,6 \pm 103	17,1 \pm 29,8
Mediana	15,9	7,49
Media geometrica	20,4	8,62
Non utilizzati		
N. Operatori	1 (operatore 10/2013)	
Minimo-massimo	2068	517
Vinile monouso Good Year (poco aderenti)		
N. Operatori	1 (operatore 5/2013)	
Minimo-massimo	3360	747

	Chlorpyrifos (μg)	Chlorpyrifos ($\mu\text{g}/\text{kg}$ pa distribuito)
Solvex (nitrile internamente rivestiti in cotone)		
N. Operatori	3	
Minimo-massimo	173-197	27,4-87,6
Media \pm DS	182 \pm 13,3	54,0 \pm 30,7
Mediana	176	46,9
Media geometrica	182	48,3
Lattice, impermeabili o non specificata tipologia		
N. Operatori	7	
Minimo-massimo	1,28-140	1,14-22,6
Media \pm DS	49,7 \pm 58,3	9,66 \pm 8,29
Mediana	22,4	6,46
Media geometrica	22,5	6,18

La maggiore contaminazione delle mani si osserva per l'operatore 10/2013 che non utilizza DPI e per l'operatore 5/2013, che impiega guanti poco aderenti e nel periodo di trattamento esegue varie operazioni che possono indurre una contaminazione non trascurabile (tabelle 5 e 6).

Gli operatori che impiegano guanti da rischio chimico o in nitrile o in vinile mostrano livelli di contaminazione nettamente inferiori a tutti gli altri ad eccezione dell'operatore 7/2014 che, pur utilizzando guanti in nitrile, mostra una contaminazione delle mani di 324 μg corrispondente al valore massimo del gruppo; tale valore è probabilmente ascrivibile al contatto delle mani nude con superfici contaminate, visto che l'operatore toglie i guanti dopo la preparazione della miscela. Il gruppo di tre operatori che impiega guanti Solvex, mostra una contaminazione molto omogenea e di non trascurabile entità; è verosimile che il rivestimento interno in cotone assorba il principio attivo e lo accumuli (utilizzo dei guanti con mani sporche) nel caso di impiego ripetuto, ne consegue una contaminazione delle mani nei successivi utilizzi. Nell'ultimo gruppo sono stati inseriti operatori per i quali le informazioni sulla tipologia di guanti impiegati erano scarse; dei 7 operatori, due mostrano una contaminazione delle mani di non trascurabile entità (operatori 2/2013 e 7/2013), mentre per gli altri i livelli di contaminazione sono dello stesso ordine di grandezza del gruppo che impiega guanti da rischio chimico in nitrile o in vinile infatti i valori mediani osservati sono del tutto simili per i due gruppi.

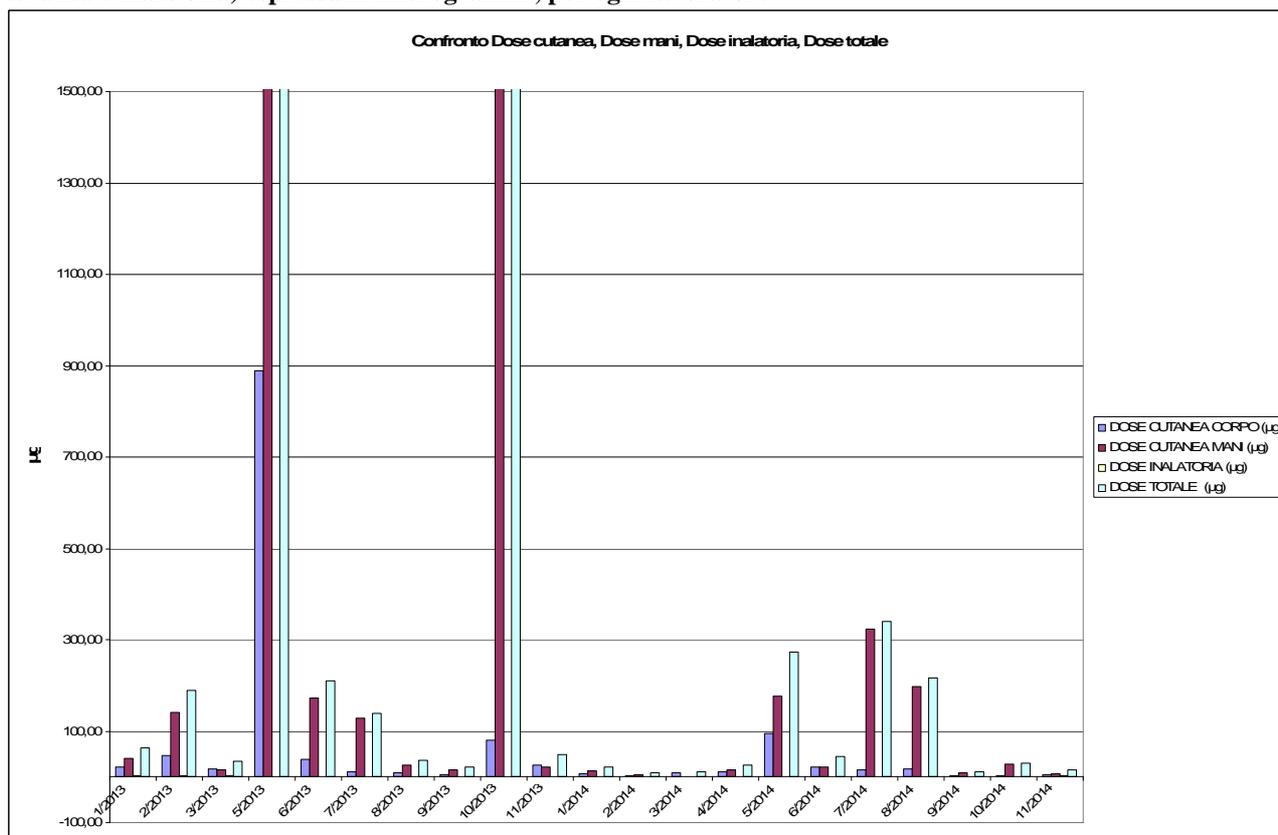
6.4. *Stima dose inalatoria e cutanea (corpo e mani)*

Si riportano di seguito la tabella e l'istogramma con le singole dosi (cutanea corpo, cutanea mani, inalatoria) e la dose totale (somma di quella cutanea e inalatoria) espressa in microgrammi.

Tabella 15 - Dose cutanea corpo, dose cutanea mani, dose inalatoria e dose totale (somma di quella cutanea e inalatoria) espressa in microgrammi, per ogni lavoratore

Lavoratore / Azienda	dose cutanea corpo (µg)	tuta	dose cutanea mani (µg)	guanti	dose inalatoria (µg)	cabinato (SI/NO)	dose totale (µg)	Kg P.A. distribuito
1/2013	21,27	Tyvek	39,6	Rischio chimico	2,54	SI	63,4	4,725
2/2013	46,08	cotone	140	Impermeabili	3,47	SI	190	6,1875
3/2013	16,56	Tyvek	15,9	Rischio chimico	2,29	SI	34,8	6,1875
5/2013	888,96	maglietta a maniche corte, pantaloni corti	3360	Vinile monouso (poco aderenti)	0,32	SI	4249	4,5
6/2013	37,68	Tyvek tipo 5-6	173	SOLVEX	--	SI	211	6,3
7/2013	9,99	cotone	128	Impermeabili	<LoD	SI	138	7,5
8/2013	9,61	cotone spesso	26,2	Nitrile	--	NO	35,8	1,875
9/2013	4,96	cotone completa	15,9	Vinile	<LoD	SI	20,9	2,45
10/2013	79,86	pantaloni lunghi, camicia a maniche corte	2068	NO	0,533	SI	2148	4
11/2013	25,14	rischio chimico tipo 5-6	22,5	Rischio chimico	0,711	SI	48,3	3
1/2014	7,21	cotone	13,7	Impermeabili	0,161	SI	21,1	6,75
2/2014	3,45	Tuta CE tipo 4, 5, 6	5,46	Nitrile	0,05	SI	8,96	1,5
3/2014	9,56	Tuta CE tipo 5, 6	1,28	Non specificata tipologia	0,049	SI	10,9	1,125
4/2014	10,64	Tyvek 5-6	15,5	Gomma	0,32	SI	26,5	2,4
5/2014	95,24	cotone	176	Gomma Solvex	0,758	SI	272	3,75A/5,25B
6/2014	21,45	pantaloni al ginocchio e maglietta di cotone	22,4	Impermeabili (marcati CE)	0,092	SI	44	5,25
7/2014	14,49	jeans e camicia a manica lunga	324	Nitrile	0,649	SI	339	3,375
8/2014	17,82	cotone	197	Gomma Solvex	0,81	SI	216	2,25
9/2014	3,47	Tuta prima categoria non specifica per rischio chimico	8,44	Nitrile	0,01	SI	11,9	0,75
10/2014	2,61	cotone	26,9	Lattice	0,039	SI	29,6	1,92
11/2014	5,12	cotone	6,84	Nitrile	3,56	SI	15,5	1,5
						MEDIA	387,3	
						MINIMO	8,96	
						MASSIMO	4249	

Figura 23 – Confronto tra dose cutanea corpo, dose cutanea mani, dose inalatoria e dose totale (somma di quella cutanea e inalatoria) espressa in microgrammi, per ogni lavoratore



Come mostrato in Tabella 15 e in Figura 23, si evidenzia che **la dose cutanea è prevalente rispetto a quella inalatoria e che il contributo cutaneo deriva principalmente dalla contaminazione delle mani.**

6.5. Confronto dei dati di dose totale con il valore AOEL per il chlorpyrifos

Nella tabella 16 sono riportate le dosi reali e assorbite di chlorpyrifos per i singoli operatori. Le dosi reali sono state ottenute sommando il contributo respiratorio, quello derivante dalla contaminazione delle mani e delle altre zone di cute (sotto la tuta). Le dosi assorbite sono state ottenute dalle dosi reali applicando una percentuale di assorbimento cutaneo del 3% e una ritenzione polmonare del 100%.

L'analisi della tabella 16 dimostra che le dosi assorbite risultano inferiori all'AOEL di 10 µg/kg peso corporeo, ma non le dosi reali che almeno in due casi superano abbondantemente tale valore.

Tabella 16 - Dosi reali e assorbite di chlorpyrifos per i singoli operatori

Operatore	Dose reale (μg)	Dose reale ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso corporeo)	Dose assorbita (μg)	Dose assorbita ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso corporeo)
1/2013	63,4	0,783	4,36	0,054
2/2013	190	2,63	9,05	0,126
3/2013	34,8	0,464	3,26	0,044
5/2013	4248	50,0	128	1,50
6/2013	211	2,19	6,32	0,066
7/2013	138	1,92	4,19	0,058
8/2013	35,8	0,398	1,07	0,012
9/2013	20,9	0,227	0,675	0,007
10/2013	2148	27,2	65,0	0,822
11/2013	48,4	0,628	2,14	0,028
1/2014	21,1	0,293	0,788	0,011
2/2014	8,96	0,128	0,317	0,005
3/2014	10,9	0,125	0,375	0,004
4/2014	26,5	0,301	1,11	0,013
5/2014	272	3,23	8,89	0,106
6/2014	44,0	0,620	1,41	0,020
7/2014	339	3,57	10,8	0,114
8/2014	216	2,16	7,26	0,073
9/2014	11,9	0,137	0,368	0,004
10/2014	29,6	0,332	0,926	0,010
11/2014	15,5	0,169	3,92	0,043

Andando ad analizzare la composizione percentuale delle dosi reali e delle dosi assorbite si ottengono i risultati riportati nella tabella 17 per i singoli operatori e nella figura 24 come dati medi: rispetto alle dosi reali il maggior contributo è dato generalmente dalla contaminazione delle mani, seppure risulti importante il contributo del corpo e non possa essere considerato trascurabile soprattutto in certi casi il contributo della via respiratoria. La via respiratoria contribuisce notevolmente sulle dosi assorbite rappresentandone mediamente circa il 20%.

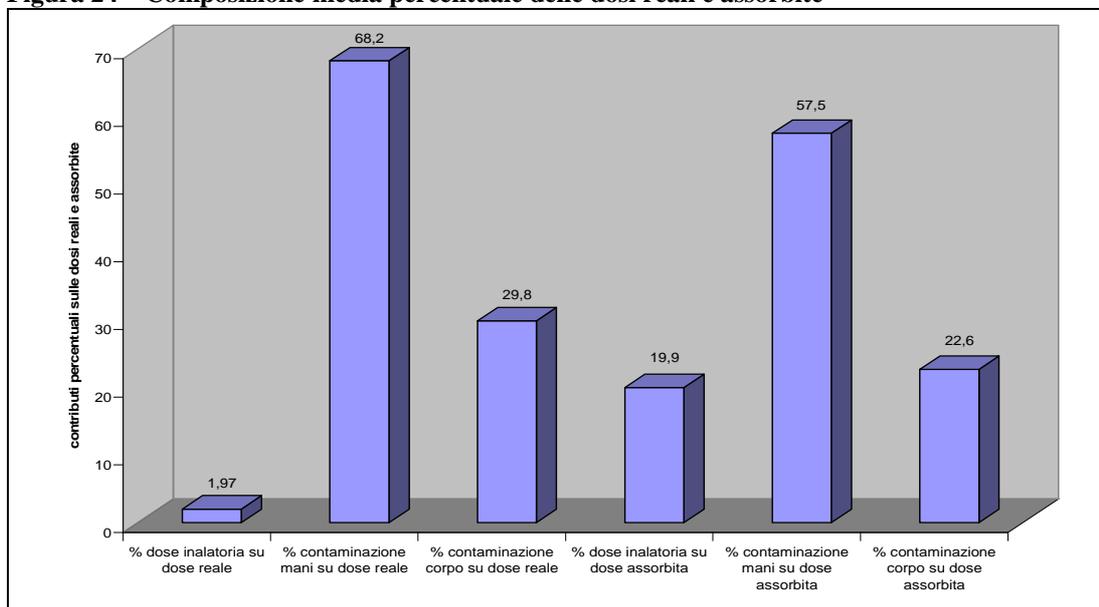
Tabella 17 - composizione percentuale delle dosi reali e delle dosi assorbite

Operatore	% dose inalatoria su dose reale	% contaminazione mani su dose reale	% contaminazione corpo su dose reale	% dose inalatoria su dose assorbita	% contaminazione mani su dose assorbita	% contaminazione corpo su dose assorbita
1/2013	3,99	62,5	33,6	58,1	27,3	14,6
2/2013	1,83	73,8	24,3	38,3	46,4	15,3
3/2013	6,59	45,8	47,6	70,2	14,6	15,2
5/2013	0,008	79,1	20,9	0,251	78,9	20,8
6/2013	ND	82,1	17,9	ND	82,1	17,9

Operatore	% dose inalatoria su dose reale	% contaminazione mani su dose reale	% contaminazione corpo su dose reale	% dose inalatoria su dose assorbita	% contaminazione mani su dose assorbita	% contaminazione corpo su dose assorbita
7/2013	0,036	92,9	7,08	1,19	91,8	7,00
8/2013	ND	73,2	26,8	ND	73,2	26,8
9/2013	0,239	76,0	23,7	7,40	70,6	22,0
10/2013	0,025	96,3	3,72	0,816	95,5	3,69
11/2013	1,47	46,5	52,0	33,2	31,5	35,3
1/2014	0,759	65,1	34,2	20,3	52,3	27,4
2/2014	0,550	60,9	38,5	15,6	51,7	32,7
3/2014	0,452	11,8	87,8	13,2	10,3	76,6
4/2014	1,21	58,5	40,3	28,9	42,1	29,0
5/2014	0,280	64,7	35,0	8,55	59,3	32,1
6/2014	0,205	51,0	48,8	6,40	47,9	45,8
7/2014	0,192	95,5	4,28	6,02	90,0	4,03
8/2014	0,375	91,4	8,25	11,2	81,5	7,36
9/2014	0,084	70,8	29,1	2,72	68,9	28,4
10/2014	0,135	91,0	8,85	4,32	87,2	8,48
11/2014	22,9	44,1	33,0	90,8	5,24	3,92

ND= non disponibile il dato

Figura 24 – Composizione media percentuale delle dosi reali e assorbite



6.6. Stima dell'indicatore biologico (dosaggio urinario del metabolita)

Nella tabella 18 sono riportati i dati di escrezione urinaria di 3,5,6-tricloro-2-piridinolo (TCP) nei campioni di urine basali e delle 24 ore.

Tabella 18 – Escrezione urinaria di 3,5,6,-tricloro-2-piridinolo per gli operatori monitorati e per la popolazione generale.

	Urina basale (µg/g creat)	Urina delle 24h (µg/g creat)	Urina basale (µg/l)	Urina delle 24h (µg/l)
1/2013	2,6	5,6	3	9,1
2/2013		2,8	52	7,8
3/2013	8,9	3,4	13	4,5
5/2013	3,9	31	8,9	63
6/2013	10	15	13	18
7/2013	9,4	6	4,9	5,9
8/2013	13	6,8	16	4,1
9/2013	20	31	12	39
10/2013	38	25	21	40
11/2013	57	52	34	30
1/2014	1	4	3,1	7,6
2/2014	0,10	2,3	0,25	4
3/2014	0,12	20	0,25	25
4/2014	1,3	11	2,9	8,5
5/2014	2,5	2,5	1,4	1,7
6/2014	0,78	2,7	1,3	6,7
7/2014	15	3	3,5	4,5
8/2014	9,4	2,4	12	3,1
9/2014	0,93	4,3	1,4	8,1
10/2014	11	9,8	24	16
11/2014	2,5	7,5	2,3	13

I dati ottenuti nei lavoratori monitorati risultano mediamente superiori a quelli della popolazione generale non professionalmente esposta (valore di riferimento SIVR 2011 pari a 0,5÷8 µg/l sia per quanto riguarda i campioni basali che i campioni delle 24 ore. Scarsa differenza si osserva invece tra i campioni basali e i campioni delle 24 ore a dimostrazione del fatto che mediamente i soggetti monitorati avevano avuto una esposizione pregressa a chlorpyrifos e/o a chlorpyrifos-methyl. Questa osservazione è confermata dalle figure 25 e 26 nelle quali i dati di escrezione urinaria di TCP nei campioni basali e delle 24 ore sono riportati per i singoli operatori, rispettivamente espressi in µg/g creat e in µg/l.

Figura 25 – Escrezione urinaria di 3,5,6-tricloro-2-pirindolo ($\mu\text{g/g creat}$) per i singoli operatori monitorati

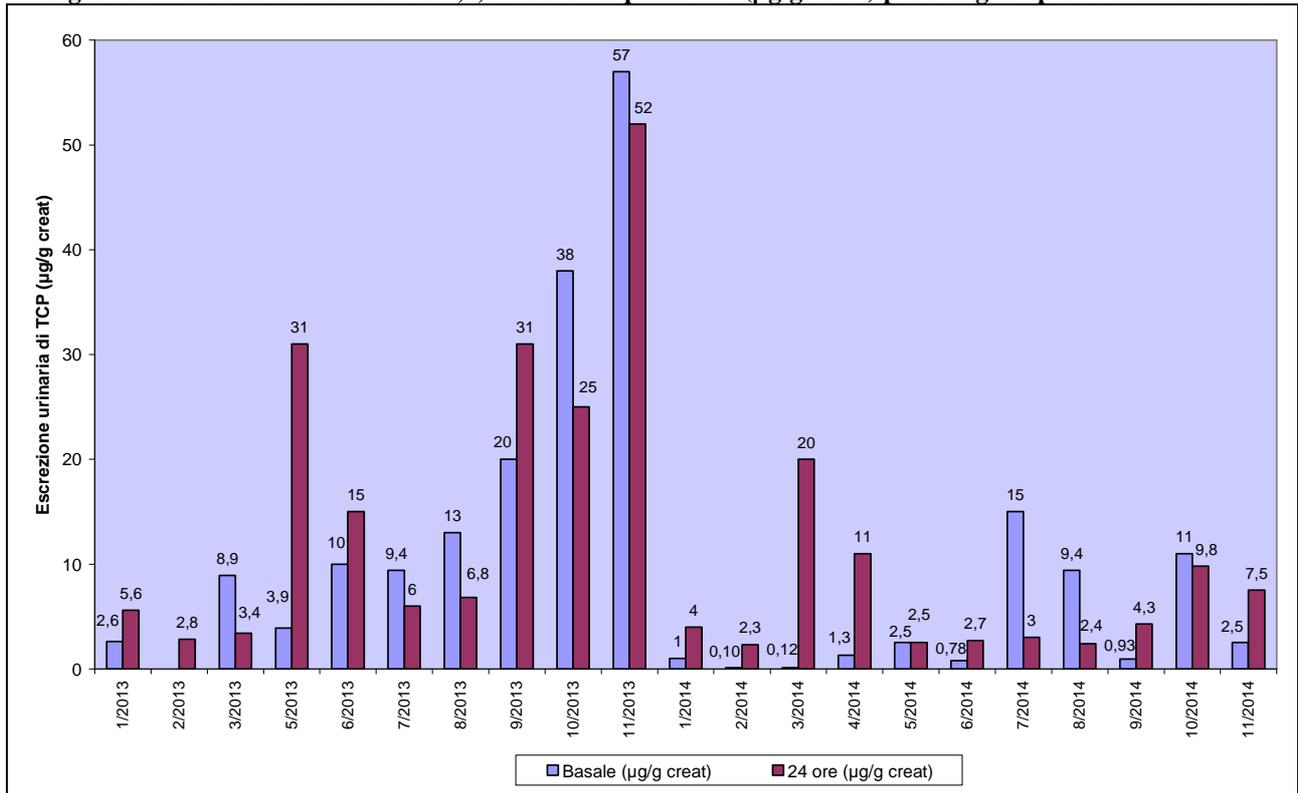
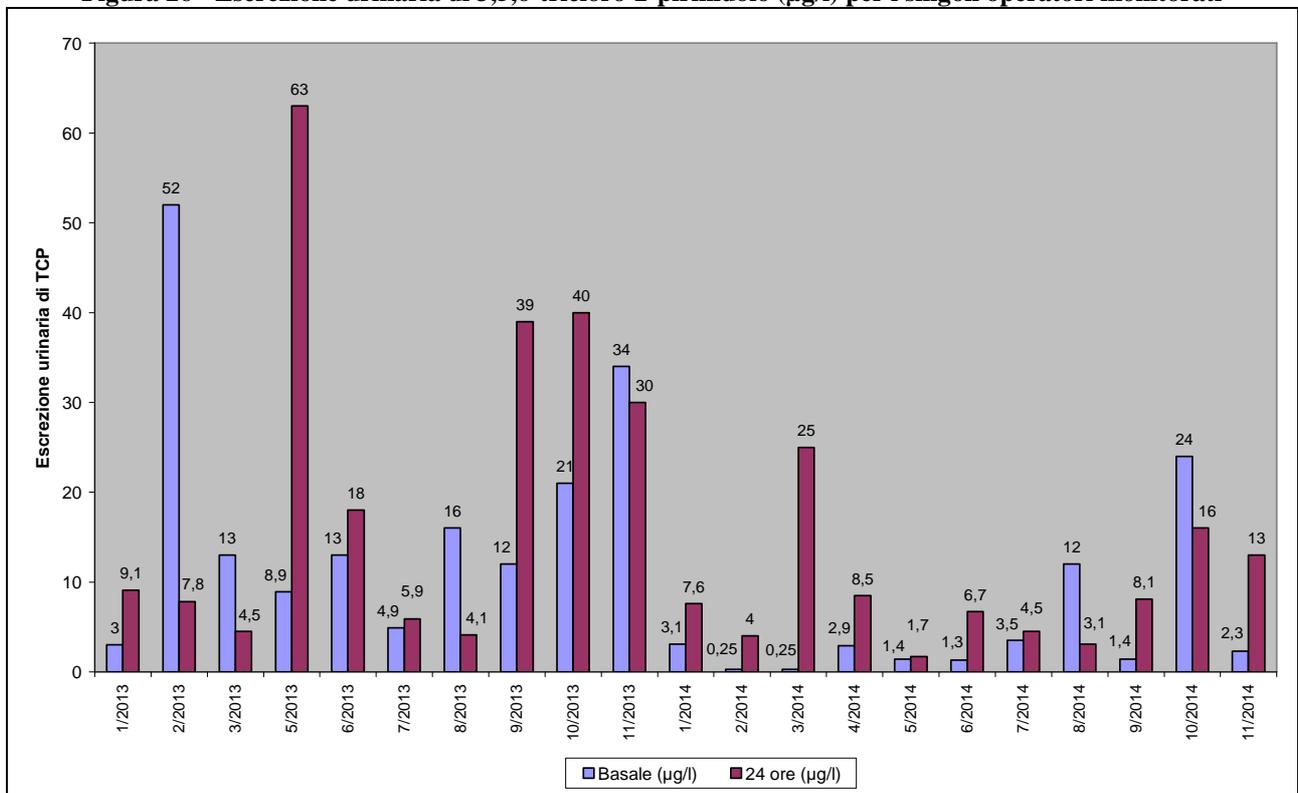


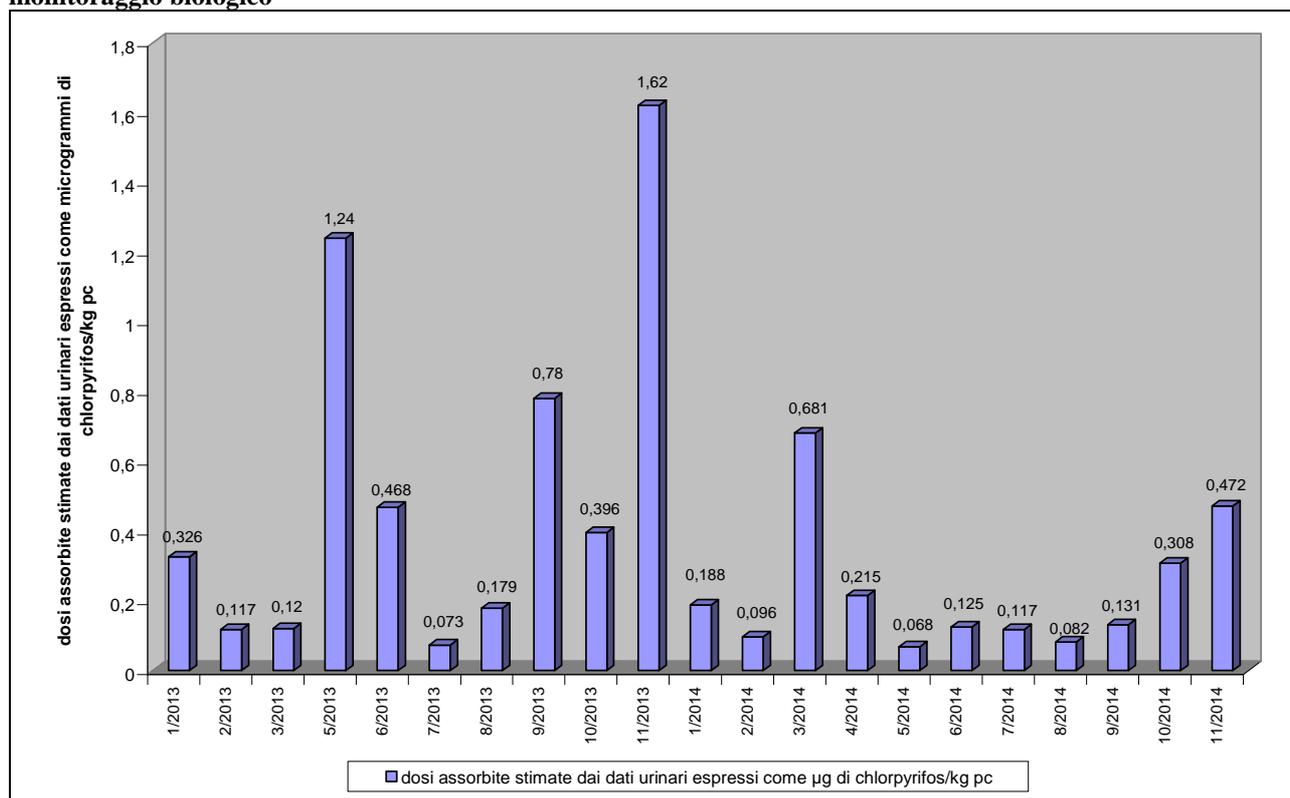
Figura 26 - Escrezione urinaria di 3,5,6-tricloro-2-pirindolo ($\mu\text{g/l}$) per i singoli operatori monitorati



6.7. Confronto dei dati del monitoraggio biologico con il valore AOEL per il chlorpyrifos

Nella figura 27 sono riportate le dosi assorbite, espresse come μg di chlorpyrifos per kg di peso corporeo, stimate dai dati di monitoraggio biologico.

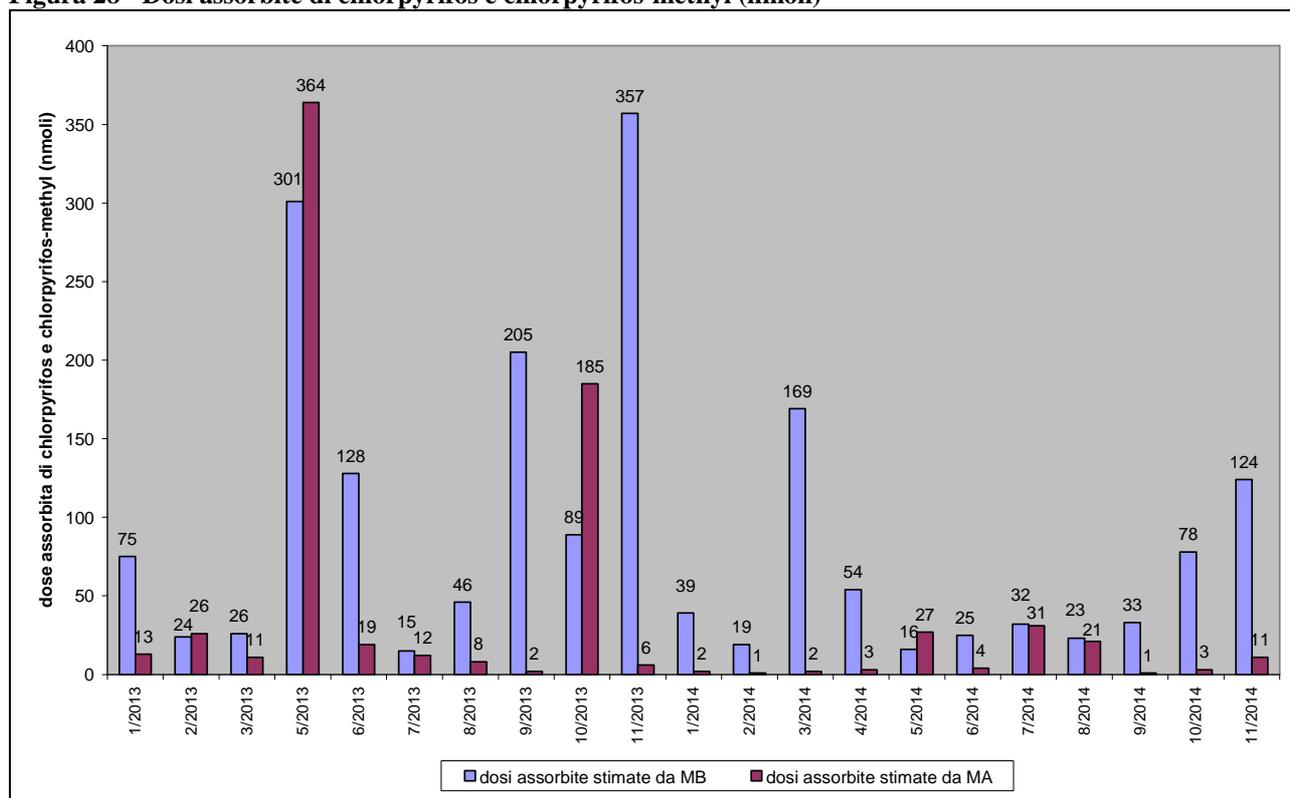
Figura 27 - Dosi assorbite, espresse come μg di chlorpyrifos per kg di peso corporeo, stimate dai dati di monitoraggio biologico



Dalla figura 27 si evince che tutti i valori risultano inferiori all'AOEL del chlorpyrifos di $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ di peso corporeo.

Considerando che l'escrezione urinaria di TCP può derivare sia da una esposizione a chlorpyrifos che a chlorpyrifos-methyl, le dosi assorbite derivanti dai dati di monitoraggio ambientale (esposizione inalatoria e cutanea) sono state ricalcolate esprimendo i risultati in nmoli totali di chlorpyrifos e chlorpyrifos-methyl e sono state confrontate con le dosi assorbite stimate dai dati di monitoraggio biologico: la figura 28 mostra i risultati ottenuti.

Figura 28 - Dosi assorbite di chlorpyrifos e chlorpyrifos-methyl (nmoli)



MB = monitoraggio biologico

MA = monitoraggio ambientale

Osservando la figura 28 si evince chiaramente che nel caso di alcuni operatori (operatori 2/2013, 5/2013, 7/2013, 5/2014, 7/2014, 8/2014) le due stime risultano coerenti.

Solo in un caso (operatore 10/2013) le stime da monitoraggio ambientale risultano nettamente superiori rispetto a quelle del monitoraggio biologico: questo potrebbe essere dovuto a diversi fattori, tra questi il fatto che l'operatore non ha raccolto tutta l'urina delle 24 ore (una diuresi di 440 ml potrebbe essere infatti sottostimata).

In tutti gli altri casi le stime di dose assorbita dai dati di monitoraggio biologico risultano superiori rispetto a quelle derivanti dai dati di monitoraggio ambientale. Le motivazioni possono essere diverse:

1. come già osservato, i soggetti monitorati avevano probabilmente avuto una esposizione pregressa a chlorpyrifos e/o a chlorpyrifos-methyl e questo può aver generato una escrezione del metabolita nell'urina delle 24 ore non dovuta all'esposizione nella giornata di monitoraggio;
2. il tempo di campionamento cutaneo e inalatorio non copre, nella maggior parte dei casi, l'intero turno di lavoro, con una conseguente possibile sottostima delle dosi derivate dai dati di monitoraggio ambientale.

Facendo considerazioni specifiche, per gli operatori 6/2013 e 8/2013 non è stata valutata l'esposizione inalatoria che, in considerazione degli elevati valori riscontrati nel pad posto sopra alla tuta, sarebbe potuta essere di entità elevata; l'operatore 1/2013 ha eseguito a fine trattamento il lavaggio degli ugelli e questa operazione non è stata monitorata con campionamenti ambientali; gli operatori 3/2013, 9/2013, 11/2013, 1/2014, 2/2014, 3/2014, 4/2014, 6/2014, 9/2014, 10/2014 e 11/2014 potrebbero aver avuto una esposizione inalatoria derivante dai filtri della maschera contaminati da principi attivi, in

quanto o non è riportato dopo quanto tempo vengono cambiati i DPI, oppure l'operatore cambia i filtri della maschera quando fa fatica a respirare e avverte l'odore dei principi attivi, o ancora i filtri della maschera o della cabina vengono cambiati una/due volte all'anno.

6.8. Considerazioni sui risultati

I fitofarmaci dispersi in aria sotto forma di aerosol sono una fonte di esposizione inalatoria e di contaminazione cutanea.

La contaminazione del volto e della tuta può essere attribuita sostanzialmente alla deposizione di particolato aerodisperso, all'impatto di spray, o al contatto con superfici contaminate. I pads disposti sulle varie parti di cute sotto la tuta sono considerati rappresentativi delle varie regioni anatomiche sulle quali la contaminazione è stata assunta come omogenea. La presenza del principio attivo sui pads collocati al di sotto della tuta può derivare dalla penetrazione attraverso il tessuto della stessa o attraverso le giunture e gli elementi di discontinuità (cerniere e cuciture).

Per gli operatori monitorati, i dati osservati sotto la tuta mostrano una maggiore contaminazione a livello dell'avambraccio e della parte inferiore del corpo rappresentata nello specifico da anche e cosce anteriori e posteriori, caviglie e piedi.

Le mani risultano (in tutti i casi) contaminate da chlorpyrifos ed i livelli maggiori si osservano in caso di non impiego dei guanti o quando questi risultano poco aderenti alla pelle. In altri casi è ipotizzabile che la contaminazione sia attribuibile all'utilizzo di guanti internamente contaminati o non efficaci per il livello di protezione richiesto. Questo aspetto dovrebbe essere approfondito in quanto la contaminazione delle mani rappresenta mediamente circa il 68% della dose reale e il 58% della dose assorbita con punte superiori al 90-95% per gli operatori 7/2013 e 10/2013.

I risultati ottenuti confermano che l'esposizione inalatoria ad antiparassitari, nel caso di lavoratori agricoli addetti a mansioni di preparazione della miscela e trattamento, è percentualmente inferiore rispetto all'esposizione cutanea che contribuisce alla dose reale per più del 90%.

La stima delle dosi assorbite tramite misure di esposizione inalatoria e cutanea è quindi fortemente influenzata dall'assorbimento per via cutanea a sua volta dipendente da tutta una serie di fattori, che comprendono le condizioni di lavoro, la regione corporea interessata, le condizioni cutanee e la variabilità biologica inter- e intra-individuale.

La stima della dose assorbita attraverso la cute, eseguita applicando una percentuale di penetrazione costante in tutte le zone cutanee e utilizzando la massa depositata sulla cute in un dato intervallo di tempo, appare semplicistica per riassumere il complesso processo di penetrazione cutanea. In questo contesto la contemporanea disponibilità di dati di monitoraggio biologico è il modo migliore per confermare le stime di assorbimento.

Per composti come il chlorpyrifos, le escrezioni cumulate di metaboliti in un certo intervallo di tempo (necessario per far sì che le concentrazioni escrete ritornino ai livelli di pre-esposizione) espresse come principio attivo, possono essere considerate stime di dose assorbita solo prevedendo alcune assunzioni, i cui limiti devono essere tenuti in considerazione, in quanto si traducono in una notevole incertezza dei dati ottenuti, specialmente se relativi ad un numero limitato di soggetti esposti. In particolare, viene assunto come trascurabile l'accumulo nell'organismo e l'escrezione del composto non metabolizzato. Questa assunzione è supportata dai dati della letteratura nel caso del

chlorpyrifos, per il quale il processo idrolitico porta a supporre una relazione 1:1 tra le moli di principio attivo assorbito e l'escrezione di 3,5,6-tricloro-2-piridinolo. Altra assunzione è che la cinetica dell'assorbimento, della distribuzione, della trasformazione metabolica e dell'escrezione non influenza la relazione tra dosi assorbite e formazione di metaboliti. L'incertezza delle stime di dose assorbita tramite l'escrezione cumulata di metaboliti nelle 24 ore può essere notevolmente ridotta se abbiamo a disposizione un numero elevato di dati ottenuti su lavoratori diversi e a diversi livelli di esposizione. In tal caso il monitoraggio biologico è estremamente importante per supportare le stime di dose assorbita eseguite tramite misure esterne all'organismo e in particolare per confermare la percentuale di penetrazione cutanea che incide in misura notevolmente maggiore rispetto alla via respiratoria.

Per tutti gli operatori monitorati, le dosi assorbite di chlorpyrifos stimate dai dati di monitoraggio ambientale e biologico risultano sempre inferiori all'AOEL e all'ADI, pari a 10 µg/kg peso corporeo.

L'AOEL è definito come il livello di esposizione giornaliera che non causa effetti avversi in operatori che lavorano regolarmente con il pesticida per periodi di giorni settimane o mesi. L'AOEL rappresenta la dose assorbita attraverso ogni via di esposizione, disponibile per la distribuzione sistemica.

L'ADI rappresenta la quantità di fitofarmaco che può essere assorbita giornalmente per tutta la vita senza che si manifestino azioni tossiche. Sebbene l'ADI sia calcolato per la popolazione generale esposta attraverso i residui presenti negli alimenti, esso è spesso impiegato come valore a cui riferirsi, al di sotto del quale il rischio occupazionale è probabilmente trascurabile anche in condizioni di esposizione cronica.

Dall'analisi eseguita, il rischio sembra essere accettabile. Nonostante questo, la scelta dei DPI deve essere accuratamente ponderata per ridurre l'esposizione ai livelli minimi possibile. In considerazione della variabilità dei dati osservati nell'ambito di situazioni omogenee di esposizione, l'uso corretto dei dispositivi da parte dei lavoratori è essenziale pertanto è di fondamentale importanza la formazione per l'utilizzo di tali dispositivi e per la gestione dei pesticidi in generale. L'utilizzo non corretto di guanti, ad esempio per effetto di contaminazione interna, può portare ad aumentare l'esposizione invece che diminuirla. Va tenuto conto, inoltre, che i parametri prestazionali dei DPI, quali ad esempio la permeazione, vengono testati e certificati in base a standard normativi che si svolgono spesso in condizioni diverse da quelle che si verificano nell'utilizzo pratico. Basti pensare che la permeazione viene testata a 20°C, mentre la temperatura reale del guanto o dell'indumento, durante l'uso, può essere vicina alla temperatura corporea (35°C), oppure che la gamma delle sostanze chimiche utilizzate per i test è limitata, mentre i prodotti chimici con cui sul posto di lavoro i DPI possono entrare in contatto sono innumerevoli.

È inoltre necessario porre particolare attenzione all'eventuale lavaggio/rigenerazione di guanti e indumenti in quanto il trattamento cui sono sottoposti non deve comprometterne la funzione protettiva. Il solo esame visivo di guanti e altri DPI cutanei già utilizzati consente di individuare alcuni aspetti critici relativi ai tempi di utilizzo e alla necessità di sostituzione. Superfici usurate, con fessurazioni, tagli e buchi possono evidenziare che le procedure in atto non prevedono la sostituzione di DPI danneggiati. Altri indizi di utilizzo non corretto sono percepibili esaminando la superficie interna dei guanti. Sotto questo aspetto è opportuno evitare di adottare guanti la cui superficie interna sia di colore scuro: il colore scuro del rivestimento interno, infatti, impedisce al lavoratore di percepire quanto il guanto sia contaminato.

È da tener presente inoltre che guanti esternamente insudiciati da prodotti chimici di varia tipologia possono comportare grossi problemi per l'esposizione dei lavoratori. Tale contaminazione, infatti, può portare al trasferimento dei prodotti dal guanto al vestiario e alle superfici degli scaffali dove vengono riposti, al trasferimento di contaminazione all'interno del guanto stesso e all'emissione di sostanze chimiche in forma aerodispersa nell'area dove vengono riposti i guanti. Una corretta gestione di tutti questi aspetti consente di ridurre l'esposizione degli operatori.

7. Misure di prevenzione e protezione

Il D.Lgs. 81/08 prevede che le misure e i principi generali di prevenzione dei rischi, contenuti negli art. 15 e 224, debbano essere applicati ogni volta che si lavora con agenti chimici pericolosi indipendentemente dal risultato della valutazione del rischio finalizzata a prevedere l'applicazione di ulteriori misure specifiche di prevenzione e protezione (art. 225 del D.Lgs.81/08).

Le principali misure di prevenzione e protezione da adottare sono:

- Sostituire l'agente chimico pericoloso con uno a minore pericolosità;
- Privilegiare l'uso di miscele/formulati in sacchetti idrosolubili, monodose, in pasta, in granuli rispetto a quelli in polvere;
- Privilegiare l'impiego di attrezzature che ottimizzano la distribuzione di prodotti fitosanitari e riducono l'esposizione degli operatori, ad esempio quelle dotate di dispositivi quali:
 - Dispositivi di lavaggio automatico delle confezioni (la decontaminazione delle confezioni effettuata manualmente allunga i tempi di esposizione dell'addetto e lo espone al rischio di contaminazione con il liquido che fuoriesce dalla confezione nel momento dell'immissione di acqua pulita);
 - Sistemi automatici per il lavaggio dell'impianto irrorante (alcuni modelli di irroratrici sono muniti di apposito serbatoio di acqua pulita ed utilizzano lo stesso impianto di agitazione della miscela per decontaminare il serbatoio e l'intero impianto);
 - Serbatoio di acqua pulita per l'eventuale decontaminazione dell'addetto (qualora la macchina non ne fosse dotata tenere sul trattore un fusto da 10-15 litri di acqua con rubinetto);
 - Irroratrice dotata di sistemi di orientamento e di regolazione del getto;
 - Ugelli con sistemi antigoccia.
- Adozione di metodi di lavoro a garanzia della sicurezza sia nelle fasi di trasporto e conservazione nonché nella gestione dei contenitori esausti;
- Predisporre misure organizzative alla fonte per gli addetti alla preparazione della miscela:
 - Effettuare le operazioni all'aperto preferibilmente in prossimità del locale di stoccaggio dei prodotti fitosanitari e dei punti di erogazione dell'acqua;
 - Privilegiare l'impiego della dose minima riportata in etichetta utilizzando cilindri graduati o altri sistemi di misura;
- Predisporre misure organizzative alla fonte per gli addetti ai trattamenti:
 - Effettuare i trattamenti nelle ore più fresche della giornata ed in assenza di vento;

- Privilegiare misure di protezione collettiva alla fonte: per gli addetti ai trattamenti utilizzando trattori con cabina pressurizzata e condizionata con filtro combinato (vedi capitolo 7.1)
- Qualora non sia possibile prevenire con altri mezzi l'esposizione, predisporre appropriate misure di protezione individuale (vedi capitolo 7.2)
- Redigere procedure per il corretto uso e gestione dei DPI (Dispositivi di Protezione Individuale);
- Conservare nella cabina del trattore un Kit di DPI nuovi da usare in caso di emergenza (ad esempio guasti meccanici, otturazione di ugelli);
- Effettuare sistematicamente la manutenzione programmata della barra irroratrice e dei filtri della cabina secondo le indicazioni fornite dal costruttore;
- Adottare misure di igiene collettive ed individuali:
 - Idonei locali spogliatoio con doppi armadietti per tenere separati gli abiti da lavoro da quelli ad uso civile;
 - Servizi igienici comprensivi di doccia da utilizzare in caso di emergenza;
 - Divieto di consumare cibi e bevande o di fumare durante l'attività lavorativa.

7.1. Misure di protezione collettiva: la cabina pressurizzata



Per quanto riguarda i rischi legati all'inalazione di polveri e sostanze nocive, la recente Direttiva 2010/52/UE stabilisce che il riferimento tecnico normativo da rispettare sia la EN 15695-1:2009, la quale individua quattro livelli di protezione dell'eventuale cabina dell'operatore:

- categoria 1 – nessuna protezione
- categoria 2 – protezione da polveri
- categoria 3 – protezione da polveri e aerosol
- categoria 4 – protezione da polveri, aerosol e vapori

Per l'irrorazione di prodotti fitosanitari è obbligatoria una cabina con sistemi di filtrazione di livello pari a 4, ossia con sistemi di filtraggio e distribuzione dell'aria idonei a :

- Ottenere una riduzione delle polveri almeno pari al 99%
- Una protezione da aerosol di tipo P (polvere-aerosol) – R (riutilizzabile);
- Una protezione da vapori di tipo A (vapori organici).

Il datore di lavoro deve garantire il mantenimento di livelli di sicurezza adeguati, verificando periodicamente l'efficienza dei filtri oppure, in assenza di cabina di guida o in caso di livello di protezione inferiore a 4, facendo ricorso ad altri mezzi, come ad esempio idonei dispositivi di protezione individuale (maschere con filtri).

Per ottenere il livello di protezione secondo le categorie 3 e 4 allo stato attuale la soluzione è costituita da una cabina pressurizzata che funziona con lo stesso principio di un casco elettroventilato, cioè in modo tale che vi sia un ricambio di aria all'interno, grazie ad un sistema di filtraggio della stessa.

In pratica l'operatore è isolato dall'aria esterna che viene introdotta in cabina dopo il passaggio obbligato attraverso tre o più filtri a strati secondo il seguente ordine:

- filtro antipolvere,
- filtro meccanico,
- filtro a carbone attivo.

Mentre si eseguono i trattamenti con prodotti fitosanitari le porte della cabina devono essere sempre chiuse per permettere che l'aria esterna penetri all'interno soltanto attraverso il filtro. Quando la trattatrice viene impiegata per scopi diversi dai trattamenti, il filtro deve essere tolto e riposto in un apposito contenitore impermeabile. Durante la preparazione della miscela e nel corso delle operazioni di bonifica successive al trattamento, l'operatore dovrà comunque proteggersi con i DPI.

7.2. Misure di protezione individuale: i Dispositivi di Protezione Individuale

7.2.1. Informazioni generali

Ai sensi dell'art.74 comma 1 del D.Lgs. 81/08 per dispositivo di protezione individuale (DPI) si intende "qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro...". I DPI devono essere in possesso dei requisiti previsti dalla normativa di prodotto recepita con D.Lgs. 475/92 e dal Regolamento UE 425/2016.

I requisiti di base dei DPI sono:

- essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore;
- essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro;
- tenere conto delle esigenze ergonomiche (facilmente adattabili, indossabili e sicuri) o di salute di qualsiasi lavoratore sia autonomo che subordinato;
- poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità.

In caso di rischi multipli che richiedano l'uso contemporaneo di più DPI, questi devono essere tra loro compatibili e tali da mantenere, anche nell'uso simultaneo, la propria efficienza nei confronti dei rischi corrispondenti.

I DPI sono suddivisi in tre categorie riconoscibili dalle seguenti marcature riportate sugli stessi:

1^a Cat
CE

2^a Cat
CE

3^a Cat
CE 0000

- Alla prima categoria appartengono i DPI che proteggono dai rischi minori; la persona che li indossa deve avere la possibilità di valutare l'efficacia del DPI e di percepire prima di riceverne pregiudizio, il progressivo verificarsi degli effetti lesivi;
- Appartengono alla terza categoria i DPI di progettazione complessa destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente. La persona che usa il DPI non deve percepire tempestivamente il verificarsi istantaneo degli effetti lesivi.
- Appartengono alla seconda categoria i DPI che non rientrano nelle altre due categorie

I DPI per la protezione da agenti chimici pericolosi che si impiegano per le operazioni che riguardano l'esposizione ai prodotti fitosanitari appartengono alla terza categoria; per il loro impiego, oltre all'informazione ed alla formazione dell'utilizzatore è necessario anche l'addestramento all'uso degli stessi.

I requisiti essenziali dei DPI sono garantiti da:

1) la dichiarazione di conformità CE. Viene redatta obbligatoriamente prima della commercializzazione e, attraverso la documentazione di conformità che può essere allegata alla documentazione tecnica, attesta che gli esemplari di DPI prodotti sono conformi alla normativa ed appone la marcatura.

2) la marcatura CE sul DPI e sull'imballaggio. Per i DPI di 3a categoria, come gli apparecchi di protezione respiratoria filtranti contro gli aerosol solidi e liquidi, nonché gli indumenti di protezione contro i rischi chimici, la marcatura è costituita dalla sigla seguita da un contrassegno numerico identificativo dell'organismo di controllo (ad es: CE 0000).

3) la nota informativa (obbligatoria per tutte e tre le categorie) che deve essere scritta anche in lingua italiana e deve fornire spiegazioni esaurienti relative alle prestazioni, al corretto utilizzo, alla conservazione ed alla manutenzione e pulizia. La nota informativa deve sempre accompagnare il DPI.

7.2.2. I DPI da indossare nell'uso dei prodotti fitosanitari

7.2.2.1. Dispositivi di protezione del corpo

I DPI da impiegare allo scopo di garantire una protezione cutanea del corpo sono:

- tuta
- guanti
- stivali

TUTA

Nella scelta della tuta vanno considerati:

- comfort termico
- libertà di movimento
- resistenza meccanica
- resistenza alla penetrazione e permeazione da parte di liquidi



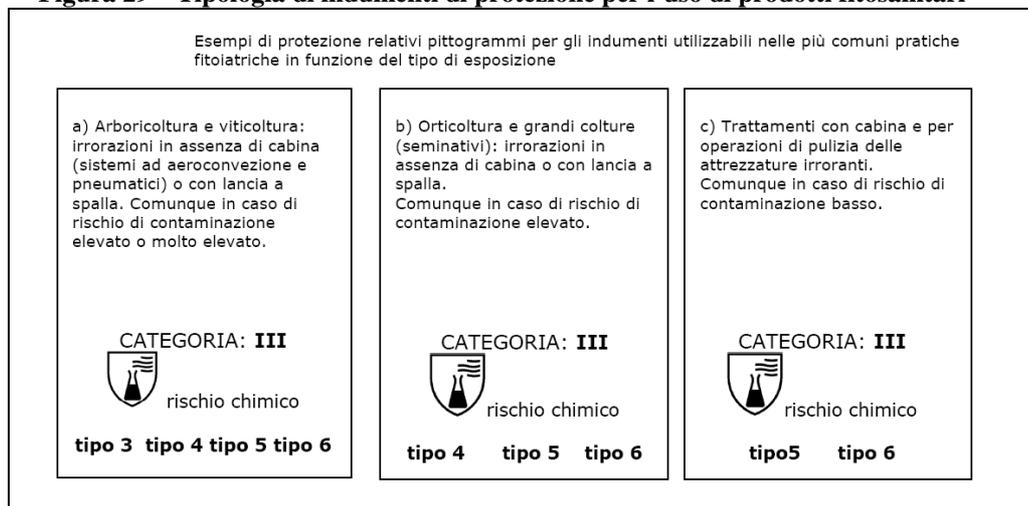
La tuta può essere dotata di accessori quali cappuccio con elastico, calzino integrato, cerniera coperta con patella, con la funzione di limitare al massimo l'esposizione. La marcatura di una tuta deve includere le seguenti informazioni:

Marcatura	CE
Categoria III	Category 3
Pittogramma rischio chimico	
Il pittogramma del rischio chimico deve essere accompagnato da altri pittogrammi che indicano il tipo di protezione fornito dal DPI: quelli indicati per l'uso dei prodotti fitosanitari sono:	
Tipo 3: a tenuta di liquidi con pressione (getti)	
Tipo 4: a tenuta di spruzzi di liquidi (spray)	
Tipo 5: a tenuta di particelle/polvere	
Tipo 6: a tenuta di schizzi di liquidi	

Nel caso dei prodotti fitosanitari, gli indumenti dovranno essere di:

- tipo 3, a tenuta di getti di liquido a pressione,
- tipo 4, a tenuta di spruzzi-spray,
- tipo 5, a tenuta di particelle - polveri
- tipo 6, a tenuta di schizzi di liquidi chimici (figura 29)

Figura 29 – Tipologia di indumenti di protezione per l'uso di prodotti fitosanitari



Si ritiene sovrabbondante nelle più comuni pratiche fitosanitarie indossare tute del tipo 1 (a tenuta stagna di gas) e del tipo 2, anche se non a tenuta stagna ai gas, che abbinato con gli autorespiratori sono particolarmente idonee nell'uso di gas tossici o di trattamenti fitosanitari in ambienti chiusi (ad esempio in serre).

Sostanzialmente, alla numerazione massima (tipo 6) corrisponde una protezione minore, a parità di condizione fisica dell'agente pericoloso.

Nelle comuni pratiche fitosanitarie, il tipo 3 (per la tenuta di getti di liquido a pressione) abbinato ai tipi 4, 5, 6, costituisce una garanzia per la tenuta dei liquidi ed è comunque utilizzabile in tutte le più comuni pratiche fitoiatriche dove non si possano escludere frequenti esposizioni cutanee.

Al fine della corretta scelta della tuta è buona norma seguire altre indicazioni, contenute nell'etichetta:

- taglia (S, M, L, XL, XXL, XXXL)
- dimensioni corporee riferite a: circonferenza del torace o del petto e altezza
- manutenzione, pulizia e conservazione
- e osservare le istruzioni d'uso indicate nella nota informativa.

La nota informativa, deve essere redatta in lingua italiana e contenere informazioni relative a:

- etichetta interna: spiegata in ogni dettaglio;
- prestazioni: dati fisici, resistenza alla permeazione e penetrazione dei liquidi, prestazioni dell'intero indumento (tipo 3,4,5, ecc.)
- campi di applicazione
- limiti di utilizzo
- preparazione all'uso
- stoccaggio
- smaltimento.

GUANTI

A cinque dita, dotati di adeguata copertura del polso devono essere specifici per la manipolazione delle sostanze chimiche pericolose, resistenti alla permeazione ed alle penetrazione delle sostanze e all'abrasione.

I materiali più comunemente impiegati sono il neoprene e la gomma di nitrile.

Alcune tipologie di guanti sono costruite da due strati di materiali diversi contraddistinti da due colori; lo strato esterno deve essere tassativamente impermeabile, resistente e di colore più scuro rispetto alla parte interna che, invece, è di materiale più leggero e di colore chiaro. Questa caratteristica è funzionale per la sostituzione del guanto poichè l'eventuale lacerazione del materiale esterno, il solo che fornisce reale protezione dagli agenti chimici, verrà evidenziata dalla differenza di colore dei due strati. Per assorbire il sudore e migliorare il comfort, può essere opportuno indossare anche sottoganti di cotone; alcuni modelli in commercio sono già provvisti di rivestimento interno in cotone.

Scelta di un guanto: la marcatura deve includere almeno le informazioni contenute nella seguente tabella 19.

Tabella 19 – Informazioni contenute nella marcatura dei guanti di protezione da sostanze chimiche

Categoria III	
Pittogramma del rischio chimico	
Seguito da due numeri che indicano nell'ordine:	
Penetrazione dell'acqua o aria	Va da 1 a 3
Nota bene: il livello 1 ha una protezione migliore	
Permeabilità/permeazione ad un prodotto pericoloso	Va da 1 a 6
Nota bene: il livello 6 ha una protezione migliore	
Il superamento della prova di permeabilità effettuata su alcune sostanze chimiche è indicata con	AJKL

La marcatura CE deve essere apposta su ogni DPI in modo visibile, leggibile ed indelebile per tutto il prevedibile periodo di durata del DPI. Tuttavia, se ciò risulta impossibile date le caratteristiche del prodotto, la marcatura CE può essere apposta sull'imballaggio. (art 12 D.Lgs. 475/92)

STIVALI

Resistenti a:

- penetrazione
- permeazione
- degradazione

in relazione agli agenti chimici; devono essere realizzati in materiale elastomerico (gomma) e dotati di un certo spessore.

7.2.2.2. Dispositivi di protezione delle vie respiratorie, del capo, degli occhi

I DPI da impiegare allo scopo di garantire una protezione di tipo inalatoria, ingestiva e cutanea, sono:

- CASCO
- RESPIRATORI A FILTRO abbinati a MASCHERE
- OCCHIALI

CASCO

Il casco (figura 30) o sistema elettroventilato integrale (protezione cutanea del capo, del viso e delle mucose oculari, delle vie inalatorie e ingestive) garantisce la protezione completa della testa, del viso, delle orecchie e del collo.

Sono i filtri che garantiscono protezione alle vie inalatorie dai contaminanti.

Figura 30 – Casco elettroventilato



RESPIRATORI A FILTRO abbinati a MASCHERE

Si possono usare solo in ambienti in cui la percentuale di ossigeno è superiore al 17% in volume. Garantiscono la protezione cutanea del viso o di parte di esso, delle vie inalatorie ed ingestive. Come per il casco, la protezione delle vie inalatorie è garantita dai filtri montati sulle maschere.

Le maschere possono essere del tipo:

- pieno facciale o maschera intera (figura 31): la maschera intera protegge l'intero volto evitando il contatto degli agenti chimici pericolosi con occhi, naso e bocca. Sono disponibili modelli che permettono anche l'uso delle lenti da vista ed altri dotati di dispositivo fonico. Garantisce ampiezza del campo visivo, perfetta aderenza del bordo di tenuta sul viso e resistenza a graffi e urti;
- semimaschera (figura 32), la cui protezione è limitata alle sole vie respiratorie.

Per questo motivo è necessario abbinare, all'uso delle semimaschere, altri DPI per la protezione degli occhi e del capo.

Figura 31 – Maschera pieno facciale



Figura 32 – Semimaschera



Figura 33 – Occhiali di protezione



I materiali costruttivi delle maschere variano dalla gomma naturale, al silicone, ad altri componenti specifici.

Le maschere, pieno facciale e semimaschere, possono prevedere due filtri laterali o un unico filtro anteriore, con sistema di ancoraggio a baionetta o a vite.

L'effettiva protezione offerta da un DPI per le vie respiratorie è anzitutto determinata dal buon adattamento del facciale.

La verifica della completa tenuta può essere effettuata attraverso una semplice prova a pressione positiva. Il test di corretto funzionamento consiste nel chiudere col palmo

della mano il coperchio della valvola di esalazione, durante l'espiazione, e nel verificare il rigonfiamento del facciale e l'assenza di perdite di aria (esiste anche il sistema in depressione e, meglio ancora e molto più sicuro, il fit test).

Le persone con barba o basette nella zona del bordo di tenuta delle maschere intere o delle semimaschere non dovrebbero indossare questi apparecchi, di conseguenza, la loro scelta deve ricadere esclusivamente sul casco elettroventilato.

Degne d'attenzione sono anche l'adattabilità alla conformazione del volto e la possibilità di scelta tra varie taglie, sempre nell'ottica di un buon isolamento (ormai sono quasi tutte a taglia universale).

Anche le stanghette degli occhiali interferiscono con la tenuta sul volto per cui in generale, indossano maschere intere, non si devono portare occhiali da vista con stanghette. In alcuni casi possono rendersi disponibili occhiali speciali da portare sotto la maschera.

I FILTRI

I filtri vanno applicati alle maschere e/o al casco elettroventilato.

In commercio esistono diversi tipi di filtri, da scegliere in funzione di:

- tipologia di protezione del viso (maschera a pieno facciale, semimaschera, casco elettroventilato)
- caratteristiche tossicologiche della miscela
- tipo e durata dell'attività lavorativa.

I filtri si distinguono principalmente in:

- antigas
- antipolvere
- combinati (antigas + antipolvere).

Essi vengono contraddistinti con:

- lettere e colori, che identificano le caratteristiche chimiche dell'inquinante da cui protegge; ad ogni lettera corrisponde un colore con lo scopo di facilitarne il riconoscimento anche quando il filtro è in uso,
- numeri (1, 2, 3) che esprimono la capacità di captazione (per i gas) o l'efficienza filtrante (per le polveri) da parte del filtro, come indicato nella sottostante tabella 20.

Tabella 20 – Tipologie di filtri respiratori

Tipo	Protezione	Colore del filtro
P	Polveri	Bianco
A	Gas e vapori organici con punto di ebollizione > 65°C	Marrone
B	Gas e vapori inorganici, secondo le indicazioni del fabbricante	Grigio
E	Anidride solforosa e altri gas e vapori acidi	Giallo
K	Ammoniaca e derivati organici ammoniacali	Verde
AX	Composti organici a basso punto di ebollizione (< 65°C)	Marrone

Nell'utilizzo dei prodotti fitosanitari i filtri utilizzati per la protezione delle vie respiratorie sono di norma filtri combinati costituiti da:

- filtri antiparticolato o antipolvere contraddistinti con la lettera P ed il colore BIANCO
- filtri antigas e antivapori organici contraddistinti dalla lettera A e dal colore MARRONE.

Figura 34 – Filtro combinato per polvere (BIANCO) e vapori organici (MARRONE)



Relativamente al filtro di colore marrone (A) che contiene carbone attivo, i numeri abbinati (1-2-3) esprimono la capacità di captazione, a parità di efficienza filtrante la quale deve essere sempre del 100%.

Sostanzialmente la capacità di captazione è la quantità di contaminante che il filtro è in grado di adsorbire:

- classe 1 = bassa capacità del filtro (100 cc.)
- classe 2 = media capacità del filtro (circa 250 - 400 cc.)
- classe 3 = alta capacità del filtro (oltre 400 cc.).

In altre parole, a parità di condizioni lavorative, il filtro A di classe 1 adsorbe una quantità inferiore di sostanze organiche rispetto alle altre classi e di conseguenza si satura e si inattiva prima degli altri.

Per quanto concerne il tipo bianco (P), i numeri (1-2-3) forniscono l'efficienza filtrante totale minima:

- classe 1 = 78%
- classe 2 = 92%
- classe 3 = 98%.

Sui respiratori e sui sistemi elettroventilati, per i trattamenti fitosanitari, vista la variabilità dei componenti utilizzati nelle miscele antiparassitarie, si tende a consigliare almeno i filtri combinati, di colore MARRONE + BIANCO, contraddistinti normalmente dalla sigla A1P2 o A2P2, fermo restando il criterio di combinazione precedentemente menzionato.

Si ricorda che ad un aumento dell'efficienza filtrante corrisponde normalmente un incremento della resistenza respiratoria ed un conseguente affaticamento respiratorio del lavoratore che indossa i DPI.

Altri colori (e lettere) indicano la protezione da svariate sostanze; per esempio il grigio (B) contraddistingue la protezione da gas e vapori inorganici (ad esempio cloro), il giallo (E) da gas acidi (ad esempio acido solforico) e il verde (K) da composti ammoniacali (ad esempio ammoniaca e suoi derivati). Queste ultime tipologie di filtro

non sono idonee per la protezione dai prodotti fitosanitari a meno che non siano abbinate alla combinazione marrone - bianca già descritta.

7.3. Modalità corrette per indossare i DPI

Coloro che indossano i DPI devono assicurarsi che siano in buono stato e siano puliti: ad esempio va controllato lo stato di usura delle cuciture, delle cerniere e delle saldature; va controllato inoltre che la parti a contatto con la pelle non siano contaminate.

Gli operatori devono indossare i DPI nella corretta sequenza, ovvero:

1. indossare la tuta
2. indossare gli stivali
3. indossare il respiratore
4. indossare gli occhiali (se necessari)
5. indossare i guanti.

Se la tuta lo consente (cioè se le maniche ed i pantaloni sono privi elastico di sicurezza) portare i pantaloni e le maniche all'esterno degli stivali e dei guanti rispettivamente perché, in caso di rovesciamento accidentale del prodotto fitosanitario, ciò evita che lo stesso venga convogliato dalla tuta all'interno di guanti o calzature e quindi a contatto diretto con la pelle.

Analogamente alla sequenza per indossare i DPI, gli operatori al termine del trattamento dovranno togliersi i DPI secondo la successione corretta, come di seguito specificato:

1. togliere gli occhiali (se indossati)
2. togliere il respiratore
3. lavare gli stivali
4. togliere gli stivali
5. lavare i guanti
6. togliere i guanti
7. togliere e rovesciare la tuta.

Al termine delle operazioni sopra descritte, gli operatori devono adottare scrupolose misure di igiene personale (lavarsi le mani, il viso), in particolare prima di mangiare, bere, fumare. È inoltre vietato mangiare, bere e fumare in una zona contaminata da agenti chimici pericolosi, cioè durante le operazioni di preparazione della miscela, di distribuzione in campo, di lavaggio delle attrezzature.

7.4. Istruzioni per una corretta pulizia, immagazzinamento, manutenzione e sostituzione dei DPI

I DPI vanno conservati in armadi collocati nelle immediate vicinanze del locale adibito allo stoccaggio dei prodotti fitosanitari ma non all'interno dello stesso.

Al termine di ogni trattamento fitosanitario, il lavoratore deve decontaminare i DPI al fine di consentirne un riutilizzo sicuro nei successivi trattamenti.

TUTA

La tuta va lavata esclusivamente se è indicato nella nota informativa contenuta nell'imballaggio; diversamente va eliminata.

È fondamentale che il lavaggio non avvenga contemporaneamente ad altri indumenti (maglietta, jeans, ...) che potrebbero contaminarsi. I residui di prodotti fitosanitari possono essere rimossi, in buona parte, utilizzando sapone comune e, in ogni caso, seguendo le indicazioni della nota informativa.

Dopo ogni utilizzo la tuta va esposta all'aria e al sole: ciò facilita la degradazione dei residui grazie all'azione del sole.

GUANTI

I guanti, del tipo riutilizzabile, vanno sempre lavati ancora indossati, con acqua e sapone, e sfilati gradualmente, aiutandosi con le due mani, onde evitare il contatto diretto della pelle con la parte esterna del guanto.

Una volta asciutti, vanno riposti all'interno di un sacchetto o contenitore chiuso, da riporre all'interno dell'armadio dedicato.

STIVALI

Gli stivali vanno sempre lavati ancora calzati, con acqua e sapone, e riposti, una volta asciutti, in armadio dedicato.

RESPIRATORE E FILTRI

Maschere, semimaschere e caschi elettroventilati vanno lavati con acqua e sapone, dopo aver smontato i filtri; per la loro pulizia è possibile trovare indicazioni specifiche e diverse da parte del costruttore, nell'ambito della nota informativa.

I filtri vanno svitati dalla maschera e puliti, evitando qualsiasi contatto con acqua che ne danneggerebbe il funzionamento

Maschere e filtri vanno riposti nella loro confezione o dentro contenitore pulito ed asciutto, che a sua volta andrà riposto all'interno dell'armadio dedicato: tali precauzioni servono per proteggerli dall'umidità, dalla polvere, dall'azione di sostanze chimiche e da temperature troppo elevate o troppo basse,

Manutenzione dei respiratori a filtro

Un filtro saturo di antiparassitario diventa una fonte di intossicazione per l'operatore, anziché essere una protezione, a causa del rilascio delle sostanze pericolose adsorbite che non sono più trattenute dal filtro stesso.

Di conseguenza è molto importante sostituire il filtro una volta esaurito: la sua durata dipende dalla concentrazione delle sostanze chimiche in aria, dal diametro delle particelle, dall'umidità dell'aria e dalle ore di lavoro, dalla frequenza e dal volume di respirazione dell'utilizzatore.

Il filtro deve essere sostituito:

- in base alle indicazioni del fabbricante, oppure
- se si percepisce l'odore dell'inquinante all'interno del dispositivo, oppure
- se aumenta la resistenza respiratoria

e comunque è consigliabile la sua sostituzione almeno una volta all'anno in caso di utilizzo saltuario del DPI.

Si deve prestare particolare attenzione all'uso dei filtri combinati in quanto il filtro a carbone attivo antigas presenta una data di scadenza, che deve sempre essere rispettata.

Tale informazione di norma è riportata sul filtro stesso e/o sulla confezione, insieme ai pittogrammi relativi ai limiti di temperatura e di umidità nei quali si deve operare.

Frequenza delle manutenzioni e dei controlli.

Le operazioni di manutenzione e di controllo sui respiratori a filtro devono essere effettuate conformemente alle raccomandazioni del fabbricante. In mancanza di specifiche informazioni da parte del fabbricante, devono essere utilizzate le indicazioni fornite dai prospetti 13 e 14 del DM 2 maggio 2001 (individuazione e uso dei dispositivi di protezione individuale).

8. Sorveglianza Sanitaria

8.1. Generalità sulla Sorveglianza Sanitaria

La normativa vigente inquadra la Sorveglianza Sanitaria come l'insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa.

La Sorveglianza Sanitaria, effettuata dal Medico Competente ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs.81/2008, comprende:

1. visita medica preventiva intesa a constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro cui il lavoratore è destinato al fine di valutare la sua idoneità alla mansione specifica;
2. visita medica periodica per controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica. La periodicità di tali accertamenti, qualora non prevista dalla relativa normativa, viene stabilita, di norma, in una volta l'anno. Tale periodicità può assumere cadenza diversa, stabilita dal medico competente in funzione della valutazione del rischio. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza sanitaria differenti rispetto a quelli indicati dal medico competente;
3. visita medica su richiesta del lavoratore, qualora sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute, suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta, al fine di esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica;
4. visita medica in occasione del cambio della mansione onde verificare l'idoneità alla mansione specifica;
5. visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro nei casi previsti dalla normativa vigente (ad esempio per esposizione ad agenti chimici);

6. visita medica preventiva in fase preassuntiva (le visite mediche preventive possono essere svolte in fase preassuntiva, su scelta del datore di lavoro, dal medico competente o dai dipartimenti di prevenzione delle ASL);
7. visita medica precedente alla ripresa del lavoro, a seguito di assenza per motivi di salute di durata superiore ai sessanta giorni continuativi, al fine di verificare l'idoneità alla mansione.

Le visite mediche di cui sopra non possono essere effettuate:

- per accertare stati di gravidanza;
- negli altri casi vietati dalla normativa vigente.

Le visite mediche, a cura e spese del Datore di Lavoro, comprendono gli esami clinici e biologici e indagini diagnostiche mirati al rischio ritenuti necessari dal Medico Competente.

La Sorveglianza Sanitaria viene programmata attraverso Protocolli Sanitari definiti in funzione dei rischi specifici valutati e tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati.

Il Medico Competente, per ogni lavoratore sottoposto a Sorveglianza Sanitaria, istituisce una cartella sanitaria e di rischio (secondo i requisiti minimi contenuti nell'Allegato 3A del D.Lgs.81/2008, come modificato dal DM Ministero della Salute 9 luglio 2012) e sulla base del risultato della visita medica e degli accertamenti complementari esprime un giudizio relativo alla mansione specifica.

Tale giudizio può essere di idoneità, con prescrizioni o limitazioni, di inidoneità temporanea o di inidoneità permanente.

Avverso i giudizi del Medico Competente è ammesso ricorso, entro trenta giorni dalla data di comunicazione del giudizio medesimo, all'Organo di Vigilanza territorialmente competente che dispone, dopo eventuali ulteriori accertamenti, la conferma, la modifica o la revoca del giudizio stesso (art. 41, comma 9, D.Lgs.81/2008). Le procedure per la Sorveglianza Sanitaria sopra descritte, valgono anche per gli apprendisti che svolgeranno mansioni per le quali è prevista la sorveglianza sanitaria (minorenni e maggiorenni), in quanto l'art. 23 della Legge 6 agosto 2008, n.133 ha abolito le visite preassuntive previste dall'art.4 della legge 19 gennaio 1955, n.25.

Il Medico Competente, i cui titoli e requisiti sono definiti dall'art. 38 del D.Lgs.81/2008, riveste un ruolo non solo sanitario, ma anche di gestione della sicurezza, collaborando con il Datore di Lavoro e il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione alla valutazione dei rischi.

Oltre a collaborare attivamente alla valutazione dei rischi, tra gli obblighi del Medico Competente vi è quello di attivarsi per la formazione e informazione dei lavoratori, di organizzare il servizio di Primo Soccorso aziendale considerando i particolari tipi di lavorazione e di collaborare ai programmi di "promozione della salute".

I destinatari della Sorveglianza Sanitaria sono i Lavoratori subordinati, o quelli ad essi equiparati, secondo quanto previsto dal campo di applicazione del D.Lgs. 81/08 (art.3) per i quali la Valutazione del Rischio abbia evidenziato la necessità di attivare la stessa.

I componenti dell'impresa familiare di cui all'articolo 230-bis del Codice civile, i lavoratori autonomi che compiono opere o servizi ai sensi dell'articolo 2222 del Codice civile, i coltivatori diretti del fondo, i soci delle società semplici operanti nel settore agricolo, gli artigiani e i piccoli commercianti, possono beneficiare della sorveglianza sanitaria, fermo restando che gli oneri derivanti sono a loro carico.

8.2. La Sorveglianza Sanitaria per gli addetti esposti ai Fitosanitari

Premesso che i prodotti fitosanitari sono agenti chimici pericolosi e, pertanto, rientrano nel campo di applicazione del Titolo IX Capo I del D.Lgs. 81/08, la Sorveglianza Sanitaria viene effettuata nelle modalità richiamate dall'art. 229 del decreto stesso.

In particolare, sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria i lavoratori esposti agli agenti chimici pericolosi per la salute per i quali la valutazione del rischio chimico, eseguita secondo i criteri richiamati dall'art.223 del D.Lgs. 81/08, abbia evidenziato un rischio *non irrilevante* per la salute.

La Sorveglianza Sanitaria rappresenta infatti una delle misure specifiche di prevenzione adottate dal Datore di Lavoro in caso di rischio *non irrilevante* per la salute e *non basso* per la sicurezza (art.224 del D.Lgs. 81/08).

La Sorveglianza Sanitaria prevista dall'art.229 del D.Lgs. 81/08 prevede anche l'effettuazione della visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro ed in tale occasione il Medico Competente consegna al lavoratore copia della cartella sanitaria e di rischio.

La Sorveglianza Sanitaria viene programmata attraverso Protocolli Sanitari, definiti dal Medico Competente in funzione di:

- valutazione del rischio
- agenti chimici per i quali è stato identificato un rischio non irrilevante per la salute
- tossicità e organi bersaglio di tali agenti chimici
- disponibilità di accertamenti specifici, finalizzati a valutare gli effetti sulla salute di tali agenti
- disponibilità di indicatori di monitoraggio biologico specifici per i principi attivi presenti negli agenti chimici utilizzati dal lavoratore.

Tali Protocolli Sanitari saranno inoltre integrati con gli accertamenti specifici in base agli esiti della valutazione di tutti i rischi per i lavoratori, ad esempio agenti fisici, quali rumore e vibrazioni, fattori di rischio ergonomici, quali la movimentazione manuale dei carichi, agenti biologici, ecc.

Nella tabella 21 sono riportati, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i principali fattori di rischio derivanti da esposizione a fitosanitari (polveri, agenti chimici) e gli accertamenti sanitari correlati.

Con riferimento al principio attivo clorpirifos, non essendo noti effetti epatotossici, nefrotossici o a carico dell'apparato emolinfopoietico, anche qualora l'esito della valutazione del rischio abbia evidenziato un rischio non irrilevante per la salute, non si rendono necessari accertamenti di laboratorio specifici.

Per tale principio attivo non sono commercialmente disponibili indicatori di monitoraggio biologico.

Nel caso in cui all'atto della sorveglianza sanitaria si evidenzi, in un lavoratore o in un gruppo di lavoratori esposti in maniera analoga ad uno stesso agente, l'esistenza di effetti pregiudizievoli per la salute imputabili a tale esposizione o il superamento di un valore limite biologico, il Medico Competente informa individualmente i lavoratori interessati ed il datore di lavoro.

In tali casi il datore di lavoro deve:

- a) sottoporre a revisione la valutazione dei rischi da agenti chimici;
- b) sottoporre a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi;

- c) tenere conto del parere del Medico Competente nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio;
- d) prendere le misure affinché sia effettuata una visita medica straordinaria per tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile.

Tabella 21 - Principali fattori di rischio derivanti da esposizione a fitosanitari

FATTORI DI RISCHIO	SORVEGLIANZA SANITARIA
Polveri	<p>Visita Medica Principali patologie da valutare (non esaustive):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Broncopneumopatie croniche • Broncopneumopatie acute <p>Esame Spirometrico</p>
Agenti chimici identificati dal documento di valutazione del rischio chimico e comportanti un rischio <i>non irrilevante per la salute</i>	<p>Visita Medica Valutare eventuali patologie d'organo che controindichino l'esposizione allo specifico agente chimico ed eventuali ipersuscettibilità individuali.</p> <p>In base alla tipologia degli agenti chimici potranno essere previsti accertamenti quali: emocromo completo, GOT, GPT, GGT, creatininemia, esame urine completo ed esami di monitoraggio biologico specifico.</p>

8.3. Lavoratrici madri e lavoratori minorenni

Il D.Lgs. 151/2001 prevede che tutte le lavoratrici con rapporto di lavoro subordinato, in stato di gravidanza abbiano diritto ad un periodo di astensione dal lavoro di 5 mesi (art. 16; art. 20).

L'art. 17 del D. Lgs. 151/2001 prevede che qualora le condizioni di lavoro o ambientali siano ritenute pregiudizievoli alla salute della donna e del bambino e la lavoratrice non possa essere spostata ad altre mansioni, l'astensione dal lavoro obbligatoria (periodo di interdizione) venga estesa a tutto il periodo della gestazione ed eventualmente fino ai 7 mesi dopo il parto.

Relativamente all'esposizione ad agenti chimici pericolosi, le attività vietate alle lavoratrici madri sono quelle che espongono a:

a) sostanze e miscele che soddisfano i criteri di classificazione del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio in una o più delle seguenti classi di pericolo e categorie di pericolo con una o più delle seguenti indicazioni di pericolo, sempreché non figurino ancora nell'Allegato B della presente legge:

- mutagenicità sulle cellule germinali, categorie 1 A, 1 B o 2 (H340, H341),
- cancerogenicità, categorie 1 A, 1 B o 2 (H350, H350i, H351),

- tossicità per la riproduzione, categorie 1 A, 1 B o 2 o la categoria aggiuntiva per gli effetti sull'allattamento o attraverso di essa (H360, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H361, H361d, H361fd, H362),
- tossicità specifica per organi bersaglio dopo esposizione singola, categorie 1 o 2 (H370, H371);
- b) agenti chimici che figurano nell'allegato XLII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- c) Processi industriali che figurano nell'allegato XLII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- d) piombo e suoi derivati, nella misura in cui questi agenti possono essere assorbiti dall'organismo umano;
- e) lavori per i quali vige l'obbligo delle visite mediche preventive e periodiche.

La Legge 977/67 e s.m.i. tutela le condizioni di lavoro dei minorenni identificando anche le attività interdette fino al compimento del 18° anno di età.

Relativamente all'esposizione ad agenti chimici pericolosi, le attività vietate ai minori di anni 18 sono quelle che espongono ad Agenti Chimici definiti come:

a) sostanze e miscele che soddisfano i criteri di classificazione del regolamento (CE) n.1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio in una o più delle seguenti classi di pericolo e categorie di pericolo con una o più delle seguenti indicazioni di pericolo:

- tossicità acuta, categorie 1, 2 o 3 (H300, H310, H330, H301, H311, H331);
- corrosione della pelle, categorie 1A, 1B o 1C (H314);
- gas infiammabile, categorie 1 o 2 (H220, H221);
- aerosol infiammabili, categoria 1 (H222);
- liquido infiammabile, categorie 1 o 2 (H224, H225);
- esplosivi, categoria "esplosivo instabile", o esplosivi delle divisioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 (H200, H201, H202, H203, H204, H205);
- sostanze e miscele autoreattive, di tipo A, B, C o D (H240, H241, H242);
- perossidi organici, di tipo A o B (H240, H241);
- tossicità specifica per organi bersaglio dopo esposizione singola, categorie 1 o 2 (H370, H371);
- tossicità specifica per organi bersaglio dopo esposizione ripetuta, categorie 1 o 2 (H372, H373);
- sensibilizzazione delle vie respiratorie, categoria 1, sottocategorie 1A o 1B (H334);
- sensibilizzazione della pelle, categoria 1, sottocategorie 1A o 1B (H317);
- cancerogenicità, categorie 1A, 1B o 2 (H350, H350i, H351);
- mutagenicità sulle cellule germinali, categorie 1A, 1B o 2 (H340, H341);
- tossicità per la riproduzione, categorie 1A o 1B (H360, H360F, H360FD, H360Fd, H360D, H360Df).
- b) sostanze e miscele di cui al Titolo IX, Capo II, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- c) piombo e composti;
- d) amianto.

Ne consegue che l'utilizzo della maggior parte dei prodotti fitosanitari è vietato per i lavoratori minorenni e per le lavoratrici in stato di gravidanza e fino a sette mesi dopo il parto.

9. Bibliografia

1. IL CORRETTO IMPIEGO DEI PRODOTTI FITOSANITARI - Guida al patentino per l'acquisto e l'impiego dei prodotti fitosanitari in Emilia - Romagna – Seconda Edizione – 2014 – Dinamica
2. STUDIO SULL'UTILIZZO DEI PRODOTTI FITOSANITARI NELLA COLTIVAZIONE DEL POMODORO DA INDUSTRIA IN PROVINCIA DI PIACENZA – Azienda Unità Sanitaria Locale di Piacenza – 2013
3. RAPPORTO SULLE PRODUZIONI DOP E IGP IN EMILIA ROMAGNA - ANNO 2010 - Consistenza degli operatori e sistema di controllo – Regione Emilia Romagna Direzione Generale Agricoltura, Economia Ittica, Attività Faunistico-Venatorie
4. I REQUISITI DI SICUREZZA DELLE MACCHINE IRRORATRICI - Documento redatto nell'ambito delle attività previste dall'Intesa ENAMA-ISPEL del 6 ottobre 2000 - Roma, ottobre 2002
5. Dispense "Macchine per la distribuzione dei fitofarmaci" - Corso di Laurea Scienze e Tecnologie Agrarie - Dipartimento Ingegneria del Territorio - Università degli Studi di Sassari
6. D.lgs. 81/08 Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.
7. D.lgs. 150/2012 Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi.
8. http://www.csoservizi.com/pere_igp/statistiche.php
9. IL CORRETTO IMPIEGO DEI PRODOTTI FITOSANITARI - Guida al patentino per l'acquisto e l'impiego dei prodotti fitosanitari in Emilia-Romagna (seconda edizione – aggiornamento 2016)
10. AGRITOX - Base de données sur les substances actives phytopharmaceutiques. Fiche d'information substance active phytopharmaceutiques.
<http://www.agritox.anses.fr/php/fiches.php>
11. Griffin P, Mason H, Heywood K, Cocker J. Oral and dermal absorption of chlorpyrifos: a human volunteer study. *Occup Environ Med* 1999; 56:10-13.
12. Nolan RJ, Rick DL, Freshour NL, Saunders JH. Chlorpyrifos: pharmacokinetics in human volunteers. *Toxicol Appl Pharmacol* 1984; 73:8-15.
13. Krieger RI. Pesticide exposure assessment. *Toxicol Lett* 1995; 82/83:65-72.
14. Fenske RA, Elkner KP. Multi-route exposure assessment and biological monitoring of urban pesticide applicators during structural control treatments with chlorpyrifos. *Toxicol Ind Health* 1990; 6(3-4):349-371.

15. Caffarelli V, Conte E, Correnti A, Gatti R, Musmeci F, Morali G, Spagnoli G, Tranfo G, Triolo L, Vita M, Zappa G. Pesticides re-entry dermal exposure of workers in greenhouses. *Commun Agric Appl Biol Sci* 2004;69(4):733-742.
16. Geer LA, Cardello N, Dellarco MJ, Leighton TJ, Zendzian RP, Roberts JD, Buckley TJ. Comparative analysis of passive dosimetry, biomonitoring for assessing chlorpyrifos exposure in pesticide workers. *Ann Occup Hyg* 2004; 48:683-695.
17. Zhuang J.G., Cheng Y.J., Yang S.X. *Ann. Occup. Hyg.* 37 (1993) 89.
18. Pependorf WJ, Leffingwell JT. Regulating OP pesticide residues for farmworker protection. In: *Residue Reviews, residue of pesticides and other contaminants in the total environment*. Vol. 82 New York: Springer Verlag 125-201 (1982).
19. Du Bois D, Du Bois E. A formula to estimate the approximate surface if height and weight be known. *Clinical calorimetry, tenth paper. Arch Intern Med* 1916; 863-871.
20. Aprea C., Sciarra G., Sartorelli P., Strambi F., Farina G.A., Fattorini A. Biological monitoring of exposure to chlorpyrifos-methyl by assay of urinary alkylphosphates and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol. *J Toxicol Environ Health* 50, 581-594 1997.
21. Aprea C., Betta A., Catenacci G., Lotti A., Magnaghi S., Barisano A., Passini V., Pavan I., Sciarra G., Vitalone V., Minoia C. Reference values of urinary 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in the Italian population - validation of analytical method and preliminary results (multicentric study). *J AOAC Int* 82(2), 305-312 1999.
22. Aprea C., Sciarra G., Sartorelli P., Mancini R., Di Luca V. Environmental and biological monitoring of exposure to mancozeb, ethylenethiourea, and dimethoate during industrial formulation. *J Toxicol Environ Health* 53, 263-281 1998.
23. Aprea C., Sciarra G., Sartorelli P., Ceccarelli F., Centi L. Multiroute exposure assessment and urinary metabolites excretion of fenitrothion during manual operation on treated ornamental plantes in greenhouses. *Arch Environ Contam Toxicol* 34(4), 490-497 1999.
24. Aprea C., Sciarra G., Lunghini L., Centi L., Ceccarelli F. Evaluation of respiratory and cutaneous doses and urinary excretion of alkylphosphates by workers in greenhouses treated with omethoate, fenitrothion and tolclofos-methyl. *AIHAJ* 62: 87-95 (2001).
25. Aprea C., Centi L., Lunghini L., Banchi B., Forti M.A., Sciarra. G. Evaluation of respiratory and cutaneous doses of chlorothalonil during re-entry in greenhouses. *Journal Chromatography B. Biomedical Science Application* 778: 131-145 (2002).
26. Aprea C., Terenzoni B., De Angelis V., Sciarra G., Lunghini L., Borzacchi G., Vasconi D., Fani D., Quercia A., Salvan A., Settimi L. Evaluation of skin and respiratory doses and urinary excretion of alkylphosphates in workers exposed to dimethoate during treatment of olive trees. *Arch Environ Contam Toxicol* 48 (1):127-134, 2005.

27. Aprea C., Centi L., Santini S., Lunghini L., Banchi B., Sciarra G. Exposure to omethoate during stapling of ornamental plants in intensive cultivation tunnels: influence of environmental conditions on absorption of the pesticide. *Arch Environ Contam Toxicol* 2005;49(4):577-588.
28. Aprea C., Lunghini L., Banchi B., Peruzzi A., Centi L., Coppi L., Bogi M., Marianelli E., Fantacci M., Catalano P., Benvenuti A., Miligi L., Sciarra G. Evaluation of inhaled and cutaneous doses of imidacloprid during stapling ornamental plants in tunnels or greenhouses. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 9(6):555-69 (2009).
29. Aprea M.C. Environmental and biological monitoring in the estimation of absorbed doses of pesticides. *Toxicology Letters* 2012. 210(2):110– 118.
30. The Pesticide Manual. A World Compendium Ninth Edition. Editor C.R. Worthing. The British Crop Protection Council. UK 1991.
31. Durham W.H. and Wolfe H.R. *Bull. World Health Organ*. 26 (1961) 75.

ALLEGATI

Allegato 1 - Metodiche di analisi dei campioni

Il metodo analitico per la determinazione del TCP in urina prevede una idrolisi acida del campione seguita da estrazione liquido-liquido, derivatizzazione con N,0-bis(trimethylsilyl)acetamide (BSA) e analisi mediante gascromatografia con rivelatore selettivo di massa (GC-MS) (20, 21).

Tutti i campioni per la valutazione dell'esposizione inalatoria e cutanea sono stati analizzati per la determinazione di chlorpyrifos e chlorpyrifos-methyl in quanto entrambi i composti si trasformano nel metabolismo in TCP e non era possibile escludere a priori una esposizione anche al composto metilato a causa di eventuali precedenti utilizzi.

Per la determinazione dei due principi attivi nei filtri in fibra di vetro e nei pads, il campione, addizionato di standard interno (chlorpyrifos-methyl deuterato), era fatto asciugare per 60 minuti quindi estratto con tre porzioni di 10 ml di etilacetato in agitatore meccanico per 10 minuti. Gli estratti riuniti erano evaporati a secchezza in evaporatore rotante a 30°C; il residuo, ripreso con esano era analizzato in GC/MS. Per il dosaggio nei liquidi di lavaggio delle mani, dieci millilitri di campione (o volumi diversi a seconda della concentrazione), sono stati addizionati di standard interno (chlorpyrifos-methyl deuterato) ed evaporati a secchezza in evaporatore rotante a 30°C; il residuo, ripreso con 1 ml di esano era analizzato in GC/MS.

In ogni tipologia di campioni i due principi attivi sono stati quantificati mediante aggiunta a matrici bianche (non sottoposte a campionamento). È stato inoltre predisposto un campione della stessa matrice non addizionato con pesticidi (bianco). Tutte le matrici addizionate e i bianchi sono stati sottoposti allo stesso trattamento riportato per i campioni. Le curve di taratura sono state ottenute tramite analisi di regressione lineare tra i rapporti dell'area del picco dei due pesticidi con lo standard interno in funzione della concentrazione. Le calibrazioni sono risultate lineari ($r = 0,999$) per entrambi i composti nell'intervallo 0-10 µg/campione per filtri e pads e nell'intervallo 0-10 µg/ml per i liquidi di lavaggio delle mani. I limiti di quantificazione (LoQ), calcolati come segnale 10 volte il rumore di fondo ottenuti sugli ioni con m/z 199 e 286, rispettivamente per chlorpyrifos-methyl e chlorpyrifos erano 5 ng/campione (pads e filtri) o 2 ng/ml (liquidi di lavaggio mani) e 10 ng/campione (pads e filtri) o 4 ng/ml (liquidi di lavaggio mani). La precisione nella serie (DSR %) è risultata inferiore all'8 %, la precisione tra le serie (DSR %) inferiore al 11 % e il recupero medio (%) nel range 91,7-102,5 per i due antiparassitari in ogni tipologia di campioni.

Allegato 2 – Questionario di rilevazione dati/informazioni relative al lavoratore oggetto di monitoraggio

data **ATTIVITA' SVOLTA**

Ditta Inquinante ricercato

contenuto nel prodotto (nomi formulati commerciali distribuiti)

% di p.a. nei formulati

Atri componenti presenti nei formulati (specificare nominativo e percentuale)
.....

Quantità di formulato commerciale distribuito nel periodo del campionamento.....

Tipo di campionamento: personale Nome e cognome operatore

Luogo di campionamento Temp. Ambiente (°C) Umidità relativa (%)

Condizioni atmosferiche (sereno, nuvoloso, vento, etc.) Velocità vento (m/sec)

Caratteristiche colturali

MEZZO DI DISTRIBUZIONE USATO

Condizioni di campionamento:

Dispositivo:	Flusso	inizio ora	fine ora	tempo tot.
	temp. inizio °C	temp. fine °C	temp. media °C	Pressione mm Hg

Altri campioni prelevati:

Pad viso	Pad torace ant	Pad torace post	Pad avamb dx	Pad braccio sx	Pad coscia ant dx
Pad polpaccio sx	L.mani				

Notizie personali:

Età (anni) Anzianità lavorativa ANNI

peso (Kg) altezza (cm)

fumo (sig/die) caffè/die

malattie farmaci

dieta vegetariana mista mezzi di protezione (DPI)

consumo No ≤250 ml

alcolici (vino) ≤500 ml ≤1000 ml

Indumenti

.....

.....

Turno di lavoro: Ora inizio..... Ora fine Coltura

Operazioni svolte il giorno precedente al campionamento

.....

Quando vengono tolti di dosso gli indumenti da lavoro?

.....

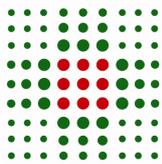
Dopo quanto tempo i DPI vengono cambiati?

.....

Note

.....

.....



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Dipartimento Sanità Pubblica
Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro
Centro Servizi AUSL Modena
Strada Martiniana 21
41126 Baggiovara Modena