

## Il comparto vinicolo e oleario Cicli produttivi e Rischi professionali



**RISCHI E PREVENZIONE**

**INAIL**

**Il comparto vinicolo e oleario**  
**Cicli produttivi**  
**e Rischi professionali**

Pubblicazione realizzata da

**INAIL CONTARP** (Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione)

## **AUTORI**

Roberto Piccioni  
Patrizia Anzidei  
Raffaella Giovinnazzo  
Emma Incocciati  
Paolo Panaro  
Diego Rughi  
Giovanni Stefani

## **CURATORI**

Roberto Piccioni  
Raffaella Giovinnazzo  
Emma Incocciati  
Paolo Panaro  
Diego Rughi  
Giovanni Stefani

## **CON LA COLLABORAZIONE DI**

Marinella Rodolfi *Consulente micologo tassonomo*

## **PER INFORMAZIONI**

### **INAIL CONTARP**

Via R. Ferruzzi, 40 - 00143 Roma  
Tel. +39 06 54872481  
Fax +39 06 54872365  
[r.piccioni@inail.it](mailto:r.piccioni@inail.it)  
[www.inail.it](http://www.inail.it)

Progetto grafico  
Graphicon Sas - Roma

© 2011 INAIL

Distribuzione gratuita. Vietata la vendita. Riproduzione consentita solo citando la fonte

ISBN 978-88-7484-216-2

Stampato dalla Tipolitografia INAIL - Milano, gennaio 2012

## INDICE

<b>Introduzione</b>	5
<b>Capitolo 1 - Fenomeno infortunistico e tecnopatico</b>	7
1.1 Infortuni	7
1.2 Malattie professionali	17
<b>Capitolo 2 - Cicli Produttivi</b>	18
2.1 Cantine vinicole	18
2.2 Frantoi oleari	27
<b>Capitolo 3 - Rischi professionali</b>	35
3.1 Rischio biologico	35
3.2 Rischio chimico	39
3.3 Rischi da agenti fisici	47
3.3.1. rumore	47
3.3.2. microclima	55
3.3.3. vibrazioni	63
3.3.4. rischio elettrico	66
3.3.5. rischio incendio	70
3.4 Rischio di infortuni	74
<b>Bibliografia</b>	76
<b>Allegati:</b>	
<b>Schede fungine</b>	78



## Introduzione

Dal punto di vista della tutela della sicurezza del lavoro le attività agroalimentari sono poco esplorate a causa della difficoltà di applicare un controllo delle condizioni di igiene e sicurezza ai lavoratori di piccole aziende a carattere artigianale o a conduzione familiare. Non v'è dubbio che attualmente vi siano settori come quelli delle costruzioni e della metallurgia, che destano maggiore interesse e preoccupazione per la massa di mano d'opera impiegata e l'incidenza degli infortuni e delle tecnopatie.

Un'ulteriore ragione è rappresentata dalla stagionalità delle attività svolte, per cui non sempre è possibile definire una condizione espositiva nei confronti degli agenti di rischio potenzialmente presenti negli ambienti di lavoro. Infatti le attività produttive, e in particolare la fase di trasformazione del prodotto agricolo (uva e olive), sono concentrate nella stagione autunnale e in parte in quella invernale e non è facile reperire le informazioni relative alle altre attività praticate dagli addetti nei restanti periodi dell'anno.

La valutazione dell'esposizione professionale, essendo correlata alla dose, richiede la conoscenza del contesto operativo di lavoro su base annuale.

Un ultimo elemento di incertezza è dovuto al fatto che spesso i lavoratori dei due comparti in esame (generalmente in numero non superiore a 5 o 6 unità per azienda) non sono addetti ad una sola fase di lavoro, ma svolgono attività varie e intercambiabili in funzione delle esigenze del ciclo produttivo.

Per questi motivi gli studi sulle condizioni di igiene e sicurezza sul lavoro nelle aziende di produzione del vino e dell'olio, rispetto alle oggettive necessità individuabili, risultano oggi ancora scarsi. Ciò limita oggettivamente la possibilità di divulgare agli operatori del settore una cultura antinfortunistica efficace, che consenta di operare in condizioni di tutela del lavoratore in impianti tecnologici complessi, nei quali potenziale è la presenza di rischi di ordine fisico, chimico, biologico ed ergonomico.

A fronte dell'oggettivo interesse profuso nella definizione e nella verifica del rispetto di standard di qualità di prodotto, le attività di produzione del vino e dell'olio sembrano quindi connotate da un'insufficiente attenzione sugli aspetti legati alla sicurezza sul lavoro. E ciò nonostante la notevole rilevanza socio-economica e culturale che esse rivestono nel contesto produttivo italiano. Va ricordato, infatti, che le produzioni vinicola ed olearia sono tra le più rilevanti nell'ambito del settore agroalimentare italiano; in particolare i dati statistici relativi al 2008 riferiscono di 714.988 ettari di terreno coltivati a uva da vino e di 1.180.605 ettari coltivati a olivo; a cui corrisponde un raccolto, per il medesimo anno, di 6.445.000 tonnellate di uva e di 3.435.000 tonnellate di olive da cui sono stati ottenuti, rispettivamente, 46.245.000 ettolitri di vino e 5.990.000 ettolitri di olio.

Secondo i dati INAIL relativi all'anno 2008, il numero di aziende del settore vinicolo è di circa 2000 unità. Per il settore oleario bisogna distinguere tra le aziende soggette al "premio ordinario", il cui numero è di quasi 400, da quelle che versano il "premio speciale unitario", che riguarda oltre 3000 aziende; le prime sono quelle caratterizzate da una produzione di tipo industriale (aziende di grosse dimensioni) e sono classificate secondo appropriate voci di tariffa (1431 e 1433); le seconde sono invece aziende di piccole dimensioni, soggette al pagamento di un premio fisso, svincolato dall'andamento infortunistico.

In tal senso bisogna sottolineare che i dati su malattie professionali ed infortuni che verranno illustrati nel capitolo successivo fanno riferimento esclusivamente alle aziende soggette al "premio ordinario".

Il presente studio condotto dalla Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (CONTARP) dell'INAIL, avente per oggetto *l'Analisi dei rischi occupazionali nel comparto della trasformazione agroalimentare: il comparto vinicolo e oleario*, ha inteso caratterizzare i rischi professionali nei due comparti, per una corretta azione di prevenzione e di protezione.

Il carattere multidisciplinare dell'attività di valutazione dei rischi ha reso necessaria la costituzione di un gruppo di lavoro composto da specialisti in varie discipline, autori della presente pubblicazione.

Il progetto si è avvalso del finanziamento del Ministero del Lavoro (Ricerca ammessa alla contribuzione prevista dall'art. 197, lettera c) del Testo Unico approvato con decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124 e dei relativi stanziamenti di bilancio per l'esercizio finanziario 2004).

L'attività, che ha avuto la durata di due anni, si è incentrata sull'analisi dei fattori di rischio rilevati in 19 aziende (10 aziende vinicole e 9 frantoi oleari), per lo più dislocate nell'Italia centrale, aventi piccole dimensioni e conduzione di tipo artigianale, con l'eccezione di un'unica azienda vinicola avente i caratteri di attività industriale.

Gli Autori desiderano ringraziare le Aziende che hanno contribuito alla realizzazione delle attività.

*Alle attività di monitoraggio microbiologico ambientale relative ad alcune aziende ha partecipato la dott.ssa Federica Venanzetti (INAIL, CONTARP).*

## Capitolo 1

### Fenomeno infortunistico e tecnopatico

#### Introduzione

I monitoraggi volti a valutare l'entità del rischio professionale nei due comparti vinicolo ed oleario sono stati pianificati e realizzati sulla base delle informazioni fornite dal quadro di riferimento dell'andamento infortunistico e tecnopatico che contraddistingue i due settori medesimi. In tal senso sono stati analizzati i dati forniti dalla Consulenza Statistico Attuariale dell'INAIL per gli anni 2002-2008. Tale periodo di osservazione permette di trarre elementi di giudizio temporalmente recenti e quindi estendibili alla realtà odierna e, al tempo stesso, abbastanza consolidati, in considerazione dei tempi procedurali necessari al riconoscimento ed all'indennizzo di infortuni e malattie professionali da parte dell'Istituto Assicuratore.

Per correlare i dati statistici alle attività produttive svolte nell'ambito dei due comparti si è fatto riferimento alle specifiche voci di cui alle Nuove Tariffe dei Premi INAIL (Decreto Ministeriale 12 dicembre 2000). In accordo alle indicazioni ministeriali le varie attività produttive sono inquadrare in quattro diverse gestioni: "Industria", "Artigianato", "Terziario" ed "Altre attività". In particolare, per quanto riguarda il comparto vinicolo ci si riferisce alla voce di tariffa:

- 1413: Produzione di vini (pigiatura dell'uva, trattamento, manipolazione, taglio, invecchiamento, anche a sé stanti, ecc.); vini liquorosi (vermouth, ecc.); vini speciali; aperitivi a base di vino; aceti; sidro; altre bevande fermentate e non distillate (idromele, sakè, ecc.),

mentre per il comparto oleario sono state prese in considerazione le seguenti voci di tariffa:

- 1431: Olio di oliva: frangitura e spremitura (comprese le eventuali fasi di purificazione, filtrazione, brillantatura, imbottigliamento)
- 1433: Estrazione e raffinazione degli oli di semi e degli oli di sansa. Raffinazione degli oli di oliva (compreso l'imbottigliamento; comprese le eventuali fasi di taglio, purificazione, filtrazione, brillantatura, anche a sé stanti).

Oggetto del presente studio sono state le attività relative alle sole voci 1413 e 1431.

Unitamente ai dati infortunistici e tecnopatici sono stati ricavati anche i dati relativi al numero di addetti, afferenti la specifica voce di tariffa e la relativa "gestione". Dal rapporto tra i casi (relativi a malattie professionali ed infortuni) registrati ed il numero di addetti alla specifica attività lavorativa si ricava, in termini percentuali, l'indice di frequenza relativo alle attività della voce di tariffa considerata, rappresentativo del "peso reale" del fenomeno infortunistico nei settori produttivi.

#### 1.1 Infortuni

Di seguito vengono illustrati i dati relativi agli infortuni indennizzati dall'INAIL, relativamente al periodo 2002-2008, anno per anno, afferenti alle tre voci di tariffa sopra menzionate ed alle quattro diverse gestioni delle Tariffe dei Premi. Viene inoltre riportata la distribuzione di tali infortuni per regioni, per parte del corpo che è stata interessata dalla lesione, per natura della



lesione e per conseguenze rilevate (temporanea<sup>1</sup>, permanente<sup>2</sup> e morte). Infine viene calcolato, sulla base del numero di addetti, anche l'indice di frequenza.

#### Settore vinicolo (voce di tariffa 1413)

La Tabella 1.1 indica il numero di infortuni indennizzati, suddivisi per settore tariffario ed anno.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	Industria	534	471	441	414	366	374	351
	Artigianato	15	29	25	35	37	31	21
	Terziario	38	34	24	36	43	58	31
	Altre Attività	15	19				4	
	<b>Totale</b>	<b>602</b>	<b>553</b>	<b>490</b>	<b>485</b>	<b>446</b>	<b>467</b>	<b>403</b>

Tabella 1.1

La tabella permette di trarre una serie di conclusioni:

- il numero di infortuni appare piuttosto consistente;
- si nota una chiara tendenza in diminuzione nel corso degli anni;
- un'ampia maggioranza di tali infortuni fa capo alla gestione "Industria".

La Tabella 1.2 mostra la distribuzione geografica di tali infortuni sul territorio nazionale.

Appare evidente che gli infortuni risultano concentrati nelle regioni con maggior numero di aziende: in particolare, la regione a maggior numero di infortuni risulta essere il Veneto, seguito dal Piemonte e dall'Emilia Romagna. Le Tabelle 1.3 e 1.4 forniscono dettagli sulla tipologia degli infortuni occorsi riportando i dati relativi, rispettivamente, alla sede e alla natura della lesione.

<sup>1</sup> Inabilità temporanea: inabilità che impedisce al lavoratore infortunato di esercitare il proprio lavoro per un periodo limitato, superiore a tre giorni, durante il quale è erogata una indennità giornaliera, fino alla completa guarigione clinica senza postumi permanenti o con postumi permanenti di grado inferiore all'11%.

<sup>2</sup> Inabilità permanente: inabilità che comporta una riduzione permanente della capacità lavorativa con postumi permanenti di grado uguale o superiore all'11%, per cui viene corrisposta una rendita.

Voce di tariffa	Regione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	PIEMONTE	116	106	77	52	53	54	48
	VALLE D'AOSTA	1			1			
	LOMBARDIA	35	40	29	26	37	36	21
	TRENTINO ALTO ADIGE	51	56	32	42	42	24	17
	VENETO	129	127	126	104	104	121	113
	FRIULI V. G.	17	9	11	19	15	6	4
	LIGURIA	3	1	1	2	1	1	
	EMILIA ROMAGNA	85	52	71	65	61	75	67
	TOSCANA	32	26	25	26	24	25	22
	UMBRIA	13	8	11	11	5	3	4
	MARCHE	16	8	8	11	13	10	3
	LAZIO	18	21	13	16	12	16	8
	ABRUZZO	17	24	17	29	18	24	15
	MOLISE	1	1	2	4	3	1	1
	CAMPANIA	7	12	3	4	8	8	5
	PUGLIA	29	21	24	29	21	22	23
	BASILICATA	1	2	1	1	1		1
	CALABRIA	3	2	1	3	3	5	5
	SICILIA	23	31	29	35	21	28	43
	SARDEGNA	5	6	9	5	4	8	3

Tabella 1.2

Voce di tariffa	Sede della lesione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	CRANIO	25	36	26	22	25	26	13
	OCCHI	34	15	25	32	27	27	38
	FACCIA	32	16	10	20	19	20	16
	COLLO	9	7	11	10	10	12	7
	CINGOLO TORACICO	20	13	22	21	14	16	16
	PARETE TORACICA	26	24	17	17	16	22	11
	ORGANI INTERNI	3	1		5	1	1	
	COLONNA VERTEBRALE	46	34	39	35	34	36	34
	BRACCIO/AVAMBRACCIO	16	32	14	17	14	14	22
	GOMITO	11	8	10	4	4	12	8
	POLSO	19	19	21	19	16	23	10
	MANO	196	184	157	159	129	130	109
	CINGOLO PELVICO	4	2	4	5	4	6	1
	COSCIA	9	4	5	7	2	3	7
	GINOCCHIO	35	38	37	23	37	28	29
	GAMBA	9	20	14	16	21	10	11
	CAVIGLIA	62	52	38	49	39	41	41
	PIEDE	38	26	32	19	26	18	19
	ALLUCE	4	9	3	2	3	6	4
	ALTRE DITA	2	6	2	1	3	3	1
	INDETERMINATA	2	7	3	2	2	13	6

Tabella 1.3

Voce di tariffa	Natura della lesione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	FERITA	181	176	144	144	139	141	126
	CONTUSIONE	136	133	117	121	98	118	98
	LUSSAZIONE	139	122	116	113	114	98	87
	FRATTURA	79	77	64	56	52	54	41
	PERDITA ANATOMICA	4	5	1	7	1	1	2
	LESIONI DA ALTRI AGENTI	45	29	28	34	27	25	27
	CORPI ESTRANEI	7	2	9	6	8	12	11
	LESIONI DA SFORZO	9	2	8	2	5	5	5
	NON DETERMINATA	2	7	3	2	2	13	6
	<b>TOTALE</b>	<b>602</b>	<b>553</b>	<b>490</b>	<b>485</b>	<b>446</b>	<b>467</b>	<b>403</b>

Tabella 1.4

Dall'analisi incrociata dei dati su organo bersaglio e natura della lesione si può evidenziare come le parti del corpo più colpite siano gli arti, con prevalenza, nell'ordine, della mano, della caviglia e del piede. Con riferimento, invece, alla natura della lesione prevalgono, nell'ordine, ferite, contusioni e lussazioni; le fratture hanno un certa rilevanza, seppure in numero nettamente minore rispetto alle altre tipologie. Per completare il quadro del fenomeno infortunistico del settore vinicolo si riportano nella Tabella 1.5 i dati relativi alle conseguenze degli infortuni registrati nel periodo di osservazione, che si suddividono in: temporanea, permanente e morte. Da tale Tabella si desumono, evidentemente, informazioni indirette sulla gravità degli eventi lesivi.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008		
		T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M
1413	Industria	507	26	1	442	25	4	420	20	1	397	17	-	353	13	-	357	15	2	328	22	1
	Artigianato	15	-	-	27	2	-	23	2	-	31	4	-	34	3	-	30	1	-	18	3	-
	Terziario	36	2	-	32	2	-	21	3	-	33	3	-	43	-	-	54	4	-	31	-	-
	Altre Attività	14	1	-	18	1	-										4	-	-			
	<b>Totale</b>	<b>572</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>519</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>464</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>461</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>430</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>445</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>377</b>	<b>25</b>	<b>1</b>

Tabella 1.5

In conclusione si può dedurre che per il settore vinicolo la maggior parte degli infortuni sono di natura lieve, senza gravi conseguenze in termini di inabilità, e sono dovuti per lo più ad urti e tagli, coinvolgendo prevalentemente gli arti superiori ed inferiori.

#### Settore oleario (voci di tariffa 1431 e 1433)

La Tabella 1.6 indica il numero di infortuni indennizzati, suddivisi per settore tariffario ed anno.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1431	Industria	7	8	6	12	14	9	10
	Terziario	1						
	<b>Totale</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1433	Industria	76	70	82	79	78	67	68
	Terziario				3	3	2	2
	<b>Totale</b>	<b>76</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>81</b>	<b>69</b>	<b>70</b>

Tabella 1.6

E' evidente che il numero di infortuni è piuttosto contenuto, con netta prevalenza, anche in questo caso, di quelli relativi alla gestione "Industria". Per quanto riguarda la distribuzione geografica degli

infortuni, la Tabella 1.7 evidenzia come le regioni maggiormente interessate dal fenomeno siano la Toscana ed il Veneto.

Voce di tariffa	Regione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1431	VENETO	1		1				
	EMILIA ROMAGNA							
	TOSCANA				1			
	UMBRIA							
	LAZIO						2	
	ABRUZZO			1				
	MOLISE		1					
	CAMPANIA				1	1		
	PUGLIA	4	4	2	3	5	3	4
	BASILICATA							
	CALABRIA	1	2	1	5	5		4
	SICILIA	1	1	1	1	2	3	2
	SARDEGNA	1			1	1	1	
1433	PIEMONTE							
	LOMBARDIA	4	5	10	8	7	3	11
	TRENTINO ALTO ADIGE			1				
	VENETO	13	6	8	3	2	6	6
	LIGURIA	4	8	3	8	8	11	6
	EMILIA ROMAGNA				5	16	6	12
	TOSCANA	24	28	29	26	18	14	6
	UMBRIA	3	3	9	7	3	9	3
	MARCHE				2	2	2	1
	LAZIO	11	1		4	4	5	7
	ABRUZZO	3	3	3	2	3	2	3
	MOLISE						1	
	CAMPANIA	1	4	4	2	1		3
	PUGLIA	8	8	7	11	9	9	8
	BASILICATA	1				1		
	CALABRIA	1	1	3	3	4		4
	SICILIA	3	3	3		3	1	
	SARDEGNA			2	1			

Tabella 1.7

I dati relativi alla parte del corpo sede della lesione e alla natura della stessa sono riportati rispettivamente nelle Tabelle 1.8 e 1.9.

Voce di tariffa	Sede della lesione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1431	CRANIO		2	1	1	1		2
	OCCHI	1			1	1	1	
	FACCIA				2	1	1	
	COLLO				1			
	CINGOLO TORACICO					1		1
	PARETE TORACICA	1			1	2	3	
	COLONNA VERTEBRALE		1	2		1	1	1
	BRACCIO, AVAMBRACCIO				1	1		
	POLSO					1	1	
	MANO	2	3	1	3	2		4
	COSCIA		1					
	GINOCCHIO	1	1		1	3	1	1
	GAMBA	1						
	CAVIGLIA	2		1	1			1
	PIEDE			1			1	
	<b>Totale</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1433	CRANIO	7	3	2	8	5	5	1
	OCCHI	5	2	5	6	4	2	3
	FACCIA	4	3		1	4	1	6
	COLLO	1		1		3	1	2
	CINGOLO TORACICO	5	3	2	1	3	2	3
	PARETE TORACICA	4	7	10	3	5	5	2
	ORGANI INTERNI		1				1	
	COLONNA VERTEBRALE	2	4	7	5	10	9	7
	BRACCIO,AVAMBRACCIO	1	5	5	1	5	2	3
	GOMITO	1	3	5	3	1	1	3
	POLSO	4	3	4	5	3	4	1
	MANO	22	16	23	25	21	22	15
	CINGOLO PELVICO		1	1	1	4		
	COSCIA	1		1	2	2	1	1
	GINOCCHIO	9	3	8	5	3	4	4
	GAMBA	4	3		6	1	1	1
	CAVIGLIA	4	7	4	6	5	5	9
	PIEDE	1	6	2	4	1	2	4
	ALLUCE							2
	ALTRE DITA			2				2
	INDETERMINATA	1				1	1	1
	<b>Totale</b>	<b>76</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>81</b>	<b>69</b>	<b>70</b>

Tabella 1.8

Voce di tariffa	Natura della lesione	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1431	FERITA	2	4	2	6	3	2	5
	CONTUSIONE		2	3		5	5	3
	LUSSAZIONE	4			3	3		2
	FRATTURA	1	1	1	2	3	2	
	LESIONI DA ALTRI AGENTI	1						
	CORPI ESTRANEI				1			
	LESIONI DA SFORZO		1					
	TOTALE	8	8	6	12	14	9	10
1433	FERITA	17	11	15	18	15	16	16
	CONTUSIONE	26	29	28	26	20	19	14
	LUSSAZIONE	13	14	16	13	16	19	18
	FRATTURA	5	9	11	13	14	6	12
	PERDITA ANATOMICA	3		1		1	1	1
	LESIONI DA ALTRI AGENTI	5	4	9	10	12	6	6
	CORPI ESTRANEI	5	3		1	1		
	LESIONI DA SFORZO	1		2	1	1	1	2
	NON DETERMINATA	1				1	1	1
	TOTALE	76	70	82	82	81	69	70

Tabella 1.9

Come per il settore vinicolo, anche per il comparto oleario gli infortuni riguardano prevalentemente gli arti superiori ed inferiori, con lesioni di tipo ferita, contusione e lussazione; tuttavia, come già detto, il fenomeno è molto più contenuto rispetto al comparto vinicolo.

La Tabella 1.10 riporta i dati relativi alle conseguenze (temporanea, permanente e morte) degli infortuni registrati nel periodo di osservazione; ciò permette di desumere informazioni indirette sulla gravità degli eventi lesivi occorsi.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008		
		T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M	T	P	M
1431	INDUSTRIA	7	-	-	8	-	-	6	-	-	11	1	-	8	5	1	9	-	-	10	-	-
	TERZIARIO	1	-	-																		
	<b>Totale</b>	8	-	-	8	-	-	6	-	-	11	1	-	8	5	1	9	-	-	10	-	-
1433	INDUSTRIA	75	1	-	64	5	1	72	10	-	73	4	2	76	1	1	60	7	-	66	2	-
	TERZIARIO										3	-	-	3	-	-	2	-	-	2	-	-
	<b>Totale</b>	75	1	-	64	5	1	72	10	-	76	4	2	79	1	1	62	7	-	68	2	-

Tabella 1.10

Dall'analisi delle Tabelle relative a sede della lesione, natura della lesione e relative conseguenze si può dedurre che, anche per il settore oleario, la maggior parte degli infortuni sono di natura lieve, senza gravi conseguenze per la salute e sono dovuti per lo più ad urti e tagli coinvolgendo prevalentemente gli arti superiori ed inferiori.

Il fenomeno, in ogni caso, è, nel suo complesso, assolutamente meno significativo rispetto a quanto osservabile per il comparto vinicolo.

Infine, per ciascuna delle tre voci di tariffa considerate è stato calcolato l'indice di frequenza: a tal fine bisogna fare riferimento al numero di addetti impiegati nei due settori produttivi. Nelle Tabelle 1.11a e 1.11b viene riportata la forza lavoro riferita, nel periodo di osservazione, alle tre voci di tariffa ed alle quattro diverse gestioni della stessa.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	INDUSTRIA	8.827	8.448	8.603	8.440	8.864	9.198	9.959
	ARTIGIANATO	862	861	847	878	879	895	909
	TERZIARIO	772	646	688	680	643	705	731
	ALTRE ATTIVITÀ SPECIALI		158	81	87	89	86	
	<b>Totale</b>	10.461	10.113	10.219	10.085	10.475	10.884	11.598

Tabella 1.11a – Settore vinicolo: addetti



Voce di tariffa	Settore tariffario	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1431	INDUSTRIA	281	312	324	324	298	353	414
	ARTIGIANATO			1	2			
	TERZIARIO		4				2	3
	ALTRE ATTIVITÀ		3	1				
	<b>Totale</b>	281	319	326	326	298	355	417
1433	INDUSTRIA	2.119	1.989	2.165	1.938	1.896	2.123	2.349
	ARTIGIANATO		3	1	-	-	-	-
	TERZIARIO		5	5			1	1
	ALTRE ATTIVITÀ							
	<b>Totale</b>	2.119	1.997	2.171	1.938	1.896	2.124	2.350

Tabella 1.11b – Settore oleario: addetti

Dai dati relativi al numero di addetti si ricava l'indice di frequenza, riportato, per ciascun anno del periodo di osservazione, nella Tabella 1.12.

Voce di tariffa	Settore tariffario	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	INDUSTRIA	60,5	55,8	51,3	49,1	41,3	40,7	35,2
	ARTIGIANATO	17,4	33,7	29,5	39,9	42,1	34,6	23,1
	TERZIARIO	49,2	52,6	34,9	52,9	66,9	82,3	42,4
	ALTRE ATTIVITÀ		120,3				46,5	
	<b>Totale</b>	57,5	54,7	47,9	48,1	42,6	42,9	34,7
1431	INDUSTRIA	24,9	25,6	18,5	37,0	47,0	25,5	24,2
	TERZIARIO						0,0	0,0
	<b>TOTALE</b>	28,5	25,1	18,4	36,8	47,0	25,4	24,0
1433	INDUSTRIA	35,9	35,2	37,9	40,8	41,1	31,6	28,9
	TERZIARIO		0,0				2000,0	2000,0
	<b>Totale</b>	35,9	35,1	37,8	42,3	42,7	32,5	29,8

Tabella 1.12

Tuttavia, si tenga presente che, così come calcolato, l'indice mette in rapporto due grandezze tra loro disomogenee, poiché il numero di infortuni si riferisce ad un intero anno solare mentre il numero di addetti è comprensivo dei lavoratori impegnati stagionalmente.

## 1.2 Malattie professionali

La Tabella 1.13 presenta il quadro dell'andamento tecnopatologico negli anni 2002-2008 riportando il numero delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL in tale periodo di riferimento. Risulta evidente che tale fenomeno è assolutamente inconsistente come dimostra il dato complessivo del numero totale di indennizzi - pari a 10 - per l'intero periodo e per tutte e tre le voci di tariffa considerate.

Voce di tariffa	Tipo di malattia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1413	50 – IPOACUSIA					1		
	56 – NEOPLASIE DA ASBESTO					1		
	99 – MALATTIE NON TABELLATE	2		1			1	
	<b>ITALIA</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
1431	56 – NEOPLASIE DA ASBESTO			1				
	<b>ITALIA</b>			<b>1</b>				
1433	56 – NEOPLASIE DA ASBESTO	1		1			1	
	<b>ITALIA</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>

Tabella 1.13

## Capitolo 2

### Cicli produttivi

#### 2.1 Cantine vinicole

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Trasporto dell'uva dalle vigne alla cantina	All'aperto	-braccianti addetti alla raccolta dell'uva -autisti automezzi	-Trattori con rimorchio -Autocarri

Le uve raccolte in campagna vengono poste in contenitori di plastica (cassette o bidoni), i quali vengono caricati su appositi automezzi per il trasporto in cantina; in alcuni casi le uve vengono depositate direttamente sui cassoni degli automezzi, ponendo sul fondo un telo di plastica, sia per proteggere l'uva dalla sporcizia, sia per evitare la dispersione di succo di uva. A tale scopo vengono utilizzati prevalentemente trattori con rimorchi e camion. E' importante che l'uva venga raccolta asciutta; questo perché quando l'uva è umida o bagnata, a causa della pioggia, la presenza di acqua influisce sulla gradazione alcolica finale, che deriva dalla trasformazione degli zuccheri in alcool etilico.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Scarico dell'uva in cantina	Ingresso cantina	-autisti automezzi -addetti allo scarico manuale delle uve	-Trattori con rimorchio -Autocarri

Le uve trasportate in cantina vengono scaricate secondo due modalità diverse:

- a) Manualmente mediante prelievo dei contenitori dall'automezzo;
- b) Mediante ribaltamento del pianale dell'automezzo;

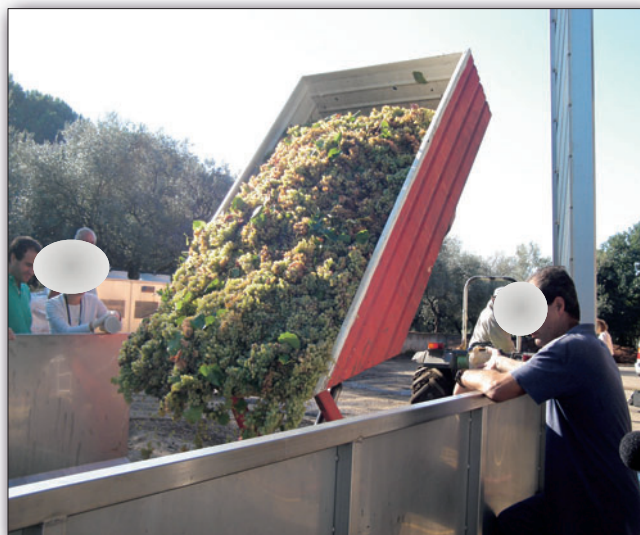
Le uve vengono scaricate in un'apposita tramoggia; trattasi di una vasca in acciaio inox a forma trapezoidale, sul fondo della quale sono presenti una o più coclee (viti senza fine a profilo elicoidale) ad alimentazione elettrica; le coclee - ruotando intorno al proprio asse - determinano l'avanzamento dell'uva verso la parte terminale della tramoggia fino a convogliarla alla sua uscita.

In questa azione si realizza anche una leggera pigiatura. In alcune aziende, anziché di tipo elicoidale le coclee sono di tipo trapezoidale e sul fondo della tramoggia è posto un nastro trasportatore; ciò consente l'avanzamento dell'uva in modo più delicato.

Talvolta le uve vengono scaricate direttamente nella pigio-diraspatrice; in questo caso lo scarico della materia prima è esclusivamente manuale.

Le successive fasi lavorative si differenziano in dipendenza della produzione di vino rosso o bianco.

Per la lavorazione delle uve per **vino rosso** allo scarico dell'uva seguono le seguenti fasi



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Pigiodiraspatura	Ingresso cantina	-addetti al controllo della macchina pigiodiraspatrice	Pigiodiraspatrice

Le uve vengono convogliate dalla tramoggia alla “pigiodiraspatrice”, mediante un meccanismo a coclea o con un nastro trasportatore; questa attrezzatura ha la funzione di separare i chicchi d'uva (acini) dalla parte legnosa (raspi). Tale macchinario è costituito essenzialmente da un tamburo rotante di acciaio inox forato. I fori sul tamburo sono sufficientemente ampi da consentire facilmente il passaggio degli acini, mentre i raspi vengono trattenuti all'interno del tamburo e quindi espulsi tramite pompa. La diraspatura avviene per forza centrifuga e/o grazie all'azione di un albero sbattitore a palette. I raspi sono temporaneamente accumulati all'uscita della diraspatrice, mentre tutto il resto, cioè il cosiddetto mosto (massa costituita da succo, polpa, bucce e semi degli acini d'uva) è trasportato fino ai vasi di fermentazione (fermentini).



L'operazione di pigiatura - diraspatura è automatica, pertanto l'addetto si limita a controllare di tanto in tanto il buon funzionamento dell'impianto.

I raspi vengono estratti dalla *diraspatrice* in modo pneumatico e, negli impianti di maggiore capacità produttiva, trasportati tramite una tubazione al punto di raccolta da dove sono successivamente prelevati per essere inviati alla loro destinazione finale. In altri casi i raspi vengono accumulati sul pavimento del piazzale aziendale, ed il loro prelievo viene effettuato mediante automezzi dotati di un'apposita benna. Altrimenti si fa utilizzo di cassoni nei quali i raspi vengono fatti cadere dall'alto.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Fermentazione tumultuosa del mosto	Interno cantina (locale tini)	-addetti al controllo ed alla manutenzione dei tini	-Vasche di fermentazione -Tini di stoccaggio

Il mosto è introdotto tramite pompe in contenitori (vasi vinari) nei quali avviene la fermentazione (perciò tali vasi vinari sono anche chiamati fermentini o semplicemente tini).

In genere queste lavorazioni sono svolte a livello del terreno, prevalentemente in appositi locali delle cantine.

Il mosto, ottenuto dalle uve dopo la pigiatura, è un liquido zuccherino semidenso, composto da varie sostanze che erano nell'uva e che verranno trasferite nel vino. È un elemento vivo, che contiene il 65-80% di acqua e il 15-30% di zuccheri, per lo più fruttosio e glucosio.

La maggior parte di questi ultimi saranno poi trasformati in alcool durante la fermentazione, grazie all'azione dei lieviti. Non tutti gli zuccheri vengono trasformati in alcol durante la fermentazione; infatti zuccheri non fermentati restano presenti in quantità elevate nei vini dolci e liquorosi ma anche, seppur in minima parte, nei vini secchi.

I lieviti sono dei complessi di microrganismi in grado di provocare la fermentazione attraverso gli enzimi da essi prodotti. Quelli presenti naturalmente nell'uva sono in grado autonomamente di far partire la fermentazione del mosto, tuttavia per completare o favorire una perfetta fermentazione alcolica, è prassi normale aggiungerne altri dalle caratteristiche diverse a seconda del risultato che si vuole ottenere. Infatti esistono migliaia di tipi di lieviti, ognuno utilizzato per scopi diversi: alcuni sono particolarmente resistenti all'alcool, altri all'anidride solforosa, altri al freddo, ecc...

L'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) si sviluppa in modo naturale nel vino come conseguenza dei diversi processi di fermentazione; la sua presenza è evidente negli spumanti e nei vini frizzanti, ma è presente, in minime dosi, anche nelle tipologie "ferme" e serve per equilibrare i vini mantenendo più vivi e più freschi i profumi e i gusti, purché non si esageri rendendo il vino troppo gassato.

Per la preparazione dei vini comuni è spesso introdotta nel mosto l'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) allo scopo principale di selezionare i lieviti in esso presenti. Questa operazione (chiamata solfitazione o solforazione) avviene in genere immediatamente dopo la prima spremitura dell'uva, ma talvolta anche successivamente nei fermentini e può riguardare sia i mosti che i vini. L'anidride solforosa che viene fatta gorgogliare nel liquido agisce come un antisettico che impedisce la riproduzione dei lieviti non desiderati quali gli apiculatus ed altri microrganismi, mentre i lieviti desiderati per la fermentazione del mosto, come i lieviti ellittici, sono molto resistenti a questo trattamento. Oltre che per l'effetto sterilizzante, l'anidride solforosa è talvolta impiegata come solubilizzante delle sostanze coloranti e per favorire l'aumento della gradazione alcolica del vino. L'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) introdotta nei mosti si ripartisce in due forme: combinata con i composti presenti nel vino (in particolare con glucosio, fruttosio, sostanze coloranti) e libera. L'equilibrio tra le due forme, tipico per ogni vino, è influenzato dalla temperatura. La frazione libera diminuisce con il tempo, non solo per le combinazioni, ma anche per evaporazione, ossidazione e riduzione ad acido solfidrico. Per la qualità del prodotto (la Legge italiana stabilisce tra l'altro il limite massimo per la presenza di  $\text{SO}_2$  nel vino), l'anidride solforosa tende ad essere utilizzata nelle aziende vinicole solo limitatamente ai reali bisogni che il mosto presenta a seguito delle analisi chimiche di laboratorio. Infatti, tutto il processo di fermentazione è tenuto sotto controllo per mezzo di prelievi periodici e analisi di laboratorio.

Come si è accennato sopra, la temperatura gioca un ruolo fondamentale. Infatti, durante la fermentazione alcolica si sviluppa calore, ma il processo può cessare se la temperatura sale troppo arrivando fino ai 35-38 °C e il mosto si altera per effetto della cosiddetta fermentazione mannitica; per evitarla quindi è necessario raffreddare il mosto. Può anche verificarsi il caso opposto, cioè la



temperatura ambientale troppo bassa (10°C) può impedire l'innesco della fermentazione; in questo caso è necessario riscaldare il mosto.

Per questi motivi nelle cantine moderne la fermentazione avviene in genere in recipienti a temperatura controllata, con la possibilità di riscaldare o refrigerare il mosto.

Dopo un periodo di fermentazione di durata variabile, a seguito della valutazione dell'enologo, viene effettuata l'operazione chiamata svinatura, la quale consiste nel prelevare dal fermentino la parte più liquida del mosto fermentato (chiamata vino fiore), mentre la parte solida viene convogliata – tramite una coclea – alla pressatura (svinatura e pressatura sono meglio descritte nei paragrafi successivi).

Fino alla fase di svinatura la fermentazione è anche chiamata “fermentazione tumultuosa” per distinguerla da quella lenta che prosegue anche nelle fasi successive della produzione del vino.

Il materiale costitutivo dei fermentini più moderni è l'acciaio inox, mentre quelli più vecchi, oltre che in legno, sono in ferro smaltato esternamente e verniciato internamente con vernici epossidiche le quali rendono la superficie interna simile al vetro. Spesso vengono utilizzati fermentini in cemento armato rivestito internamente di malta cementizia, a sua volta ricoperta da piastrelle o vernici vetrificanti. Vi sono anche fermentini in vetroresina.

La forma è in genere cilindrica specie per i tini in acciaio, ma ne esistono anche a forma di parallelepipedo, specie per i tini in cemento. Questi ultimi hanno il vantaggio di consentire una migliore utilizzazione dello spazio all'interno della cantina.

I tini sono dotati di: spine (in genere due) per il travaso del liquido tramite pompe e tubazioni flessibili; un portello laterale (anche chiamato passo d'uomo e posto lateralmente un po' più in alto della base del tino, in genere tra le due spine); un portello inferiore (posto alla base del tino e in genere utilizzato per l'evacuazione delle vinacce); un portello superiore (posto alla sommità del tino). Talvolta sulla sommità del tino è presente una valvola di sicurezza per lo sfiato dei gas in eccesso quando la pressione all'interno del contenitore supera un certo limite. I tini possono essere dotati internamente di organi agitatori e/o di follatura il cui movimento è ottenuto per mezzo di motori elettrici o sistemi pneumatici.

Alcuni fermentini sono coibentati e/o dotati di sistemi di controllo delle temperatura (riscaldamento / raffreddamento), la quale influisce sul processo di fermentazione.

Il raffreddamento è talvolta realizzato facendo scorrere un velo d'acqua fredda sulle pareti del tino; a tale scopo sulla sommità del tino è predisposto un tubo di plastica ad anello forato inferiormente, mentre intorno alla base del tino è predisposto un bordo sporgente scanalato per la raccolta dell'acqua che cola lungo le pareti; l'acqua raccolta viene inviata all'impianto di raffreddamento prima di essere rimessa in circolo.

Altri sistemi più moderni sono costituiti da tini provvisti di doppia camicia (intercapedine), ove scorre un liquido refrigerante o riscaldante che consente di controllare la temperatura del processo.

I tini in legno tendono ad essere sostituiti con tini in acciaio, in cemento o in altri materiali, perché consentono una più facile installazione degli accessori suddetti, una più facile manutenzione e



presentano il vantaggio rispetto al legno di evitare cali per evaporazione in quanto la loro permeabilità è minima. Per i tini in legno il raffreddamento / riscaldamento del mosto viene effettuato grazie a piastre metalliche cave nelle quali viene fatto scorrere un liquido refrigerante / riscaldante.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Raccolta e pressatura delle vinacce	Interno cantina (locale tini)	-addetti alla raccolta delle vinacce dai tini -addetti alle operazioni di pressatura	Pressa

Successivamente alla fermentazione tumultuosa viene eseguita la svinatura. Questa consiste nel prelevare dal fermentino, tramite una pompa, la parte più liquida del mosto per inviarlo, dopo una filtratura grossolana, in altri vasi vinari dove avviene la maturazione del vino; dopo che è stata tolta la parte liquida, la parte solida del mosto (vinacce, vinaccioli, ecc...), che rimane nel fermentino, viene estratta manualmente con rastrelli e badili e introdotta in una tramoggia con coclea e pompa, che convoglia questa massa alla pressatura (quest'ultima fase lavorativa è meglio descritta al paragrafo successivo). Per completare l'estrazione delle vinacce dal tino uno o due addetti entrano al suo interno attraverso il portello laterale, mentre un terzo lavoratore rimane all'esterno per controllare il caricamento della tramoggia. La fase di pressatura delle vinacce è anche chiamata torchiatura. Dopo la svinatura le vinacce (bucce e semi) sono pressate tramite una apposita "pressa" che ha la funzione di estrarne il succo residuo. Le vinacce pressate, dopo l'estrazione dalla macchina, sono inviate alla distilleria (in genere è una azienda esterna), per la produzione della grappa. Gli addetti sovrintendono al funzionamento della pressa e al termine dell'operazione ne effettuano la pulizia (talvolta la pressa è dotata di dispositivi di lavaggio automatico, ma per effettuare una pulizia accurata è necessario un intervento manuale all'interno della macchina).



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Fermentazione lenta del mosto	Interno cantina (locale tini)	-addetti al controllo e alla manutenzione dei tini	Tini di stoccaggio

Il mosto, insieme al residuo liquido raccolto dalla pressatura delle vinacce, dopo essere stato travasato (svinatura) nei tini di stoccaggio, vi permane per la maturazione definitiva del vino. Gli operatori svolgono un'attività di controllo della maturazione del vino.



Per la produzione di **vino bianco** allo scarico dell'uva in cantina seguono le seguenti fasi lavorative.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Diraspatura	Ingresso cantina	-addetti al controllo della macchina diraspatrice	Diraspatrice

Le uve vengono convogliate dalla tramoggia alla "diraspatrice", mediante un meccanismo a coclea o con un nastro trasportatore; in assenza di tramoggia di carico le uve sono già pronte per essere sottoposte a questa fase lavorativa nella macchina diraspatrice; qui gli acini di uva vengono separati dalla parte legnosa (raspi), che viene scaricata fuori dalla macchina (di seguito viene raccolta e smaltita); a differenza della produzione di vino rosso, gli acini non vengono spremuti, ma trasferiti, mediante apposita pompa, alla pressa. La maturazione del vino bianco infatti richiede la separazione della polpa dalle bucce.





Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Pressatura	Ingresso cantina	-addetto all'azionamento della pressa	Pressa



Le uve bianche vengono spremute nella pressa, che è costituita da un'apparecchiatura cilindrica, all'interno della quale vi è una camera d'aria, che, gonfiandosi ad elevate pressioni, sprema gli acini di uva bianca e separa il mosto dalle bucce.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Fermentazione del mosto	Interno cantina (locale tini)	-addetti al controllo ed alla manutenzione dei tini	Tini di stoccaggio

Dalla pressa il mosto viene inviato, mediante apposita pompa, nei contenitori per la fermentazione del mosto.



Le seguenti fasi di lavorazione sono comuni sia alla produzione del vino bianco che del vino rosso.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Maturazione del vino nelle botti	Interno cantina (deposito barriques )	-addetti al controllo delle botti	

Dopo la fase di fermentazione, il vino viene trasferito nelle botti, con l'ausilio di pompe. Le botti sono alloggiate in un ambiente separato, dove vengono mantenute condizioni termo-igrometriche idonee per la sua conservazione. La maturazione del vino non richiede presenza di operatori; vengono effettuati solo accessi periodici al deposito barriques per verificare che siano mantenute le adeguate condizioni termo-igrometriche.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Imbottigliamento del vino	Interno cantina	-addetti all'imbottigliamento	Imbottigliatrice

Dopo un periodo di permanenza nelle botti, di durata variabile secondo le caratteristiche del prodotto che si vuole ottenere, questo viene imbottigliato. Questa fase lavorativa viene realizzata mediante l'utilizzo di linee automatiche o semi automatiche, dove l'intervento manuale è comunque ridotto al minimo e consiste principalmente nel controllo delle diverse parti della linea. Lungo la linea di imbottigliamento vengono realizzate le seguenti operazioni:



- carico bottiglie vuote sulla linea;
- lavaggio delle bottiglie con acqua;
- riempimento delle bottiglie con il vino;
- tappatura delle bottiglie;
- etichettatura delle bottiglie;

Le linee più evolute tecnologicamente realizzano queste operazioni senza l'ausilio manuale; le linee meno automatizzate richiedono l'intervento umano per alcune delle suddette fasi, quali il caricamento delle bottiglie e l'etichettatura. Alcune linee realizzano anche il confezionamento finale del prodotto, mediante l'inscatolamento delle bottiglie in adeguati contenitori di cartone. Il numero di addetti alla linea di imbottigliamento è variabile; da 2-3 operatori per quelle piccole ai 7-8

di quelle più grandi. Trattasi di una fase lavorativa che viene svolta per alcuni giorni all'anno nelle piccole cantine, mentre per le produzioni di tipo industriale l'imbottigliamento ha luogo anche tutto l'anno.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Immagazzinamento del prodotto finito	Interno cantina (locale magazzino)	-addetti all'immagazzinamento	-Muletto -Transpallet

Le confezioni del prodotto finito, costituite di solito da contenitori di cartone contenenti un numero variabile di bottiglie, vengono conservate in un apposito magazzino, dal quale vengono prelevate per la vendita. Questa fase operativa coinvolge gli operatori solo al momento del deposito del prodotto e del suo prelievo per la vendita.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Pulizia dei vasi vinari	Interno cantina (locale tini)	-addetti alla pulizia dei tini	Lancia per acqua a pressione

Dopo la svinatura i tini vengono lavati, immettendo un getto d'acqua a pressione ed aggiungendo soda ed acido citrico. Di seguito viene effettuata un'asciugatura manuale delle pareti del tino; a tale scopo l'operatore deve introdursi all'interno del tino.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Operazioni di movimentazione	Interno-Esterno cantina	- autisti degli automezzi	-Muletto elettrico -Muletto diesel

Molte delle operazioni di cantina richiedono il trasferimento di carichi nei diversi ambienti; ad esempio il caricamento e lo scaricamento dei pallets con le bottiglie vuote, o dei cartoni contenenti il prodotto finito.

Tali operazioni vengono realizzate con l'ausilio di appositi muletti, prevalentemente di tipo elettrico.





## 2.2 Frantoi oleari

La lavorazione delle olive per la produzione dell'olio vegetale viene realizzata mediante due tipologie di processi produttivi; si distinguono infatti:

- A. Il ciclo continuo (completamente automatizzato)
- B. Il ciclo tradizionale (con una forte incidenza di operazioni manuali)

### Ciclo continuo

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Trasporto delle olive al frantoio	Esterno	-braccianti addetti alla raccolta delle olive -autisti degli automezzi	Trattori con rimorchio

Le olive vengono raccolte in campagna e depositate in contenitori di plastica (cassette o bidoni), i quali vengono caricati su appositi automezzi per il trasporto in frantoio. A tale scopo vengono utilizzati prevalentemente trattori con rimorchi.



Le olive trasportate in frantoio vengono scaricate in una tramoggia, di solito posta all'esterno del frantoio; di seguito, mediante un nastro trasportatore, vengono convogliate alle macchine del ciclo produttivo. Lo scarico in tramoggia viene effettuato con due modalità principali:

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Scarico delle olive in frantoio	Esterno	-operatori addetti allo scarico delle olive -autisti degli automezzi	-Muletto diesel -Muletto elettrico

- a) Manualmente mediante prelievo dei contenitori dall'automezzo di trasporto;
- b) Mediante ribaltamento dei contenitori con mezzo meccanico (muletto).



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Lavaggio-defogliatura	Locale molitura	-operatori addetti al controllo della macchina	Lavatrice

Dal nastro trasportatore le olive vengono immesse sulle macchine del ciclo continuo, per la loro trasformazione nel prodotto finito.

La prima macchina effettua il lavaggio delle olive e l'eliminazione delle foglie; ciò avviene mediante il passaggio delle drupe su una griglia vibrante, sulla quale sono convogliati getti d'acqua a pressione.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Frangitura	Locale molitura	-operatori addetti al controllo della macchina	Frangitrice

In questa fase le olive vengono sottoposte alla macinatura; questa viene realizzata da un mulino a martelli, nel quale vengono convogliate, mediante un elevatore a nastro, le olive in uscita dalla lavatrice.

Il mulino a martelli è composto da una serie di dischi ruotanti dotati di spigoli vivi (martelli) con una velocità di rotazione di 1200-3000 giri al minuto. Con questo sistema la rottura della polpa è causata dagli urti dei dispositivi ruotanti ad alta velocità e solo in parte dall'azione meccanica dei frammenti di nocciolo. La lavorazione si svolge in tempi brevissimi, nell'ordine dei secondi, e si presta ad un funzionamento a ciclo continuo con carico e scarico automatizzato.

Il principale limite della frangitura è il grado di estrazione dei polifenoli, che risulta più spinto, rispetto al ciclo tradizionale; i polifenoli sono responsabili del gusto piccante e del retrogusto amaro; queste proprietà, se particolarmente intense, non sono gradite alla maggior parte dei consumatori.

Per contro la frangitura a martelli consente di ottenere un olio mediamente più ricco in



clorofilla e più stabile in fase di conservazione; inoltre i vantaggi consistono nella notevole capacità oraria di lavoro, nella integrale automazione del processo e nella perfetta integrazione in un impianto a ciclo continuo.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Gramolatura	Locale molitura	-operatori addetti al controllo della macchina	Gramolatrice

La pasta di olive ottenuta dalla macinazione viene sottoposta alla gramolatura, che ha lo scopo di rompere l'emulsione fra acqua e olio e far confluire le micelle d'olio in gocce più grandi che tendono a separarsi spontaneamente dall'acqua. La gramolatrice è in sostanza una vasca in acciaio in cui ruotano pale elicoidali che mantengono in lento rimescolamento la pasta d'olio. L'azione del rimescolamento rompe l'emulsione migliorando la resa in mosto d'olio nella successiva fase di estrazione. Le attuali tipologie costruttive comprendono più gramole disposte in serie oppure in parallelo e caricate meccanicamente con la pasta d'olio uscita dal frangitore.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Centrifugazione	Locale molitura	-operatori addetti al controllo della macchina	Decanter

Dalle gramole la pasta di olive viene convogliata al decanter; trattasi di una centrifuga orizzontale, che separa la pasta di olive in 2 o 3 fasi, in dipendenza dell'attrezzatura utilizzata. Il *decanter a 3 fasi* separa tre distinte frazioni:

- le sanse;
- il mosto d'olio, contenente una piccola quantità d'acqua;
- l'acqua di vegetazione, contenente una piccola quantità di olio.



Questo sistema richiede la preventiva diluizione della pasta d'olio con acqua; presenta difetti considerevoli perché consuma elevati quantitativi di acqua e produce molta acqua di vegetazione; l'acqua ha inoltre un'azione di lavaggio della pasta che porta all'estrazione di un'elevata quantità di polifenoli, rendendo più inquinante l'acqua da smaltire.

Il *decanter a 2 fasi*, concepito per ovviare agli inconvenienti del sistema a 3 fasi, separa due sole frazioni:

- le sanse e l'acqua di vegetazione;
- il mosto d'olio, contenente una piccola quantità d'acqua.

Tale sistema riduce il problema del carico inquinante perché la quantità di polifenoli estratta è inferiore; presenta però il difetto di produrre sanse eccessivamente umide, che hanno uno scarso valore merceologico.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Separazione	Locale molitura	-operatori addetti al controllo della macchina	Separatore centrifugo



Dal decanter l'acqua e l'olio vengono convogliati al separatore centrifugo, per l'estrazione finale dell'olio. L'attrezzatura consiste in un serbatoio cilindrico contenente un tamburo rotante costituito da una serie di dischi conici forati e sovrapposti; il mosto d'olio, immesso dall'alto, entra nel tamburo ed è sottoposto ad una centrifugazione a 6000-6500 giri al minuto. Per effetto della differente densità olio ed acqua si separano in due differenti efflussi; durante la rotazione si ha un accumulo di residui solidi (morchie) che vengono espulsi tramite un sistema di sicurezza automatizzato.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Conservazione dell'olio	Locale deposito		Tini di stoccaggio

L'olio viene conservato in contenitori di plastica o metallo di forma cilindrica (tini di stoccaggio), di solito posti in un locale separato rispetto al frantoio vero e proprio.

Nel locale di deposito dell'olio non vi sono operatori; questi vi accedono solo per il deposito ed il prelievo del prodotto.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Riempimento dei contenitori (bottiglie e lattine) manuale	Locale deposito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operatore addetto al riempimento dei contenitori;</li> <li>- operatore addetto all'etichettatura del prodotto</li> </ul>	Riempitrice automatica e semiautomatica



L'olio conservato nei tini di stoccaggio viene travasato in due tipi di contenitori; bottiglie di vetro e lattine di metallo. Tale operazione, nei frantoi di piccole dimensioni e con produzione limitata, viene svolta per lo più manualmente o con l'ausilio di macchine, azionate a mano o semiautomatiche. Durante il riempimento dei contenitori vengono apposte anche le relative etichette. Nella maggioranza delle aziende questa fase lavorativa ha luogo solo per alcuni giorni all'anno.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Riempimento dei contenitori (bottiglie e lattine) su linea automatizzata	Locale deposito	-operatori addetti alle linee di riempimento	Linea di imbottigliamento

Nelle aziende di maggiori dimensioni, con produzione a carattere industriale, il riempimento dei contenitori viene realizzato mediante apposite linee automatiche.

Queste linee realizzano anche il confezionamento del prodotto finale, collocando i contenitori in cassette di cartone.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Immagazzinamento del prodotto finito	Locale magazzino		

Le confezioni del prodotto finito, costituite di solito da contenitori di cartone contenenti un numero variabile di bottiglie e/o dalle lattine di metallo, vengono conservate in un apposito magazzino, dal quale vengono prelevate per la vendita.

Questa fase operativa coinvolge gli operatori solo al momento del deposito del prodotto e del suo prelievo per la vendita.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Operazioni di movimentazione	Interno–Esterno frantoio	-autisti degli automezzi	-Muletto elettrico -Muletto diesel

Molte delle operazioni in frantoio richiedono il trasferimento di carichi nei diversi ambienti; ad esempio il caricamento e lo scaricamento dei pallets con le cassette di olive, o dei cartoni contenenti il prodotto finito. Tali operazioni vengono realizzate con l'ausilio di appositi muletti, prevalentemente di tipo elettrico.

### Il ciclo tradizionale

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Trasporto delle olive al frantoio	Esterno	-braccianti addetti alla raccolta delle olive -autisti degli automezzi	Trattori con rimorchio

Le olive vengono raccolte in campagna e depositate in contenitori di plastica (cassette o bidoni), i quali vengono caricati su appositi automezzi per il trasporto in frantoio. A tale scopo vengono utilizzati prevalentemente trattori con rimorchi.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Scarico delle olive nella macina	Esterno	-addetti al travaso delle olive dalle cassette sulla griglia	-Muletto diesel -Muletto elettrico

Le olive vengono scaricate manualmente su di una griglia, da dove vengono convogliate, mediante un nastro nella macina.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Macinatura delle olive	Locale molitura	operatore che controlla il funzionamento della macina	Molazza

La macinatura è realizzata da due mole rotanti di pietra; dalla macinatura si ricava una poltiglia di pasta di olive, che viene scaricata sui "fiscoli".



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Impilamento dei fiscoli	Locale molitura	operatore che effettua l'impilamento dei fiscoli e la pulizia dei fiscoli già sottoposti alla pressatura	Impilatrice

La poltiglia di olive viene scaricata sui fiscoli, costituiti da dischi di canapa dello spessore di qualche centimetro. Con l'ausilio di una macchina sollevatrice i fiscoli vengono impilati uno sull'altro fino a formare il cosiddetto castello. Con la stessa macchina si provvede a disfare la pila di fiscoli già pressati.



Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Pressatura	Locale molitura	operatore che effettua il controllo del funzionamento della pressa	Pressa



La pila di fiscoli con la pasta di olive viene posta sotto una pressa, che applica una pressione graduale fino ad un max. di 400 atm., per estrarre dalla poltiglia le tre fasi: acqua, sansa e olio.

Fase lavorativa	Ubicazione	Operatori	Macchine e/o attrezzature
Separazione	Locale molitura	-operatore che controlla il funzionamento del separatore	Separatore centrifugo

Le due fasi, acqua ed olio, vengono separate mediante un separatore centrifugo, per l'estrazione finale dell'olio, che viene raccolto, per caduta, in contenitori di metallo o plastica.

A queste fasi seguono le fasi già illustrate nel processo di lavorazione a "Ciclo continuo" (Conservazione, imbottigliamento manuale ed automatizzato, immagazzinamento), a cui bisogna aggiungere le operazioni di movimentazione effettuate con i muletti.



## Capitolo 3

### Rischi professionali

#### 3.1 rischio biologico

La valutazione del rischio biologico negli ambienti di lavoro e la stima dell'esposizione presentano aspetti di incertezza notevoli come conseguenza di fattori legati alla peculiarità del tipo di agente di rischio (organismi viventi quali batteri, funghi, virus e loro prodotti), all'ambiente (temperatura, umidità, velocità dell'aria), che condiziona la vitalità degli organismi viventi, alla risposta individuale all'esposizione. Questa differisce da individuo a individuo e dipende, oltre che da fattori genetici - che sono alla base della variabilità della risposta dell'organismo a fattori di rischio di qualsiasi natura - anche dall'efficienza delle difese immunitarie.

Inoltre, non sono ancora state definite metodiche standardizzate di campionamento degli agenti biologici e valori soglia di esposizione: per gli agenti biologici, infatti, non sono note le relazioni dose - effetto, a causa delle suddette complicate relazioni tra agente, ambiente e ospite, motivo per cui sono difficilmente definibili concentrazioni ambientali a cui riferirsi come valori limite di esposizione.

La misura della contaminazione ambientale viene comunemente utilizzata per la valutazione indiretta dell'esposizione ed è un elemento utile per suggerire la messa in atto delle eventuali misure preventive necessarie a evitare o a contenere l'esposizione.

Per ogni fase lavorativa è sempre bene identificare i punti critici per il rischio biologico e le possibili modalità d'esposizione agli agenti biologici potenzialmente presenti. Per ogni punto identificato come critico potranno, quindi, essere definite misure di contenimento e procedure ottimizzate, di severità proporzionata alla pericolosità dei microrganismi ivi trattati o potenzialmente presenti e al rischio di contaminazione.

Le patologie causate da agenti biologici comprendono malattie infettive, intossicazioni e reazioni allergiche conseguenti a esposizione a prodotti o componenti di origine microbica, animale e vegetale. Come noto, l'allegato XLVII al D. Lgs. N. 81/2008 e s.m.i. fornisce un elenco di agenti biologici patogeni per l'uomo o potenzialmente tali.

Il controllo ambientale degli agenti biologici può essere eseguito analizzando 'substrati' di diversa natura (aria, superfici di lavoro, acqua, materiali, attrezzature, indumenti, ecc.), con strumenti di campionamento e/o metodiche diversi. Per gli ambienti di lavoro, nei quali la presenza di agenti patogeni può essere considerata accidentale, è sufficiente misurare la concentrazione totale dei microrganismi in essi presenti (carica totale di funghi e batteri).

Il monitoraggio degli agenti biologici aerodispersi (c.d. 'bioaerosol') può essere di tipo quantitativo o qualitativo. Nel primo caso è effettuata una stima della quantità totale di microrganismi presenti in volumi noti di aria; nel secondo caso si procede all'identificazione delle specie maggiormente rappresentate nell'ambiente monitorato. I microrganismi sono catturati su appositi terreni di coltura e incubati, per tempi predefiniti, alle temperature ottimali di sviluppo, allo scopo di consentire la formazione di colonie visibili ad occhio nudo e pertanto numerabili. Poiché ogni colonia è teoricamente ascrivibile ad un unico microrganismo originario, il numero delle colonie cresciute sui terreni di coltura (espresso in termini di Unità Formanti Colonia, UFC) è sommariamente rapportabile al numero di microrganismi vitali presenti nel campione d'aria analizzato; per convenzione, tale numero è poi rapportato al volume standard di 1 m<sup>3</sup> d'aria.

Per il monitoraggio microbiologico dell'aria, lo strumento più frequentemente utilizzato è il campionatore attivo a impatto ortogonale, che sfrutta l'inerzia delle particelle trascinate da una corrente gassosa per la loro raccolta sulla superficie di una piastra Petri contenente terreno nutritivo solido. I parametri di campionamento (volume d'aria campionato, tipo di piastre e di

terreni nutritivi utilizzati, numero di repliche raccolte per ogni punto di prelievo) cambiano in base al tipo di ambiente da monitorare; in particolare i volumi d'aria da campionare devono essere ridotti nel caso di contaminazione alta o medio-alta, allo scopo di evitare una crescita di colonie tale da rendere impossibile la lettura delle piastre e, di conseguenza, la quantificazione della contaminazione microbiologica ambientale.

#### Considerazioni introduttive sui comparti in esame

I dati reperibili in letteratura sul rischio biologico da esposizione professionale nelle lavorazioni attinenti all'agricoltura o alle trasformazioni agroalimentari sono scarsi e comunque riguardano principalmente l'esposizione ad allergeni in coltivatori ed allevatori.

L'attenzione sembra invece concentrata, piuttosto che sulla salute degli addetti, sulla qualità igienica dei prodotti. Questo è vero anche nel caso dei comparti vinicolo-oleari. Fa eccezione uno studio comparativo condotto in Italia da Picco A.M. e Rodolfi M. (2004), finalizzato a caratterizzare, dal punto di vista quantitativo e qualitativo, la contaminazione fungina aerodispersa in cantine vinicole sia a gestione familiare che industriali, ubicate nell'Oltrepò pavese e a Sotteceneri (Svizzera).

Particolare interesse riveste, dunque, la conduzione, su più larga scala, di monitoraggi ambientali all'interno delle cantine e dei frantoi, volti all'analisi della qualità dell'aria per verificarne le cariche batteriche e fungine presenti.

L'allegato XLVI al Titolo X del D.Lgs. n 81/2008 riporta i funghi e i batteri tra gli agenti biologici di rischio, in quanto possibili responsabili di effetti allergici, infezioni o produzione di tossine. Essi vengono, inoltre, riconosciuti come agenti eziologici di malattie professionali tabellate dall'INAIL (D. M. n. 169 del 9 aprile 2008), quali l'asma bronchiale primario estrinseco e le alveoliti allergiche estrinseche.

Le spore fungine, ubiquitarie e numericamente dominanti, sono facilmente disseminate attraverso l'aria, loro substrato elettivo di dispersione; pertanto risultano di costante rinvenimento negli ambienti sia naturali che antropizzati ed occupazionali. In questi ultimi, l'instaurarsi di condizioni microclimatiche favorevoli e l'inevitabile presenza di nutrienti disponibili (materiale organico, manufatti, polveri, etc.), possono comportare una rapida germinazione di propaguli fungini con conseguente colonizzazione miceliare e raggiungimento di sempre più elevate e potenzialmente pericolose cariche aerodisperse.

Va tenuto presente, infatti, che nel caso delle cantine il processo fondamentale di produzione è rappresentato dalla fermentazione alcolica di materiale organico ad opera di lieviti, sia naturalmente presenti sull'uva che addizionati al mosto. Inoltre, sia sull'uva conferita in cantina che sulle olive trasportate in frantoio, possono essere presenti contaminazioni da batteri e miceti.

#### Strumentazione e strategia di monitoraggio adottate

I campionamenti ambientali sono stati finalizzati alla conoscenza dei livelli di contaminazione microbiologica totale e alla caratterizzazione della contaminazione fungina aerodispersa, correlati alle diverse fasi di lavoro contemplate dal ciclo produttivo in esame (produzione di olio e produzione di vino), a partire dall'ingresso delle materie prime nella tramoggia di scarico.

I campionamenti sono stati effettuati durante lo svolgimento delle normali attività di lavoro e nelle condizioni ambientali usuali. Essi hanno interessato ambienti o postazioni di lavoro di normale frequentazione da parte del personale. I parametri microbiologici rilevati sono stati i seguenti:

- concentrazione batterica totale a 22°C (batteri psicrofili), indice di contaminazione batterica di origine ambientale;
- concentrazione fungina totale (funghi filamentosi o muffe e lieviti) a 25°C, correlata ai livelli di polverosità e di umidità ambientale e alla ventilazione.



Tali parametri sono espressi in termini di Unità Formanti Colonia (UFC) per m<sup>3</sup> d'aria. A causa della particolare tipologia degli ambienti di lavoro in esame (non propriamente classificabili come confinati o indoor), nei quali la separazione tra aree di lavoro esterne ed interne non è così netta e, comunque, non occupati stabilmente dal personale addetto (la maggior parte delle fasi lavorative è completamente automatizzata), si è proceduto con campionamenti attivi di aria, limitando l'indagine alla valutazione dei microrganismi di origine ambientale (c.d. psicrofili), presumendo minoritario il contributo alla contaminazione da parte della componente di origine antropica (c.d. mesofila).

Per il protocollo di campionamento e analisi si è fatto riferimento alle Linee Guida CONTARP su "Il monitoraggio microbiologico negli ambienti di lavoro" (Ediz. INAIL, 2010).

Pertanto, sono stati utilizzati:

- campionatori attivi d'aria, portatili, ad impatto ortogonale (SAS Super 180 e SAS Super 100, pbi international), per la determinazione delle concentrazioni microbiche aerodisperse;
- piastre a contatto sterili (pbi international) da 84 mm d.i. per la cattura e il successivo esame colturale dei microrganismi;
- terreni liofilizzati TSA (Tryptic Soy Agar, Biomerieux) per la determinazione della carica totale batterica e Sabouraud Agar + cloramfenicolo per la determinazione della carica totale fungina (Biomerieux).

I campionatori d'aria sono stati posizionati ad un'altezza di 1.5 m dal pavimento.

I punti di prelievo, all'interno dell'azienda, sono stati localizzati:

- a centro ambiente, nei locali a destinazione d'uso omogenea (ufficio, stoccaggio in tini, imbottigliamento-etichettatura, magazzino, deposito barriques);
- in corrispondenza della postazione assunta dal lavoratore, se in prossimità di macchinari o in aree di lavoro per le quali si è ipotizzato rischio di sviluppo o maggiore dispersione di bioaerosol (tramoggia di carico uve/olive durante lo sversamento delle materie prime, lavatrice-defogliatrice/deraspatrice, pigiatrice; area caricamento pasta di olive su fiscoli, nei frantoi a ciclo tradizionale).

I volumi d'aria prelevati sono stati compresi tra i 100 e i 400 L.

Tutti i prelievi sono stati condotti in triplo (tre piastre in successione, per ogni parametro microbiologico rilevato in ogni punto di prelievo). L'analisi dei campioni è stata effettuata presso il Laboratorio CONTARP di Igiene Industriale, di Roma. I risultati sono stati calcolati sulla media aritmetica dei triplicati, statisticamente corretta secondo le tabelle di conversione prodotte dalla Ditta fornitrice dei campionatori, per il calcolo del numero più probabile (MPN) dei microrganismi campionati per unità di volume d'aria aspirata.

In considerazione della tipologia di parametri microbiologici ambientali rilevati e di ambiente di lavoro sottoposto a studio (non indoor), non ci si è potuti avvalere degli indici di riferimento disponibili nella letteratura scientifica nazionale per la valutazione della 'qualità microbiologica' dell'aria negli ambienti di lavoro (Linee Guida CONTARP, pagg.18-21). Pertanto, le concentrazioni microbiche misurate nei diversi punti di prelievo ambientale sono state confrontate tra loro e con i corrispondenti valori del 'bianco' (aria esterna all'azienda): con l'acronimo 'FM' (Fattore moltiplicativo), si è voluto esprimere il rapporto tra le concentrazioni batteriche o fungine rilevate per ogni fase monitorata e quelle del bianco, al fine di individuare i possibili punti di amplificazione, lavoro-correlata, della contaminazione. A tal fine, sono stati considerati significativi

valori di FM  $\geq 3$ . L'utilizzo di tale 'indice' FM ha consentito di individuare le fasi del ciclo produttivo a maggiore sviluppo di bioaerosol.

#### Analisi della microflora fungina aerodispersa

Contemporaneamente alla determinazione delle concentrazioni batteriche e fungine aerodisperse, si è proceduto all'analisi qualitativa della componente fungina riscontrata nelle diverse aziende.

E' consigliabile affiancare all'analisi prettamente quantitativa tale approccio metodologico, essendo riconosciuta dalla comunità scientifica internazionale l'importanza di evidenziare la presenza di specie/generi fungini tossigenici e/o allergenici, correlabili alle materie prime naturali utilizzate (uve e olive), alla natura della lavorazione svolta e al contesto ambientale in cui si inseriscono le cantine e i frantoi oleari.

Per la caratterizzazione della contaminazione fungina aerodispersa ci si è avvalsi della collaborazione della Dott.ssa Marinella Rodolfi, micologo-tassonomo operativo presso il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente - Laboratorio di Micologia dell'Università degli Studi di Pavia, alla quale sono stati inviati i campioni fungini (su piastra agar o in glicerolo) per il riconoscimento morfo-tassonomico.

Tutte le colonie fungine sviluppatesi su piastra agar sono state inizialmente conteggiate e distinte in gruppi morfologici simili fra loro, mediante osservazione a basso ingrandimento (50x). In seguito, mediante osservazione al microscopio ottico, è stata effettuata l'identificazione morfo-dimensionale delle varie colonie cresciute, ad eccezione dei generi *Fusarium*, *Penicillium* ed *Aspergillus*, per i quali si è proceduto all'isolamento in purezza e alla crescita su specifici terreni colturali (suggeriti dalle apposite monografie e indispensabili per una corretta identificazione a livello di specie). In tutti i casi, per meglio evidenziare le strutture fungine da prendere in esame, si è fatto uso di un colorante specifico per preparati microscopici fungini, la Lactofucsina acida. Le osservazioni delle piastre di monitoraggio aeromicologico sono state ripetute fino a 14 giorni di incubazione, al fine di poter segnalare anche l'eventuale crescita di colonie caratterizzate da un minor ritmo di crescita radiale.

Gli isolati conservati in glicerolo sono stati inoculati in piastre Petri contenenti differenti terreni colturali (Potato Dextrose Agar - PDA, Malt Extract Agar - MEA, Czapek's-agar - CZ), incubati a 25°C e costantemente osservati a occhio nudo e a basso ingrandimento per l'individuazione delle strutture fungine tipiche delle differenti specie. Come nel caso delle piastre agar, l'identificazione morfo-dimensionale è avvenuta mediante osservazione diretta al microscopio ottico o in seguito alla crescita su specifici terreni colturali (generi *Penicillium* ed *Aspergillus*).

#### Valori limite di esposizione

Per le concentrazioni microbiche totali aerodisperse non sono disponibili valori limite ufficiali di esposizione occupazionale, a cui far riferimento.

## 3.2 rischio chimico

### Considerazioni introduttive

#### *Comparto oleario*

Nonostante la normativa alimentare vigente garantisca la qualità dell'olio vergine di oliva destinato al consumo attraverso controlli stringenti, una scarsa attenzione ha ricevuto finora l'individuazione e la gestione del rischio di esposizione ad agenti chimici per chi opera nei frantoi oleari.

La modalità di lavoro prevede nel nostro Paese un'articolazione per tipologie aziendali o agroindustriali legate alla piccola scala ed alla conduzione diretto-coltivatrice con l'assenza di grandi concentrazioni di lavoratori. Queste caratteristiche del lavoro agricolo, unitamente alla stretta stagionalità delle lavorazioni svolte, rappresentano, come più volte richiamato, le più importanti cause delle carenze conoscitive sulle condizioni di salute degli operatori.

Casi di contaminazione dell'olio dovuti al suo contatto, anche indiretto, con solventi organici o all'adsorbimento di solventi aerodispersi, indicano che per gli operatori esiste un potenziale rischio di esposizione a Composti Organici Volatili (COV). In particolare, l'impiego di sostanze corrosive ed irritanti quali detergenti emulsionanti, disincrostanti acidi, detergenti alcalini e soda caustica potrebbero rappresentare un importante fattore di esposizione a sostanze pericolose per i lavoratori.

Pericoli per la salute degli operatori potrebbero essere connessi anche allo stoccaggio, nei frantoi o in aree non idonee ad essi adiacenti, di prodotti antiparassitari il cui frequente impiego trova giustificazione nella necessità del controllo della qualità di prodotti destinati al consumo umano.

Infine nei frantoi potrebbero realizzarsi le condizioni di esposizione a radiazioni ionizzanti. La normativa vigente in materia (D.Lgs. 230/95 e sue modifiche secondo il D.Lgs. 241/200) individua le attività lavorative dove è necessario effettuare controlli per ridurre l'esposizione dei lavoratori e di eventuali persone del pubblico. Tra queste attività compaiono quelle svolte, anche a livello artigianale, in ambienti sotterranei o in grotte, e comunque in tutti i luoghi che presentano una potenziale pericolosità dettata dalle specifiche caratteristiche geomorfologiche del sito in cui insistono.

#### *Comparto vinicolo*

Alcuni studi di comparto, sia pur condotti in riferimento a specifiche realtà territoriali in aziende di piccole e piccolissime dimensioni, hanno messo in evidenza quali agenti di rischio sono maggiormente responsabili degli infortuni, più o meno gravi, tipici delle cantine mentre è estremamente più difficile lo studio circa l'origine di eventuali malattie professionali. Solo un'analisi approfondita del ciclo lavorativo e dei rischi connessi ad ogni sua fase permette di approntare i sistemi di prevenzione e le buone prassi più idonei per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Unitamente alla presenza di aziende di dimensioni piccole e piccolissime, il comparto registra la presenza di realtà lavorative in cui le tradizionali attrezzature della cantina sono state sostituite nel tempo da un'impiantistica sofisticata, confrontabile con quella utilizzata in alcuni processi chimico-fisici. Nei moderni stabilimenti i metodi di vinificazione vengono estremamente diversificati in modo da poter produrre vini sempre più pregiati e particolari. Anche in virtù del crescente livello di meccanizzazione, il rischio chimico è da intendersi quale rischio infortunistico oltre che tecnopatico.

L'alcool presente nel vino in forma di alcol etilico rappresenta il risultato della trasformazione degli zuccheri per opera dei lieviti presenti nelle uve. La fermentazione alcolica avviene ad opera di alcuni enzimi cioè proteine aventi proprietà catalitiche, capaci di determinare ognuna una specifica reazione: l'insieme di una serie di trasformazioni che avvengono per opera di enzimi nell'interno della cellula, porta al prodotto della fermentazione. I tipi di ceppi di lievito che si utilizzano



solitamente per la fermentazione alcolica appartengono tutti al genere *Saccharomyces*: la selezione viene operata sulla base di fattori quali la resa in alcool, il sapore e le proprietà organolettiche del prodotto finito. Pertanto numerosi sono gli agenti chimici che traggono origine dai prodotti residui dei vari stadi di vinificazione. In aggiunta all'alcool etilico e all'alcol metilico essi possono comprendere: formaldeide e butilaldeide, acetone, acido formico, acetico e tartarico, tartrati di potassio e di calcio, i resti di sostanze che intervengono nella lavorazione del vino come il carbone attivo, i vari coadiuvanti di filtrazione, il ferrocianuro di potassio, l'anidride solforosa, e infine le soluzioni alcaline e i tensioattivi impiegati nei lavaggi. Ai fini dell'insorgenza di patologie professionali, problematiche particolari possono quindi derivare dal deterioramento della qualità dell'aria indoor negli ambienti in cui avviene la vinificazione a causa delle emissioni gassose ad essa imputabili. In altri termini, possono essere registrate alterazioni della composizione percentuale media di alcuni dei gas costituenti l'aria atmosferica e possono, nel contempo, essere presenti agenti chimici inquinanti. In particolare, durante il processo di fermentazione alcolica dei vini si formano quantità rilevanti di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) che aerodiffonde nell'ambiente di lavoro. In secondo luogo, nonostante lo sviluppo di tecnologie alternative, assai diffusa risulta ancora nella cantine la pratica delle fumigazioni con anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) per le sue proprietà antisettiche ed antiossidanti e per il suo effetto miglioratore delle proprietà organolettiche del prodotto finito. Infatti, nei mosti e nei vini, l'anidride solforosa limita fortemente lo sviluppo di batteri (lattici e acetici) e dei lieviti a scarso potere alcoligeno, mentre i ceppi selezionati di *Saccharomyces* presentano un'ottima tolleranza all'additivo in quanto selezionati anche in base a tale carattere. Le quantità di  $\text{SO}_2$ , dell'ordine di decine di mg/L, introdotte durante le fasi successive della vinificazione, determinano la possibilità che il gas diffonda anche nell'aria dell'ambiente di lavoro e che si accumuli in assenza di adeguati ricambi d'aria. All'utilizzo di  $\text{SO}_2$  è connessa anche la possibile formazione e successiva aerodispersione di sostanze quali idrogeno solforato ( $\text{H}_2\text{S}$ ), mercaptani, acetaldeide ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ) ecc. Infatti, il lievito utilizza lo zolfo per produrre alcuni amminoacidi: in assenza di sostanze azotate, questa produzione è notevolmente ridotta e la cellula elimina l'eccesso di zolfo in forma di idrogeno solforato con conseguente formazione di mercaptani e generazione di odori anomali.

Nelle attività di cantina è frequente l'impiego di azoto, gas inerte in grado di proteggere il vino dall'ossidazione e di compensare la sovrappressione di  $\text{CO}_2$  in alcune tipologie di vino tra cui gli spumanti. Così, ad esempio, per evitare una eccessiva ossidazione per contatto con l'aria, alle operazioni di travaso di mosto o di vino in vasi vinari di grande capacità si antepone l'introduzione nel vaso di azoto. Con analoghe finalità il gas può essere pompato sulla superficie superiore del vino per svuotare un autoclave con pressioni fino a 6 atmosfere per gli spumanti. A svuotamento avvenuto, parte dell'azoto permane nella cisterna per un tempo indefinito se non si effettuano specifiche azioni per il suo allontanamento. Pertanto, una fonte di pericolo certamente non trascurabile è determinata dall'utilizzo e dallo stoccaggio di bombole contenenti gas a pressione (anidride solforosa, anidride carbonica, azoto) il cui impiego è piuttosto diffuso. Oltre a quello che deriva dalla possibile inalazione dei gas, le bombole rappresentano anche un pericolo infortunistico: i gas in pressione possono comportare il rischio di scoppio se la pressione interna aumenta eccessivamente (ad esempio per effetto dell'aumento della temperatura) e, d'altra parte, le bombole possono subire urti, ad esempio per caduta, ciò comportando la rottura del riduttore con conseguente proiezione dello stesso e uscita del gas con un getto a fortissima pressione. Sversamenti accidentali di prodotti chimici utilizzati per la sanificazione degli ambienti di lavoro potrebbero costituire un rischio per gli operatori nelle fasi di pulizia e manutenzione dei locali di lavoro.

Pericoli per la salute degli operatori potrebbero essere connessi anche allo stoccaggio, nelle cantine o in aree non idonee ad esse adiacenti, di prodotti antiparassitari il cui frequente impiego trova giustificazione nella necessità del controllo della qualità di prodotti destinati al consumo umano.

Le cantine potrebbero inoltre essere ricomprese tra gli ambienti di lavoro da sottoporre al controllo dell'esposizione per gli operatori a radiazioni ionizzanti. La normativa vigente in materia (D. Lgs. 230/95 e sue modifiche secondo il D. Lgs. 241/200) individua le attività lavorative dove è necessario effettuare controlli per ridurre l'esposizione dei lavoratori e di eventuali persone del pubblico. Tra queste attività compaiono quelle svolte, anche a livello artigianale, in ambienti sotterranei o in grotte, e comunque in tutti i luoghi che presentano una potenziale pericolosità dettata dalle specifiche caratteristiche geomorfologiche del sito in cui insistono.

#### Riferimenti normativi e strategie per la valutazione del rischio chimico

L'art. 221 del D.Lgs 81/2008 (Testo Unico della Sicurezza) definisce i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o come risultato di ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici.

Nella definizione dei criteri per la corretta valutazione del rischio chimico, l'art. 233 del D.Lgs 81/2008 richiama principi già espressi dal precedente D.Lgs 626/94 (titolo VII bis, art. 72 quater c1). Il Testo Unico sancisce che per ogni agente chimico pericoloso, sulla base dei risultati della valutazione dei rischi, il datore di lavoro è tenuto a dimostrare che, in relazione al tipo e alle quantità dell'agente e alle modalità e frequenza di esposizione professionale, vi è un *rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute* dei lavoratori.

La valutazione del rischio chimico in ambito professionale può essere condotta secondo criteri e metodi molto diversi tra loro in relazione alla finalità che ci si prefigge.

In generale, definiti per ogni agente chimico pericoloso il valore limite e il livello d'azione<sup>3</sup>, sono distinguibili i seguenti approcci metodologici:

- 1) valutazione preliminare del rischio: fonda sulla raccolta di dati informativi (schede di sicurezza di sostanze e preparati impiegati, quantità, tempi di esposizione, organizzazione del lavoro) sugli agenti chimici pericolosi presenti nell'ambiente oggetto di studio. Ne può scaturire la conclusione che non è necessario procedere a una valutazione più approfondita in quanto, sulla base delle informazioni acquisite, risulta che l'esposizione è inferiore al livello d'azione (valore soglia al di sotto del quale non sono necessarie misure di prevenzione specifiche) per cui il rischio risulta irrilevante;
- 2) valutazione qualitativa e quantitativa del rischio attraverso l'utilizzo di algoritmi o misure ambientali dal cui esito scaturisce che il rischio è irrilevante (esposizione inferiore al livello d'azione) o non irrilevante (esposizione superiore al livello d'azione);
- 3) verifica del rispetto del valore limite di esposizione (valore limite ponderato indicato a norma di legge o da organismi scientifici) tramite effettuazione di misure ambientali nei casi in cui l'esposizione potrebbe superare non solo il livello d'azione ma anche il valore limite.

Generalmente al di sopra del valore limite la maggior parte dei lavoratori corre il rischio di ammalarsi, mentre tra il livello di azione ed il valore limite verosimilmente si possono ammalare solo i soggetti ipersuscettibili. Al di sotto del livello di azione, infine, l'esposizione è talmente bassa che nessun lavoratore (nemmeno un ipersuscettibile) può ragionevolmente ammalarsi. Nel caso del rischio chimico il valore limite corrisponde ai valori limite ponderati (VLP) per le singole sostanze, indicati dalle norme di legge o, in assenza di norme, dagli organismi scientifici, mentre il

---

<sup>3</sup> Il valore limite indica il livello di esposizione che non deve essere superato; il livello di azione è la soglia cui il lavoratore può essere esposto nonostante scatti l'obbligo di adottare misure di prevenzione specifiche (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.)

livello di azione corrisponde ad un livello genericamente definito irrilevante per la salute dal D.Lgs n.81/2008.

In ogni caso:

- il livello di azione corrisponde per definizione alla soglia al di sotto della quale non sono necessarie le misure di prevenzione specifiche;
- non è ammissibile classificare una lavorazione al di sotto del livello di azione per effetto dell'abbattimento dell'esposizione ottenuto adottando le misure specifiche.

Con riferimento al comparto vinicolo e in considerazione delle modalità di accadimento di alcuni infortuni gravi o mortali più volte occorsi, sembra opportuno, nella disamina delle prescrizioni di legge, sottolineare anche i contenuti dell'art. 66 del D.Lgs. 81/2008 (*Lavori in ambienti sospetti di inquinamento*) che si riporta integralmente nel seguito:

*“È vietato consentire l'accesso dei lavoratori in pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di gas deleteri, senza che sia stata previamente accertata l'assenza di pericolo per la vita e l'integrità fisica dei lavoratori medesimi, ovvero senza previo risanamento dell'atmosfera mediante ventilazione o altri mezzi idonei. Quando possa esservi dubbio sulla pericolosità dell'atmosfera, i lavoratori devono essere legati con cintura di sicurezza, vigilati per tutta la durata del lavoro e, ove occorra, forniti di apparecchi di protezione.*

*L'apertura di accesso a detti luoghi deve avere dimensioni tali da poter consentire l'agevole recupero di un lavoratore privo di sensi”.*

#### Valori limite di esposizione professionale

Il valore limite di esposizione professionale è un parametro di riferimento per valutare la salubrità e la sicurezza degli ambienti di lavoro. Il suo utilizzo è fondamentale per poter applicare qualunque criterio decisionale, sia esso una procedura formale o un test statistico. La valutazione dell'esposizione professionale necessita dell'esistenza di tali valori che, allo stato attuale, nella legislazione nazionale sono stati definiti solo per un numero limitato di agenti chimici. Gli Allegati XXXVIII e XLIII del D.Lgs 81/2008 riportano i valori limite di esposizione professionale per una doppia serie di sostanze pericolose che potrebbero essere riscontrate negli ambienti di lavoro, in dipendenza del ciclo produttivo aziendale.

Nel caso l'agente chimico di interesse non compaia in nessuna delle due liste, solitamente si fa ricorso ai TLV (Threshold Limit Value) fissati dall'ACGIH<sup>4</sup>. Anche *Le Linee Guida del Coordinamento Tecnico delle Regioni e Province Autonome* relative alla protezione degli agenti chimici raccomandano di assumere quale riferimento tali VL per l'applicazione di criteri decisionali.

Si riportano nel seguito i valori limite di esposizione professionale per gli analiti oggetto delle indagine strumentali condotte nei comparti vinicolo e oleario.

#### *-COV totali*

La categoria di inquinanti denominata COV comprende in genere un'ampia serie di composti organici appartenenti a diverse classi (aromatici, chetoni ed aldeidi, ammine ed ammidi,

---

<sup>4</sup> ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. In Italia i VL fissati e annualmente aggiornati dall'ACGIH sono diffusi dall'AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali).

idrocarburi clorurati, composti dello zolfo, idrocarburi insaturi, alcoli, idrocarburi saturi). Generalmente della miscela denominata con tale acronimo non sono noti i singoli costituenti. Per tale agente di rischio la legislazione vigente non definisce un valore soglia rispetto al quale confrontare i risultati dei rilievi strumentali<sup>5</sup>. Le linee guida dell'OSHA fissano un livello di esposizione permissibile (PEL) a 750 ppb e il livello di comfort quello compreso tra 70 e 450 ppb.

#### -CO<sub>2</sub>

La principale sorgente di CO<sub>2</sub> negli ambienti di vita e di lavoro è, generalmente, la respirazione degli occupanti. Tuttavia nel caso del comparto vinicolo l'anidride carbonica si sviluppa in modo naturale come conseguenza dei diversi processi di fermentazione delle uve. Nei comuni studi di IAQ (Indoor Air Quality) l'anidride carbonica è considerata un indicatore della ventilazione dei locali abitati: valori superiori a 800-1000 ppm nella zona respiratoria sono considerati indice di inadeguata ventilazione. Per effettuare il controllo della qualità dell'aria si seguono normalmente due metodologie:

- controllo indiretto: immissione di un'adeguata portata di aria pura negli ambienti;
- controllo diretto: misura diretta o monitoraggio dell'aria ambientale.

Nel caso di controllo indiretto, si assume che la concentrazione di anidride carbonica sia la grandezza indice del livello di inquinamento provocato dalle persone nell'ambiente: la concentrazione limite tollerabile di CO<sub>2</sub> in un ambiente civile è di 10<sup>-3</sup> Kg/m<sup>3</sup> (che corrisponde a 0,25% in volume dell'ambiente considerato). Per ciò che riguarda il controllo diretto il risultato del campionamento dell'aria nell'ambiente confinato dovrà essere confrontato con gli indici di riferimento per valutare se i livelli di esposizione sono accettabili o meno. La legislazione italiana prevede per l'anidride carbonica un valore limite, misurato o calcolato, come media ponderata, in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore, pari a 9000 mg/m<sup>3</sup> corrispondenti a 5000 ppm (D.Lgs. 81/2008 Allegato XXXVIII - Valori limite di esposizione professionale). Nella Tabella 3.2.1 si riportano i valori limite di riferimento (TLV= Threshold Limit Values; TWA= Time Weighted Average; STEL= Short-Term Exposure Limit; C= Ceiling) fissati dall'ACGIH e dall'ASHRAE.

Per la conversione da ppm a mg/m <sup>3</sup> (T=25°C; P=760 torr): TLV (mg/m <sup>3</sup> )=(TLV in ppm) (PM in g)/24,45 con PM= peso molecolare				
	TWA		STEL/C	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> (N° CAS 124-38-9)	5000 <sup>(1)</sup>	9000 <sup>(1)</sup> 1800 <sup>(2)</sup>	30000 <sup>(1)</sup>	54000 <sup>(1)</sup>

Tabella 3.2.1 – Valori limite di riferimento per l'anidride carbonica

<sup>(1)</sup> Standard ACGIH, 2009; <sup>(2)</sup> Standard ASHRAE

<sup>5</sup> I limiti proposti in occasione del Convegno Internazionale "Indoor Air '90", relativi ad ambienti *indoor*, sono piuttosto restrittivi poiché fissati nell'ordine di 300 mg/m<sup>3</sup>. Pragmaticamente, poiché tale limite non appare di facile osservanza, si può ritenere che esso possa essere superato di 2 o 3 volte in situazioni particolari, in relazione alle possibili miscele di composti presenti nei diversi ambienti.

#### -SO<sub>2</sub>

La legislazione italiana non prevede valori limite di esposizione professionale per l'anidride solforosa (N° CAS 7446-09-5). L'ACGIH colloca questo inquinante in classe A4 "*Non classificabile come cancerogeno per l'uomo*", ciò significando che tale agente lascia temere che possa risultare cancerogeno per l'uomo, ma che non può essere valutato definitivamente per insufficienza di dati derivanti da studi in vitro o su animali. Il valore limite è pari a 0,25 ppm in termini di STEL (ACGIH, 2009).

#### -Polveri aerodisperse

La legislazione italiana non fornisce valori limite di esposizione al particolato aerodisperso per gli ambienti *indoor*. Con specifico riferimento agli ambienti di lavoro, l'ACGIH ritiene che, anche se biologicamente inerti o scarsamente solubili o insolubili, le PNOC (particelle non altrimenti classificate) possano esplicare effetti avversi e raccomanda che le concentrazioni aerodisperse siano mantenute al di sotto di 3 mg/m<sup>3</sup> per le particelle respirabili e di 10 mg/m<sup>3</sup> per le particelle inalabili.

#### -Radon

La verifica dell'entità del rischio per la salute associato al gas radon viene effettuata per confronto dei livelli espositivi rilevati in un lasso di tempo ritenuto rappresentativo dell'esposizione annuale con il livello di azione di 500 Bq/m<sup>3</sup> (D. Lgs 241/2000).

### Strumentazione e strategia di monitoraggio

#### *Misure di gas tossici aerodispersi*

La rilevazione dei gas aerodispersi è stata effettuata con il rilevatore portatile Monitor Multi gas PGM-50 della Rae Systems che fornisce un monitoraggio continuo dell'esposizione alle due classi di gas:

- composti organici (COV) attraverso un Detector a Foto-Ionizzazione (PID);
- composti inorganici con sensori elettrochimici.

Inoltre, lo strumento rileva l'anidride carbonica attraverso un sensore a infrarossi non dispersivo (NDIR). I valori dei livelli di concentrazione dei gas rilevabili sono aggiornati dallo strumento in tempo reale ed espressi in ppm. La Tabella 3.2.2 riporta il campo di misura, la risoluzione ed il tempo di risposta dello strumento per gli analiti oggetto di indagine.

Analita	Campo di misura (ppm)	Risoluzione	Tempo di risposta (sec)
CO <sub>2</sub>	0 ÷ 50.000	10	60
COV	0 ÷ 200	0,1	10
	200 ÷ 2000	1	10
SO <sub>2</sub>	0 ÷ 20	0,1	15
H <sub>2</sub> S	0 ÷ 100	1	30

Tabella 3.2.2: campo di misura, risoluzione e tempo di risposta dei sensori disponibili

La Tabella 3.2.3 contiene la sintesi delle condizioni operative dello strumento nella configurazione di base eventualmente modificata, sulla base di specifiche esigenze analitiche, in accordo alle indicazioni fornite dal manuale d'uso del rilevatore.

configurazione: misura concentrazione COV	misura contemporanea di 3 gas con pompa di campionamento e <i>datalogging</i> sensore PID (10.6 eV) a banda aperta
misura concentrazione CO <sub>2</sub>	sensore NDIR (a infrarossi non dispersivo)
misura di gas tossico	uno dei sensori elettrochimici selettivi tra quelli disponibili (cfr Tab. 1)
flusso pompa di campionamento	150 cc/min
intervallo di datalog	programmabile da 1 a 3600 sec
calibrazione	due punti di calibrazione (aria pulita e gas standard di riferimento)

Tabella 3.2.3: specifiche del Monitor Multi gas PGM-50 nella configurazione base

Per ciò che riguarda il PID (sensore a banda aperta), agendo sulla modalità di programmazione dello strumento è possibile impostare il fattore di correzione specifico per ognuno dei gas appartenenti ad una serie di analiti contraddistinti da un potenziale di ionizzazione inferiore o uguale a 10.6 eV. Il sensore PID è comunque in grado di effettuare lo screening per la misura dei COV totali.

#### *Misura della concentrazione di attività del gas radon*

La misura è stata effettuata attraverso campionamenti continui di tipo attivo con camera a ionizzazione proporzionale (AlphaGUARD P.N. 1345, Modello PQ2000 Pro). Il tipo di rivelatore di cui è equipaggiato lo strumento è una camera a ionizzazione associata a spettrometro alfa ed analizzatore specifico per la misura degli impulsi dovuti a <sup>222</sup>Rn e <sup>220</sup>Rn con possibilità di misura della concentrazione della progenie del gas radon in atmosfera. Lo strumento, avente un intervallo di misura compreso tra 2 e 2.000.000 Bq/m<sup>3</sup>, consente la contemporanea misurabilità dei parametri correlati alla concentrazione del gas radon: temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa.

Può essere utilizzato secondo due modi di funzionamento: per diffusione gassosa naturale o per aspirazione forzata di aria ambientale attraverso una pompa a portata variabile e calibrata; la sua calibrazione è stata effettuata in fabbrica conformemente agli standard nazionali primari: NIST, NPL, PTB.

Nonostante, come già anticipato, per entrambe i comparti sia possibile ipotizzare l'esistenza di locali interrati o seminterrati per i quali la normativa vigente individua la necessità di effettuare controlli dell'esposizione professionale a radiazioni ionizzanti, di fatto tali rilievi sono stati effettuati solo in ambienti sotterranei o in grotte afferenti al comparto vinicolo.

#### *Misura di polveri aerodisperse (frazione respirabile)*

Nel caso dei frantoi il ciclo lavorativo si svolge generalmente all'interno di un unico ambiente confinato, ove sono concentrate tutte le operazioni con l'eccezione dello stoccaggio nei tini, l'imbottigliamento e l'etichettatura che generalmente sono svolti in locali a se stanti. Poiché la lavorazione si associa in alcune fasi alla produzione e liberazione di vapori caldi, si è provato ad esplorare la natura di tali vapori indagando su una sua eventuale componente corpuscolare. A tal fine sono stati effettuati campionamenti di frazione respirabile delle polveri aerodisperse.



Sono stati effettuati campionamenti personali facendo depositare il particolato aerodisperso su membrana in PVC (diametro 25 mm; porosità 0,8  $\mu\text{m}$ ) posta all'interno di un selettore di tipo Higgins-Dewell (Casella) in plastica conduttiva. Il flusso di aspirazione è stato impostato a 2.2 l/min tramite calibrazione con standard primario; i campionamenti si sono protratti per almeno 2 ore. La determinazione della concentrazione di polvere aerodispersa, noto il volume di aria campionata, fonda sull'analisi gravimetrica delle membrane tramite bilancia di precisione Sartorius (sensibilità 1 mg).

Il monitoraggio degli agenti chimici è stato esteso a tutte le fasi lavorative in corso di svolgimento durante i sopralluoghi. Sono stati effettuati prelievi d'area in postazioni solidali rispetto a quelle individuate per il rilevamento dei parametri microclimatici e microbiologici. I livelli di inquinamento rilevati sono assimilabili, con buona approssimazione, a quelli riscontrabili all'altezza della zona respiratoria degli operatori durante una particolare fase del ciclo di lavoro o comunque in una postazione in prossimità di macchinari o attrezzature varie.

### 3.3 Rischi da agenti fisici

#### 3.3.1 rumore

##### Considerazioni introduttive

###### *Comparto oleario*

I dati statistici relativi ai riconoscimenti di ipoacusie da “rumore”, sembrerebbero evidenziare che tale rischio sia assolutamente trascurabile nelle aziende del comparto oleario.

Tuttavia è noto che la genesi di tale tecnopatia è collegata, oltre che ad elevati livelli di esposizione al rumore, anche alla persistenza di tale esposizione per periodi piuttosto lunghi; tale aspetto non è sicuramente presente in questo ambito produttivo, a causa della brevità del periodo espositivo, che si concentra nell’arco di circa due mesi all’anno, in corrispondenza della raccolta delle olive e quindi della loro lavorazione in frantoio.

Tuttavia si ritiene utile caratterizzare l’esposizione a rumore dei lavoratori del settore, sia per l’opportunità di migliorare comunque il clima acustico dell’ambiente (va sottolineato che i rumori impulsivi, ovvero di breve durata, possono comunque causare un danno all’udito), sia allo scopo di definire un profilo espositivo significativo, laddove sia possibile ricostruire l’anamnesi lavorativa relativa all’intero anno, in dipendenza cioè delle ulteriori attività svolte, al di fuori di tale comparto produttivo.

Dalla descrizione del ciclo produttivo si evidenzia come le attrezzature ed i macchinari utilizzati nei frantoi costituiscono potenziali sorgenti di rumore, i cui livelli meritano di essere indagati; ciò è valido in particolare nelle aziende caratterizzate dal cosiddetto “ciclo continuo”, che costituiscono la maggioranza di questo comparto produttivo; queste infatti, rispetto al “ciclo tradizionale”, sono quasi totalmente automatizzate, essendo le operazioni manuali ridotte al minimo. Ne deriva in sintesi una maggiore concentrazione di macchinari, legati alle diverse fasi del processo produttivo, che concorrono ad aumentare i livelli di rumorosità dell’ambiente.

Il clima acustico è inoltre influenzato dal fatto che gli ambienti tipici dei frantoi sono, nella maggior parte dei casi, piuttosto angusti; pertanto la vicinanza delle macchine aumenta i livelli di rumore a cui sono esposti i lavoratori; ancora va sottolineato che raramente tali ambienti sono provvisti di opere finalizzate alla riduzione del rumore o all’isolamento delle sorgenti nocive, quali barriere, cappottature o interventi di fonoassorbimento sulle pareti.

Le misurazioni effettuate negli ambienti di lavoro sono state finalizzate a “determinare il livello di rumore prodotto dalle attrezzature nei posti operatore ai fini dell’identificazione delle misure di prevenzione e protezione” (Art.191, comma 1c del D.Lgs. 81/08). Pertanto sono stati misurati, nelle diverse postazioni, i valori di  $L_{eq}$  (A); accanto a questi sono stati misurati anche i valori di  $p_{peak}$  (C), per verificare la presenza di rumori impulsivi.

Viceversa non sono stati definiti i valori di  $L_{EX}$ , ovvero sia i livelli di esposizione personale al rumore (giornalieri o settimanali) dei singoli lavoratori; ciò è dovuto al fatto che gli operatori delle aziende svolgono attività di tipo e durata estremamente variabili, non hanno cioè mansioni fisse.

Per quanto riguarda le postazioni di misura, queste corrispondono alle posizioni di lavoro degli operatori presso le diverse macchine ed attrezzature; in particolare con l’operatore presente durante la misura, questa è stata effettuata posizionando il microfono a 10 cm di distanza dal canale uditivo dell’operatore; in mancanza di quest’ultimo la posizione del microfono corrisponde a quella dell’operatore.

### *Comparto vinicolo*

Anche per questo settore produttivo valgono le medesime considerazioni fatte per il comparto oleario; la scarsità di riconoscimenti della malattia professionale “ipoacusia da rumore” è quindi sicuramente da attribuire alla brevità del periodo espositivo; la vendemmia e quindi il conferimento delle uve in cantina, con tutte le lavorazioni collegate, dura mediamente da uno a due mesi all’anno.

Tuttavia anche per questo comparto la caratterizzazione dell’esposizione al rumore dei lavoratori del settore, unitamente alla ricostruzione della loro anamnesi lavorativa relativa all’intero anno, può consentire la definizione del profilo espositivo di detti lavoratori in riferimento al rischio rumore.

Dalla descrizione del ciclo produttivo si evidenzia come alcune attrezzature costituiscano potenziali sorgenti di rumore; ci riferiamo ad esempio alle pompe utilizzate per il travaso dei mosti e del vino nei vari contenitori di stoccaggio; inoltre in alcune operazioni di pulizia svolte nelle cantine vengono utilizzate lance ad aria compressa, che determinano livelli di rumorosità meritevoli di essere indagati.

Anche i trattori utilizzati per il trasporto ed il conferimento delle uve in cantina, sono caratterizzati, di solito, da livelli di rumore mediamente piuttosto elevati; ciò costituisce un rischio potenziale per i conducenti di tali automezzi, specie quelli di vecchia generazione, spesso sprovvisti di cabina di guida, che permette un certo isolamento dal rumore emesso dal motore.

Come per il comparto oleario anche quello vinicolo è caratterizzato dal fatto che gli operatori non hanno mansioni fisse, bensì svolgono operazioni di tipologia e durata estremamente variabili in dipendenza delle esigenze del ciclo produttivo.

Pertanto non sono stati definiti i valori di  $L_{EX}$ , ovverosia i livelli di esposizione personale al rumore (giornalieri o settimanali) dei singoli lavoratori; le misurazioni hanno piuttosto riguardato la determinazione del “livello di rumore prodotto dalle attrezzature nei posti operatore ai fini dell’identificazione delle misure di prevenzione e protezione” (Art.191, comma 1c del D.Lgs. 81/08). Pertanto sono stati misurati, nelle diverse postazioni, i valori di  $L_{eq}$  (A); accanto a questi sono stati misurati anche i valori di  $p_{peak}$  (C), per verificare la presenza di rumori impulsivi.

Similmente ai criteri utilizzati per il comparto oleario, le misure hanno riguardato le postazioni di lavoro degli operatori presso le diverse macchine ed attrezzature; il microfono è stato collocato a 10 cm. di distanza dal canale uditivo dell’operatore; in caso di assenza di quest’ultimo è stato collocato nella posizione corrispondente a quella dell’operatore.

### La normativa di riferimento, definizioni e grandezze utilizzate

In attuazione della direttiva comunitaria 2003/10/CE, sull’esposizione a rumore nei luoghi di lavoro, è vigente in Italia il D.Lgs 81/2008 (Titolo VIII, capo II, artt. 187-198).

Nel suddetto decreto sono confluite tutte le leggi che regolamentavano gli specifici aspetti della sicurezza nei luoghi di lavoro; per il rischio rumore viene ripreso, sostanzialmente, il contenuto del precedente D.Lgs 195/2006. Prima ancora, la valutazione di questo specifico rischio era regolamentata dal D.Lgs 277/91.

Di tale evoluzione legislativa occorre tener conto nella valutazione della storia lavorativa del denunciante una ipoacusia da rumore. Di seguito vengono riassunti i capisaldi del D.Lgs 81/2008 al Titolo VIII capo II. Esso è composto da 12 articoli:

- L’art.187 definisce il *Campo di applicazione* delle indicazioni contenute;
- L’art.188 contiene le *Definizioni* utili alla comprensione del testo;
- L’art.189 definisce i *Valori limite di esposizione* ed i *Valori di azione*;

- L'art.190 indica gli obblighi di *Valutazione del rischio*;
- L'art.191 introduce i criteri per la *Valutazione di attività a livello di esposizione molto variabile*;
- L'art.192 è dedicato alle Misure di prevenzione e protezione;
- L'art.193 riguarda l'*Uso dei dispositivi di protezione individuali*;
- L'art.194 indica le *Misure per la limitazione dell'esposizione*;
- L'art.195 è dedicato alla *Informazione e formazione dei lavoratori*;
- L'art.196 riguarda gli obblighi di *Sorveglianza sanitaria*;
- L'art.197 tratta delle *Deroghe* per attività particolari;
- L'art.198 rimanda alla stesura di Linee Guida per i settori della musica, delle attività ricreative e dei call center.

Bisogna aggiungere che il D.Lgs. 106/2009 (artt.97, 98, 99, 100), recante disposizioni integrative e correttive del D.Lgs. 81/2008, ha inserito alcune modifiche al capo II del Titolo VIII (rispettivamente agli artt. 190, 192, 193, 198).

I principali parametri da utilizzare per la valutazione del rischio sono costituiti da:

- $L_{EX, 8h}$  [dB(A)]: livello di esposizione giornaliero (normalizzato per una giornata lavorativa nominale di otto ore), come da norma ISO 1999:1990 p.to 3.6;
- $L_{EX, w}$  [dB(A)]: livello di esposizione settimanale (normalizzato per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore), come da norma ISO 1999:1990 p.to 3.6, nota 2;
- $p_{peak}$  [dB(C)]: pressione acustica di picco, ossia il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza «C».

L'uso di  $L_{EX, w}$  è alternativo a  $L_{EX, 8h}$  nei casi in cui quest'ultimo presenti una significativa variabilità, secondo quanto prescritto dall'art. 189 comma 2; al comma 3 dello stesso articolo si prevede anche l'uso del livello settimanale massimo ricorrente. Il decreto stabilisce tre distinte "soglie" per  $L_{EX, 8h}$ , ( $L_{EX, w}$ ) e per  $p_{peak}$ ; gli obblighi di legge scattano anche al superamento di uno solo dei due parametri considerati.

Quanto ai limiti sono introdotti i tre livelli di esposizione così denominati:

- |  |  |
|--|--|
| -Valori inferiori che fanno scattare l'azione: | $L_{EX, 8h} = 80$ dB(A); $p_{peak} = 135$ dB(C); |
| -Valori superiori che fanno scattare l'azione: | $L_{EX, 8h} = 85$ dB(A); $p_{peak} = 137$ dB(C); |
| -Valori limite di esposizione:                 | $L_{EX, 8h} = 87$ dB(A); $p_{peak} = 140$ dB(C)  |

Vediamo quali sono gli obblighi da mettere in atto.

In maniera sintetica, nel caso di **superamento dei valori inferiori di azione**, il datore di lavoro:

- mette a disposizione dei lavoratori dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- permette l'accesso alla sorveglianza sanitaria ai lavoratori che ne facciano richiesta, dietro conferma del medico competente;
- garantisce che i lavoratori sottoposti vengano informati e formati in relazione ai rischi da esposizione a rumore.

Nel caso di **superamento dei valori superiori di azione**, il datore di lavoro:

- elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione;
- segnala, delimita e limita l'accesso ai luoghi di lavoro ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio;
- esige l'utilizzo da parte dei lavoratori dei dispositivi individuali di protezione uditiva;
- garantisce ai lavoratori i controlli audiometrici.

Infine si ribadisce che sussiste l'obbligo di non **superamento dei valori limite di esposizione**, ma nel caso in cui, nonostante le misure adottate, se ne verifichi il superamento, si dovrà:

- adottare misure immediate per riportare l'esposizione al disotto di tali valori;
- individuare le cause dell'esposizione eccessiva;
- modificare le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

Si pone in evidenza, come già illustrato, che la "nuova" normativa di legge richiede la determinazione di  $p_{peak}$  mediante la ponderazione C, e non come valore lineare non ponderato.

Ancora, per il solo rispetto del valore limite di esposizione giornaliera, pari ad 87 dB(A), si terrà conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore.

In definitiva la valutazione del rispetto del limite di esposizione porterà in conto la verifica dell'efficacia dei dispositivi di protezione individuale utilizzati.

Le modalità delle eventuali misurazioni e le caratteristiche della relativa strumentazione di misura da utilizzare non vengono definite dal D.Lgs. 81/2008: per questi scopi si farà riferimento alla Norma UNI 9432:2011, riguardante la "Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro".

Tale Norma costituisce un riferimento tecnico puntuale per tutto quanto attiene la strumentazione, le strategie di misura, le modalità di effettuazione delle misure ed i contenuti della conseguente relazione tecnica.

### La valutazione del rischio

Il primo adempimento prescritto dal D.Lgs. 81/08 consiste nella valutazione del rischio, di cui all'art. 190.

Tale attività prelude ovviamente alle eventuali azioni da intraprendere a seguito della valutazione stessa.

Per quanto riguarda l'ambito più strettamente tecnico il nuovo decreto riporta i medesimi parametri indicati nel D.Lgs. 195/06, che vengono utilizzati per esprimere l'esposizione del lavoratore al rumore; rispetto alla vecchia normativa, costituita dal D.Lgs. 277/91, variano i relativi limiti di riferimento.

Infatti la vecchia normativa prevedeva la rappresentazione dell'esposizione mediante i valori di  $L_{EP,d}$  –  $L_{EP,w}$  (livello di esposizione personale giornaliero e settimanale), mentre il D.Lgs. 195/06 rappresenta l'esposizione in termini di  $L_{EX, 8h}$ ; trattasi tuttavia di un cambiamento più formale che sostanziale. Ciò che cambia sostanzialmente sono i livelli di riferimento e le azioni da intraprendere

al superamento degli stessi. Secondo la nuova normativa (di cui al D.Lgs. 195/06) i parametri da utilizzare per la valutazione del rischio sono costituiti da:

- $L_{EX, 8h}$  ;
- $p_{peak}$

Il primo rappresenta il livello di esposizione al rischio “rumore” per il lavoratore, rapportato ad una giornata lavorativa di otto ore; nel caso in cui l’attività lavorativa, e quindi l’esposizione giornaliera, varia significativamente “.....è possibile sostituire, ai fini dell’applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera al rumore con il livello di esposizione settimanale....”. Per determinare questo parametro è necessario misurare il livello sonoro continuo equivalente, con curva di ponderazione A ( $L_{Aeq}$ ), associato ad una determinata attività lavorativa, dal quale si ricava:

$$L_{EX, 8h} = L_{Aeq, T_e} + 10 \log (T_e/T_0)$$

Dove  $T_e$  è la durata quotidiana dell’esposizione personale di un lavoratore ad un dato  $L_{Aeq}$ , mentre  $T_0$  è il tempo di riferimento pari ad otto ore; come è noto l’utilizzo della ponderazione A, al posto dei valori assoluti o lineari, è legato alla diversa sensibilità dell’orecchio umano alle varie frequenze. La suddetta relazione è applicabile là dove il livello di esposizione sia costante nell’arco della giornata; in realtà nella maggior parte dei casi, specie per le lavorazioni industriali, l’attività lavorativa comporta differenti livelli di esposizione nell’arco della giornata (diversità di ambienti, macchine e lavorazioni effettuate); pertanto sarà necessario associare a ciascuna fase lavorativa il valore misurato di  $L_{Aeq}$ ; in tal caso l’esposizione al rischio “rumore” sarà espressa dalla seguente relazione:

$$L_{EX, 8h} = 10 \log [1/k \sum_{i=1}^n 10^{0,1 (L_{Aeq, T_{ei}})}]$$

Il secondo parametro ( $p_{peak}$ ) rappresenta la pressione acustica istantanea o il cosiddetto livello di picco; la sua determinazione è motivata dal fatto che i rumori “impulsivi” possono avere effetti nocivi; ciò può accadere indipendentemente da quale sia il valore di  $L_{Aeq}$ , che è associato ad una determinata fase di lavoro. Con la nuova normativa si richiede che la determinazione di  $p_{peak}$  venga effettuata secondo la costante di ponderazione C, e non più come valore lineare non ponderato.

Va sottolineato che l’effettuazione delle misure è obbligatoria, ai sensi della normativa, qualora venga superato il valore inferiore di azione. A seguito dei rilievi strumentali ed avendo acquisito tutte le informazioni al contorno relative all’organizzazione del lavoro in azienda, sarà possibile definire il livello di pressione sonora (in termini di  $L_{EX, 8h}$  e di  $p_{peak}$ ) a cui è esposto ogni singolo lavoratore.

La valutazione del rischio prelude alla stesura del DVR (Documento di valutazione dei rischi), che , oltre a rappresentare una fotografia dell’esposizione dei lavoratori ai diversi rischi, deve indicare l’insieme delle misure di prevenzione e protezione finalizzate all’eliminazione o, in alternativa, alla riduzione dei rischi.

Per quanto riguarda i criteri generali, a cui ispirarsi nell’attuazione delle misure di prevenzione e protezione, vi sono tre possibili linee di intervento:

- direttamente sulle fonti di rischio, in riferimento alla o alle attrezzature a cui sono associati i più elevati livelli di rumorosità;
- indirettamente sulla propagazione del rumore, con riferimento al miglioramento delle caratteristiche acustiche dell’ambiente;
- fornendo ai lavoratori i dispositivi individuali di protezione dell’udito.



Le suddette tipologie di intervento sono elencate secondo una priorità legata all'efficacia degli stessi; mentre infatti la prima modalità di intervento risolve il problema in via definitiva, l'ultima rappresenta l'*extrema ratio* per tutelare i lavoratori rispetto al rischio specifico. Agli aspetti prettamente tecnici, si affiancano quelli di tipo meramente organizzativo, che talvolta possono essere sufficienti a risolvere il problema (ad esempio riducendo i tempi di esposizione mediante un'opportuna turnazione dei lavoratori).

Il decreto legge 81/2008 illustra le diverse tipologie di interventi da attuare in azienda; infatti l'Art. 192 (Misure di prevenzione e protezione) afferma che: ".....il datore di lavoro elimina i rischi alla fonte o li riduce al minimo.....".

La realizzazione di adeguate misure di prevenzione e protezione comporta, da un punto di vista pratico, la misurazione di alcuni parametri necessari a caratterizzare l'ambiente da un punto di vista acustico.

In particolare se si intende intervenire direttamente sulla sorgente di rumore, può essere opportuno determinarne il livello di potenza sonora.

La misura della potenza sonora di una macchina o attrezzatura può essere realizzata seguendo il dettato delle norme UNI EN ISO 9614-1 e UNI EN ISO 9614-2, oppure secondo le norme ISO 3740 – 3747.

Viceversa se si vuole intervenire sulla propagazione delle onde sonore è necessario determinare le caratteristiche acustiche dell'ambiente.

In particolare va determinato il "Tempo di riverbero"  $T_{60}$ ; esso è definito come il tempo necessario affinché la densità di energia sonora in un ambiente si riduca al valore di un milionesimo della densità di energia presente al momento dell'interruzione della sorgente acustica. In definitiva è il tempo necessario affinché si abbia una riduzione di 60 dB dal momento in cui si interrompe la sorgente sonora.

Questo parametro, opportunamente misurato, consente indirettamente la determinazione del coefficiente di assorbimento medio dell'ambiente e quindi fornisce una prima importante indicazione sulla modalità di propagazione del suono in un dato ambiente.

La definizione delle caratteristiche acustiche dell'ambiente costituisce un ulteriore elemento necessario alla scelta finale degli interventi da effettuare per ridurre il rischio rumore.

Come abbiamo visto, in subordine alla realizzazione di adeguati interventi di prevenzione, vanno adottati adeguati mezzi di protezione, che consistono nell'utilizzo di appositi DPI per la protezione dell'udito dei lavoratori.

E' importante sottolineare come sia importante la valutazione dell'efficienza-efficacia dei DPI; per determinare la protezione fornita da un determinato dispositivo si può fare riferimento alla Norma UNI EN ISO 4869-2; 1998

#### Strumentazione e strategia di monitoraggio

Preliminarmente all'effettuazione delle misure devono inoltre essere acquisite tutte le informazioni atte a fornire un quadro completo ed obiettivo delle attività pertinenti al lavoratore o alla postazione cui le misurazioni stesse si riferiscono. Tali informazioni devono riguardare almeno:

- i cicli tecnologici, le modalità di esecuzione del lavoro, i mezzi ed i materiali usati;
- la variabilità delle lavorazioni;
- le caratteristiche del rumore prodotto: costante, fluttuante, impulsivo, ciclico, ecc.;
- le condizioni acustiche al contorno più significative;
- le postazioni di lavoro occupate ed i tempi di permanenza nelle stesse;
- le eventuali pause o periodi di riposo e le relative postazioni o ambienti dove vengono fruite;

Sulla base delle informazioni raccolte e/o fornite dal datore di lavoro devono essere pianificati il numero delle misurazioni, i tempi e le posizioni di misura in modo da ottenere una rappresentazione significativa della reale esposizione abituale dei lavoratori. Ad esempio un lavoratore può essere esposto ad elevati livelli di pressione sonora a causa di lavorazioni che avvengono in prossimità della sua postazione e che quindi non lo vedono direttamente coinvolto.

Un punto critico è sicuramente rappresentato dalla scelta della strumentazione adeguata. Infatti il D.Lgs 81/2008, riprendendo il D.Lgs.195/2006, non definisce i requisiti tecnici della strumentazione da utilizzare per la valutazione del rischio; infatti si fa riferimento, per quanto riguarda la misurazione del rischio, alle norme di buona tecnica.

Si può tuttavia ricorrere a quanto prescritto dalla già citata Norma UNI 9432; questa prescrive che la catena di misurazione deve essere idonea a rilevare correttamente il livello sonoro continuo equivalente ponderato A ( $L_{eq}$  (A)), e l'eventuale superamento del livello limite di pressione sonora istantanea, ponderata C ( $L_{peak}$  (C)).

A tale scopo deve essere utilizzato "un fonometro integratore, munito di indicatore di sovraccarico, con memoria, conforme alla classe 1 della CEI EN 60804, alla quale deve soddisfare anche l'intera catena di misurazione, compreso l'analizzatore in tempo reale, se utilizzato. Lo strumento deve consentire la memorizzazione del massimo valore di  $L$  picco".

Per un'indagine più accurata, specie se finalizzata all'individuazione delle sorgenti di rischio, è consigliabile un'analizzatore di spettro, tale da consentire l'individuazione delle bande di frequenza caratterizzate dai maggiori livelli di pressione sonora.

In conformità a quanto sopra è stato utilizzato un fonometro integratore/analizzatore Larson Davis modello 2800, che consente la misurazione in contemporanea di  $L_{eq}$  (A) e di  $L_{peak}$  (C). Inoltre è possibile effettuare l'analisi in ottave e terzi di ottave per individuare le frequenze più rilevanti e quindi impostare correttamente eventuali interventi di bonifica acustica. I filtri di ottava e terzi di ottava sono conformi, come prescritto dalla Norma UNI, alla classe 2 della CEI 29-4 in quanto corrispondente alla classe 1 dei fonometri di cui alla CEI EN 60651 e alla CEI N 60804.

L'attrezzatura utilizzata è fornita di regolare certificato di taratura.

La calibrazione della strumentazione e/o della catena di misurazione deve essere eseguita mediante un opportuno segnale campione emesso da uno strumento calibratore almeno di classe 2 secondo la CEI EN 60942, in quanto corrispondente alla classe 1 dei fonometri di cui alla CEI EN 60651 e alla CEI EN 60804. La calibrazione deve essere effettuata prima e dopo ogni serie di misurazioni; i risultati della serie di rilevamenti eseguiti nell'intervallo tra una calibrazione e l'altra sono validi solo se si verifica uno scostamento del livello di calibrazione non maggiore di 0,5 dB.

Sempre con riferimento alla Norma 9432 vanno precisate le posizioni di misura; in particolare si prescrive che "Il microfono deve essere posizionato preferibilmente nella posizione occupata normalmente dalla testa del lavoratore e, in assenza del lavoratore stesso, nel punto che meglio ne rappresenta la reale esposizione". Qualora il lavoratore debba essere presente nella propria postazione di lavoro o indossi lo strumento di misura (per ragioni operative o per il mantenimento della situazione abituale di riferimento), il microfono deve essere posizionato (se possibile) a circa 0,10 m dall'entrata del canale uditivo esterno dell'orecchio che percepisce il più elevato dei livelli sonori continui equivalenti ponderati A ed all'altezza dell'orecchio stesso. Il microfono deve essere orientato nella stessa direzione dello sguardo del lavoratore durante l'esecuzione dell'attività.

Qualora fosse impossibile provvedere alle misurazioni secondo quanto sopra esposto, il microfono deve essere posizionato nel punto che meglio rappresenta la reale esposizione al rumore, avendo cura di riportare le condizioni di posizionamento nella relazione tecnica. Per posizioni lavorative

per le quali la posizione della testa non è ben definita, l'altezza del microfono deve essere definita secondo i valori riportati dalla serie UNI EN ISO 11200.

- per persone in piedi:  $1,55\text{ m} \pm 0,075\text{ m}$  dal piano su cui poggia la persona;
- per persone sedute:  $0,80\text{ m} + 0,05\text{ m}$  sopra il centro del sedile, con le regolazioni orizzontale e verticale della sedia scelte quanto più possibile prossime a quelle medie.

Nel caso in cui le posizioni occupate dai lavoratori (ovvero la loro testa, ovvero la posizione del microfono per le rilevazioni) sia vicina (meno di  $0,50\text{ m}$ ) alla sorgente di rumore, la posizione del microfono deve essere indicata con precisione nella relazione tecnica.

Infine per quanto riguarda i tempi di misurazione, questi sono legati alla tipologia del rumore da misurare; se il rumore è costante utilizzando un fonometro integratore il tempo di misurazione sarà limitato al tempo necessario ad ottenere la stabilizzazione entro  $\pm 0,3\text{ dB(A)}$  della lettura del livello.

Qualora invece il rumore fosse di tipo ciclico il tempo di misurazione deve essere pari ad un numero intero di cicli; in caso di rumore fluttuante il tempo di misurazione deve corrispondere al tempo di fluttuazione del fenomeno.

### 3.3.2. microclima

#### Considerazioni introduttive

Sin dall'entrata in vigore della D. Lgs 626/94 si è voluto estendere il raggio d'interesse delle azioni di prevenzione e protezione negli ambienti di lavoro alla valutazione di tutti i possibili agenti di rischio, includendo tra questi anche gli aspetti di tipo "ergonomico" che, pur non determinando in linea di massima patologie di tipo professionale, influiscono tuttavia sul benessere psicofisico del lavoratore. Gli attuali obblighi normativi<sup>6</sup> prevedono la tutela del benessere del lavoratore in senso globale. Le condizioni microclimatiche rappresentano certamente un importante fattore ergonomico<sup>7</sup> da tenere adeguatamente sotto controllo. Il termine "microclima" riassume in sé la gamma di parametri fisici (umidità, temperatura, velocità dell'aria e temperatura media radiante) descrittivi di un ambiente; con riferimento agli ambienti di lavoro tale termine viene utilizzato per valutare se tali parametri possano determinare vere e proprie condizioni di fatica o stress lavorativo.

#### Il Bilancio termico dell'organismo

Il corpo può essere definito come un sistema contenente un nucleo<sup>8</sup> produttore di calore, circondato da un rivestimento di tessuti in grado di isolarlo dall'ambiente esterno. Il nostro organismo è tuttavia dotato di un sistema termoregolatore che consente di mantenere la temperatura interna in un ristretto intervallo (all'incirca tra 36 °C e 37 °C); in condizioni di normale funzionalità l'organismo, attraverso la termoregolazione, è in grado di bilanciare l'incremento di temperatura interna dovuto al *calore metabolico*<sup>9</sup> scambiando *calore* con l'ambiente. Lo *status* termico di un organismo può essere descritto quindi come un sistema di scambi di calore in entrata ed in uscita rispetto all'ambiente circostante. In termini analitici l'equazione di tale bilancio è espressa dalla sommatoria **S** dei suddetti flussi di calore<sup>10</sup> (**eq. 1**).

$$\text{eq. 1} \quad S = M \pm W \pm C \pm R \pm K - E \pm C_{res} \pm E_{res}$$

L'entità del calore metabolico (**M**) dipende dalle caratteristiche personali di ciascun individuo (*metabolismo basale*) e dalla sua attività muscolare e può essere scambiato con l'ambiente grazie

---

<sup>6</sup> Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

<sup>7</sup> in tema di ergonomia si è soliti definire il disagio con il termine anglosassone *discomfort*

<sup>8</sup> rappresentato da fegato, intestino, cervello, cuore e apparato muscolare

<sup>9</sup> Il metabolismo è il complesso delle reazioni chimiche e fisiche che avvengono in un organismo o in una sua parte per effetto di processi biochimici, in genere mediati da specifici enzimi.

<sup>10</sup> in termini fisici si tratta di una potenza, essendo l'energia riferita all'unità di tempo e di superficie corporea.

all'effetto combinato di processi fisici quali la *convezione* ( $C$ )<sup>11</sup>, l'irraggiamento ( $R$ )<sup>12</sup>, il processo di *evapotraspirazione* ( $E$ ) legato al fenomeno della sudorazione<sup>13</sup>, lo scambio per contatto ( $K$ ) o dovuto alla variazione di temperatura ( $C_{res}$ ) e di umidità ( $E_{res}$ ), dell'aria respirata<sup>14</sup>.

La condizione di equilibrio che si instaura quando  $S=0$ , definita con il termine *omeotermia*, rappresenta la condizione ideale per lo svolgimento delle funzioni vitali dell'organismo. Quando non c'è bilanciamento reciproco tra i vari contributi, può determinarsi un accumulo di calore ( $S > 0$ ) oppure una dispersione all'esterno ( $S < 0$ ). Entro certi limiti, tale squilibrio può essere compensato dall'attivazione dei meccanismi fisiologici propri del *sistema di termoregolazione*; questi intervengono per bilanciare la perdita (o l'accumulo) di calore nell'organismo, riducendo (o aumentando) in tal modo lo scambio termico con l'ambiente esterno.

#### Riferimenti legislativi e norme tecniche

Il D.Lgs. 81/08, che riprende sostanzialmente il dettato del D.Lgs. 626/94, obbliga il datore di lavoro alla valutazione di tutti gli agenti di rischio, ma, per quanto riguarda il benessere del lavoratore legato alle condizioni microclimatiche dell'ambiente, non vengono fornite indicazioni di tipo quantitativo sui valori dei parametri microclimatici da rispettare. L'allegato IV sui luoghi di lavoro fornisce indicazioni di massima sui requisiti dell'aerazione, della temperatura e dell'umidità degli ambienti:

##### *1.9.1 Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi*

*1.9.1.1. Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di aria salubre e in quantità sufficiente anche ottenuta con impianti di aerazione;*

*1.9.1.2. Se viene utilizzato un impianto di aerazione, esso deve essere sempre mantenuto funzionante. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori.*

##### *1.9.2 Temperatura dei locali*

*1.9.2.1. La temperatura nei locali di lavoro deve essere adeguata all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori.*

*1.9.2.2. Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si deve tener conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il grado di umidità ed il movimento dell'aria concomitanti.*

*1.9.2.3. La temperatura dei locali di riposo, dei locali per il personale di sorveglianza, dei servizi*

---

<sup>11</sup> Se la pelle di una persona ha temperatura più elevata dell'ambiente circostante, l'aria a contatto con la pelle subirà un processo di riscaldamento dando origine ad una corrente convettiva, con trasmissione di calore dall'individuo all'ambiente. In tal modo si stabilisce un flusso d'aria attorno al corpo (corrente convettiva), dove l'aria fredda viene a contatto con la pelle per rimpiazzare l'aria calda risalente

<sup>12</sup> Tutti gli oggetti con temperatura superiore allo zero assoluto emettono radiazioni all'infrarosso; anche il corpo umano non fa eccezioni. Se la sua temperatura è maggiore dell'ambiente circostante si ha una perdita di calore per effetto della radiazione. Quando la temperatura ambientale è maggiore di quella corporea si ha un flusso di calore in senso inverso

<sup>13</sup> Un altro importante meccanismo di scambio calorico è rappresentato dalla sudorazione, con la quale il corpo cede all'ambiente parte del suo calore interno. Dal momento che i tessuti del corpo sono composti in gran parte da acqua, è naturale comprendere l'importanza di tale meccanismo. Se la temperatura esterna è più alta di quella corporea non può instaurarsi nessun flusso di calore per convezione o radiazione; in tal caso la perdita di calore può avvenire solo attivando il meccanismo di traspirazione/evaporazione.

<sup>14</sup> Di norma, nelle normali condizioni operative, il contributo di  $C_{res}$  e di  $E_{res}$  può essere considerato trascurabile.

*igienici, delle mense e dei locali di pronto soccorso deve essere conforme alla destinazione specifica di questi locali.*

*1.9.2.4. Le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un soleggiamento eccessivo dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.*

*1.9.2.5. Quando non è conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente, si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi personali di protezione".*

*1.9.2.6. Gli apparecchi a fuoco diretto destinati al riscaldamento dell'ambiente nei locali chiusi di lavoro di cui al precedente articolo, devono essere muniti di condotti di fumo privi di valvole regolatrici ed avere tiraggio sufficiente per evitare la corruzione dell'aria con i prodotti della combustione, ad eccezione dei casi in cui, per l'ampiezza del locale, tale impianto non sia necessario.*

#### **1.9.3 Umidità**

*1.9.3.1. Nei locali chiusi di lavoro delle aziende industriali nei quali l'aria è soggetta ad inumidirsi notevolmente per ragioni di lavoro, si deve evitare, per quanto possibile, la formazione della nebbia, mantenendo la temperatura e l'umidità nei limiti compatibili con le esigenze tecniche.*

### Gli ambienti climatici e la valutazione del rischio da stress climatico

Per l'analisi del microclima occorre misurare e valutare le sue grandezze primarie, rappresentate da temperatura dell'aria, umidità relativa, temperatura media radiante<sup>15</sup> e velocità dell'aria. Sono questi i parametri che modificano la percezione dell'ambiente in esame da parte degli occupanti ed è sul loro controllo che si indirizzano le strategie tese al miglioramento del comfort termico. Le condizioni microclimatiche degli ambienti di lavoro possono essere diverse in funzione del ciclo produttivo,<sup>16</sup> delle caratteristiche ambientali (*lavori in sotterraneo, in altura ecc.*), delle caratteristiche dei materiali proprie dell'edificio (*proprietà termiche dei materiali costruttivi, grado di isolamento prodotto, ecc.*) e, infine, della presenza di impianti di condizionamento (*ventilatori, condizionatori ecc.*). Sotto il profilo climatico possiamo classificare gli ambienti in due macrocategorie: ambienti di tipo "severo" e ambienti di tipo "moderato". Nel primo tipo rientrano gli ambienti per i quali le condizioni climatiche richiedono un intervento forte del sistema di termoregolazione, nel tentativo di ripristinare la condizione di omeotermia. Essi si suddividono in ambienti *di severo caldo o di severo freddo*.

Lavori svolti in ambienti molto caldi sottopongono il sistema cardiovascolare a condizioni di notevole sforzo; in tali situazioni, specie se vengono svolti lavori particolarmente faticosi, si può determinare uno stress da **colpo di calore**<sup>17</sup>. In tal caso il processo di termoregolazione, oltre ad attivare la vasodilatazione dei capillari, si avvale in maniera importante dell'apparato circolatorio per scambiare calore con l'esterno attraverso il richiamo di flusso sanguigno, nel tentativo di ricreare le condizioni fisiologiche idonee al raffreddamento. Tale meccanismo, col crescere della temperatura interna, diviene progressivamente inefficace fino a determinare un vero e proprio "collasso" dell'organismo.

L'esposizione protratta alle basse temperature crea, al contrario, i presupposti per l'insorgenza dell'**ipotermia** (o *assideramento*), quando cioè la temperatura corporea interna di un individuo scende al di sotto dei 35 °C. A questa temperatura le risposte fisiologiche, indotte dall'organismo

---

<sup>15</sup> La temperatura media radiante è definita come la temperatura uniforme di una cavità nera fittizia, in cui gli occupanti scambierebbero per irraggiamento la stessa quantità di energia termica effettivamente scambiata con le pareti reali (generalmente disomogenee) che delimitano l'ambiente in cui si trovano. Si misura in °C o °K (gradi Celsius o Kelvin). La temperatura media radiante non coincide con la temperatura dell'aria.

<sup>16</sup> condizioni di temperatura "estreme" possono verificarsi in ambienti quali, ad esempio, gallerie e fonderie; le temperature tipiche dei lavori svolti all'aperto sono più soggette alle variazioni stagionali del clima.

<sup>17</sup> In tale condizione la temperatura interna supera i 40 °C- 42 °C.



per compensare la perdita di calore, divengono insufficienti e, in modo progressivo, vengono pregiudicate le funzioni cardiache, ventilatorie, renali, epatiche e quelle del sistema nervoso centrale.

Al contrario dei precedenti, gli *ambienti moderati* presentano parametri ambientali omogenei, e tali da sollecitare in modo limitato la funzione di termoregolazione; questi ambienti, generalmente caratterizzati da temperature non eccessive e da un'attività fisica modesta, possono tuttavia determinare in alcuni casi una riduzione dell'efficienza lavorativa. In linea generale, per tali tipologie di ambienti, vengono raccomandate temperature *operative* variabili tra 19°C e 23°C ed umidità comprese tra 40% e 70% se il dispendio metabolico è contenuto. In ambito industriale, dove solitamente è richiesto un impegno muscolare importante, è preferibile una temperatura ambientale leggermente inferiore (da 18°C a 21°C).

#### La misura del microclima

In modo meno empirico, per valutare lo stress legato all'instaurarsi di particolari condizioni microclimatiche e procedere alle opportune regolazioni, occorre misurare le seguenti grandezze climatiche fondamentali:

- temperatura dell'aria ( $t_a$ )
- temperatura media radiante ( $t_r$ )
- umidità relativa (U%)
- velocità dell'aria ( $v_a$ )

Per ricavare i valori di  $t_a$ ,  $t_r$  e U% è necessario effettuare misure di temperatura così distinte:

- temperatura del bulbo secco ( $t_a$ )
- temperatura del bulbo umido a ventilazione forzata ( $t_w$ )<sup>18</sup>
- temperatura del globotermometro ( $t_g$ )

Inoltre, ai fini della valutazione, vanno considerati e valutati i cosiddetti parametri soggettivi che sono rappresentati da:

- dispendio energetico metabolico ( $M$ ),
- resistenza termica del vestiario ( $I_{clo}$ )<sup>19</sup>
- rendimento meccanico del lavoro svolto ( $\eta$ ).

#### La valutazione del microclima

Sotto il profilo microclimatico la valutazione di un ambiente viene effettuata utilizzando indici di riferimento diversi a seconda del contesto microclimatico locale. In ciascuno di essi vengono integrate, sia pure in modo differente, le grandezze ambientali e quelle personali prima descritte. È importante sottolineare che negli ambienti di tipo *severo caldo* e *severo freddo* lo studio delle condizioni microclimatiche è finalizzato a prevenire vere e proprie situazioni di stress che possono avere anche gravi conseguenze. Negli ambienti di tipo *moderato* viene invece misurato il grado di

---

<sup>18</sup> Nella pratica esiste una ulteriore misura di temperatura definita temperatura di bulbo umido naturalmente ventilato ( $t_{nw}$ ) che si usa per una specifica valutazione dello stress in ambienti severi caldi.

<sup>19</sup> Il vestiario è uno dei fattori che maggiormente influenzano il bilancio termico dell'organismo poiché è in grado di ridurre la perdita di calore con l'ambiente. La presenza di umidità a sua volta riduce il potere isolante del vestiario, grazie alla sua capacità specifica di condurre calore. La resistenza termica del vestiario, rappresentata dalla sommatoria delle resistenze dei capi indossati da un soggetto si esprime con l'unità di misura adimensionale  $I_{clo}$ , dove 1 CLO corrisponde a 0,155 m<sup>2</sup> °C/W

disagio dei lavoratori. Lo stress tipico degli ambienti di tipo **severo caldo** viene comunemente stimato attraverso il calcolo del WBGT<sup>20</sup> (*Wet Bulb Global Temperature*) riportato nella norma UNI EN 27243. Il valore limite di soglia è formulato assumendo che la temperatura corporea interna non superi i 38 °C. Nella tabella 3.3.2.1 sono riportati i TLV relativi a tre differenti carichi di lavoro in funzione di diverse durate del ciclo di lavoro/riposo; il valore di isolamento del vestiario è posto pari a 0,6 I<sub>CLO</sub> ed il lavoratore è considerato acclimatato. Se i valori di I<sub>CLO</sub> sono maggiori di 0,6 ed i lavoratori non sono acclimatati, i TLV hanno valori più bassi di quelli indicati in tabella.

Più recentemente è stato proposto l'indice **PHS** (*Predicted Heat Stress*), più analitico rispetto al precedente e descritto nella norma UNI EN ISO 7933<sup>21</sup>;

	Carico di lavoro		
	Leggero (<200 Kcal/ora)	Moderato (200-350 Kcal/ora)	Pesante (350-500 Kcal/ora)
Lavoro continuo	30,0	26,7	25,0
75% lavoro - 25% riposo ogni ora	30,6	28,0	25,9
50% lavoro - 50% riposo ogni ora	31,4	29,4	27,9
25% lavoro - 75% riposo ogni ora	32,2	31,1	30,0

Tabella 3.3.2.1 – Valori limite di soglia per l'indice WBGT

Per gli ambienti di tipo **severo freddo**, dato che come già detto il rischio è rappresentato dal possibile insorgere di uno stato di *ipotermia* che può determinare anche conseguenze letali, andrà valutata l'adeguatezza delle protezioni adottate, attraverso il calcolo dell'indice **IREQ** (*Required clothing insulation Index* - isolamento richiesto dal vestiario) riportato dalla Norma UNI ENV ISO 11079.

Per la valutazione degli ambienti di tipo **moderato** la norma UNI EN ISO 7730 prevede il calcolo dell'indice PMV<sup>22</sup> (*Predicted Mean Value* - voto medio previsto) ed del PPD (*Predictable Percentage of Dissatisfied*- percentuale prevedibile di insoddisfatti)<sup>23</sup> ad esso correlato; il loro impiego permette di stimare lo scostamento della situazione reale dalla situazione di benessere termico (o *comfort*), che rappresenta “la condizione mentale in cui viene espressa soddisfazione”. Il *comfort* ambientale viene associato ad una condizione di neutralità (**S=0**), per la quale il soggetto non dovrebbe esprimere preferenze di sorta per condizioni diverse da quelle esistenti (ambiente più caldo o più freddo di quello reale).

Il grafico di figura 3.3.2.1 evidenzia come in condizioni di PMV=0 il valore del PPD è eguale al 5%; ciò sta a significare che anche in condizioni ottimali esiste una piccola popolazione di soggetti che giudica comunque insoddisfacenti le condizioni microclimatiche dell'ambiente. Per quanto riguarda

<sup>20</sup> In termini analitici abbiamo:  $WBGT_{outdoors} = 0.7 T_{nw} + 0.2 T_g + 0.1 T_a$  ;  $WBGT_{indoors} = 0.7 T_{nw} + 0.3 T_g$

<sup>21</sup> grazie ad esso è possibile definire a) la massima potenza termica dissipabile per sudorazione ovvero la massima quantità di sudore evaporabile per unità di tempo, b) la superficie massima di pelle dalla quale può essere realisticamente fatto evaporare il sudore e la massima perdita d'acqua compatibile con il mantenimento dei normali parametri fisiologici dell'individuo e c) il valore massimo accettabile della temperatura interna (rettale) tale da rendere molto improbabile il raggiungimento di situazioni di pericolo.

<sup>22</sup>  $PMV = CT (0,303e^{-0,036 M} + 0,0275)$  dove CT rappresenta il carico termico determinato dalla differenza tra la potenza termica ceduta da un individuo all'ambiente e quella scambiata dallo stesso in condizioni omeoterme.

<sup>23</sup>  $PPD = 100 - 95e^{-(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)}$

gli ambienti moderati, in linea generale si può considerare accettabile un valore di PMV compreso tra +0,5 e -0,5, a cui corrisponde una percentuale massima di insoddisfatti pari al 10% ed è bene applicarlo per valutare il *discomfort* entro i limiti -2 e +2.

Il PMV e il PPD esprimono il disagio da caldo o da freddo per il corpo nel suo complesso. L'insoddisfazione può essere determinata anche dal disagio legato alla **presenza di correnti d'aria**<sup>24</sup> (PD %), o dalla **differenza di temperatura in senso verticale**<sup>25</sup>. Altre condizioni di *discomfort* possono derivare dal disagio prodotto da un **pavimento caldo o freddo** o da **condizioni di asimmetria radiante** (verticale od orizzontale) dovuta alla presenza di soffitti caldi o pareti fredde (o finestre). La norma UNI EN ISO 7730 classifica gli ambienti moderati, oltreché in base al valore assunto dall'indice PMV, anche in funzione del grado di disagio localizzato riscontrato nel medesimo ambiente (tabella 3.3.2.2).

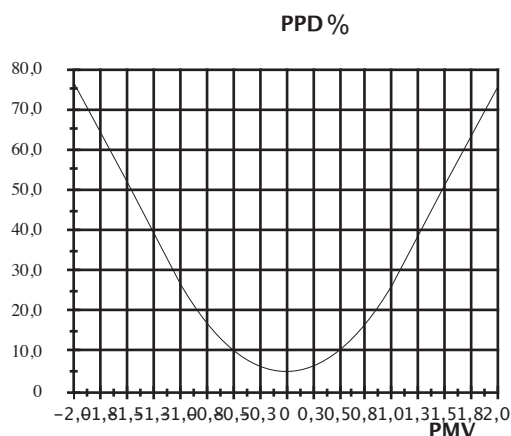


Figura 3.3.2.1 - Andamento del PPD al variare del PMV

Categoria di ambiente	Stato termico complessivo		Discomfort localizzato			
	PPD %	PMV	DR %	PD <sub>a</sub> %	PD <sub>p</sub> %	PD <sub>r</sub> %
A	< 6	-0,2 < PMV < 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Tabella 3.3.2.2 – limiti di accettabilità degli indici PMV e PPD e degli indici di discomfort localizzato.

#### Stima del tasso metabolico e del grado di isolamento termico

Per poter ricavare un quadro quanto più verosimile del *discomfort* microclimatico all'interno degli ambienti lavorativi, è necessario determinare con la maggiore precisione possibile, i valori delle grandezze personali, vale a dire il *dispendio metabolico*, l'*isolamento termico* dovuto al vestiario ed il *rendimento meccanico*. La loro corretta determinazione è fondamentale per ottenere risultati descrittivi del rischio reale da stress legato al microclima. Tra le grandezze personali che concorrono a determinare lo stato di benessere termico di un soggetto, il dispendio metabolico (ovvero la quantità totale di energia prodotta dall'organismo) rappresenta uno dei parametri basilari della valutazione. Può essere calcolato sia con metodi *diretti*, misurando ad esempio il quantitativo di ossigeno consumato, oppure *indiretti*, basati sull'uso di prospetti di riferimento. Nei metodi di tipo indiretto, la semplicità dell'applicazione è accompagnata tuttavia ad un certo margine di imprecisione, che richiede una certa esperienza da parte di chi effettua la valutazione. Il grado di isolamento offerto dal vestiario, infine, viene stimato tramite tabelle riportate dalla norma UNI 9920. La norma fornisce sia valori di resistenza termica dei singoli elementi (quotidiani o da lavoro) sia quelli relativi ad uno specifico insieme di capi di abbigliamento.

<sup>24</sup> Draft Rate (DR%)

<sup>25</sup> in particolare se l'attività ha un dispendio metabolico inferiore 1,2 met (attività sedentaria)

Livello	Metodo	Precisione	Ispezione del posto di lavoro
I A	Classificazione per tipo di occupazione	Informazioni approssimative probabilità di errore molto elevata	Non necessaria Informazioni sull'attrezzatura tecnica e l'organizzazione del lavoro
I B	Classificazione per tipo di attività		
II A	Uso di prospetti per la stima dell'energia metabolica a partire dalle componenti dell'attività	Elevata probabilità di errore Precisione $\pm 20\%$	Necessaria l'analisi dei tempi
II B	Uso di prospetti per la stima di attività specifiche		
III	Uso della frequenza cardiaca in condizioni definite	media probabilità di errore Precisione $\pm 10\%$	Studio per la determinazione di un periodo di tempo significativo
IVA	Misura	Probabilità di errore entro i limiti della precisione della misura e dell'analisi dei tempi Precisione $\pm 5\%$	Necessaria l'analisi dei tempi
IVB	Metodo della doppia marcatura dell'acqua		
IVC	Calorimetria diretta		

Tabella 3.3.2.3 – Metodi per la determinazione del dispendio metabolico

#### Strumentazione e strategia di monitoraggio

Per la rilevazione dei dati microclimatici è stata utilizzata una centralina LSI modello Babuc A, multiacquisitore ad 11 ingressi con memoria residente, alla quale sono stati collegati i sensori specifici per la misura della *temperatura dell'aria*  $t_a$ , della *temperatura del globotermometro*  $t_g$  (dalla quale viene direttamente derivata la *temperatura media radiante*  $t_r$ ), dell'umidità relativa  $U$  % e della velocità dell'aria  $v_a$ .

Per la misura di  $U$  % ci si è avvalsi di una **sonda psicrometrica**<sup>26</sup> conforme alla norma ISO 7726. Mediante tale dispositivo possono essere acquisite misure di temperature di bulbo secco ( $t_a$ ) e umido ( $t_w$ ) con ventilazione forzata. Il metodo psicrometrico consente di ottenere misure di alta precisione e costanti nel tempo, non essendo soggetta a derive tipiche di altri metodi. I valori di temperatura media radiante sono stati ricavati mediante l'elaborazione delle misure acquisite con un **globotermometro**<sup>27</sup> in rame nero opaco (riflessione < 2% ASTM 9755), conforme alla norma ISO 7726. Tale temperatura consente di ricavare la temperatura media radiante ( $T_r$ ) utile sia ai fini dell'analisi degli ambienti moderati che degli ambienti caldi. In particolare questa sonda è indispensabile per il calcolo della temperatura operativa, degli indici PMV, PPD (ISO 7730), PHS (ISO 7933) e WBGT (ISO 7243).

Il rilievo dei dati di  $v_a$  è stato eseguito con l'impiego di un **anemometro a filo caldo** con misura della **turbolenza** conforme alla norma ISO 7726. La misura della velocità dell'aria (m/s), con una rata di acquisizione di 100 ms, permette alla sonda stessa di calcolare i valori medi e la relativa

<sup>26</sup> Permette il calcolo dell'Umidità Relativa e del Punto di Rugiada. Campo di misura della temperatura: -5 °C+60 °C, Campo di Umidità Relativa: 0-100%, Accuratezza dell'Umidità Relativa: 2% (T=+15-+45°C), Accuratezza: 0,15°C (a 0°C).

<sup>27</sup> Campo nominale misurato: da -50 a +60 °C; Temperatura di esercizio: da 0 a +100 °C

deviazione standard, e consente di valutare l'intensità di turbolenza (**TU**) utile nella formula di calcolo dell'indice DR (*Draught Rating*) previsto<sup>28</sup>.

A puro scopo precauzionale, in considerazione della presenza di macchinari che producono calore, specie nei frantoi, sono stati acquisiti dati di temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale mediante una sonda<sup>29</sup> conforme alla norma ISO 7726, per poter calcolare l'indice WBGT nei casi in cui si fossero presentate condizioni di PMV > +2.

Per ogni singola azienda si è provveduto a misurare i parametri microclimatici ponendo la centralina in prossimità delle diverse postazioni di lavoro presenti nel reparto. In dipendenza delle dimensioni dei singoli reparti e della disposizione dei macchinari necessari alla produzione, in diversi casi è stato necessario eseguire più punti di misura, per poter analizzare e valutare possibili variazioni dovute alla presenza di sorgenti di calore localizzate o legate a condizioni di asimmetria. Prima di effettuare ogni singola misura si è atteso un tempo non inferiore ai 20' con la stazione microclimatica in postazione, onde tenere conto dell'inerzia termica propria del globotermometro ed evitare quindi di ottenere valori di temperatura radiante non conformi alla realtà.

L'elaborazione dei dati è stata condotta utilizzando i moduli del pacchetto *software* INFOGAP, operativo in ambiente *Windows*® implementato dalla LSI, in grado di archiviare i dati acquisiti, definire il valore delle grandezze personali ( $\dot{M}$ ,  $I_{clo}$ ,  $\eta$ ) e, infine, procedere all'elaborazione degli indici microclimatici. Tramite tale applicativo è possibile selezionare, con l'ausilio di tabelle e immagini, il valore del dispendio metabolico tipico dell'attività lavorativa svolta, al quale è associato la stima del valore del rendimento meccanico. La stima del grado di isolamento prodotto dal vestiario indossato dall'operatore è stata definita sulla base delle informazioni raccolte durante le singole sessioni di misura, in occasione delle quali si è provveduto a intervistare l'operatore chiedendo di indicare, con il massimo grado di dettaglio possibile, la tipologia di indumenti indossati. L'insieme dei dati raccolti è stato inserito in un apposita sezione di INFOGAP per poter calcolare il valore dell'isolamento prodotto dal vestiario.

---

<sup>28</sup> Può essere utile avere a disposizione tali indici in un contesto di riprogettazione degli ambienti dal punto di vista climatico

<sup>29</sup> Campo nominale misurato: da -50 a +60 °C; Temperatura di esercizio: da 0 a +60 °C

### 3.3.3 vibrazioni

#### Considerazioni introduttive

Il rischio da esposizione a vibrazioni al corpo intero nei due comparti oleario e vinicolo presenta caratteristiche sostanzialmente analoghe poiché i mezzi utilizzati sono di identica tipologia, essendo costituiti da carrelli elevatori “muletti” (diesel ed elettrici), e trattori (gommati e cingolati). Le fasi lavorative in cui detti mezzi intervengono sono: quella relativa al trasporto, scarico e movimentazione di olive e uva, nonché quella relativa alla movimentazione di materiali vari.

Dette lavorazioni sono di tipo stagionale, svolgendosi per circa tre mesi l'anno, durante i quali l'uso giornaliero di tali mezzi non è peraltro continuativo.

Le aziende osservate sono di piccola dimensione (spesso a conduzione familiare), ne consegue che il parco macchine in dotazione è risultato modesto, consistendo mediamente in due trattori e un muletto.

Ulteriore considerazione è che gli operatori si alternano alla guida dei mezzi in base alle esigenze produttive: detta situazione riduce ulteriormente i tempi di esposizione alle vibrazioni, anche se è probabile che alcuni operatori, specie con i trattori, svolgano durante l'anno anche le lavorazioni nei campi (fresatura, trattamenti etc.).

#### Riferimenti normativi e strategie per la valutazione del rischio da vibrazioni al corpo intero - valori limite di esposizione

La valutazione del rischio è stata condotta riferendosi al D.Lgs 81/08, le cui principali disposizioni sono espresse in termini di esposizione giornaliera  $A(8)$  riferita alla giornata lavorativa standard di 8 ore (valore d'azione  $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ , valore limite  $A(8) = 1,0 \text{ m/s}^2$  e valore limite su periodi brevi pari a  $1,5 \text{ m/s}^2$ ). Per completezza è stata inoltre effettuata la valutazione ai sensi della normativa UNI ISO 2631-1 (ai fini dei soli effetti sulla salute), considerandone sia il metodo base che il metodo addizionale della dose assorbita VDV (Vibration Dose Value) per valutare l'eventuale presenza di fenomeni impulsivi.

Per una completa valutazione del rischio in oggetto è necessario conoscere i reali tempi d'esposizione giornalieri, ma poiché non sono stati forniti con sufficiente certezza i tempi d'uso giornalieri, la cui determinazione richiederebbe comunque osservazioni continuative su un arco temporale più esteso del giornaliero, si è proceduto come descritto di seguito.

Per fornire un dato utile ai datori di lavoro, sono stati calcolati, per ciascun mezzo, i tempi d'esposizione massimi consentiti affinché non vengano superati i valori d'azione e limite.

Sono stati cioè calcolati i “tempi critici di esposizione” così definiti:

- $t_{cr\ az}$  = durata dell'esposizione oltre il quale viene superato il valore d'azione dell'esposizione giornaliera  $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$  (D.Lgs 81/08);
- $t_{cr\ lim}$  = durata dell'esposizione oltre il quale viene superato il valore limite dell'esposizione giornaliera  $A(8) = 1,0 \text{ m/s}^2$  (D.Lgs 81/08);
- $t_{cr\ inf}$  = durata dell'esposizione oltre il quale viene superato il valore ( $A(8) = 0,43 \text{ m/s}^2$ ) assunto dalla curva B.1 inferiore della norma UNI ISO 2631-1 (Appendice B) in corrispondenza di un periodo di esposizione di 8 ore;
- $t_{cr\ sup}$  = durata dell'esposizione oltre il quale viene superato il valore ( $A(8) = 0,86 \text{ m/s}^2$ ) assunto dalla curva B.1 superiore della norma UNI ISO 2631-1 (Appendice B) in corrispondenza di un periodo di esposizione di 8 ore;

La norma UNI ISO 2631-1 (norma internazionale recepita a livello nazionale dall'UNI) viene inoltre



considerata, in un'ottica prettamente prevenzionale, per tenere conto delle raccomandazioni maggiormente prudenziali di tutela della salute in essa contenute.

Pur non avendo essa carattere di norma cogente, occorre tener presente che costituisce un riferimento ai fini del riconoscimento delle tecnopatie.

#### Algoritmi di calcolo e modelli per la valutazione del rischio da vibrazioni al corpo intero

Qualora si disponga dei tempi di esposizione giornaliera, si procede al calcolo dell'esposizione giornaliera  $A(8)$ , espressa come *"l'accelerazione continua equivalente su 8 ore, calcolata come il più alto dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali ( $1,4 \cdot a_{wx}$ ,  $1,4 \cdot a_{wy}$ ,  $1 \cdot a_{wz}$ )"* conformemente alla norma UNI ISO 2631-1.

Nel nostro caso, non disponendo dei tempi di esposizione, si è invece proceduto calcolando, per ciascun valore di accelerazione misurata su ciascun asse, i tempi critici di cui sopra (ad es.  $t_{cr\ az}$ ) nel seguente modo:

$$t_{cr\ az} = (0,5 / a_w)^2 \cdot 8;$$

Per quanto riguarda il fenomeno impulsivo, si è indagato secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 2631-1, considerando il metodo addizionale del VDV 'Vibration Dose Value'.

La norma prevede la valutazione del fenomeno impulsivo attraverso l'applicazione dei metodi addizionali quando il fattore di cresta FC (rapporto tra il valore di picco istantaneo e il valore quadratico medio dell'accelerazione ponderata in frequenza, relativi alla durata della misurazione) supera il valore 9.

Successivamente si calcola il rapporto R come definito dalla norma UNI ISO 2631-1 al punto 6.3.3 ( $VDV/a_w T^{1/4}$ ), che attesta un fenomeno impulsivo significativo in caso di superamento del valore 1,75.

La norma non prevede comunque, per i metodi addizionali come quello del VDV, possibilità di riscontro in relazione agli effetti sulla salute.

#### Documento di Valutazione dei Rischi

Il D.Lgs. 81/2008 al capo III del titolo VIII contempla specificamente la protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a vibrazioni.

In particolare l'art. 202 fornisce un dettagliato elenco di disposizioni e indicazioni a cui il datore di lavoro deve attenersi per la redazione del documento di cui sopra. Per quanto riguarda la valutazione delle vibrazioni al corpo intero si dovrà tener conto dell'allegato XXXV parte B.

Nei comparti vinicolo e oleario spesso ricorrono alcune condizioni particolari citate nell'articolo 202, come ad esempio le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità e il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide.

Si ricorda, infine, che l'obbligo della valutazione del rischio da vibrazioni nel DVR era già previsto dal D.Lgs. 626/94.

#### Strumentazione di misura e strategia di monitoraggio

La strumentazione di misura utilizzata è costituita da un accelerometro triassiale ICP mod. AP 2081 (n.ro di serie 3062) incorporato in piattello di gomma resiliente, collegato tramite cavo allo strumento misuratore Larson Davis HVM 100 dotato di memoria (si sono alternati due strumenti identici, aventi rispettivamente n.ro di serie 00333 e n.ro di serie 00334), interfacciabile con personal computer.

Il piattello contenente l'accelerometro è stato orientato correttamente sul sedile di guida del mezzo e fissato con l'ausilio di nastro adesivo.

Lo strumento è stato adeguatamente configurato per la misura delle vibrazioni al corpo intero,

settandone il guadagno e il tempo di integrazione in base rispettivamente alla tipologia e alla durata della misura; quest'ultima viene approssimativamente fissata in maniera che, sulla base dell'osservazione delle operazioni svolte e delle dichiarazioni rese dagli addetti, la misura possa considerarsi rappresentativa in relazione ai reali tempi e modalità d'uso.

Al termine di ciascuna misura sono stati visionati i risultati complessivi, per verificare eventuali anomalie occorse durante la misurazione (ad esempio fuori scala) che richiedono la ripetizione della misura stessa.

Sono state oggetto di misura le fasi di trasporto più rappresentative mediante trattori, eseguite durante il reale conferimento delle uve e delle olive all'opificio, secondo le modalità usuali (tragitto, percorso e velocità) sia per il viaggio di andata (a vuoto) che per il viaggio di ritorno (carico). Analogamente si è proceduto rispetto alle fasi di movimentazione con i muletti.

### 3.3.4 rischio elettrico

#### Considerazioni introduttive

In generale, la dimensione produttiva contenuta degli opifici osservati è tale che la fornitura di energia elettrica avvenga in bassa tensione (B.T.), pertanto si è in presenza di un sistema elettrico TT (neutro direttamente a terra e masse collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente). L'impianto va pertanto progettato specificamente in relazione a tale sistema elettrico, per quanto riguarda la protezione contro i cortocircuiti e contro i contatti indiretti per i quali, nel caso descritto, è obbligatorio l'uso della protezione differenziale con soglia di intervento adeguatamente coordinata alla resistenza dell'impianto di terra.

Gli ambienti del comparto vinicolo e del comparto oleario presentano caratteristiche e condizioni d'uso abbastanza simili in relazione al rischio elettrico. Essi possono trovarsi in condizione di bassa temperatura (soprattutto i frantoi); si presentano spesso molto umidi; il pavimento può essere spesso scivoloso sia perché non ben pulito, sia perché bagnato a causa dei lavaggi; sono soggetti a spruzzi o getti d'acqua per l'esigenza di frequenti lavaggi di pavimenti e serbatoi.

Questo, in relazione al rischio elettrico, si traduce nella necessità di avere impianti elettrici in esecuzione con grado di protezione almeno IPX5, ove il secondo numero 5 ha proprio il significato di: protetto dai getti d'acqua (la prima cifra sostituita da X indica invece il livello di protezione contro la penetrazione di corpi solidi).

Per la medesima ragione anche i quadri elettrici e tutte le apparecchiature elettriche devono avere analogo grado di protezione IP.

Spesso negli ambienti sono presenti serbatoi di stoccaggio in acciaio inox, che in condizioni particolari esposte di seguito, possono assumere la funzione di masse o di masse estranee (nell'accezione elettrica del termine): in tale caso è necessario collegarli all'impianto di terra.

Precisamente, una parte metallica costituisce una massa se essa è *“una parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento, ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale”*.

Un serbatoio metallico (o una struttura metallica in generale) può diventare una massa se su di esso viene installato permanentemente un apparecchio elettrico in maniera tale che il serbatoio resti separato dalle parti attive dell'apparecchio dal solo isolamento principale.

Se invece un apparecchio elettrico viene installato in maniera che il metallo del serbatoio possa andare in tensione solo perché a contatto con la massa dell'apparecchio, il serbatoio non è da considerarsi massa e non va pertanto collegato a terra.

Una parte metallica costituisce invece una massa estranea, se essa è una *“parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra”*.

In pratica le masse estranee sono costituite principalmente dalle tubazioni di acqua e gas che possono introdurre il potenziale di terra, ma anche da tutte quelle strutture metalliche che presentano un valore di resistenza verso terra inferiore a 1000 ohm (valore convenzionale della resistenza della persona verso terra, considerato nella curva di sicurezza).

Le strutture metalliche che presentano tali caratteristiche vanno rese equipotenziali e collegate all'impianto di terra.

I serbatoi metallici già citati, in genere non costituiscono massa estranea in quanto non interrati o collegati strutturalmente con il terreno, ma semplicemente appoggiati sul pavimento.

Vi è inoltre la possibilità di ambienti ad alto rischio in caso d'incendio a causa dello stoccaggio di materiali infiammabili o combustibili (olio d'oliva, barriques, cartoni e altri materiali combustibili per l'imballaggio, pedane in legno, ecc.), nel caso venga calcolata una classe del compartimento antincendio uguale o superiore a 30.

La responsabilità di tale verifica è in capo al datore di lavoro, il quale deve comunicare al progettista i risultati ottenuti in tal senso, quali dati di ingresso della progettazione dell'impianto elettrico.

Spesso gli opifici in esame sono dotati di gruppo elettrogeno diesel, per far fronte ad eventuali mancanze di energia elettrica dall'ente distributore; in tal caso devono essere curate le modalità di inserimento in sicurezza di quest'ultimo nell'impianto (certezza del sezionamento in presenza di sorgenti multiple) e deve esserne garantita in particolare la messa a terra diretta del neutro.

In alcuni casi vi può essere presenza di luoghi conduttori ristretti, cioè luoghi delimitati da superfici metalliche o comunque conduttrici in buon collegamento elettrico con il terreno e tali che al loro interno è elevata la probabilità che una persona possa venire in contatto con tali superfici, attraverso un'ampia parte del corpo diversa da mani e piedi. Tale condizione può ricorrere all'interno di serbatoi metallici (o conduttori) con passo d'uomo per pulizia ed interventi, oppure nello spazio esterno tra più serbatoi a ridotta distanza l'uno dall'altro, entro cui può trovarsi ad operare un lavoratore. Va infine verificata la necessità di locali dedicati alla ricarica di batterie di trazione al piombo, suscettibili di rilascio di gas idrogeno, con possibilità di formazione di atmosfera esplosiva. Gli eventuali locali dedicati dovranno seguire le prescrizioni della norma CEI 21-42 "Batterie di trazione".

#### Riferimenti normativi e modalità di valutazione del rischio elettrico

Il D.Lgs 81/2008, integrato dal D.Lgs 106/2009, fornisce precise indicazioni per la valutazione del rischio elettrico nel Capo III *"Impianti ed apparecchiature elettriche"* del Titolo III *"Uso delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuale"*.

L'art. 80, al comma 1, prescrive l'obbligo fondamentale del datore di lavoro, di adottare tutte le misure relative ai materiali, apparecchiature ed impianti elettrici, necessarie alla salvaguardia dei lavoratori da tutti i rischi di natura elettrica, elencando esplicitamente quelli derivanti da:

- a) contatti elettrici diretti;
- b) contatti elettrici indiretti;
- c) innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;
- d) innesco di esplosioni;
- e) fulminazione diretta e indiretta;
- f) sovratensioni;
- g) altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.

Significativo appare inoltre l'obbligo espresso nel comma 2 dell'art. 80, di valutare i rischi di natura elettrica tenendo in considerazione tre aspetti fondamentali:

- a) le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;
- b) i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;
- c) tutte le condizioni di esercizio prevedibili.

Una corretta metodologia di valutazione del rischio elettrico prevede una fase iniziale in cui gli ambienti di lavoro andranno suddivisi per aree omogenee ai fini del rischio elettrico, che nel caso degli opifici osservati in questa sede possono essere:

- luoghi ordinari;
- luoghi a maggior rischio in caso d'incendio;

- luoghi conduttori ristretti;
- luoghi con pericolo di esplosione;
- cabine di trasformazione MT/BT;
- ambienti in cui si svolgono attività di zootecnia.

Le aree omogenee per rischio elettrico sono caratterizzate principalmente dalle attività lavorative, oltre che dalle caratteristiche costruttive e strutturali, e trovano riferimento nei campi di applicazione delle varie norme CEI per la progettazione, installazione e manutenzione degli impianti elettrici (principalmente la norma CEI 64-8).

A seguito della valutazione del rischio elettrico, il datore di lavoro è tenuto ad adottare tutte le misure tecniche ed organizzative necessarie ad eliminare o ridurre al minimo i rischi presenti, ad individuare i dispositivi di protezione collettivi ed individuali necessari alla conduzione in sicurezza del lavoro ed a predisporre le procedure di uso e manutenzione atte a garantire nel tempo la permanenza del livello di sicurezza raggiunto con l'adozione delle misure di cui al comma 1 (art.80, comma 3, del D.Lgs.81/08).

Si ritiene infine importante porre in evidenza, relativamente al rischio elettrico, un principio generale espresso dall'art. 29, comma 3, del D.Lgs 81/2008, e cioè che ad ogni modifica organizzativa o del ciclo produttivo si rende necessaria una revisione della valutazione anche del rischio elettrico, finalizzata a verificare la corretta classificazione del luogo dal punto di vista elettrico e l'effettiva idoneità e conformità degli impianti in relazione alle modifiche intervenute.

Infine si intende esprimere a chiare lettere che la rispondenza degli impianti elettrici ai requisiti di legge, cioè la realizzazione degli impianti "a regola d'arte" (conformità degli impianti), è solo un prerequisito necessario, ma non esaurisce in sé la valutazione del rischio elettrico.

La valutazione del rischio elettrico dovrà pertanto concentrarsi anche sui rischi residui non prevenuti da una corretta progettazione e da una realizzazione a regola d'arte, che saranno principalmente in relazione con:

- manutenzione e verifiche periodiche di apparecchi elettrici e impianti elettrici;
- informazione dei lavoratori sui rischi di natura elettrica;
- formazione dei lavoratori sul corretto utilizzo di apparecchi e impianti elettrici.

#### Strategia di monitoraggio

La ricognizione sul rischio elettrico si è basata principalmente su:

- esame a vista dell'impianto;
- esame documentale;
- intervista al rappresentante aziendale.

L'esame a vista è stato volto a verificare principalmente:

- stato generale dell'impianto;
- presenza delle protezioni contro le sovracorrenti;
- presenza delle protezioni differenziali contro i contatti indiretti;
- presenza dell'impianto di terra;
- grado di protezione IP;
- presenza impianto di protezione dalle scariche atmosferiche;
- evidenze di situazioni particolarmente a rischio.

L'esame documentale è stato volto a verificare la presenza di:

- Progetto dell'impianto elettrico;
- Dichiarazione di conformità o dichiarazione di rispondenza (DIRI ai sensi del D.M. 37/2008);
- verbali di verifica (impianto di terra e impianto di protezione dalle cariche atmosferiche) ai sensi del D.P.R. 462/2001;
- verbali relativi ai controlli manutentivi ex art. 86, comma 3, del D.Lgs.81/08;
- sezione sul rischio elettrico nel DVR (in particolare l'esistenza di una programmazione della manutenzione e delle verifiche);
- attestazioni relative ad interventi di formazione e informazione sul rischio elettrico.

L'intervista al rappresentante aziendale è stata svolta durante una ricognizione congiunta sull'impianto, mettendolo a conoscenza dei riscontri dell'esame a vista sui punti già esposti, chiedendo notizie sull'esecuzione dell'impianto, sulle sue eventuali modifiche successive, richiedendo la documentazione già descritta relativa all'esame documentale ed evidenziandone le eventuali lacune riscontrate.



### 3.3.5 rischio incendio

#### Considerazioni introduttive

Le attività oggetto dello studio non sono tra quelle soggette (DM16.02.1982) al rilascio del CPI (certificato prevenzione incendi), salvo quei casi che vedono la presenza di particolari impianti o macchinari (centrali termiche con potenzialità superiore alle 100.000 Kcal/h o materiali combustibili superiori a 50 ql.); per queste fattispecie il rischio incendio è disciplinato da disposizioni e norme ben definite e soggette al controllo dell'organo di vigilanza (VVFF).

Già con l'entrata in vigore del D.Lgs.626/94, i datori di lavoro erano chiamati ad effettuare la valutazione del rischio incendio del luogo di lavoro, al fine della classificazione dello stesso (rischio elevato, medio, basso) e conseguentemente adottare le misure di prevenzione e protezione più idonee.

Come è noto il rischio incendio assume importanza rilevante ai fini della prevenzione e protezione, in quelle attività dove il numero di addetti o comunque di persone, che può essere investito da incendio, risulti numeroso; si pensi ad alberghi, ospedali, raffinerie etc., mentre le attività oggetto del presente studio, essendo per lo più a conduzione familiare, risultano avere pochi addetti, ed inoltre, essendo ubicate in luoghi aperti (campagne), l'eventuale propagazione non risulta pericolosa per le persone.

Da queste prime considerazioni sembrerebbe quindi che il rischio incendio non desti particolari problemi per queste tipologie di impianti, ma come si vedrà in seguito bisogna comunque tenere in debito conto detto rischio.

#### Riferimenti Normativi e strategie per la valutazione del rischio

Il D.Lgs. 626/94 stabiliva l'obbligo per i datori di lavoro di redigere il DVR, anche per il rischio d'incendio; successivamente detto obbligo è stato riconfermato dal D.lgs 81/2008 e dal D.lgs 106/2009. Per quanto riguarda invece i criteri generali di sicurezza antincendio e le prestazioni di resistenza al fuoco degli edifici, la legislazione di riferimento è costituita rispettivamente dal D.M. 10/03/98 e dal D.M.9/03/2007.

#### Requisiti essenziali cui debbono rispondere le opere ai sensi della direttiva 89/106/CEE

Uno dei requisiti essenziali è costituito dalla resistenza meccanica e dalla stabilità anche in considerazione di eventi accidentali.

#### *Sicurezza in caso di incendio*

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che in caso di incendio:

la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un determinato periodo di tempo;

- la produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno siano limitate;
- la propagazione del fuoco agli edifici vicini sia limitata;
- gli occupanti possano lasciare l'edificio o essere soccorsi altrimenti; va inoltre valutata la sicurezza delle squadre di soccorso.

#### *Resistenza al fuoco*

Una delle fondamentali strategie di protezione, da perseguire per garantire un adeguato livello di

sicurezza della costruzione in condizioni di incendio, riguarda la **capacità portante** nonché la **capacità di compartimentazione**.

La capacità portante in caso di incendio è l'attitudine della struttura, di una sua parte o di un elemento strutturale a conservare una sufficiente resistenza meccanica (R) sotto l'azione del fuoco con riferimento alle altre azioni agenti. La capacità di compartimentazione in caso d'incendio è, al contrario, l'attitudine di un elemento costruttivo a conservare, sotto l'azione del fuoco, oltre alla propria stabilità, un sufficiente isolamento termico (I) ed una sufficiente tenuta ai fumi e ai gas caldi della combustione (E), nonché tutte le altre prestazioni se richieste. Riguarda sia elementi di separazione strutturali, come muri e solai, sia non strutturali, come porte e tramezzi.

-Prestazioni di resistenza al fuoco

Costruzioni ove si svolgono attività soggette ai controlli del CNVVF)

- Nelle attività disciplinate da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi di tipo prescrittivo (scuole, locali di ps, impianti sportivi, alberghi, ospedali, uffici, c.t., autorimesse, ecc.), la classe di resistenza al fuoco delle strutture portanti e degli elementi di compartimentazione è stabilita a priori, generalmente in funzione dell'altezza antincendio dell'edificio.
- Nelle attività non regolamentate da specifiche disposizioni di settore occorre seguire i criteri stabiliti dal decreto del M.I. del 9/03/2007, ossia il metodo che fa riferimento alle classi, oppure l'approccio basato sulla modellazione dell'incendio naturale ai sensi del D.M. 9/05/2007 (FSE).
- Una strategia per la determinazione del rischio d'incendio è quella di stabilire il livello di prestazione richiesto alla costruzione e quindi definire successivamente la classe di resistenza al fuoco, come di seguito riportato.

#### Algoritmi e modelli per la valutazione del rischio incendio

[Classi di resistenza al fuoco]: La **classe di resistenza al fuoco** è l'intervallo di tempo, espresso in minuti, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la capacità di compartimentazione. Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti:

classe: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360.

Esse sono di volta in volta precedute dai simboli (R, E, I, W, C, S, ecc.), indicanti i requisiti che devono essere garantiti dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti, individuati sulla base della valutazione del rischio d'incendio. La classe del compartimento è determinata in base al **livello di prestazione** richiesto alla costruzione. Le prestazioni richieste ad una costruzione, in funzione dei diversi obiettivi di sicurezza, sono classificate secondo i seguenti livelli:

- Livello I - Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco; le conseguenze della perdita dei requisiti stessi sono accettabili o il rischio di incendio è trascurabile.
- Livello II - Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno dell'edificio.
- Livello III - Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza.
- Livello IV - Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
- Livello V - Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il

mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa. I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco.

- Il livello I di prestazione (Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco) non è ritenuto accettabile per le costruzioni nelle quali si svolgono attività soggette ai controlli del CNVVF.
- Il livello II di prestazione (Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione) è ritenuto adeguato per le seguenti tipologie di costruzioni:

1. Isolate;
2. Con massimo due piani fuori terra ed un piano interrato;
3. Destinate ad un'unica attività non aperta al pubblico.

Per tali tipologie, devono inoltre sussistere tutte le seguenti condizioni:

- a. le dimensioni della costruzione siano tali da garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti;
- b. gli eventuali crolli totali o parziali non arrechino danni ad altre strutture;
- c. gli eventuali crolli totali o parziali non compromettano l'efficacia degli elementi di compartimentazione e di impianti di protezione attiva che proteggono altre costruzioni;
- d. il massimo affollamento complessivo della costruzione non superi 100 persone e la densità di affollamento media non sia superiore a 0,2 per  $s/m^2$ ;
- e. la costruzione non sia adibita ad attività che prevede posti letto;
- f. la costruzione non sia adibita ad attività specificamente destinate a malati, anziani, bambini o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.

Il livello III di prestazione (*Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza*) può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni soggette ai controlli del CNVVF, fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV e V. Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello III sono correlate al carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ).

#### Documento di Valutazione dei Rischi e valori limiti di classificazione al rischio d'incendio

Da quanto sopra esposto il datore di lavoro dovrà innanzitutto verificare se la propria attività rientra tra quelle soggette al controllo del CNVVF; in proposito i requisiti che potrebbero ricorrere sono:

- quantitativi depositati di carta, cartoni, legno ecc... superiori a 50ql.
- presenza di centrale termica con potenzialità superiore a 100.000 Kcal/h .
- locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio con superficie lorda superiore a 400 mq comprensiva di servizi e depositi.

Qualora ricorra uno dei casi sopra riportati il datore di lavoro dovrà predisporre il Certificato di Prevenzione Incendi da sottoporre al Comando dei VVFF competente. Nella redazione del DVR il datore di lavoro dovrà analizzare tutte le possibili cause che potrebbero innescare incendio, e quindi mettere in atto i sistemi di prevenzione e protezione, al fine di eliminare dette cause o comunque ridurre il rischio d'incendio, in modo da garantire l'incolumità dei lavoratori e limitare i danni alle strutture e ai beni in esse contenuti.

### Strategia di monitoraggio

Per entrambi i comparti (vinicolo e oleario), al fine di quantificare il livello di rischio incendio, si è proceduto ad effettuare sopralluoghi atti a determinare quali fossero le condizioni più critiche, considerando sia le potenziali sorgenti di innesco incendio sia i sistemi di prevenzione e protezione atti a eliminare o ridurre detto rischio.

L'ambiente da tenere sotto controllo (per entrambi i comparti) risulta essere il magazzino o deposito, dove vengono accumulati i materiali (cartoni, pallets etc.) per il confezionamento dei prodotti; è quindi necessario stimare i quantitativi stoccati ed eventualmente calcolare il carico d'incendio risultante. Per le cantine c'è inoltre da tenere in conto anche la presenza delle botti di legno.

In ogni caso sono state osservate tutte le caratteristiche strutturali ed architettoniche degli edifici unitamente ai sistemi di prevenzione e protezione esistenti.

### 3.4 rischio di infortuni

#### Considerazioni introduttive

In questo paragrafo si analizza il rischio infortunistico (meccanico), dovuto all'interazione uomo-macchina, nonché le principali azioni pericolose che l'operatore può compiere durante la sua attività giornaliera.

Sia per il comparto oleario che per quello vinicolo la tipologia di rischio che è stata esaminata presenta notevoli analogie, dovute alla similitudine delle fasi lavorative svolte; ci si riferisce in special modo alla raccolta dei prodotti agricoli (uva e olive) e al loro successivo trasporto nei siti di trasformazione (cantine e frantoi), a cui bisogna aggiungere la movimentazione meccanica eseguita con muletti a forche.

Bisogna subito dire, al fine di una immediata comprensione del fenomeno infortunistico, che lo studio ha interessato aziende di piccole dimensioni; inoltre per il comparto oleario l'impianto più ricorrente è risultato quello a ciclo continuo.

La differenza riscontrata tra i due comparti risiede soprattutto in un numero maggiore di interventi manuali nella gestione della cantina, mentre per l'attività dei frantoi una sola persona, che opera al computer, riesce a gestire tutto il processo produttivo.

#### Riferimenti normativi e strategie per la valutazione del rischio infortunistico

Il Dpr. 547/55, con le successive integrazioni e modifiche, ed il recente D.Lgs 81/2008, costituiscono i riferimenti per un'analisi completa del rischio infortunistico, contenendo una molteplicità di disposizioni, che riguardano sia l'uso corretto delle macchine, sia l'interazione dei lavoratori con le stesse e con l'ambiente di lavoro.

Per quanto attiene più specificatamente all'uso, manutenzione e riparazione delle macchine il Dpr. 459/96 ( Direttiva Macchine) e il successivo D.Lgs 17/2010 offrono un quadro esaustivo per una corretta gestione dei macchinari presenti nei due comparti esaminati; in particolar modo il D.Lgs 17/2010 disciplina e regola la marcatura CE.

I comparti di cui al presente studio, sono stati oggetto di interessanti studi e ricerche relativi alla sicurezza ed igiene del lavoro; tra questi risultano di notevole interesse quello realizzato dall'A.R.P.A. Toscana aggiornato al 27/03/2002 per quanto riguarda il comparto vinicolo, mentre per il comparto oleario va menzionato quello svolto congiuntamente dalla Az. USL 3 PT, dalla Regione Toscana e dall'ITAS PESCIA.

La valutazione del rischio infortunistico (come definito nell'introduzione) in ambito professionale è condotta in modo qualitativo; in tal senso vengono osservate le singole fasi lavorative, cercando di far emergere tutte quelle situazioni che potrebbero essere sorgenti di rischio notevole.

E' chiaro che più un'analisi è approfondita, sino a considerare le singole azioni o i gesti lavorativi che potrebbero innescare situazioni di pericolo, più il valutatore del rischio può ricavare un quadro esauriente su cui basarsi per le successive considerazioni in termini di prevenzione e protezione.

Da quanto sopra esposto ne deriva che per questa tipologia di rischio non si effettuano misurazioni strumentali, in quanto non vi sono **valori limite** stabiliti da norme o leggi.

#### Documento di Valutazione del Rischio

Considerando le aziende monitorate (di piccole dimensioni e condotte in maniera diretta dal proprietario), il datore di lavoro potrà redigere un documento esaustivo, essendo lui stesso a sovrintendere la quasi totalità delle fasi lavorative; ciò grazie anche all'esperienza lavorativa maturata negli anni, che permette di conoscere nel dettaglio quali siano le fasi lavorative e le azioni più rischiose; tuttavia egli deve spesso porre particolare attenzione alle maestranze, che seppure di

numero ridotto, svolgono un'attività di tipo stagionale, per la quale difettano di conoscenze specialistiche; in tal senso sarà necessario predisporre un'adeguato piano di formazione e informazione sui rischi infortunistici che possono verificarsi.

#### Strategia di monitoraggio

Per entrambi i comparti lavorativi (vinicolo e oleario ) sono state osservate, per ogni singola fase lavorativa, sia le operazioni svolte dai lavoratori, sia le interazioni uomo-macchina; si è anche tenuto conto delle problematiche relative allo stato dei luoghi in cui i lavoratori operano (ad es. la superficie sdruciolevole riscontrata in alcuni frantoi dovuta alla fuoriuscita occasionale dell'olio). Poiché ovviamente i periodi di osservazione non hanno interessato tutta la giornata lavorativa, ed anche in virtù del fatto che ogni singolo operatore può compiere azioni lavorative variabili in un arco temporale più esteso, si è cercato di capire, tramite interviste rivolte ai singoli lavoratori, quali fossero la totalità degli interventi compiuti dagli stessi.



## Bibliografia

1. Accordo tra Ministero della Salute, regioni e province autonome, concernente: "Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati". Suppl. Ord. G.U. n. 276 del 27 novembre 2001.
2. Alfano, G., D'Ambrosio, F.R., Riccio, G. (1998) – Disagio e stress termico: effetti, normative, valutazione e controllo. Atti del convegno dBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 531-553.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Bioaerosol. Assessment and Control. ACGIH, Cincinnati, 1999.
4. American industrial Hygiene association - Heating and cooling for man industry – second edition (1975).
5. Barbato, F. (1998) – la valutazione dell'ambiente termico inserita nel programma di valutazione dei rischi. Atti del convegno dBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 573-596.
6. Bollettino ufficiale C.N.R. n. 192 del 28/12/1999, relativo alla progettazione di costruzioni resistenti al fuoco.
7. Bridger, R.S.. (1995) – introduction to ergonomics. Mc Graw-Hill inc..
8. Buzzoni, L, Dall'olio, R.. (1998) – Regolazione e controllo di temperatura, umidità e qualità dell'aria: soluzioni impiantistiche a confronto. Atti del convegno dBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 573-596.
9. CEI 64.8 2007 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua" "Fondamenti di sicurezza elettrica" Vito Carrescia ed. TNE, 2009.
10. CEI 64.8 2007 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
11. D.Lgs.. 9 aprile 2008, n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108).
12. D.M. 16/02/2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
13. D.M. 9/05/2007 recante direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio.
14. D.M. infrastrutture 14/09/2005, recante norme tecniche per le costruzioni.
15. Dacarro C., Grignani E., Lodola L., Grisoli P., Cottica D., Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici. G. It. Med. Lav. Erg. 2000; 22 (3): 229-235.
16. De Hoog, G. S., Guarro, J., Gené, J., & Figueras, M. J. (2000). Atlas of Clinical Fungi. 2nd ed., Centralbureau for Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands, 339-342.
17. Direttiva 89/106/CEE del 21/12/1988, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative e regolamentari degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione (DPR n. 246/93 - regolamento di attuazione).
18. Domsch, K. H., Gams W., & Anderson, T. H. (1980). Compendium of soil fungi. Academic Press, London, 636-638.
19. EN 1991-1-2 - Eurocodice 1- Azioni sulle strutture - Parte 1-2 Azioni sulle strutture esposte all'incendio.
20. European Collaborative Action, Indoor Air Quality & Its Impact on Man, Report No. 12 Biological particles in Indoor Environments, Commission of the European Communities EUR 14988 EN 1993.

21. Fondamenti di sicurezza elettrica, Vito Carrescia ed. TNE, 2009.
22. G. Bianchi, C. Nobler, D. Scala: Cantine vinicole (produzione vino), 2002, A.R.P.A.T., ricerca finanziata da ISPESL- Istituto Superiore Prevenzione e Sicurezza del Lavoro. [http://www.ispesl.it/profilo\\_di\\_rischio/\\_cantine\\_vinicole](http://www.ispesl.it/profilo_di_rischio/_cantine_vinicole).
23. Gams, W., Hoekstra, E.S., & Aptroot, A. (1998). CBS course of Mycology. Centraalbureau voor Schimmelcultures, The Netherlands, 165 pp..
24. INAIL, CONTARP - Linee Guida "Il monitoraggio microbiologico negli ambienti di lavoro. Campionamento e analisi". Ediz. INAIL, 2010 lavoro ([www.inail.it/sicurezza sul lavoro/ studi e ricerche/rischio da agenti biologici](http://www.inail.it/sicurezza_sul_lavoro/studi_e_ricerche/rischio_da_agenti_biologici)).
25. ISO 7933 (2005) – Hot environments – analytical determination and interpretation of thermal using calculation of required sweat rate. – International Organization for Standardization, Genève – Switzerland.
26. Lenzuni, P. (1998) – La misura della velocità dell'aria nella valutazione del microclima. Atti del convegno dBA "Dal rumore ai rischi fisici", Modena, 17-19 settembre 1998, 554-572.
27. M. Giannelli et al : Frantoi oleari, 2001, U.F. Prevenzione, Igiene E Sicurezza, USL10 Firenze. [http://www.ispesl.it/profilo\\_di\\_rischio/frantoi](http://www.ispesl.it/profilo_di_rischio/frantoi).
28. M. Gullo: Rischio e prevenzione nel comparto vinificazione: gli interventi attuati con i contributi INAIL. IV Seminario INAIL-CONTARP –Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione. Atti.
29. Picco A. M. and Rodolfi M., Assessment of indoor fungi in selected Wineries of Oltrepo Pavese (Northern Italy) and Sottoceneri (Switzerland). Am. J. Enol. Vitic. 55:4 (2004).
30. R. Gubiani et al: Salute e sicurezza nel comparto vitivinicolo: indagine nella realtà del Friuli-Venezia Giulia. Sicurezza Lavoro.
31. Samson, R.A., Hoekstra, E.S., & Frisvad, J.C. (2004). Introduction to food- and airborne fungi. 7th Ed., Centraalbureau voor Schimmelcultures, The Netherlands, 389 pp..
32. UNI EN 22996 (1996) – Determinazione della produzione di energia termica metabolica – UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano – Italia.
33. UNI EN 27243 (1996) – Valutazione dello stress termico per l'uomo degli ambienti di lavoro basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro). – UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano – Italia.
34. UNI EN 27726 (1996) – Ambienti termici. Strumenti e metodi per la misurazione delle grandezze fisiche – UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano – Italia.
35. UNI EN ISO 10551 (2002) – Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo.
36. UNI EN ISO 7726 ( 2002 ) Ergonomia degli ambienti termici. Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche.
37. UNI EN ISO 7730 (1997) ISO 7730 (2005) Ambienti termici moderati. Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico.
38. UNI EN ISO 7730 (2006) - Moderate thermal environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. – International Organization for Standardization, Genève – Switzerland.
39. UNI EN ISO 8996 (2005) Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico .
40. UNI EN ISO 9920 (2004) Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento.
41. UNI ISO 2631-1 2008 "Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero" Parte 1 – Requisiti Generali.
42. UNI ISO 2631-1 2008 "Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero" Parte 1 – Requisiti Generali.

## **ALLEGATO: Schede fungine**

Vengono di seguito riportate alcune schede descrittive, riguardanti sia le specie fungine di più frequente riscontro nei campioni di bioaerosol raccolti, che quelle di importante segnalazione per le loro potenzialità patogeniche e/o tossigeniche.

Le informazioni reperibili in ciascuna scheda riguardano:

- l'anno e la sede della prima descrizione scientifica della specie;
- l'attuale posizione tassonomica;
- l'habitat elettivo;
- i principali caratteri macro- e micro-morfologici;
- l'eventuale potenziale patogenicità per l'uomo.

Per ogni specie è fornito anche un supporto fotografico.

## Mortierella isabellina Oudem.\*



### Prima descrizione:

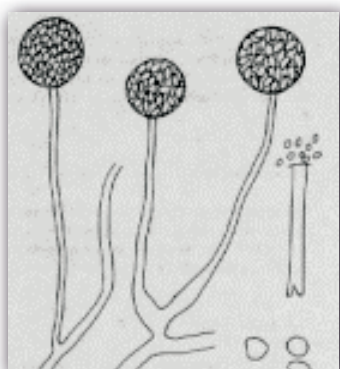
Arch. néerl. Sci., Sér. 2 2(7): 276 (1902)

### Posizione tassonomica:

Mortierellaceae, Mortierellales, Incertae sedis, Incertae sedis, Zygomycota, Fungi

### Habitat:

fungo tipico di suoli forestali delle aree temperate fredde (incluse aree boreali-artiche), isolato fino a profondità di 30–40 cm. Occasionalmente riscontrabile sulla vegetazione.



### Principali caratteri morfologici:

colonie a crescita invasiva, con micelio aereo cotonoso, inizialmente biancastre, di colore grigio intenso in seguito alla formazione di sporangi, con odore simile all'aglio. Sporangiofori singoli o ramificati (foto a lato), sporangiospore da globose a leggermente angolari.

### Potenziale patogenicità:

nessuna segnalazione. Specie di recente indagine ai fini di azioni di biorimedio di suoli inquinati (potenziale capacità di utilizzo di paraffine e decani).

**\*Nota tassonomica:** una recente revisione della specie ha portato ad alcune variazioni tassonomiche; pertanto l'attuale nome del microfungo, accettato dalla comunità scientifica internazionale, è **Umbelopsis isabellina (Oudem.) W. Gams**, in Meyer & Gams (Mycol. Res., 2003, **107**, 3: 349).

## Penicillium expansum Link



### Prima descrizione:

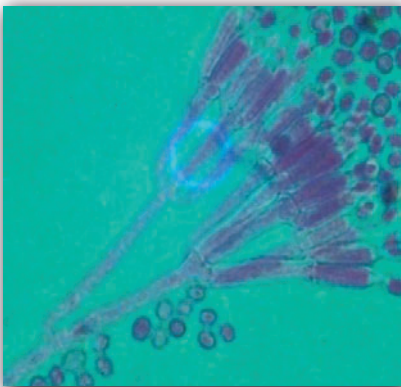
Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 3(1-2): 54 (1809)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae,  
Eurotiomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

è una delle specie di più frequente isolamento da frutti e vegetali marcescenti (in particolare responsabile dei marciumi di mele e pere in fase di stoccaggio); spesso presente su porzioni vegetali in fase vegetativa, mediamente distribuita nel suolo; non è infrequente l'isolamento dall'atmosfera.



### Principali caratteri morfologici:

colonie nelle tonalità dell'azzurro-verde, di aspetto sinuato in alcune aree ricche in sporificazione, colonia di aspetto zonato e radialmente solcato, del diametro di 4-5 cm in 14 giorni su Malt Extract Agar (25°C), odore fruttato e aromatico. Essudati e pigmenti chiari spesso prodotti. Conidiofori (foto a sinistra) terverticillati, più raramente biverticillati; fialidi tipicamente di aspetto cilindrico. Conidi lisci, ellissoidali, prodotti in colonne lunghe, densamente unite fra loro ma irregolari.

### Potenziale patogenicità:

l'unica segnalazione di patogenicità per l'uomo riguarda l'occasionale riscontro della specie come agente causale di cheratiti. La specie è fitopatogena ad ampio spettro.

## Penicillium funiculosum Tom



### Prima descrizione:

Bulletin of the U.S. Department of Agriculture, Bureau Animal Industry **118**: 69 (1910)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae, Eurotiomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

specie comune in tutte le fasce climatiche mondiali, dimostra particolare preferenza per le aree fredde e i substrati acidi; isolabile da suoli forestali e coltivati, dal filloplano di piante sia forestali che coltivate, dall'aria soprattutto di impianti di lavorazione di scarti vegetali.



### Principali caratteri morfologici:

colonie nelle tonalità del verde giallastro, in alcune aree ricche in sporificazione di aspetto tipicamente funicoloso, a crescita rapida, del diametro di 5–5.5 cm in 7 giorni su Malt Extract Agar (25°C). Micelio bianco comunemente tendente al color salmone–pesca. Essudati chiari, da incolore a rosa pallido prodotti da alcuni isolati. Conidiofori (foto a sinistra) biverticillati, metule in caratteristici verticilli di 5–7. Conidi lisci, più o meno ellissoidali, prodotti in

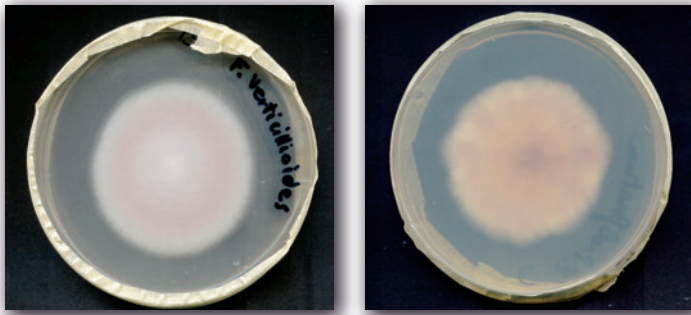
catene corte.

### Potenziale patogenicità:

nessuna segnalazione di patogenicità per l'uomo.



## **Fusarium verticillioides (Sacc.) Nirenberg**



### **Prima descrizione:**

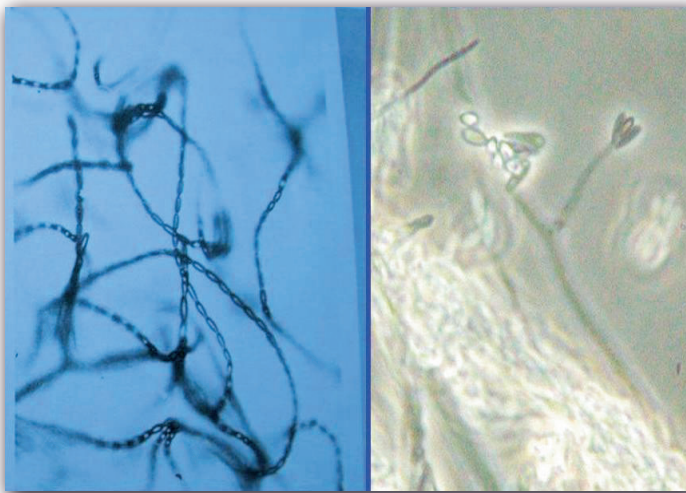
Mitt. biol. BundAust. Land.-u.  
Forstw. 169: 26 (1976)

### **Posizione tassonomica:**

Nectriaceae, Hypocreales, Hypocreomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi

### **Habitat:**

tipicamente associata alla pianta del mais, di frequente isolamento da orzo, frumento, sorgo, riso e, in generale, da vegetali vari (nei confronti dei quali la specie può essere patogena); contaminante di alimenti e granaglie in fase di stoccaggio. Abbondante soprattutto in climi temperati.



### **Principali caratteri morfologici:**

crescita rapida su PDA in un ampio intervallo di temperature (2–37°C) con denso micelio bianco, a maturità tendente al viola.

Microconidi ovali, unicellulari, prodotti esclusivamente a partire da monofialidi sia in caratteristiche lunghe catene che in piccole false teste (foto a lato). Macroconidi a parete sottile, pedicellati, per lo più 3–5 settati, ricurvi alle estremità. Clamidospore non prodotte.

### **Potenziale patogenicità:**

agente causale di micosi superficiali nell'uomo, soprattutto a livello di unghie e cornea. Specie coinvolta nell'insorgenza di varie malattie nell'uomo e in animali, conseguenti al consumo di mais e riso contaminato (pellagra in Italia, leucoencefalomalazia equina, cirrosi del fegato, cancro esofageo nell'uomo in Cina, Sud Africa, Italia, USA).

Specie fortemente tossigenica, potenzialmente produttrice di moniliformina, fusariocine, acido fusarico, fusarina C (potente agente mutageno) e fumonisine (direttamente relazionabili all'insorgenza di leucoencefalomalazia equina).

## Scopulariopsis brevicaulis (Sacc.) Bainier



### Prima descrizione:

Bull. Soc. mycol. Fr. 23: 99 (1907)

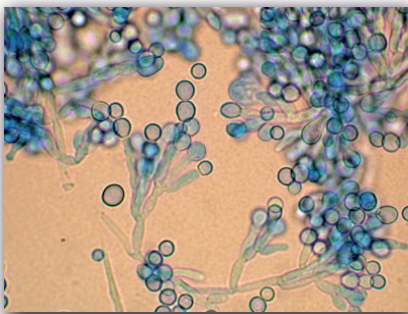
### Posizione tassonomica:

Microascaceae, Microascales, Hypocreomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

fungo del suolo a distribuzione mondiale, principalmente isolabile da legno, frequente su materiale vegetale vario, anche in decomposizione; nell'indoor è segnalato soprattutto in situazioni caratterizzate da elevata umidità (carta da parati/intonaco/superfici umide, muri con infiltrazioni ma anche tappeti, legno, polvere, pitture).

### Principali caratteri morfologici:



colonie di oltre 5 cm su MEA e PDA in 7 giorni a 24°C, inizialmente giallastre, da marrone chiaro a dorato a maturità.

Conidiofori una volta o due volte ramificati in verticilli, la parte terminale delle cellule conidiogene a volte visibilmente anellata (foto a lato). Conidi unicellulari, da globosi a ovoidali, con una base distintamente tronca, a maturità da rugosi a verrucosi.

### Potenziale patogenicità:

fra le specie non dermatofitiche è quella più fortemente responsabile di onicomicosi; si distingue per la sua elevata potenzialità cheratofila e cheratinolitica.

## **Dactylaria affinis (O. Rostr.) G.C. Bhatt & W.B. Kendr.**



### **Prima descrizione:**

Can. J. Bot. **46**: 1256 (1968)

### **Posizione tassonomica:**

Incertae sedis, Helotiales,  
Leotiomycetidae, Leotiomyces,  
Ascomycota, Fungi

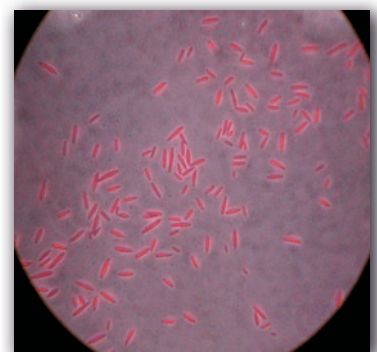
### **Habitat:**

di raro riscontro, principalmente su rami in decomposizione e residui vegetali;  
segnalazioni specifiche su Fraxinus ed Acer

### **Principali caratteri morfologici:**



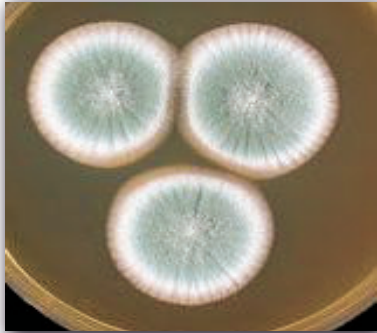
colonie su Malt agar a 20–22°C del diametro di 17–20 mm in 20 giorni, lisce in superficie, da biancastre a giallo-rosate, di tonalità più intensa nei punti ad elevata sporificazione. Conidiofori (foto a sinistra) aggregati, irregolarmente ramificati, ialini, caratterizzati da denticoli corti e cilindrici.



Conidi ialini, lisci, a parte sottile, non costretti al setto mediano (foto a destra).

**Potenziale patogenicità:** nessuna segnalazione.

## Penicillium aurantiogriseum Dierckx



### Prima descrizione:

Annals de la Soc. Scientifique Bruxelles 25: 88 (1901)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae,  
Eurotiomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

specie diffusa in tutte le fasce climatiche mondiali, comune su cereali e altre colture, alimenti. Di raro riscontro nel suolo.



### Principali caratteri morfologici:

colonie su tutti i substrati nelle tonalità del grigio-verde-blu, del diametro di 25–35 mm su Malt Extract Agar (25°C, 7 giorni). Essudati assenti. Pigmento solubile a volte prodotto, di colore marrone giallastro-marrone rossastro. Conidiofori (foto a sinistra) terverticillati, più raramente biverticillati. Conidi lisci, da sferici a ellissoidali, prodotti in colonne lunghe e ben definite.

### Potenziale patogenicità:

nessuna segnalazione di patogenicità per l'uomo. Alcuni ceppi manifestano elevata capacità tossigenica, principalmente riferibile alla produzione di acido penicillico (tossico), verrucosidina (neurotossica) e glicopeptidi nefrotossici.

## Penicillium brevicompactum Dierckx



### Prima descrizione:

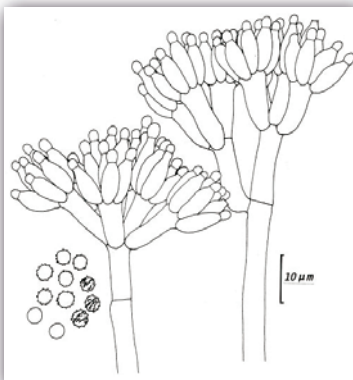
Annals de la Soc. Scientifique  
Bruxelles 25: 88 (1901)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae, Eurotiales,  
Eurotiomycetidae,  
Eurotiomycetes, Ascomycota,  
Fungi

### Habitat:

specie ubiquitaria, diffusa nel suolo e sulla vegetazione in fase di decomposizione; di frequente isolamento da ambienti indoor, alimenti, cereali, tessuti, dipinti.



### Principali caratteri morfologici:

su Malt Extract Agar colonie nelle tonalità del verde più o meno intenso, del diametro di 12–20 mm (25°C, 7 giorni), radicalmente solcate; essudati chiari a volte prodotti; pigmento solubile assente. Conidiofori (disegno a lato) tipicamente lunghi ed ampi, terverticillati, con forme biverticillate e quaterverticillate presenti nella stessa colonia. Conidi ellissoidali, da lisci a leggermente rugosi, prodotti in catene disordinate e divergenti.

### Potenziale patogenicità:

nessuna segnalazione.



## **Cladosporium cladosporioides (Fresen.) G.A. de Vries**



### **Prima descrizione:**

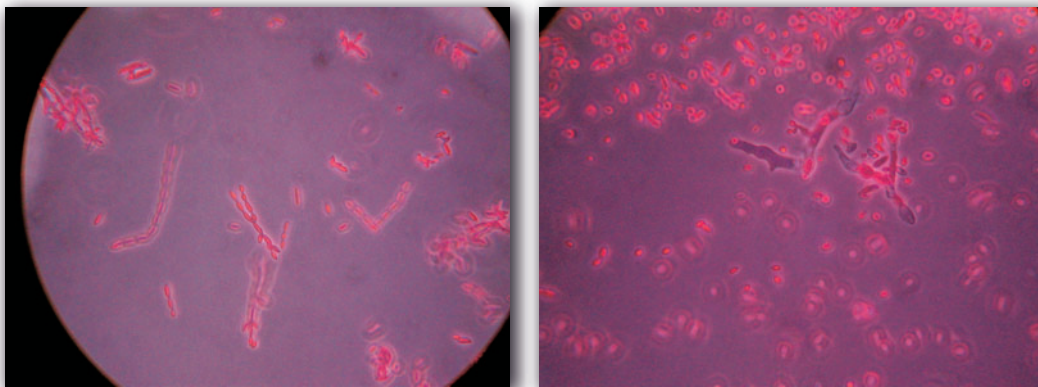
Contrib. Knowledge of the Genus  
*Cladosporium* Link ex Fries: 57  
(1952)

### **Posizione tassonomica:**

Davidiellaceae, Capnodiales,  
Dothideomycetidae,  
Dothideomycetes, Ascomycota,  
Fungi

### **Habitat:**

saprotrofo a distribuzione mondiale, ubiquitario in suolo, aria, vegetali, alimenti, fibre tessili, indoor.



### **Principali caratteri morfologici:**

colonie su Malt Extract Agar a 20°C del diametro di 3–4 cm in 10 giorni, di aspetto vellutato, tendenti al polveroso in seguito alla sporificazione, di colore marrone-olivaceo, grigio-verde scuro.

Conidiofori che originano conidi in catena ramificata (foto a sinistra), di colore marrone chiaro, da lisci a verrucosi, limoniformi. Ramoconidi cilindrici presenti alla base della catena di conidi (foto a destra).

### **Potenziale patogenicità:**

occasionalì segnalazioni di infezioni polmonari e cutanee, parasinusiti.



## Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C. Hansen

### Prima descrizione:

Meddn Carlsberg Lab. 2: 29 (1883)

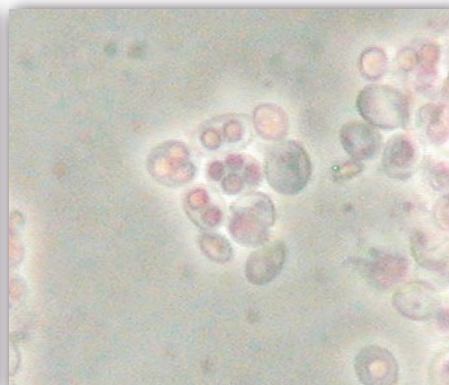
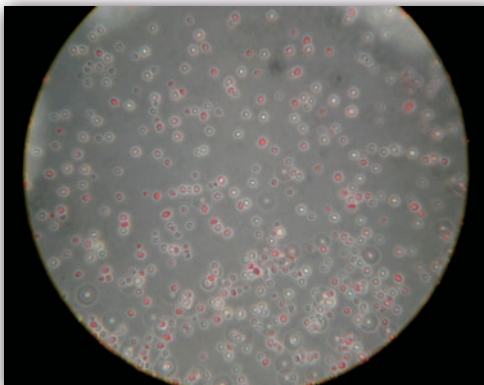


### Posizione tassonomica:

Saccharomycetaceae,  
Saccharomycetales,  
Saccharomycetidae,  
Saccharomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

alimenti (soprattutto fermentati).



### Principali caratteri morfologici:

colonie cremose, limitate in crescita, umide. Cellule globoso-ellissoidali (foto a sinistra), gemmanti; pseudomicelio a volte presente. Aschi sferici, lisci, contenuti 1-4 ascospore (foto a destra).

Odore della colonia pronunciato.

### Potenziale patogenicità:

occasionalì segnalazioni di infezioni in pazienti affetti da AIDS.

## **Aspergillus niger Tiegh.**



### **Prima descrizione:**

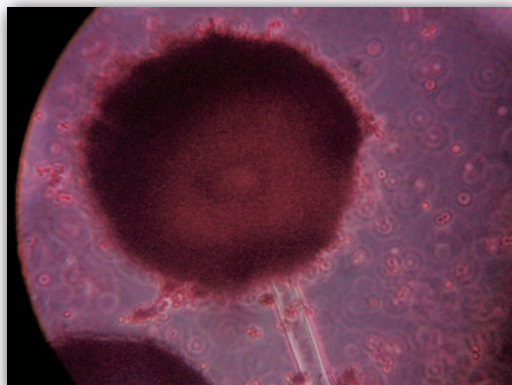
Annls Sci. Nat., Bot., sér. 5 8: 240 (1867)

### **Posizione tassonomica:**

Trichocomaceae, Eurotiales,  
Eurotiomycetidae, Eurotiomycetes,  
Ascomycota, Fungi

### **Habitat:**

specie ubiquitaria, riscontrabile più frequentemente nelle regioni calde; isolabile da suolo, aria, carta, alimentari in fase di conservazione, mangime e frutta. Comune contaminante di substrati organici conservati indoor, frequente su spezie e cibi essiccati.



### **Principali caratteri morfologici:**

colonie su Czapek agar a 25°C del diametro di 3-3,5 cm in 10 giorni, di aspetto nero e polveroso dovuto alla tipica abbondante sporificazione. Colore del micelio bianco, a volte con leggere sfumature giallastre.

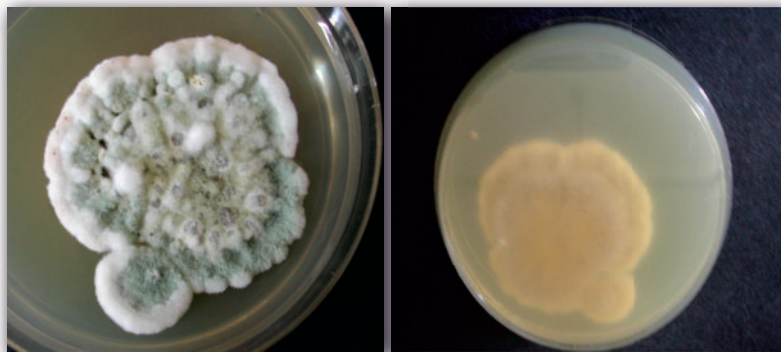
Conidioforo a parete liscia marrone chiaro, spesso originante da cellule basali ramificate.

Testa compatta, globosa mono- e biseriata (foto a lato), a maturità separata in fasci conidiali colonnari. Conidi globosi, rugosi, scuri.

### **Potenziale patogenicità:**

fra le specie del genere *Aspergillus* è la terza per frequenza associata ad aspergillosi polmonare; è anche agente di aspergilloma e di otomicosi. Produttore di importanti metaboliti tossici (ocratossina A, malformine).

## Penicillium granulatum Bainier



### Prima descrizione:

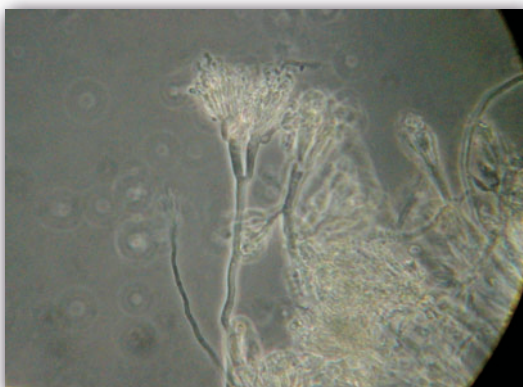
Bull. Soc. mycol. Fr. 21: 126-127 (1905)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetidae, Eurotiomycetes, Ascomycota, Fungi

### Habitat:

segnalato in vari habitat (principalmente suolo e vegetali), sebbene sempre con bassa frequenza.



### Principali caratteri morfologici:

colonie su Czapek agar a 25°C del diametro di 2,2-2,8 cm in 7 giorni, di aspetto granulare a causa della presenza di piccole aree coremiali o fiocose. Colore del micelio bianco, a volte con leggere sfumature giallastre. Conidiogenesi moderata, di colore verde più o meno intenso. Essudati non necessariamente abbondanti, chiari o gialli.

Conidioforo a parete da leggermente rugosa a rugosa, ter- quaterverticillato (foto a lato).

Conidi subsferici, a volte formati in colonne ben definite.

### Potenziale patogenicità:

nessuna segnalazione.

## **Botrytis cinerea Pers.**



### **Prima descrizione:**

Ann. Bot. (Usteri) **1**: 32 (1794)

### **Posizione tassonomica:**

Sclerotiniaceae, Helotiales,  
Leotiomyetidae, Leotiomyetes,  
Ascomycota, Fungi

### **Habitat:**

specie a distribuzione ubiquitaria, riscontrabile più frequentemente nelle regioni temperate, parassita di molti vegetali (vite, lattuga, fragola, fiori,..); isolabile da alimenti (soprattutto in fase di conservazione e trasporto) e da indoor.

### **Principali caratteri morfologici:**



colonie che diffondono rapidamente occupando tutto lo spazio a disposizione, di colore inizialmente grigio chiaro tendente a marrone più o meno intenso.

Conidiofori marrone chiaro, solitari o raggruppati, alternativamente ramificati, terminanti in corti denticoli conidiogeni (foto a destra). Conidi globosi-ovoidali, di colore marrone chiaro, lisci.

In vitro produzione di sclerozi color argento-nero a maturità.

### **Potenziale patogenicità:**

nessuna segnalazione.

## Penicillium italicum Wehmer



### Prima descrizione:

Hedwigia 33: 211 (1894)

### Posizione tassonomica:

Trichocomaceae,  
Eurotiales,  
Eurotiomycetidae,  
Eurotiomycetes,  
Ascomycota, Fungi

**Habitat:** alimenti (formaggio, cereali, spezie,..), indoor.

### Principali caratteri morfologici:



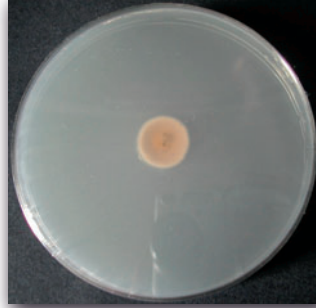
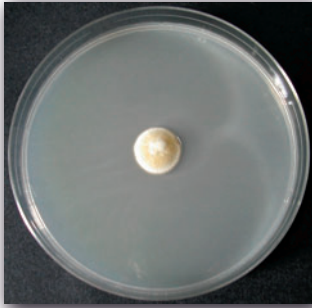
colonie su Czapek agar a 25°C del diametro di 3–3,5 cm in 7 giorni, a volte di dimensioni inferiori, radicalmente solcate, di aspetto vellutato, spesso con piccole formazioni coremiali al centro o marginali. Colore del micelio bianco. Conidiogenesi elevata, di colore grigio-verde più o meno intenso. Essudati non sempre prodotti, chiari. Pigmento e retro della colonia da arancione a marrone chiaro.

Conidioforo a parete liscia, terverticillato (foto a lato). Conidi da ellissoidali a cilindrici-subcilindrici, in catene lunghe e disordinate.

**Potenziale patogenicità:**  
nessuna segnalazione.



## **Aspergillus versicolor (Vuill.) Tirab.**



### **Prima descrizione:**

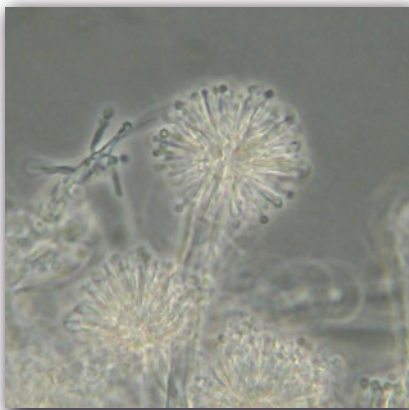
Annali Bot., Roma 7: 9 (1908)

### **Posizione tassonomica:**

Trichocomaceae, Eurotiales,  
Eurotiomycetidae, Eurotiomycetes,  
Ascomycota, Fungi

### **Habitat:**

alimenti (formaggio, cereali, spezie,...), indoor.



### **Principali caratteri morfologici:**

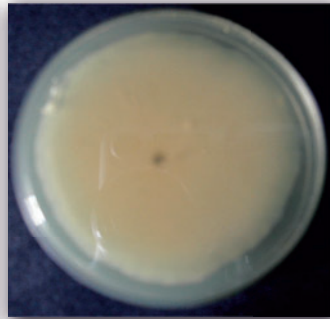
colonie su Czapek agar a 25°C del diametro di 1–1,5 cm in 7 giorni, spesso con limitata sporificazione. Colore inizialmente bianco, con la crescita tendente al giallo, giallo-arancio, giallo-verde, a volte con leggere sfumature rosa. Conidioforo a parete liscia, testa biseriata (foto a lato), conidi globosi, echinulati.

### **Potenziale patogenicità:**

citato come agente causale di differenti micosi umane.



## **Aureobasidium pullulans var. pullulans (de Bary) G. Arnaud**



### **Prima descrizione:**

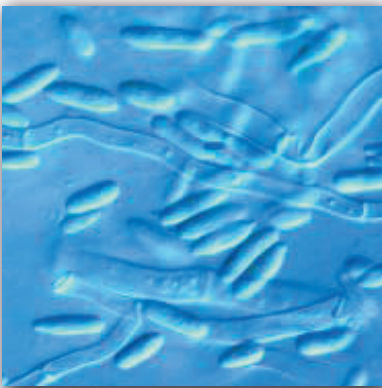
Annals d'École National d'Agric. de Montpellier, N.S. 16: 39 (1918)

### **Posizione tassonomica:**

Dothioraceae, Dothideales,  
Dothideomycetidae,  
Dothideomycetes, Ascomycota,  
Fungi

### **Habitat:**

saprotrofo ubiquitario, isolabile da substrati naturali, suolo, filloplano, alimenti (semi, frutta, cibi surgelati,..), indoor (soprattutto umidi), pelle e unghie umane.



### **Principali caratteri morfologici:**

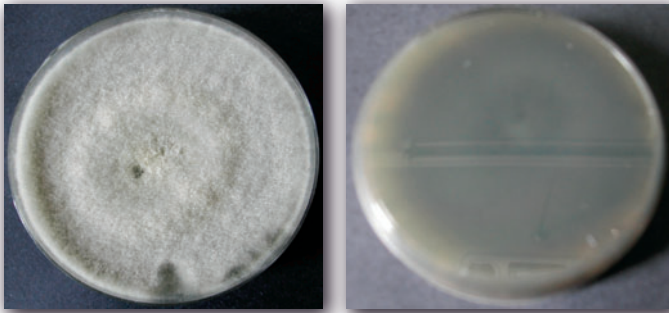
colonie su Malt Extract Agar a 25°C del diametro di 4 cm in 7 giorni, lisce, di aspetto mucoidale, di color crema. Micelio aereo raramente prodotto, evanescente, poco fioccoso. Ife ialine lisce, a parete sottile, tendenti a separarsi in artroconidi.

Conidi unicellulari, ovoidali e irregolari, spesso con un ilo distinto, ialini, lisci (foto a lato).

### **Potenziale patogenicità:**

infezioni polmonari, infezioni sistemiche e cutanee, peritonite, micosi invasiva in pazienti affetti da AIDS.

## **Alternaria alternata (Fr.) Keissl.**



### **Prima descrizione:**

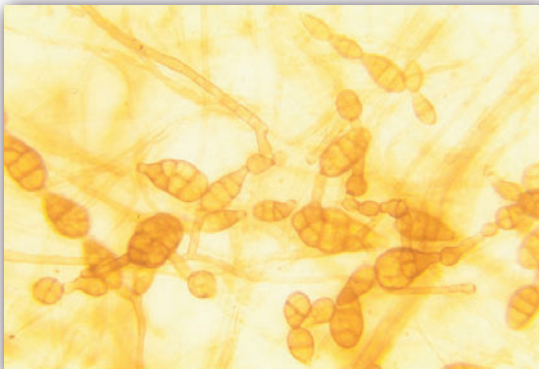
Beih. bot. Zbl., Abt. 1 29(2): 434 (1912)

### **Posizione tassonomica:**

Pleosporaceae, Pleosporales, Pleosporomycetidae, Dothideomycetes, Ascomycota, Fungi

### **Habitat:**

saprotrofo ubiquitario, comune su frutta fresca, cereali, vegetali in genere (anche in fase di decomposizione); isolabile da substrati umidi e da fibre tessili.



### **Principali caratteri morfologici:**

colonie su Malt Extract Agar a 25°C del diametro di 5,5-6 cm in 7 giorni, fiocose, inizialmente chiare, tendenti al grigio- grigio olivaceo. Conidiofori geniculati o ramificati. Conidi da ovoidali a ellissoidali, rostrati, muriformi, con parete da liscia a verrucosa, in catena (foto a lato).

### **Potenziale patogenicità:**

può causare lesioni traumatiche della pelle (spesso in pazienti immunocompromessi), endoftalmite (in seguito ad operazioni chirurgiche agli occhi), infezioni cutanee.

Produttore di importanti metaboliti tossici (alternariolo, tentoxina, altenuene).