

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

Salute e sicurezza degli operatori negli impianti di depurazione delle acque reflue civili.

Relatore:

Prof.ssa Lory Santarelli Tesi di Laurea di:

Correlatore: Alessia Graziani

Cinzia Tanda

A.A. 2019/2020

INTRO	DUZIONE	4
Il Tecnico della Prevenzione e la sua figura in azienda		4
CAPIT	OLO 1	6
1.1.	ASET ed i suoi servizi	6
1.2.	Il Servizio di Depurazione	7
1.2.		
CAPIT	OLO 2	12
2.1.	Finalità dello studio	12
2.2.	I rischi all'interno del servizio	12
2.2.	1. Le Tipologie di rischio	13
2.3.	Malattie professionali ed infortuni sul lavoro	15
2.4.	Il rischio chimico	16
2.4.	1. La Scheda Dati di Sicurezza, l'Etichettatura e lo stoccaggio	19
2.4.	2. L'algoritmo	22
2.4.	8	
2.4.	1 1 may	
2.4.	5. Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})	41
<i>2.5.</i>	Il rischio biologico	45
2.5.	1. Modalità di trasmissione	49
2.5.	2. Valutare il Rischio Biologico	52
2.5.	3. Principali Agenti Biologici presenti nel servizio	55
<i>2.6.</i>	Rischio Vibrazioni	58
2.6.	1. Valutazione dell'esposizione	64
<i>3.1</i> .	Prevenzione e protezione	66
3.1.	1. Misure di tutela generale	67
3.1.	2. Le procedure di Sicurezza	68
3.1.	3. La Sorveglianza Sanitaria	70
3.1.	4. I dispositivi di protezione individuale (DPI)	71
CONCI	LUSIONI	74
BIBLIC	OGRAFIA	82
DINCD	AZIAMENTI	9.1

INTRODUZIONE

Il Tecnico della Prevenzione e la sua figura in azienda

Il Tecnico della Prevenzione è una figura nuova rispetto a tante professioni che abbiamo oggigiorno; è un professionista laureato che svolge attività di prevenzione, verifica e controllo, negli ambienti di vita e nei luoghi di lavoro. Si occupa appunto di salvaguardare la salute e la sicurezza delle persone in funzione dell'ambito in cui lavora.

La sua figura professionale è delineata dal D.M. 58 del 17 gennaio 1997 e può svolgere un'attività d'ispezione in istituzioni pubbliche o di consulenza in ambito privato. Nei servizi pubblici presso le strutture del Servizio Sanitario Nazionale, vigila e controlla l'igiene e la sicurezza nei diversi ambiti in cui professa, svolge attività di polizia giudiziaria in caso di reati, istruisce e contribuisce alla formazione del personale. Nell'ambito privato, può svolgere attività di libero-professionista come consulente all'interno di settori della prevenzione o come Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione esterno nelle aziende oppure come Responsabile o Addetto del Servizio di Prevenzione e Protezione all'interno delle strutture, con attività di tipo organizzativo e gestionale.

All'interno di una struttura o di un'azienda, il Tecnico della Prevenzione collabora con altre figure per la sicurezza e la salute dei suoi lavoratori; essi

sono riportati e riconosciuti nel Testo Unico per la Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro, anche conosciuto come Decreto Legislativo n. 81/2008.

Gli attori della sicurezza all'interno dell'azienda sono:

- il Datore di Lavoro (DL)
- il Dirigente (DIR)
- il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP)
- l'Addetto del Servizio di Prevenzione e Protezione (ASPP)
- il Medico Competente (MC)
- il Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS)
- l'Addetto Antincendio
- l'Addetto al Primo Soccorso
- il Preposto
- il Lavoratore.

CAPITOLO 1

1.1. ASET ed i suoi servizi

ASET è una Società per Azioni ad integrale controllo pubblico impegnata nella gestione di servizi pubblici per i Comuni soci.

ASET S.p.A. è controllata da 14 Comuni della vallata del Metauro che esercitano i loro diritti quali soci, secondo il modello "in house providing".

L'azienda gestisce fondamentali servizi come l'approvvigionamento idrico, la produzione e distribuzione dell'acqua potabile, la depurazione di acque reflue, l'igiene ambientale e i settori connessi, il laboratorio analisi, l'illuminazione pubblica, la manutenzione del verde pubblico, le farmacie comunali, le verifiche degli impianti termici e altri servizi utili allo sviluppo della comunità.

L'Azienda gestisce di conseguenza molti impianti, alcuni di questi sono:

- n. 1 Discarica per rifiuti non pericolosi;
- n. 3 Centri di Raccolta Differenziata;
- n. 1 Centro Raccolta del Verde;
- n. 7 Depuratori situati in 3 Comuni Soci;
- rete acquedottistica cittadina e relativi impianti di 3 Comuni Soci;
- rete fognaria cittadina comprese stazioni di sollevamento di 3 Comuni Soci.

¹ "In house providing" è un modello di organizzazione e gestione dei servizi pubblici, con questo termine si intende "gestione in proprio".

Al fine di garantire una gestione eccellente sul piano della qualità dei servizi erogati, della capacità di analizzare i rischi e di prevenire i casi di infortunio sul lavoro e/o di malattia professionale nonché di ridurre i propri impatti negativi sull'ambiente, l'Azienda ha adottato e applica da diversi anni un Modello di Organizzazione Gestione e Controllo secondo i requisiti del D.Lgs. 231/01 (MOG) per la prevenzione di specifici reati presupposto attinenti anche alla sicurezza sul lavoro e alla tutela ambientale, che disciplina e concerne vari processi della Società. Tale MOG si integra e si coordina completamente con l'ambito procedurale e documentale del vigente Sistema di Gestione Integrato QSA². ASET S.p.A. ha adottato questo Sistema di Gestione Integrato per la Qualità, la Salute e Sicurezza sul luogo di lavoro e per l'Ambiente in accordo alle norme UNI EN ISO 9001:2015, UNI EN ISO 45001:2018 e UNI EN ISO 14001:2015.

Negli ultimi anni la società è cresciuta notevolmente, sia nel numero di servizi erogati che nel rendimento degli stessi.

1.2. Il Servizio di Depurazione

Tra i molteplici servizi che ASET gestisce c'è il servizio di depurazione erogato nei comuni di Fano, Mondolfo e Monte Porzio.

_

² Modalità di gestione dei sistemi di Qualità, della Sicurezza e dell'Ambiente; consente un migliore controllo degli obiettivi comuni, una pianificazione più semplice, un unico riferimento per la documentazione e registrazione dei dati, l'ottimizzazione delle risorse e il contenimento dei costi.

Ci sono sette impianti di depurazione in tutti e tre i comuni; tre nel comune di Fano, due nel comune di Mondolfo e due nel comune di Monte Porzio. Il numero di impianti per comune e la relativa dimensione è tale da assicurare che tutto il carico inquinante prodotto dal quel comune possa essere trattato.

Gli impianti sono di tipo "biologico a fanghi attivi"³.

Il funzionamento avviene secondo un processo che sfrutta determinati microrganismi per abbattere gli inquinanti contenuti nelle acque reflue urbane. Il carico inquinante è composto principalmente da materiale organico componenti azotate e fosforo derivanti da attività di origine antropica. Queste importanti opere igienico-sanitarie consentono la restituzione all'ambiente naturale di acqua depurata e disinfettata, garantendo il rispetto della

severa normativa vigente in materia di inquinamento delle acque. I parametri analitici delle acque di scarico sono costantemente monitorati da Aset e dagli organi pubblici di controllo (A.R.P.A.M. ⁴), per garantire una qualità eccellente delle acque depurate e scaricate nel rispetto dei limiti stabiliti dalla legge.

Gli impianti di depurazione, sono costantemente monitorati sia attraverso un sistema di telecontrollo che permette una gestione da remoto, sia attraverso

³ I fanghi attivi sono una sospensione in acqua di microrganismi vivi, essi utilizzano le sostanze organiche presenti nel refluo, trasformandole in composti più piccoli e meno pericolosi che in parte vengono utilizzati dai microrganismi stessi per il proprio nutrimento e la riproduzione.

sopralluoghi giornalieri da parte del personale tecnico e operativo.

⁴ Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche.

Inoltre è previsto un servizio di pronto intervento attivo 24 ore su 24 tutti i giorni dell'anno il cui scopo è quello di garantire l'intervento immediato in caso di malfunzionamenti.

minimo gli eventi che potrebbero impattare negativamente sull'ambiente.

Le reti fognarie cittadine raccolgono le acque reflue prodotte dagli insediamenti residenziali, commerciali, produttivi, di servizio, e così via. Il recapito finale delle reti fognarie urbane sono gli impianti di depurazione, il cui scopo è, la riduzione, delle sostanze inquinanti presenti nei reflui fognari per renderli

compatibili con l'ambiente.

In questo modo si garantisce un controllo costante degli impianti e si limitano al

Le acque di scarico urbane e industriali contengono i residui delle sostanze utilizzate dall'uomo per le attività quotidiane personali e produttive, sostanze che se scaricate nell'ambiente andrebbero ad alterare la qualità dei corpi idrici, dando origine al fenomeno dell'inquinamento delle acque. Gli impianti di depurazione restituiscono all'ambiente le acque utilizzate dall'uomo "liberate" del loro carico inquinante per non alterare il delicato equilibrio ecologico dei corpi idrici ricettori. Le acque depurate vengono quindi rilasciate nell'ambiente con caratteristiche qualitative di ottimo livello nel rispetto della vigente normativa in materia di tutela delle acque dall'inquinamento (D. Lgs. n. 152/06 e s.m.i.).

Il Servizio Depurazione è composto da:

- Impiegato tecnico;
- Addetto all'impianto.

L'impiegato tecnico si occupa della regolazione del funzionamento del processo, dell'organizzazione del lavoro del personale operativo e della gestione tecnico amministrativa del servizio.

L'addetto all'impianto svolge le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti.

1.2.1. Il processo depurativo

Il tipo di processo depurativo delle acque di scarico realizzato negli impianti gestiti da Aset ha essenzialmente tre trattamenti principali:

- Trattamenti preliminari: grigliatura, dissabbiatura e disoleazione. Le acque di scarico vengono depurate dei materiali solidi (di varie dimensioni), sabbie e grassi mediante appositi trattamenti meccanici e fisici.
- Trattamenti secondari: denitrificazione, ossidazione/nitrificazione, sedimentazione secondaria. In queste fasi il carico inquinante (sostanze sospese, disciolte, colloidali, ecc.) del liquame viene degradato dal trattamento biologico che sfrutta il ciclo vitale di alcuni particolari microrganismi, normalmente presenti nelle acque reflue, che per le loro necessità metaboliche utilizzano le sostanze inquinanti contenute dagli scarichi urbani.

• Trattamenti terziari: disinfezione. Il liquame depurato dai precedenti processi viene disinfettato per l'abbattimento di virus, batteri, muffe, funghi, lieviti e altri microrganismi ancora presenti nelle acque trattate. In questo processo vengono utilizzati due prodotti chimici:

- acido paracetico;
- ipoclorito di sodio;

Tali prodotti hanno un forte potere ossidante e vengono opportunamente dosati tramite un sistema automatico in proporzione al liquame da trattare.

Dal trattamento delle acque reflue si origina un prodotto di scarto detto fango di supero⁵.

Tale prodotto deve essere sottoposto ad uno specifico trattamento al fine di poter essere smaltito come rifiuto presso la discarica controllata gestita da Aset.

I trattamenti a cui viene sottoposto sono:

- stabilizzazione aerobica (mineralizzazione con riduzione della frazione organica e del volume;
- ispessimento statico (compattazione mediante sedimentazione);
- disidratazione mediante estrattori centrifughi.

_

⁵ Il fango di supero è una composizione di sostanze organiche non completamente degradate, di sostanze inorganiche non degradabili e dalla nuova massa cellulare prodotta tramite l'utilizzo del substrato organico.

CAPITOLO 2

2.1. Finalità dello studio

Il processo depurativo delle acque reflue è davvero importante per la salvaguardia dell'ambiente, in relazione a ciò, molto importante è anche l'incolumità degli operatori che lavorano all'interno degli impianti per garantire questo servizio.

All'interno di questi impianti si è a contatto con tanti e diversi rischi che possono compromettere la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Di seguito verranno riportati i diversi rischi rilevati negli impianti di depurazione; saranno approfonditi quelli che hanno una rilevanza maggiore e si vedrà come Aset S.p.A. cerca di eliminare o perlomeno contenere questi rischi tramite interventi di prevenzione e protezione.

Per concludere si valuterà se quest'ultimi sono efficaci e se gli operatori sono correttamente tutelati.

2.2. I rischi all'interno del servizio

Nel Settore di Depurazione sono stati individuati diversi rischi che possono andare a compromettere la salute e la sicurezza degli operatori. Queste probabili fonti di danno, che sono stati rilevati durante la Valutazione del Rischio⁶,

⁶ Valutazione globale dei rischi dell'ambiente di lavoro fatta dal Datore di Lavoro, dal Medico Competente e dal Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, seguita dalla redazione di un documento dove vi si riporta ciò che è stato rilevato, analizzato e le relative conclusioni con le misure di prevenzione e protezione da attuare.

riguardano i due gruppi di operatori in maniera differente, questo perché gli impiegati tecnici sono più esposti a determinati rischi per più tempo degli addetti all'impianto e viceversa.

2.2.1. Le Tipologie di rischio

I rischi possono essere di diverse tipologie, ad esempio:

- Rischi organizzativi, cioè quelli derivanti da criticità connesse ai turni di lavoro, alle criticità dovute dalle differenze di genere che possono esporre il lavoratore a molteplici fattori di disagio, monotonia delle mansioni con azioni meccaniche ripetute e non differenziate e all'organizzazione delle mansioni e dei lavori;
- Rischi per la sicurezza, ovvero tutti quei rischi che possono compromettere la sicurezza dei lavoratori durante il compimento delle loro mansioni. Alcuni esempi possono essere: il rischio d'incendio, macchine che espongono a rischi di traumi o tagli o in generale di infortuni vari, esplosioni, impianti e attrezzature di lavoro con rischio di crollo di parti di struttura, eccetera. In generale in questa classe rientrano quei rischi che possono comportare un grave danno fisico, menomazioni, infortuni, e nei casi più gravi la morte;
- *Rischi per la salute*, che sono i rischi derivanti dalle esposizioni ad agenti chimici, fisici (rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici ecc), o connessi

ad esempio alla salubrità dei locali, condizioni igienico sanitarie, microclima ed in generale tutti quei fattori che possono compromettere la salute dei lavoratori in casi di esposizione prolungata agli agenti sopra menzionati.

Alcuni dei rischi più importanti che sono stati individuati sono:

- *il rischio meccanico*, ad esempio durante la manutenzione programmata o la pulizia di qualche vasca;
- *il rischio lavori in quota*, per l'utilizzo di scale portatili;
- il rischio da Movimentazione Manuale dei Carichi e di ergonomia;
- *il rischio da rumore*;
- il rischio da vibrazioni;
- il rischio chimico;
- *il rischio biologico*;
- <u>il rischio per condizioni particolari</u> (lavoro notturno, reperibilità o annegamento in vasca);
- il rischio da spazi confinati;
- il rischio elettrico;
- il rischio da Campi Elettromagnetici o Radiazioni Ottiche;
- il rischio da atmosfere esplosive.

2.3. Malattie professionali ed infortuni sul lavoro

Il lavoratore deve essere protetto da ciò che può causargli un danno. Possono avvenire degli incidenti sul lavoro, dovuti ad una causa violenta, rapida ed istantanea, che possono causare lesioni più o meno gravi o addirittura la morte dell'operatore; può capitare anche che l'attività svolta da quest'ultimo possa creare con il passare del tempo, tramite un rapporto causale o concausale, una patologia progressiva. La malattia professionale a differenza dell'infortunio avviene lentamente. Il lavoratore può ottenere l'indennizzo, nel caso in cui subisca un infortunio o nel caso dovesse essere soggetto ad una malattia professionale, denunciando all'Inail l'accaduto e comprovando il fatto.

Nel caso delle malattie professionali l'Inail ha creato delle tabelle nelle quali vengono riportate tutte le malattie riconosciute che possono insorgere nei diversi impieghi; queste vengono chiamate tabellate.

Le malattie professionali sono tabellate se:

- indicate nelle due tabelle (una per l'industria e una per l'agricoltura);
- provocate da lavorazioni indicate nelle stesse tabelle;
- denunciate entro un determinato periodo dalla cessazione dell'attività rischiosa, fissato nelle tabelle stesse ("periodo massimo di indennizzabilità").

Nell'ambito del cosiddetto "sistema tabellare", il lavoratore è sollevato dall'onere di dimostrare l'origine professionale della malattia. Infatti, una volta

che egli abbia provato l'adibizione a lavorazione tabellata (o comunque l'esposizione a un rischio ambientale provocato da quella lavorazione) e l'esistenza della malattia anch'essa tabellata e abbia effettuato la denuncia nel termine massimo di indennizzabilità, si presume per legge che quella malattia sia di origine professionale. È questa la cosiddetta "presunzione legale d'origine", superabile soltanto con la rigorosissima prova – a carico dell'Inail – che la malattia è stata determinata da cause extraprofessionali e non dal lavoro. La Corte Costituzionale, con la sentenza 179/1988, ha introdotto nella legislazione italiana il cosiddetto "sistema misto" in base al quale il sistema tabellare resta in vigore, con il principio della "presunzione legale d'origine", ma è affiancato dalla possibilità per l'assicurato di dimostrare che la malattia non tabellata di cui è portatore, pur non ricorrendo le tre condizioni previste nelle tabelle, è comunque di origine professionale.

2.1.2. Il rischio chimico

I liquami fognari, i fanghi, le melme, i sedimenti, il materiale organico in genere accumulati nelle vasche, nei pozzetti, nei serbatoi degli impianti di depurazione potrebbero generare la formazione e l'accumulo di gas o esalazioni nocive quali ad esempio composti solforati, composti organici volatili, metano e peracidi organici.

Questa situazione deve essere presa in considerazione in caso di accesso di operatori in detti ambienti, specie in occasione della vuotatura delle vasche, ad esempio, per le operazioni di manutenzione straordinaria.

Il rischio chimico è da considerare nel momento in cui un operatore viene a contatto, diretto o indiretto, con una sostanza o preparato. Questo perché le sostanze chimiche possono entrare a contatto con il corpo creando un danno fisico, o provocare malattie e/o mutazioni cancerogene, inalandole, digerendole o entrando a contatto con la cute o con le mucose. Il danno che ne potrebbe scaturire è influenzato dal tipo di sostanza, dalla quantità e dal tipo di contatto che si è avuto.

In presenza di rischio chimico per la salute, è necessario attuare le misure generali di tutela e devono sempre essere rigorosamente osservate, ad esempio:

- a) durante la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- b) fornire le attrezzature idonee per il lavoro specifico e avere le relative procedure di manutenzione adeguate;
- e) ridurre al minimo il numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
- d) ridurre al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- e) predisporre le misure igieniche adeguate;

- f) ridurre al minimo la quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
- metodi di lavoro appropriati, con disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi, nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

Le misure di prevenzione e protezione di carattere generale richiamate sopra devono essere applicate ancor prima di valutare il rischio da agenti chimici. Per cercare di prevenire, ridurre e/o eliminare il rischio da agenti chimici.

A tutela della salute dei lavoratori dall'esposizione ad agenti chimici, c'è sempre una costante ricerca di prodotti meno pericolosi.

Il Titolo IX del D.Lgs. 81/08 è importante perché si occupa, insieme ad altre norme, di salvaguardare la salute dei lavoratori dal Rischio Chimico e prescrive al datore di lavoro di valutarlo per la corretta scelta delle sostanze e dei preparati da utilizzare nel processo produttivo e di sostituire, se esiste un'alternativa, ciò che è pericoloso con ciò che non lo è o è meno pericoloso. Scelte che poi verranno riportate, insieme ai monitoraggi, alle soglie stabilite, nel Documento di Valutazione dei Rischi. L'inosservanza delle misure di sicurezza può essere sanzionata.

Dei due gruppi di lavoratori solo gli Addetti agli Impianti di Depurazione, vengono tenuti sotto controllo, oltre al Responsabile del Servizio di Depurazione e il Responsabile dell'Ufficio Tecnico; questo perché gli Impiegati Tecnici non sono a contatto con sostanze chimiche e per loro il rischio è relativamente basso. Per la valutazione del rischio chimico si utilizzano software, modelli o algoritmi che calcolano il rischio e consentono di effettuare una giusta scelta dei vari agenti chimici e di valutare quelli in possesso. Bisogna essere in grado di sostituire ciò che è pericoloso, con ciò che non lo è o lo è meno e quindi adempiere alla misura di tutela generale di cui all'art. 15 comma 1. lett. f) del D.Lgs. 81/08. Fondamentali per questi algoritmi/modelli sono le Schede di Sicurezza che accompagnano ogni sostanza chimica.

2.4.1. La Scheda Dati di Sicurezza, l'Etichettatura e lo stoccaggio

Le Schede Dati di Sicurezza sono documenti molto importanti perché in primis ci danno le informazioni utili sulle loro caratteristiche chimico/fisiche, tossicologiche e di pericolo per l'ambiente e poi per catalogare le sostanze e i prodotti che vengono utilizzati, per una accurata manipolazione, utilizzo e stoccaggio di essi. Tutte queste informazioni sulle sostanze e i prodotti sono prese dal sistema che è stato istituito con il Regolamento(CE) n. 1907/2006⁷.

__

⁷ Regolamento concernente la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche (REACH) e l'istituzione dell'Agenzia europea per le sostanze chimiche con modifica del Regolamento (UE) n. 453/2010 della Commissione.

Sono fornite per via cartacea o per via elettronica dal fornitore che deve provvedere all'aggiornamento in caso di modifiche a causa di nuove informazioni o restrizioni riguardo la sostanza.

Le Schede di Sicurezza sono composte da 16 sezioni:

- 1. Identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa;
- 2. Identificazione dei pericoli;
- 3. Composizione/informazioni sugli ingredienti;
- 4. Misure di primo soccorso;
- 5. Misure antincendio;
- 6. Misure in caso di rilascio accidentale;
- 7. Manipolazione e immagazzinamento;
- 8. Controllo dell'esposizione/protezione individuale;
- 9. Proprietà fisiche e chimiche;
- 10. Stabilità e reattività;
- 11.Informazioni tossicologiche;
- 12. Informazioni ecologiche;
- 13. Considerazioni sullo smaltimento:
- 14.Informazioni sul trasporto;
- 15.Informazioni sulla regolamentazione;
- 16. Altre informazioni.

Come già detto in precedenza, queste sono informazioni importanti; le Schede devono sempre riportare tutti i punti ed è importante avere sempre l'ultimo aggiornamento effettuato.

Importante è anche l'etichetta dei prodotti, che è obbligatoria e regolamentata dal Regolamento CE n.1272/2008⁸; essa fornisce le giuste informazioni significanti, utili, comprensibili, leggibili ed indelebili. Non bisogna perciò travasare le sostanze in altri contenitori. Nell'etichetta vanno riportati anche i pittogrammi⁹ se presenti.

Conoscere le caratteristiche delle sostanze, prodotti o miscele utilizzate serve anche per l'eventuale utilizzo combinato di alcune ed il loro stoccaggio.

Lo stoccaggio dei prodotti chimici, deve avvenire correttamente in un locale apposito, compartimentato, con allarmi antincendio ed adeguata areazione. Devono essere immagazzinati in armadi o scaffali robusti, fissati, di un materiale resistente a corrosione e con vasche di contenimento in caso di bisogno. Non devono essere assolutamente lasciati in giro, è necessario controllare che siano chiusi correttamente ed integri, che si trovino a loro posto e che ci siano materiali per assorbimento in caso di versamenti. È necessario attenersi alle norme di buona prassi e procedure operative per evitare che qualche sostanza faccia reazione creando incendi od esplosioni.

_

⁸ Regolamento CLP - Classificazione, Etichettatura e Imballaggio delle sostanze e delle Miscele.

⁹ Un pittogramma è una delle immagine che rappresenta un simbolo di pericolo ed ha lo scopo di fornire informazioni sui danni che una particolare sostanza o miscela può causare alla salute o all'ambiente. Ad oggi è utilizzato un sistema di classificazione globale chiamato GHS.

2.4.2. L'algoritmo

Molto comune è l'uso di sistemi di valutazione del rischio basati su relazioni matematiche denominate "algoritmi". Gli algoritmi (o modelli) sono procedure che assegnano un valore numerico ad una serie di fattori che intervengono nella determinazione del rischio pesando, per ognuno di essi in modo diverso, l'importanza assoluta e reciproca sul risultato valutativo finale.

Ogni algoritmo ha dei propri parametri, relazioni matematiche e scale di rischio diverse. I fattori individuati vengono quindi inseriti in una relazione matematica semplice, dalla quale si ottiene un indice numerico che assegna non tanto un valore assoluto di rischio, ma bensì permette di inserire il valore individuato in una "scala numerica del rischio" dando la possibilità di individuare così una gradazione dell'importanza del valore dell'indice calcolato.

Questi algoritmi utilizzano come fattori solitamente la classificazione di pericolo delle sostanze (che si può dedurre dall'etichettatura o dalle schede dati di sicurezza), ed assegnano un valore numerico di riferimento ad ogni frase di rischio relativa alla sostanza pericolosa.

Il modello sperimentale, al quale hanno aderito le Regioni Emilia Romagna, Lombardia, Marche, Piemonte, Toscana e Veneto è una modalità di analisi che consente di effettuare la valutazione del rischio secondo quanto previsto dall'articolo 223 del D.Lgs. 81/08.

Questo permette di valutare il rischio per ogni lavoratore in relazione alla propria mansione.

Il rischio **R** per le valutazioni del rischio derivanti dall'esposizione ad agenti chimici pericolosi è il prodotto del pericolo **P** per l'esposizione **E** ottenendo così la formula:

$\mathbf{R} = \mathbf{P} \times \mathbf{E}$

Il pericolo P, rappresenta l'indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di un preparato, che nell'applicazione di questo modello viene identificato con le frasi di rischio R, che sono utilizzate nella classificazione secondo la Direttiva Europea 67/548/CEE e successive modifiche.

Ad ogni frase R viene assegnato un punteggio tenendo conto dei criteri di classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi. Il pericolo P rappresenta quindi la potenziale pericolosità di una sostanza, indipendentemente dai livelli a cui le persone sono esposte (pericolosità intrinseca). L'esposizione E rappresenta il livello di esposizione dei soggetti nella specifica attività lavorativa.

Il rischio R, determinato secondo questo modello, tiene conto dei parametri di cui all'articolo 223 del D.Lgs. 81/08:

 per il pericolo P sono tenuti in considerazione le proprietà pericolose e l'assegnazione di un valore limite professionale, mediante il punteggio assegnato; • per l'esposizione E si prendono in considerazione: tipo, durata dell'esposizione, le modalità con cui avviene l'esposizione, le quantità in uso, gli effetti delle misure preventive e protettive adottate.

Il rischio R, in questo modello, può essere calcolato separatamente per due dei tre tipi di assorbimento delle sostanze o preparati. Possiamo calcolare quindi il rischio per esposizione inalatoria e per esposizione cutanea:

$$\mathbf{R}_{\text{inal}} = \mathbf{P} \times \mathbf{E}_{\text{inal}}$$

$$\mathbf{R}_{\text{cute}} = \mathbf{P} \times \mathbf{E}_{\text{cute}}$$

Nel caso in cui per un agente chimico pericoloso siano previste contemporaneamente entrambe le vie di assorbimento, si calcola il rischio R cumulativo (R_{cum}), il quale è ottenuto tramite il seguente calcolo:

$$R_{cum} = \sqrt{R_{inal}^2 + R_{cute}^2}$$

Gli intervalli di variazione di R sono:

$$0.1 \le R_{inal} \le 100$$

$$1 \le R_{cute} \le 100$$

$$1 \le R_{cum} \le 141$$

2.4.3. Come si utilizza l'algoritmo

Partendo dall'equazione $\mathbf{R} = \mathbf{P} \mathbf{x} \mathbf{E}$:

l'indice di pericolo P, ha come obiettivo quello di sintetizzare in un numero i pericoli per la salute di un agente chimico, per questo gli si attribuisce un numero da 1 a 10; per assegnare il punteggio ci si basa sulla classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi stabilita dalla normativa italiana vigente che, com'è noto, proviene da direttive e regolamenti della CEE.

Come già detto in precedenza, i rischi intrinseci delle sostanze e dei preparati pericolosi sono segnalati con le Frasi R. Queste frasi sono riportate nell'etichettatura di pericolo e sulla Scheda di Sicurezza. Mediante l'assegnazione di un valore alla Frase R, singola o combinata, attribuito alla proprietà più pericolosa e di conseguenza alla classificazione più pericolosa, è possibile avere a disposizione un indice numerico (score) di pericolo per ogni agente chimico pericoloso che viene utilizzato.

La scelta dello score più elevato dell'agente chimico pericoloso impiegato, moltiplicato per l'indice d'esposizione, fornisce la possibilità di valutare il rischio chimico per ogni lavoratore esposto ad agenti chimici pericolosi in qualsiasi circostanza lavorativa. È evidente che il risultato dell'applicazione risente dei limiti propri dei criteri di classificazione. La determinazione dello score di pericolo è effettuata in maniera pesata in funzione della graduatoria di pericolosità assegnata alle singole categorie di pericolo ed ai criteri per la scelta dei simboli, dell'indicazione del pericolo e della scelta delle frasi indicanti i rischi relativi alle proprietà tossicologiche degli agenti chimici pericolosi, in relazione alle vie d'esposizioni più rilevanti per il lavoratore sul luogo di lavoro.

Pertanto il modello nel suo complesso fa riferimento sia alle caratteristiche intrinseche di pericolosità degli agenti chimici, che alle concrete situazioni d'uso. La pericolosità intrinseca di un'agente chimico pericoloso è una sua caratteristica invariabile, indipendente dalle condizioni in cui viene utilizzata; le condizioni d'uso vengono infatti a determinare il rischio reale, esprimibile come il prodotto tra pericolosità intrinseca e grado di esposizione dei lavoratori.

Come già detto in precedenza, il grado d'esposizione dipende da molti fattori quali la quantità dell'agente chimico impiegato o prodotto, dalle modalità d'impiego e dalla frequenza dell'esposizione, dal tipo di impianto di processo, dalle misure di prevenzione e protezione adottate, dalla mansione, e così via.

La pericolosità intrinseca degli agenti chimici si può esprimere solo in una scala di valori relativi e pertanto per valutare la pericolosità degli agenti chimici immessi sul mercato o presenti nel luogo di lavoro è giusto avere un metro di misura.

L'ordinamento dei vari agenti chimici in funzione della loro pericolosità intrinseca, secondo una scala almeno semiquantitativa, è di evidente utilità pratica; una tale scala può essere creata attribuendo a certe proprietà delle sostanze degli opportuni coefficienti.

Un altro aspetto di estrema rilevanza per una corretta graduazione del pericolo è relativo al fatto che i criteri di classificazione ed etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi si basano sul principio che gli effetti a lungo termine,

allergenici subacuti o cronici, siano più rigorosi ed importanti rispetto agli effetti acuti.

L'indice numerico che stabilisce la graduazione del pericolo tiene conto di questo principio di carattere generale. Questo principio di priorità tossicologica degli effetti a lungo termine rispetto a quelli acuti è alla base dell'applicazione del metodo convenzionale per la valutazione di pericolosità e conseguente classificazione ed etichettatura dei preparati.

Tuttavia la graduazione del pericolo dovrà tenere conto anche del significato delle diverse categorie di pericolo in relazione ai metodi utilizzati per la determinazione delle proprietà tossicologiche e dell'effettiva pericolosità dell'agente chimico per il lavoratore.

E' per questo motivo che le sostanze molto tossiche e tossiche solo per gli effetti acuti vengono considerate comunque, anche se di poco, più pericolose rispetto alle sostanze sensibilizzanti per via inalatoria.

Un altro esempio di graduazione del pericolo si può fare considerando solo gli effetti acuti: la categoria del "Molto Tossico" risulta più pericolosa rispetto a quella del "Tossico", la quale risulta più pericolosa rispetto a quella del

"Nocivo" sulla base dei risultati di tossicità acuta espressa attraverso le $DL50^{10}$ per via orale e cutanea e $CL50^{11}$ per via inalatoria.

Se un agente chimico esplica la sua pericolosità esclusivamente per ingestione si ritiene che negli ambienti di lavoro il rischio legato a questa via di assorbimento possa essere eliminato alla radice, adottando corrette misure igieniche e comportamentali.

In questo caso, per l'azienda si è assunta una disuguaglianza tra le altre vie di introduzione (cutanea e inalatoria) attribuendo un "peso" maggiore alla via inalatoria e si è fatto in modo che per ciascun effetto (nocivo, tossico o molto tossico) il punteggio attribuito ad ogni singola via di introduzione fosse rispettivamente superiore a quello attribuito alla categoria precedente per tutte le vie, ma inferiore a quello attribuito alla categoria propria per tutte le vie (es. Tossico per via inalatoria superiore rispetto al Nocivo per tutte le vie, ma inferiore al valore del Tossico per tutte le vie).

Alle frasi di rischio R39 (pericolo di effetti irreversibili molto gravi a seguito di unica esposizione), R68 (possibilità di effetti irreversibili a seguito di una singola esposizione per sostanze classificate nocive) e R48 (pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata) si è ritenuto opportuno

10 DL₅₀ è l'abbreviazione per "Dose Letale 50" e si riferisce alla dose di una sostanza somministrata in una volta sola per via orale o per contatto cutaneo, in grado di uccidere il 50% di una popolazione campione di cavie. Viene utilizzato solo per valutare il potenziale tossico a breve termine.

 11 CL $_{50}$ è l'abbreviazione per "Concentrazione Letale 50" e si riferisce alla concentrazione della sostanza che se inalata è in grado di uccidere il 50% di una popolazione campione di cavie. Anche questa è utilizzata per valutare il potenziale tossico a breve termine.

attribuire uno stesso peso, comunque in relazione alle diverse categorie di pericolo, in quanto risulta molto complesso diversificare e scegliere il peso di un effetto tossicologico irreversibile dopo un'unica esposizione o dopo un'esposizione prolungata. Inoltre vi è da sottolineare che tali frasi di rischio sono relative ad un effetto irreversibile comunque diverso rispetto agli effetti canonici a lungo termine.

La difficoltà di attribuzione di un punteggio a questi impieghi è dovuto all'impossibilità di prevedere con certezza quali agenti chimici pericolosi si sviluppino durante il processo, per il fatto che la termodinamica e le cinetiche di reazione relative alla trasformazione siano poco conosciute o le reazioni non siano facilmente controllabili.

2.4.4. Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

L'indice di esposizione per via inalatoria \mathbf{E}_{inal} viene determinato attraverso il prodotto di un Sub-indice I (Intensità dell'esposizione) per un Sub-indice d (distanza del lavoratore dalla sorgente di intensità I):

$$E_{inal} = I \times d$$

Determinazione del Sub-indice I dell'intensità di esposizione

Il calcolo del Sub-indice I comporta l'uso delle seguenti 5 variabili:

- 1. Proprietà chimico-fisiche
- 2. Quantità in uso

3. Tipologia d'uso

4. Tipologia di controllo

5. Tempo di esposizione

Proprietà chimico-fisiche.

Vengono individuati quattro livelli, in ordine crescente relativamente alla possibilità della sostanza di rendersi disponibile in aria, in funzione della volatilità del liquido e della ipotizzabile o conosciuta granulometria delle polveri:

• Stato solido/nebbie;

• Liquidi a bassa volatilità;

• Liquidi ad alta e media volatilità o polveri fini;

• Stato gassoso.

Per assegnare alle sostanze il corrispondente livello viene utilizzato il criterio individuato in: S.C: Maidment "Occupational Hygiene Considerations in the Devolepment of a Structured Approach to Select Chemical Control Strategies", che viene di seguito riassunto.

LIVELLI DI DISPONIBILITÀ - POLVERI

Stato solido / nebbie – largo spettro granulometrico

BASSO

Pellet e similari, solidi non friabili, bassa evidenza di polverosità osservata durante l'uso. Per esempio: pellets di PVC, cere e paraffine.

MEDIO

Solidi granulari o cristallini. Durante l'impiego la polverosità è visibile, ma la polvere si deposita velocemente. Dopo l'uso la polvere è visibile solo sulle superfici. Per esempio:sapone in polvere, zucchero granulare.

Polveri fine

ALTO

Polvere fine e leggera. Durante l'impiego si può vedere formarsi una nuvola di polvere che rimane aerosospesa per diversi minuti. Per esempio: cemento, Diossido di Titanio, toner di fotocopiatrice

LIVELLI DI DISPONIBILITÀ – SOSTANZE ORGANICHE LIQUIDE

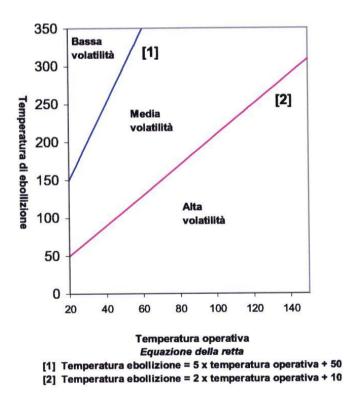


Figura 1 Livelli di disponibilità sostanze organiche liquide

Quantità in uso

Per quantità in uso, si intende la quantità di agente chimico o del preparato effettivamente presente e destinato all'uso nell'ambiente di lavoro su base giornaliera. Vengono identificate 5 classi come di seguito distinte:

- <0,1 Kg
- 0,1 1 Kg
- 1 10 Kg
- 10 100 Kg
- > 100 Kg

Tipologia d'uso

Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente, relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

- *Uso in sistema chiuso*: la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Non può essere applicata a situazioni in cui, nel processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. Il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.
- *Uso in inclusione in matrice*: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa

categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza in esame in matrici che tendano a trattenerla.

- *Uso controllato e non dispersivo*: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.
- *Uso con dispersione significativa*: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori ed eventualmente della popolazione generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di pesticidi, l'uso di vernici ed altre analoghe attività.

Tipologia di controllo

Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Contenimento completo: corrisponde ad una situazione a ciclo chiuso.

Dovrebbe, almeno teoricamente, rendere trascurabile l'esposizione, ove si escluda il caso di anomalie, incidenti, errori.

- Ventilazione aspirazione locale degli scarichi e delle emissioni (LEV):
 questo sistema rimuove il contaminante alla sua sorgente di rilascio,
 impedendone la dispersione nelle aree con presenza umana, dove potrebbe
 essere inalato.
- Segregazione separazione: il lavoratore è separato dalla sorgente di rilascio del contaminante da un appropriato spazio di sicurezza, o vi sono adeguati intervalli di tempo fra la presenza del contaminante nell'ambiente e la presenza del personale nella stessa area. Questa procedura si riferisce soprattutto all'adozione di metodi e comportamenti appropriati, controllati in modo adeguato, piuttosto che ad una separazione fisica effettiva (come nel caso del contenimento completo). Il fattore dominante diviene quindi il comportamento finalizzato alla prevenzione dell'esposizione. L'adeguato controllo di questo comportamento è di primaria importanza.
- Diluizione ventilazione: questa può essere naturale o meccanica. Questo metodo è applicabile nei casi in cui esso consenta di minimizzare l'esposizione e renderla trascurabile in rapporto alla pericolosità intrinseca del fattore di rischio. Richiede generalmente un adeguato monitoraggio continuativo.
- Manipolazione diretta (con sistemi di protezione individuale): in questo caso il lavoratore opera a diretto contatto con il materiale pericoloso, adottando unicamente maschera, guanti o altre analoghe attrezzature. Si

può assumere che in queste condizioni le esposizioni possano essere anche relativamente elevate.

Tempo di esposizione

Vengono individuati cinque intervalli per definire il tempo di esposizione alla sostanza o al preparato:

- inferiore a 15 minuti;
- tra 15 minuti e le due ore;
- tra le due ore e le quattro ore;
- tra le quattro ore e le sei ore;
- più di sei ore.

L'identificazione del tempo di esposizione deve essere effettuata su base giornaliera, indipendentemente dalla frequenza d'uso dell'agente su basi temporali più ampie, quali la settimana, il mese o l'anno. Se la lavorazione interessa l'uso di diversi agenti chimici pericolosi al fine dell'individuazione del tempo d'esposizione dei lavoratori si considera il tempo che complessivamente espone a tutti gli agenti chimici pericolosi. Le cinque variabili individuate permettono la determinazione del sub-indice I attraverso un sistema di matrici a punteggio secondo la seguente procedura:

attraverso l'identificazione delle proprietà chimico-fisiche della sostanza
 o del preparato e delle quantità in uso, inserite nella MATRICE 1

- (*Tabella 2* pagina 38), viene stabilito un primo indicatore D su quattro livelli di crescente potenziale disponibilità all'aerodispersione;
- ottenuto l'indicatore D ed identificata la tipologia d'uso, secondo la definizione di cui al punto 3, è possibile attraverso la MATRICE 2 (*Tabella 4* pagina 39) ottenere il successivo indicatore U su tre livelli di crescente effettiva disponibilità all'aerodispersione;
- ottenuto l'indicatore U ed identificata la "Tipologia di controllo", secondo la definizione di cui al punto 4, attraverso la MATRICE 3 (*Tabella 6* pagina 39), è possibile ricavare un successivo indicatore C che tiene conto dei fattori di compensazione, relativi alle misure di prevenzione o protezione adottate nell'ambiente di lavoro;
- infine dall'indicatore C ottenuto e dal tempo di effettiva esposizione del lavoratore/i è possibile attribuire, attraverso la MATRICE 4 (*Tabella 8* pagina 40), il valore del sub-indice I, distribuito su quattro diversi gradi, che corrispondono a diverse "intensità di esposizione", indipendentemente dalla distanza dalla sorgente dei lavoratori esposti.

Identificazione del Sub-indice d della distanza degli esposti dalla sorgente II sub-indice d tiene conto della distanza fra una sorgente di intensità I e il lavoratore/i esposto/i : nel caso che questi siano prossimi alla sorgente (< 1 metro) il sub-indice I rimane inalterato (d = 1); via via che il lavoratore risulta

lontano dalla sorgente il sub-indice di intensità di esposizione I deve essere ridotto proporzionalmente fino ad arrivare ad un valore di 1/10 di I per distanze maggiori di 10 metri.

I valori di d da utilizzare sono indicati nella seguente tabella:

Distanza in metri	Valori di "d"
Inferiore a 1	1
Da 1 a inferiore a 3	0,75
Da 3 a inferiore a 5	0,50
Da 5 a inferiore a 10	0,25
Maggiore o uguale a 10	0,1

Tabella 1 Valori da attribuire a "d"

Schema semplificato per il calcolo di E_{inal}

In azienda per facilitare l'applicazione del modello per la valutazione dell'esposizione inalatoria (E_{inal}) viene proposto uno schema semplificato che consente:

- di avere il quadro complessivo di tutte le variabili che concorrono all'esposizione inalatoria;
- di individuare, per ognuna delle variabili, l'opzione scelta barrando l'apposita casella;

- di individuare, attraverso il sistema delle quattro matrici, gli indicatori D, U, C ed I;
- ullet di calcolare, attraverso il valore della distanza dalla sorgente d, il valore di $E_{\rm inal}$.

Lo schema debitamente compilato con: l'assegnazione delle variabili, gli indicatori D, U, C, I ricavati, la distanza d e il calcolo di $E_{\rm inal}$, va applicato per ogni attività lavorativa e per ogni sostanza o preparato pericoloso.

Lo schema, con la data di compilazione, può essere direttamente inserito nel documento di valutazione del rischio, per l'assegnazione del livello delle esposizioni.

MATRICE 1

	Quantità in uso				
Proprietà chimico- fisiche	< 0,1 kg	0,1 – 1 kg	1 – 10 kg	10 – 100 kg	> 100 kg
Solido / nebbia	Bassa	Bassa	Bassa	Medio/bassa	Medio/bassa
Bassa volatilità	Bassa	Medio/bassa	Medio/alta	Medio/alta	Alta
Media/alta volatilità e polveri fini	Basso	Medio/alta	Medio/alta	Alta	Alta
Stato gassoso	Medio/bassa	Medio/alta	Alta	Alta	Alta

Tabella 2 Matrice 1 da cui estrapolare D

Valori dell'indicatore di Disponibilità (D)		
Bassa	D = 1	
Medio/bassa	D=2	
Medio/alta D = 3		
Alta	D=4	

Tabella 3 Valori che può assumere D

MATRICE 2

	Tipologia d'uso			
	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo
D 1	Basso	Basso	Basso	Medio
D 2	Basso	Medio	Medio	Alto
D 3	Basso	Medio	Alto	Alto
D 4	Medio	Alto	Alto	Alto

Tabella 4 Matrice 2 da cui estrapolare U

Valori dell'indicatore d'uso (U)			
Basso	U = 1		
Medio	U=2		
Alto	U = 3		

Tabella 5 Valori che può assumere U

MATRICE 3

	Tipologia di controllo				
	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione / separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
U 1	Basso	Basso	Basso	Medio	Medio
U 2	Basso	Medio	Medio	Alto	Alto
U 3	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto

Tabella 6 Matrice 3 da cui estrapolare C

Valori dell'indicatore di Compensazione (C)		
Basso	C = 1	
Medio	C=2	
Alto	C = 3	

Tabella 7 Valori che può assumere C

MATRICE 4

	Tempo di esposizione				
	< 15 minuti	15 minuti – 2 ore	2 ore – 4 ore	<i>4 ore</i> – <i>6 ore</i>	> 6 ore
C 1	Bassa	Bassa	Medio/bassa	Medio/bassa	Medio/alta
C 2	Bassa	Medio/bassa	Medio/alta	Medio/alta	Alta
C 3	Medio/bassa	Medio/alta	Alta	Alta	Alta

Tabella 8 Matrice 4 da cui estrapolare I

Valori del Sub-indice di Intensità (I)		
Bassa	I = 1	
Medio/bassa	I=3	
Medio/alta	I = 7	
Alta	I = 10	

Tabella 9 Valori che può assumere I

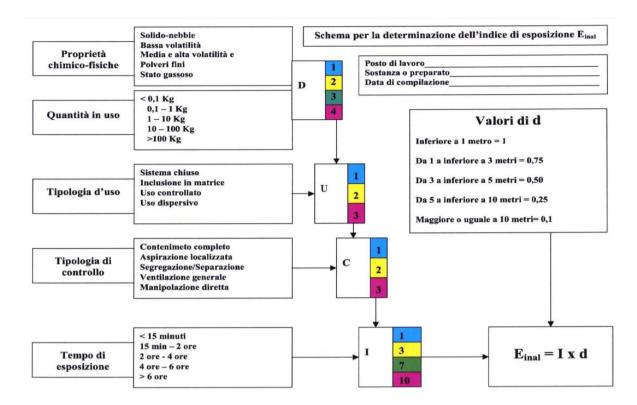


Figura 2 Rappresentazione grafica del calcolo

2.4.5. Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

L'indice di esposizione per via cutanea E_{cute} viene determinato attraverso una semplice matrice che tiene conto di due variabili:

- 1) *Tipologia d'uso*, vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente, relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione, come già abbiamo visto prima:
 - *Uso in sistema chiuso*;
 - *Uso in inclusione in matrice*;
 - Uso controllato e non dispersivo;

- Uso con dispersione significativa.
- 2) *I livelli di contatto cutaneo*, individuati con una scala di quattro gradi in ordine crescente:
- 1. Nessun contatto.
- 2. Contatto accidentale; non più di un evento al giorno, dovuto a spruzzi o rilasci occasionali.
- 3. Contatto discontinuo; da due a dieci eventi al giorno, dovuti alle caratteristiche proprie del processo.
- 4. Contatto esteso; il numero di eventi giornalieri è superiore a dieci.

Dopo aver attribuito le ipotesi relative alle due variabili sopra indicate e con l'ausilio della matrice per la valutazione cutanea, è possibile assegnare il valore dell'indice Ecute.

	Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso
Sistema chiuso	Basso	Basso	Medio	Alto
Inclusione in matrice	Basso	Medio	Medio	Alto
Uso controllato	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Uso dispersivo	Basso	Alto	Alto	Molto alto

Tabella 10 Matrice per la valutazione dell'esposizione cutanea

Valori da assegnare ad		
Basso	$E_{\rm cute} = 1$	
Medio	$E_{\rm cute} = 3$	
Alto	$E_{\rm cute} = 7$	
Molto alto	$E_{\rm cute} = 10$	

Tabella 11 Valori da assegnare a $E_{
m cute}$

Una volta ottenuto il risultato lo si confronta con quest'ultima tabella; nella quale i punteggi ottenuti definiscono il livello di Rischio, con la formula già citata precedentemente:

$$R_{cum} = \sqrt{R_{inal}^2 + R_{cute}^2}$$

	Valori di rischio (R)	Classificazione
	0,1 ≤ R < 15	Rischio irrilevante per la salute
RISCHIO IRRILEVANTE PER LA SALUTE	15 ≤ R < 21	Intervallo di incertezza (E' necessario, prima della classificazione in rischio irrilevante per la salute, rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi e rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate)
	21 ≤ R ≤ 40	Rischio superiore al rischio irrilevante per la salute (E' necessario applicare gli articoli 225, 226,229,230 del D.lgs.81/2008)
RISCHIO SUPERIORE ALL'IRRILEVANTE PER LA	40 < R ≤ 80	Zona di rischio elevato
SALUTE	R > 80	Zona di grave rischio (E' necessario riconsiderare il percorso dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione ai fini di una loro eventuale implementazione. Intensificare i controlli quali la sorveglianza sanitaria, la misurazione degli agenti chimici e la periodicità della manutenzione)

Tabella 12 Classificazione del Rischio

Questo algoritmo è stato utilizzato per i prodotti/sostanze/miscele che vengono impiegati nel servizio di Depurazione, per poter permettere la Valutazione del Rischio Chimico per poter cercare di contenerlo, diminuirlo o eliminarlo dove possibile.

Per questa tesi sono stati presi in valutazione 4 delle diverse sostanze utilizzate nel Servizio.

Le sostanze prese in considerazione sono :

- EPODUR Q118;
- IPOCLORITO DI SODIO;
- POLIELETTROLITA CATIONICO IN EMULSIONE;
- 2800 DILUENTE NITRO.

La sostanza 'EPODUR Q118', è un catalizzatore indurente; con i dati rilevati, ottenuti dalla Scheda di Sicurezza, si è calcolato l'Indice di Esposizione Inalatorio che è risultato uguale a 3, l'Indice di Esposizione Cutanea uguale a 3 e di conseguenza l'Indice di Rischio Cumulativo uguale a 29,70. Per questo motivo, con questo punteggio, questa sostanza viene considerata un Rischio Rilevante per la salute.

'L'IPOCLORITO DI SODIO' è una sostanza utilizzata come agente pulente o per il trattamento delle acque reflue; con i dati rilevati si è ottenuto come Indice di Esposizione Inalatorio: 1, come Indice di Esposizione Cutaneo: 1 e come Indice di Rischio Cumulativo: 8,13. Con il punteggio ottenuto la sostanza viene catalogata come un rischio irrilevante per la salute.

Il 'POLIELETTROLITA CATIONICO IN EMULSIONE' è una sostanza utilizzata per la flocculazione; con l'utilizzo dell'algoritmo si è ottenuto come Indice di Esposizione Inalatorio: 3, come Indice di Rischio Cutaneo: 3 e come Rischio Cumulativo: 21,21. Con questo punteggio, questa sostanza è catalogata come un rischio rilevante per la salute degli operatori.

Infine la sostanza '2800 DILUENTE NITRO', che è utilizzato come diluente per vernici, ha ottenuto un punteggio per l'Indice di Esposizione Inalatorio uguale a 1, un Indice di Esposizione Cutanea uguale a 3 e i conseguenza ottiene un punteggio per l'Indice di Esposizione Cumulativa uguale a 22,14.

Anche quest'ultimo ha un punteggio alto che lo fa classificare tra i rischi rilevanti per la salute.

2.5. Il rischio biologico

Nei reflui civili possiamo trovare popolazioni ben miscelate di diversi microrganismi (batteri,funghi,protozoi,alghe,ecc.); questi, se posti in condizioni ambientali a loro idonee e favorevoli, realizzano processi biologici aerobi ed anaerobi che si sfruttano nella depurazione. Possiamo però incontrare nel processo anche microrganismi patogeni per l'uomo. Con questo si vuole sottolineare la pericolosità insita nella manipolazione dei liquami e dei fanghi di depurazione, nei quali tende a concentrarsi parte di questi microrganismi patogeni presenti originariamente nei liquami. La loro presenza costituisce quindi un rischio per i lavoratori, anche se lungo la linea di trattamento della depurazione vengono gradualmente eliminati.

Questo Rischio è tutelato dal *Titolo X* del D. Lgs. 81/08. Il Rischio Biologico è quindi, la probabilità che dei microrganismi o agenti patogeni presenti nei fluidi

e materiali infetti, entrino a contatto con i lavoratori provocando un'alterazione, un'infezione, un'allergia o intossicazione.

Gli agenti biologici, vengono classificati in 4 gruppi nell'Art. 268 del D.Lgs. 81/08:

- I Gruppo: Difficilmente causa una malattia;
- II Gruppo: Può causare una malattia, è poco probabile che si propaghi ed è disponibile una terapia;
- III Gruppo: Può provocare gravi malattie, può propagarsi e ha una terapia disponibile;
- IV Gruppo: Può provocare gravi malattie, si propaga facilmente e non ha una terapia disponibile.

La pericolosità di questi microrganismi è data da dei fattori:

- l'infettività, cioè la capacità di penetrare in un organismo e moltiplicarsi.
 Ha una soglia, dose minima infettante, che sotto la quale non c'è né infezione, né contagio e per questo non c'è malattia;
- la patogenicità, ovvero la capacità di produrre una malattia dopo l'infezione. Insieme all'infettività vanno a costituire la Virulenza;
- la trasmissibilità, la capacità di trasmettersi da una persona infetta ad un'altra;
- la neutralizzabilità, la disponibilità di efficaci misure profilattiche per prevenire o curare.

Il rischio biologico presente nelle varie attività e la conseguente attuazione di misure preventive dipendono principalmente dall'uso deliberato o non deliberato di agenti biologici pericolosi. Quando si dice deliberato, si intende un uso intenzionale (e conosciuto) di microrganismi utilizzati come elemento attivo del processo di lavoro, in cui l'esposizione è prevedibile; in questo caso si pianificano le misure di sicurezza specifiche, relative alla fonte di rischio certa. Con uso non deliberato si intende un'esposizione possibile ma non prevedibile; questo succede ogni qualvolta venga trattato materiale biologico proveniente da qualcosa o qualcuno potenzialmente infetto e sia possibile un contatto accidentale con quest'ultimo. In questi casi vengono adottate misure preventive cosiddette "universali".

Il rischio biologico rappresenta la possibilità di ammalarsi in conseguenza dell'esposizione a qualcosa di potenzialmente infetto.

Nel caso di avvenuto contagio dei microrganismi si hanno delle difficoltà perché la risposta adattativa o immunitaria dell'organismo umano ospite può variare da persona a persona. Non si dispone inoltre delle relazioni dose risposta nei termini di entità del contagio-infettività per nessuno dei microrganismi.

La mancanza di questa conoscenza non permette di definire delle dosi che abbiano funzione di soglia per discriminare tra condizioni di assenza o presenza di rischio oppure di conoscere, ad una certa entità di esposizione (contagio), qual è la frequenza di danno atteso nel gruppo dei soggetti esposti.

Comunque, anche se è incerta l'entità del rischio che l'esposizione potenziale comporta, si devono adottare a priori una serie di misure preventive tecniche ed organizzative.

La rilevazione a fini preventivi degli eventi accidentali o degli infortuni, che comportano il possibile contagio con agenti biologici, risulta l'unica strategia perseguibile laddove il pericolo di contagio (esposizione) non è presente come condizione intrinseca nel ciclo produttivo o nell'attività svolta, ma nasce come evento accidentale, scarsamente prevedibile e spesso legato, oltre che alle caratteristiche del lavoro, alle caratteristiche individuali e alle attitudini lavorative del singolo lavoratore.

Le malattie infettive avvengono quando c'è interazione tra un agente infettivo ed un ospite suscettibile. La presenza di un microrganismo nel corpo umano non necessariamente dà luogo alla insorgenza di infezione ma ad una colonizzazione, affinché si verifichi un'infezione è necessario che si rompa l'equilibrio tra agente infettivo e ospite.

Oltre alle caratteristiche dell'agente biologico ci sono le caratteristiche dell'organismo ospite, che deve mantenere un buon meccanismo di difesa, il quale può essere un meccanismo aspecifico, per immunità naturale e acquisita.

1) meccanismi aspecifici:

- flora endogena;
- barriere naturali (cute, mucose, sfinteri);

- reazione flogistica;
- 2) immunizzazione: attivazione di quei processi che provocano una risposta contro i microrganismi patogeni in modo da essere protetti dai loro effetti dannosi. Può essere:
 - immunità naturale: può essere attiva(infezioni) o passiva (anticorpi materni);
 - immunità acquisita: viene indotta in maniera artificiale attraverso le vaccinazioni (attiva) oppure attraverso il trattamento con immunoglobuline (passiva).

2.5.1. Modalità di trasmissione

La trasmissione delle infezioni richiede tre elementi: una fonte di microrganismi infettanti, un ospite suscettibile ed un mezzo di trasmissione per i microrganismi.

La fonte è la sorgente umana dei microrganismi infettanti, può essere il personale che opera all'interno dell'ambiente di lavoro.

L'ospite, la resistenza ai microrganismi patogeni varia molto da soggetto a soggetto. Qualcuno può essere immune alle infezioni o essere capace di resistere alla colonizzazione di un agente infettante; un altro, esposto allo stesso agente può stabilire una relazione di commensale con i microrganismi infettanti e divenire portatore asintomatico; altri ancora possono sviluppare una malattia clinicamente manifesta.

Trasmissione, i microrganismi sono trasmessi con diverse modalità e lo stesso germe può essere trasmesso attraverso più di una via.

Ci sono cinque vie principali di trasmissione: contatto, goccioline, via aerea, mediata da veicoli comuni e da vettori.

TRASMISSIONE PER CONTATTO (infezioni gastrointestinali, respiratorie, cutanee o di ferite comprendenti:clostridium difficile, escherichia coli, shigella, virus epatite A, rotavirus, pediculosi, scabbia, infezioni virali emorragiche come l'ebola eccetera), è divisa in due sottogruppi:

- a) trasmissione per contatto diretto, comporta un contatto diretto da superficie corporea a superficie corporea e un trasferimento fisico di microrganismi fra una persona infetta o colonizzata ed un ospite suscettibile;
- b) trasmissione per contatto indiretto, comporta un contatto di un ospite suscettibile con un oggetto contaminato che fa da intermediario, di solito inanimato, come strumenti, attrezzature.

TRASMISSIONE TRAMITE GOCCIOLINE di grandi dimensioni ("droplet") (meningite, polmonite, pertosse, peste polmonare, faringite o polmonite streptococcica, influenza, parotite epidemica, rosolia). Le goccioline sono generate dal soggetto fonte principalmente durante la tosse, gli starnuti, o il parlare. La trasmissione si verifica quando la persona infetta espelle goccioline contenenti microrganismi, a breve distanza, nell'aria ed esse si vanno a depositare sulla congiuntiva dell'ospite, sulle mucose nasali o nella bocca.

Poiché le goccioline non rimangono sospese nell'aria, non sono richiesti speciali trattamenti dell'aria o una particolare ventilazione per prevenire la trasmissione delle stesse; infatti la trasmissione per goccioline non deve essere confusa con la trasmissione per via aerea.

TRASMISSIONE PER VIA AEREA, si verifica:

- sia per disseminazione di nuclei di goccioline ("droplet nuclei") (residui di piccole particelle (diametro di 5 um o meno), di goccioline evaporate contenenti microrganismi che rimangono sospese nell'aria per un lungo periodo);
- sia di particelle di polveri contenenti l'agente infettivo.

I microrganismi trasmessi per via aerea comprendono il micobatterio della tubercolosi, il virus del morbillo e il virus della varicella.

I microrganismi trasportati in questo modo possono essere largamente dispersi da correnti d'aria e possono venire inalate dall'ospite suscettibile all'interno dei locali/aree di lavoro oppure lontano dal soggetto fonte, a seconda dei fattori ambientali; perciò è richiesto uno speciale trattamento e una ventilazione dell'aria per prevenire la trasmissione per via aerea.

TRASMISSIONE ATTRAVERSO VEICOLI COMUNI

riguarda microrganismi trasmessi da oggetti o altri materiali contaminati come alimenti, acqua.

TRASMISSIONE ATTRAVERSO VETTORI

avviene quando vettori come zanzare, mosche, topi ed altri insetti nocivi trasmettono microrganismi.

2.5.2. Valutare il Rischio Biologico

Le acque reflue veicolano diversi microrganismi (virus, batteri, funghi, protozoi, elminti) patogeni e non patogeni che, a causa della formazione di aerosol durante le varie fasi del loro trattamento, possono essere dispersi nell'ambiente circostante. Le diverse specie microbiche e le relative concentrazioni sono legate alle situazioni epidemiologiche locali e ai livelli di depurazione cui vengono sottoposti i liquami.

Nelle acque reflue urbane possono essere presenti e sopravvivere, oltre a microrganismi in genere innocui per l'uomo, anche microrganismi patogeni quali *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Escherichia coli*, *Leptospira interrogans*, virus enterici (enterovirus, rotavirus, virus epatite A, ecc.), nonché uova di parassiti intestinali.

I microrganismi comunemente rilevati negli impianti di depurazione rientrano nei gruppi 1 e 2 riportati nel D.Lgs. 81/08 (Allegato XLVI)¹².

In tali impianti, possono anche essere presenti prodotti del metabolismo o componenti dei microrganismi quali endotossine e peptidoglicani.

_

^{12 &}quot;Elenco Degli Agenti Biologici Classificati"

I lavoratori che operano negli impianti di depurazione possono, quindi, essere esposti ad aerosol contenenti un'elevata concentrazione di agenti biologici potenzialmente pericolosi. La sviluppo di bioaerosol avviene soprattutto per l'azione meccanica di organi in movimento, nell'ambito di vortici e salti di livello dei reflui, nelle fasi di pompaggio, in tutti i casi di formazione di spruzzi. La contaminazione microbica dell'aria può subire un fenomeno di dispersione in funzione delle caratteristiche strutturali dell'impianto, dei movimenti generati nei diversi processi o dei fattori meteorologici, quali ad esempio velocità e direzione del vento, umidità e temperatura.

L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) non ritiene proponibili valori limite-soglia per i contaminanti biologici. Questo è dovuto all'indisponibilità di relazioni dose-risposta, la diversa e complessa composizione eterogenea biologica del bioaerosol¹³, la soggettività individuale di risposta all'esposizione e la sensibilizzazione dei microrganismi a fattori ambientali.

Non ci sono linee guida che indicano i livelli di esposizione e di contaminazione accettabili perché non sono ancora ben note, di conseguenza non sono note nemmeno le relazioni che intercorrono tra la dose infettante e la risposta dell'ospite e per questo non ci sono valori di carica batterica o micetica a cui rapportarsi per valutare la qualità dell'aria degli ambienti di lavoro.

¹³ Particelle biologiche aerodisperse nell'aria.

_

Tutto questo rende le indagini di monitoraggio ambientale oggettivamente complesse.

Si possono fare delle considerazioni sullo stato di igiene delle aree all'interno degli impianti ritenute "pulite" basandoci sui monitoraggi, sul livello delle misure di igiene adottate dal personale (art.273, D.Lgs. 81/2008), sulle tecniche organizzative e procedurali necessarie al limitare l'esposizione dei lavoratori (art. 272, D.Lgs. 81/2008).

Nel 1993 la Commissione delle Comunità Europee ha proposto, per gli ambienti *indoor* non industriali, fasce orientative di contaminazione dell'aria (intervalli di concentrazioni totali di UFC¹⁴), il cui superamento, però, non implica automaticamente l'instaurarsi di condizioni di pericolo o insalubrità.

Categoria di inquinamento microbiologico	Carica batterica totale a 37°C (UFC/m3)	Miceti (UFC/m3)
Molto bassa	≤ 50	≤ 25
Bassa	> 50 \le 100	> 25 \le 100
Media	$> 10^2 \le 10^3$	$> 10^2 \le 10^4$
Alta	$> 10^3$	> 10 ⁴

Tabella 13 Classificazione della carica batterica e micotica

^{14 &}quot;Unità Formanti Colonie", unità di misura utilizzata per contare il numero dei microrganismi.

Le aree e i punti critici, per quanto concerne l'esposizione dei lavoratori al rischio biologico, sono rappresentate da:

- movimentazione, pompaggio ed insufflazione d'aria nel refluo;
- punto di sollevamento-grigliatura (trattamenti preliminari);
- vortici e salti di livello dei reflui;
- immissione a gravità del refluo in vasca;
- pressatura fanghi;
- pulizia manuale;
- manutenzione di impianti e macchine.

2.5.3. Principali Agenti Biologici presenti nel servizio

Su indagini effettuate nei liquami e nelle acque di scarico, è nota la possibile presenza di vari agenti biologici, tra i quali:

BATTERI Clostridium spp. (gruppo 2) Escherichia coli (gruppo 2) Klebsiella pneumonite (gruppo 2) Salmonella (gruppo 2) Enterococcus spp. (gruppo 2) Leptospira interrogans (gruppo 2) Shigella app. (gruppo 2) Pseudomonas spp. (gruppo 2) Staphylococcus spp. (gruppo 2) Streptococcus spp. (gruppo 2) Vibrio spp. (gruppo 2)

VIRUS Virus dell'epatite A (gruppo 2) Enterovirus (gruppo 2) Adenovirus (gruppo 2) Rotavirus (gruppo 2)

PARASSITI Ascaris lumbricoides (gruppo 2) Entamoeba istolitica (gruppo 2) Giardia lamblia (gruppo 2) Balantidium (gruppo 2) Tenie spp. (gruppo 2) Echinococcus spp. (gruppo 3) Anchilostoma duodenale (gruppo 2)

FUNGHI Candida spp. (gruppo 2)

La contaminazione dei lavoratori può avvenire attraverso:

- inalazione di goccioline d'acqua, particolato e polveri contaminate e disperse attraverso le lavorazioni;
- via cutanea o mucosa, contatto diretto con ferite nella pelle, contatto oculare;
- via digestiva, contagio accidentale per cattiva igiene personale.

Si tratta per la maggior parte di agenti biologici del gruppo 2. Il tipo e la quantità di agenti che contaminano i liquami sono estremamente variabili in funzione ai vari fattori, che rendono difficile determinare la reale entità del rischio, come ad esempio: la provenienza dei liquami stessi, il volume e l'ora del giorno. Negli impianti di depurazione è complicato identificare gli agenti biologici e la rispettiva carica microbica. Inoltre l'infettività degli agenti presenti è in funzione sia delle condizioni ambientali che della suscettibilità dell'individuo.

Le vie di penetrazione nell'organismo sono quella gastroenterica (es. contatto mano bocca), quella cutanea o mucosa attraverso soluzioni di continuità della cute (es. contatto attraverso tagli) e delle mucose (schizzi su naso, bocca, occhi) e quella inalatoria (bioaerosol).

I rischi per la salute degli operatori non si manifestano in forme cliniche conclamate. In letteratura sono descritti:

- la cosiddetta "malattia dei fognaioli" (Sewage Workers Sindrome), che è caratterizzata da sintomi aspecifici come malessere generale, astenia, iperpiressia, rinite acuta;
- un aumento della frequenza di episodi di diarrea e disturbi gastrointestinali;
- irritazione oculare;
- asma;
- alveoliti allergiche;
- dermatiti irritative.

Le endotossine in concentrazione elevata possono essere responsabili di sindromi caratterizzate da malessere generale, febbre e disturbi digestivi. In alcuni casi possono anche causare un'infiammazione delle vie respiratorie con tosse secca e irritazione nasale.

Anche con questo rischio tra i due gruppi di lavoratori, sono gli addetti agli impianti i più esposti.

Dai dati reperibili in azienda, ci sono tre monitoraggi ambientali svolti tra il 2008 e il 2009, le quali analisi dei livelli di concentrazione di carica microbica totale di coliformi e miceti, che ci fanno notare che i livelli di concentrazione sono piuttosto variabili ma il confronto tra i risultati ottenuti ed i valori limite di soglia (OEL: limiti di esposizione occupazionale) mostra l'esistenza di punti o

aree di maggiore formazione e diffusione di bioaerosol, con una maggiore concentrazione di contaminanti biologici aerodispersi soprattutto in prossimità di alcune postazioni dell'impianto di depurazione, quali il punto di grigliatura (soprattutto per quanto riguarda i livelli di carica microbica totale e coliformi totali), il locale centrifughe (per la carica microbica totale) e la vasca di ossidazione (per la carica microbica totale).

Dall'analisi dei monitoraggi effettuati finora possiamo concludere che la categoria di inquinamento microbiologico, stando alle fasce orientative di contaminazione dell'aria proposte dalla Commissione delle Comunità Europee, rientra in fascia media. Con questo risultato si può dire che questo Rischio può andare a intaccare la salute degli operatori del Servizio di Depurazione.

Vengono per questo effettuate periodicamente campagne di monitoraggi ambientali per valutare i livelli di concentrazione nel tempo.

2.6. Rischio Vibrazioni

Il corpo umano riceve costantemente piccole scosse o vibrazioni. In ambito lavorativo queste vibrazioni sono derivanti da macchinari o strumenti che sollecitano il corpo e gli organi interni, costituendo un pericolo per la salute. Il Rischio da Vibrazioni, viene classificato nel Titolo VIII del Testo Unico D. Lgs. 81/08, come un rischio fisico.

Queste vibrazioni trasmesse al corpo, si distinguono in due tipologie a seconda della parte interessata: le vibrazioni mano-braccio e le vibrazioni al corpo intero. Le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, derivano da un'apparecchiatura vibrante che nell'utilizzarla va impugnata dal lavoratore con una o con entrambe le mani per questo riguardano solo l'arto o gli arti superiori. Le vibrazioni trasmesse al corpo intero sono quelle ricevute a bordo di macchine semoventi su gomma o su cingoli o sui mezzi di trasporto; oppure vibrazioni ricevute in prossimità di macchine fisse.

Per determinare l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni bisogna iniziare individuando le mansioni a rischio e le relative macchine ed attrezzature che lo creano.

I valori di vibrazione emessi dalla macchina o dalla attrezzatura sono derivati, sostanzialmente, da tre tipologie di fonte di dati:

- libretti di istruzione ed uso di macchine ed apparecchiature;
- banche dati disponibili;
- misure dirette.

I valori li possiamo trovare nei libretti delle macchine e delle attrezzature, ma non sono sempre riportati. In questi casi, quando possibile, si cerca di ottenerli da fonte bibliografica certa, banche dati o valori forniti da Enti o Istituti certificati. Per indicare le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero, vengono utilizzati due acronimi.

HAV – Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio: "le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell'uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari". La normativa fissa un valore di esposizione, al di sopra del quale il datore di lavoro è tenuto a controllare i rischi derivanti dalle vibrazioni mano-braccio a cui sono esposti i suoi dipendenti, e un valore limite di esposizione che non deve essere superato. Comunque, un'esposizione a valori inferiori al limite di esposizione, non esclude rischi di lesioni o traumi indotti da HAV, soprattutto se ci sono importanti cofattori di rischio, ad esempio: elevate sforzi articolari o muscolari, basse temperature eccetera.

WBM – Vibrazioni trasmesse al corpo intero: "le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide".

¹⁵ D.Lgs. 81/2008, art. 200 c. 1, lettera a

¹⁶ D.Lgs. 81/2008, art. 200 c. 1, lettera b

Anche in questo caso, la normativa fissa un valore di esposizione al di sopra del quale il datore di lavoro deve controllare i rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero a cui sono esposti i suoi lavoratori, e un valore limite di esposizione che non deve essere superato.

Anche qui, un'esposizione a valori inferiori a non esclude rischi di lesioni o traumi indotti da WBV, i quali possono peggiorare se si è esposti ad urti ripetuti, posture sfavorevoli o altro.

Le vibrazioni vengono tipicamente quantificate mediante la quantità cinematica 'accelerazione'. Due elementi importanti dell'accelerazione sono rappresentati dalla frequenza e dall'intensità. La frequenza¹⁷, è espressa in Hertz (Hz), mentre l'intensità è solitamente definita in base al valore quadratico medio dell'ampiezza (A), ed è espressa in m/s². Le intensità e le frequenze delle vibrazioni variano a seconda della sorgente che le produce.

Si può calcolare il Rischio per questi due tipi di vibrazioni.

Per quanto riguarda il calcolo che si andrà a svolgere, è importante conoscere questi valori:

 a_{hv} : valore totale dell'accelerazione quadratica media ponderata in frequenza (detta anche somma vettoriale o somma dell'accelerazione ponderata in frequenza);

A (8): esposizione giornaliera alle vibrazioni espressa in m/s²;

61

¹⁷ La frequenza è il numero di cicli completi nell'unità di tempo indicato.

 $A_j(8)$: contributo dell'operazione 'j' all'esposizione giornaliera alle vibrazioni espressa in m/s²;

 T_o : durata di riferimento di 8 ore

 T_i : durata totale dell'esposizione alle vibrazioni per l'operazione 'j'.

Gli effetti della esposizione umana alle vibrazioni sono principalmente legati ad alcuni fattori che caratterizzano la vibrazione stessa e ad alcuni altri parametri quali ad esempio la temperatura ambiente, l'abilità dell'operatore, il metodo di lavorazione, le forze di prensione e spinta, la postura e il rumore.

Nella valutazione dell'esposizione degli operatori si tiene conto dei seguenti fattori:

- Spettro in frequenza delle vibrazioni;
- Ampiezza della vibrazione;
- Durata dell'esposizione;
- Esposizione complessiva dell'operatore.

Ai fini della determinazione della esposizione alla vibrazione giornaliera e per facilitare il confronto tra differenti operazioni valutando il singolo contributo, verrà determinato l'esposizione parziale alle vibrazioni per singola operazione $A_i(8)$ e quindi l'esposizione giornaliera A(8).

Per queste determinazioni saranno utilizzate le formule [1] e [2].

$$A_{j}(8) = a_{hvi} \sqrt{[T_{j}/T_{o}]} [1]$$

$$A(8) = \sqrt{\left[\sum_{j=1}^{M} A(8)_{j}^{2}\right]} \quad [2]$$

Il D.Lgs 81/08 definisce i valori di riferimento, il limite di esposizione e il valore di azione per la valutazione della esposizione dei lavoratori.

Il valore d'azione, rappresenta il valore di esposizione a partire dal quale devono essere attuate specifiche misure di tutela per i soggetti esposti tra le quali la formazione dei lavoratori, l'attuazione di interventi mirati alla riduzione del rischio e il controllo sanitario periodico dei soggetti esposti.

Il valore limite invece rappresenta il livello di esposizione il cui superamento risulta vietato, il rischio è inaccettabile per un soggetto che vi sia esposto in assenza di dispositivi di protezione.

VALORI - SISTEMA MANO - BRACCIO

Valore limite di esposizione giornaliero 5 ms-²

Valore d'azione giornaliero 2,5 ms-²

VALORI – SISTEMA CORPO INTERO

Valore limite di esposizione giornaliero 1,0 ms-²

Valore d'azione giornaliero **0,5** ms-²

2.6.1. Valutazione dell'esposizione

Per valutare l'esposizione giornaliera è necessario identificare le operazioni che possono contribuire in modo significativo all'esposizione complessiva alle vibrazioni.

Sulla base dei dati forniti sono individuate, nel ciclo lavorativo aziendale, i seguenti dati:

- Mansioni esposte a vibrazioni meccaniche;
- Sorgenti di vibrazione (macchine ed attrezzature utilizzate, modalità di utilizzo, caratteristiche principali e ripetitive delle lavorazioni);
- Relativi tempi di utilizzo di macchine ed attrezzature (definizione di tempi di esposizione).

L'impiegato Tecnico è esposto solo alle vibrazioni corpo-intero dovute allo spostamento con l'auto aziendale, mentre l'Addetto agli Impianti è esposto alle vibrazioni corpo-intero e a quelle mano-braccio, per spostamento con diversi mezzi aziendali e per l'utilizzo di diverse apparecchiature (alcune utilizzate spesso ed altre saltuariamente).

L'impiegato tecnico

L'impiegato tecnico ha un'esposizione a corpo intero per circa due ore ogni giorno, abbiamo l'esposizione parziale a singola operazione, $A[8]_j$ uguale a 0,45 m/s² e il valore d'esposizione giornaliera A[8] è 0,2 m/s², risultando così un livello di rischio minore rispetto al Valore d'Azione giornaliero.

L'addetto agli impianti

Questa categoria di operatori invece ha un'esposizione mano-braccio e a corpo intero. Gli addetti agli impianti utilizzano diverse attrezzature, alcune regolarmente e altre solo occasionalmente.

Per quanto riguarda le attrezzature usate regolarmente per loro si ottiene un punteggio, per l'esposizione mano-braccio, di 1,3 m/s² e un punteggio di 0,4 m/s² per l'esposizione corpo intero, nei mezzi aziendali; in entrambi i casi la Fascia di Rischio per l'esposizione mano-braccio e il Livello di Rischio per il corpo intero sono minori del Valore d'Azione Giornaliero.

Invece per l'attrezzatura utilizzata sporadicamente, il livello di Esposizione A[8] è di 4,9 m/s²; in questo caso la Fascia di Rischio è più alta anche se è compreso tra il Valore d'Azione e il Valore Limite d'Esposizione Giornaliero.

Bisogna aggiungere che con questo rischio, l'addetto ha interazioni con altri fattori di rischio come ad esempio il rumore emesso dalle attrezzature utilizzate, i lavori svolti all'esterno nei mesi invernali con basse temperature e/o pioggia e il sovraccarico biomeccanico.

È un rischio che ha sicuramente bisogno di essere tenuto sotto controllo per la salute dei lavoratori.

CAPITOLO 3

3.6.1. Prevenzione e protezione

Quelli scritti nel capitolo precedente sono alcuni dei rischi più rilevanti all'interno del Servizio di Depurazione, oltre a quelli ce ne sono molti altri che fortunatamente hanno un livello di rischio più basso o trascurabile.

Le misure di prevenzione e protezione sono fondamentali per la salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Per questo è necessaria la Valutazione dei Rischi e il suo relativo Documento; per poter analizzare ogni zona, ogni mansione e, a volte, anche i singoli lavoratori della rispettiva azienda, per far si che si conoscano tutti i rischi presenti e che possano essere eliminati o ridotti o contenuti.

Grazie al Servizio di Prevenzione e Protezione e al Sistema di Gestione Integrato QSA, l'azienda ha un ottimo sistema di controllo, organizzazione, gestione, programmazione e di prevenzione di questi rischi, cercando di mantenerli o migliorarli dove possibile, seguendo sempre le normative in vigore. Laddove vengano utilizzati tutti i mezzi a disposizione per ridurre il rischio, se dopo i diversi interventi tecnici, organizzativi e procedurali quest'ultimo continua ad essere rilevante, si devono introdurre le misure di protezione (collettiva ed individuale).

3.1.1. Misure di tutela generale

Le misure di tutela generale, sono misure di prevenzione e protezione che vengono suddivise in 4 gruppi:

- Le misure tecniche, queste comprendono gli interventi sugli ambienti di lavoro e le postazioni, sul miglioramento degli impianti, sul ciclo tecnologico, sulle sostanze da sostituire e sui sistemi di monitoraggio e di contenimento dei rischi per la salute e la sicurezza;
- Le misure organizzative, che includono studi, interventi ed azioni atti a migliorare l'organizzazione interna per la salute e la sicurezza, la formazione l'informazione e addestramento dei lavoratori, interventi per migliorare le prestazioni del fattore umano (organizzazione persone, orario di lavoro, diminuzione tempi d'esposizione, eccetera) ai fini della prevenzione o della limitazione dei rischi e il controllo dell'ambiente e quello sanitario;
- Le misure procedurali, che comprendono gli interventi migliorativi sulle modalità e sulle pratiche di lavoro all'interno dell'attività considerata, quali attività indirizzate alla verifica, all'estensione, al controllo ed aggiornamento di tutti i regolamenti e le procedure interne, finalizzati alla tutela della salute e della sicurezza, nonché altri strumenti necessari per realizzare le migliori condizioni di lavoro, come manuali, istruzioni operative, procedure, eccetera;

• Le misure di protezione, i dispositivi utilizzati per proteggere i lavoratori.

3.1.2. Le procedure di Sicurezza

L'azienda utilizza delle procedure di sicurezza che possono essere definite come un insieme di azioni fisiche e/o mentali e/o verbali attraverso le quali raggiungere un obiettivo di tutela della salute, di sicurezza e di prevenzione dei rischi.

Contiene i comportamenti fondamentali che i lavoratori dovrebbero seguire allo scopo di ridurre al minimo il rischio di incidente o infortunio sul lavoro o di malattia professionale. Nelle procedure di sicurezza vengono stilate le modalità con cui devono essere portate a termine determinate operazioni pericolose, al fine di prevenire i rischi legati alla salute e la sicurezza. Le procedure sono formulate sulla base delle attività lavorative svolte. Sono il risultato delle misure di tutela che devono essere applicate. Le indicazioni sono anche un insieme di regole comportamentali che il lavoratore non dovrebbe in alcun caso disobbedire. Molte delle indicazioni fornite solitamente derivano dalle norme vigenti, ogni lavoratore deve mantenere un adeguato comportamento e un atteggiamento prudente che assicuri la incolumità propria e di quelli che lo circondano sul luogo di lavoro.

Tutti i lavoratori sono da informare e da formare sui rischi presenti e sulle misure di prevenzione e protezione da adottare. In base alle attività svolte può essere necessario anche un addestramento.

Per informazione, formazione e addestramento si intende :

- informazione: è il complesso delle attività dirette a fornire concetti e
 conoscenze utili per l'identificazione, la riduzione o contenimento e la
 gestione dei rischi nell'ambiente di lavoro;
- formazione: è un processo educativo attraverso il quale si passano ai lavoratori le conoscenze e le procedure utili per acquisire le competenze per svolgere la propria mansione in sicurezza e per l'individuazione, la riduzione e la gestione dei rischi. La formazione avviene ad esempio quando si introducono nuove attrezzature di lavoro e deve essere periodicamente ripetuta nel caso in cui ci sia qualche variazione del rischio;
- addestramento: è l'insieme delle attività dirette a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto delle attrezzature, delle macchine, degli impianti, delle sostanze, dei dispositivi (anche di protezione individuale) e le procedure di lavoro. L'addestramento deve essere effettuato da persona esperta, sul luogo di lavoro e durante l'orario di lavoro.

3.1.3. La Sorveglianza Sanitaria

Quando un lavoratore svolge una mansione nella quale la sua salute e la sua sicurezza è a rischio deve essere periodicamente controllato dal Medico Competente dell'azienda.

La sorveglianza sanitaria è regolamentata dal D.Lgs. 81/2008, art. 41e può essere effettuata per:

- *visita medica preventiva*, per constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro che il lavoratore è destinato;
- visita medica periodica, per controllare nel tempo periodicamente lo stato di salute dei lavoratori esposti al rischio;
- visita medica in occasione del cambio della mansione (con modifica dei rischi per la salute);
- visita medica alla cessazione del rapporto di lavoro, nei casi previsti dalla normativa vigente (nel caso di rischio chimico);
- *visita medica precedente alla ripresa del lavoro*, per i lavoratori in sorveglianza sanitaria periodica, a seguito di assenza per motivi di salute di durata superiore ai 60 giorni continuativi;
- *visita medica su richiesta del lavoratore*, richiesta dal lavoratore in correlazione ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute, in caso di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta.

Il lavoratore è obbligato a sottoporsi agli accertamenti previsti se, in base al Documento di Valutazione dei Rischi, risulta esposto ai fattori di rischio per i quali le norme di legge impongono la sorveglianza sanitaria; contemporaneamente anche il datore di lavoro è obbligato a far sottoporre i lavoratori a visita medica. Più il rischio è elevato più saranno frequenti le visite periodiche.

3.1.4. I dispositivi di protezione individuale (DPI)

I dispositivi di protezione vengono utilizzati nel caso in cui le misure di prevenzione non siano sufficienti a tenere un livello accettabile di Rischio. Possono essere collettivi o individuali.

I dispositivi di protezione sono scelti e adottati a seguito ed in conformità con la Valutazione dei Rischi e in base al programma delle misure di Prevenzione e Protezione e adeguati ai rischi effettivi. Hanno la precedenza, per importanza, sempre i dispositivi di protezione collettiva su i dispositivi di protezione individuale.

I DPI sono diversi e specifici per la parte del corpo che devono andare a proteggere, le caratteristiche che devono avere sono poi riportate nel D.Lgs. 81/2008 e sono classificati di prima, seconda o terza categoria in base al tipo e al livello di rischio da cui devono proteggere.

Per controllare la gestione dei DPI il Servizio di Prevenzione e Protezione dell'azienda,(SPP) ha predisposto e tiene aggiornato delle procedure di sicurezza. In particolare, ha redatto un elenco di DPI per mansione e per tipologia di attività.

Nella scelta del dispositivo in particolare, vengono valutate le caratteristiche dei DPI disponibili sul mercato, scegliendo quelli che soddisfano sia le specifiche esigenze di natura protettiva, sia gli aspetti ergonomici e di accettabilità da parte degli utilizzatori.

Tutti i soggetti aziendali, compresi gli utilizzatori, assicurano il mantenimento nel tempo delle caratteristiche specifiche dei DPI, attraverso la pulizia la manutenzione, le riparazioni o la sostituzione secondo le istruzioni fornite dal fabbricante.

Tutti i DPI sono sottoposti a periodica manutenzione e controllati prima di ogni utilizzo al fine di accertare l'assenza di anomalie e l'effettiva efficienza.

Impiegato tecnico

Per l'impiegato tecnico svolge attività di ufficio ed esegue occasionali sopralluoghi presso le aree di pertinenza. Durante le attività svolte nelle aree di pertinenza sono esposti ai rischi dell'impianto per questo devono essere tutelati. I DPI forniti agli impiegati tecnici sono:

l'elmetto, i tappi, la cuffia, l'archetto, la maschera di protezione per le polveri, la maschera di protezione per le sostanze chimiche, guanti per il rischio biologico e calzatura di sicurezza.

Addetto all'impianto

L'addetto all'impianto, a differenza dell'impiegato tecnico, sta a contatto con molti più rischi e per molto più tempo.

La mansione di addetto agli impianti di depurazione prevede lo svolgimento di attività di conduzione e controllo degli impianti per il trattamento delle acque reflue urbane. Tra le loro mansioni rientrano operazioni di ordinaria manutenzione delle aree, ad esempio le attività di manutenzione del verde durante il periodo estivo e saltuariamente la pulizia delle vasche. Quest'ultima attività, data la sua particolarità, viene programmata e sempre supervisionata. Gli addetti utilizzano lo spogliatoio situato presso il depuratore dove sono presenti i servizi igienici per permettere ai lavoratori di cambiarsi a fine turno.

I DPI forniti all'addetto agli impianti sono:

l'elmetto, i tappi, la cuffia e l'archetto, la maschera di protezione dalle polveri, un autorespiratore, occhiali con protezione laterale, visiera di protezione, tuta da lavoro, indumenti ad alta visibilità, indumenti per la protezione dal freddo e per la protezione degli acidi, guanti per il rischio meccanico, fisico e biologico, la calzatura di sicurezza, l'imbracatura di sicurezza e la cintura di posizionamento.

CONCLUSIONI

Come evidenziato al paragrafo 1.1, al fine di garantire una gestione eccellente sul piano della qualità dei servizi erogati, della capacità di analizzare i rischi e di prevenire i casi di infortunio sul lavoro e/o di malattia professionale nonché di ridurre i propri impatti negativi sull'ambiente, Aset S.p.A. ha adottato e attuato ormai da molti anni un Sistema di Gestione Integrato per la Qualità, la Salute e Sicurezza sul luogo di lavoro e per l'Ambiente in accordo alle norme UNI EN ISO 9001:2015, UNI EN ISO 45001:2018 e UNI EN ISO 14001:2015.

La gestione della sicurezza sul lavoro inserita nella strategia aziendale e integrata con la qualità e le politiche ambientali, migliora le performance e proietta verso un nuovo modello di competitività sostenibile.

La gestione della sicurezza inserita nella gestione complessiva dell'azienda è diventata quindi parte essenziale dei processi lavorativi, grazie alla sinergia dei sistemi di gestione che ha generato un nuovo modello di competitività sostenibile, offrendo opportunità di miglioramento e crescita delle performance aziendali.

Alla salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori, aggiornando costantemente il DVR aziendale e mantenendo aggiornata l'Analisi Ambientale della propria Organizzazione per identificare gli aspetti ambientali significativi, Aset S.p.A. ha individuato diversi prioritari i seguenti obiettivi, come:

- Monitorare costantemente il contesto interno ed esterno in cui opera;

- Valutare attentamente i rischi e le opportunità dei propri processi;
- Ridurre la gravità e la frequenza dei casi di incidente, infortunio e/o di malattia professionale;
- Diffondere la cultura della sicurezza, della prevenzione e del rispetto ambientale coinvolgendo in maniera sempre più efficace il personale aziendale;
- Assicurare una chiara definizione dei ruoli, delle competenze e delle responsabilità del personale in tema di salute e sicurezza sul lavoro e di ambiente;
- Identificare e analizzare in maniera sistematica i rischi e i pericoli connessi con tutte le attività e valutare anticipatamente i rischi per il personale per quanto in essere e per ogni nuova attività e/o processo, per consentire l'adozione di soluzioni in grado di prevenire infortuni e malattie professionali, promuovendo interventi correttivi ogni qual volta se ne ravvisi la necessità;
- Ridurre i costi diretti ed indiretti legati agli infortuni ed alle malattie professionali.

Con la norma UNI ISO 45001 migliorano le politiche di prevenzione e l'azienda ha uno strumento riconosciuto a livello internazionale per contrastare in maniera sempre più efficace infortuni e malattie professionali.

La norma UNI ISO 45001 del 2018 "Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro – Requisiti e guida per l'uso" è la prima norma internazionale a definire gli standard minimi di buona pratica per la protezione dei lavoratori in tutto il mondo. Stabilisce un quadro per migliorare la sicurezza, ridurre i rischi in ambito lavorativo e migliorare la salute e il benessere dei lavoratori, permettendo così di aumentare le performance in materia di salute e sicurezza a qualsiasi organizzazione che scelga di certificare sotto accreditamento il sistema di gestione.

Sviluppata dall'International Organization for Standardization (ISO) con il contributo di esperti di oltre 70 Paesi del mondo, e recepita a livello nazionale dall'Ente Italiano di Normazione (UNI), fornisce dunque un quadro internazionale che tiene conto dell'interazione tra l'azienda e il suo business.

Nata per garantire uniformità tra le varie norme ISO sui sistemi di gestione, la UNI ISO 45001 adotta la Struttura ad Alto Livello e le principali novità:

Risk based thinking

Nel nuovo approccio basato sul rischio, il rischio viene definito "effetto dell'incertezza" e dunque colto in un senso ampio. Può assumere un'accezione positiva o negativa, e orientare l'azienda a focalizzare sia i rischi che le opportunità di migliorare le prestazioni del sistema.

Analisi del contesto

La progettazione del sistema di gestione deve tenere conto del contesto in cui opera l'organizzazione nella sua accezione più ampia, compresi gli aspetti logistici, urbanistici, sociali, culturali, politici, legali, normativi del settore di mercato e molti altri. L'analisi permette di comprendere i fattori interni, ma soprattutto quelli esterni, che possono influenzare le prestazioni del sistema.

Leadership

L'alta direzione deve dare un forte committment affinché sia ripreso a tutti i livelli della catena di comando.

• Coinvolgimento

Diventano centrali gli aspetti della partecipazione e consultazione dei lavoratori, a partire dai Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS), strumenti imprescindibili per individuare i pericoli occulti e per l'attuazione delle politiche di prevenzione.

• Outsourcing

Acquisti e appalti vengono compiutamente disciplinati, con la distinzione tra fornitori di beni e di servizi, poiché è in particolare nella categoria degli appaltatori o *contractors* che molto spesso si verificano infortuni.

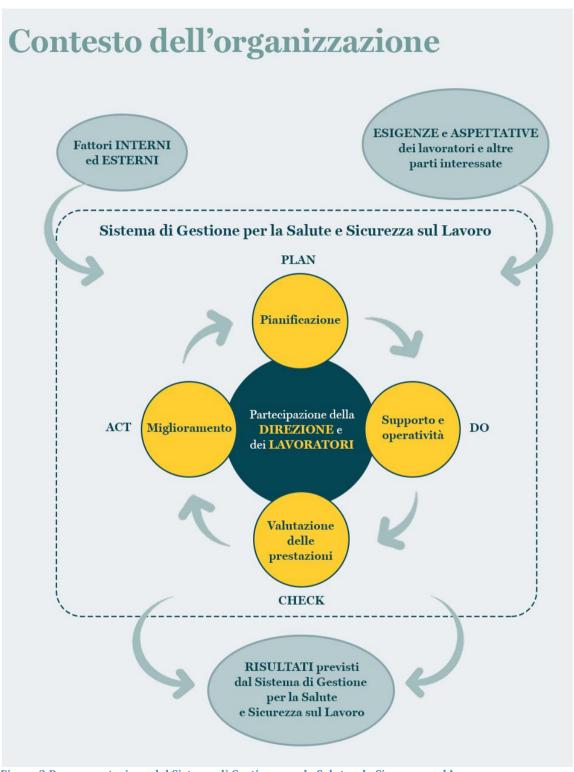


Figura 3 Rappresentazione del Sistema di Gestione per la Salute e la Sicurezza sul Lavoro

L'impianto di depurazione è un luogo di lavoro che conta molti rischi che se non vengono controllati, prevenuti e contenuti, possono compromettere l'incolumità di chi ci lavora.

Il lavoro svolto da Aset S.p.A. in materia di prevenzione e protezione è davvero notevole, questo lo si può vedere attraverso i dati di malattie professionali e incidenti sul lavoro dell'azienda.

Come riportato in tabella, la quale riporta il numero di infortuni dall'anno 2007 all'anno 2019, possiamo notare nell'arco di questi 12 anni, ci sono stati solo 4 infortuni nel servizio di depurazione; uno nel 2007, uno nel 2009, uno nel 2010 e uno nel 2017.

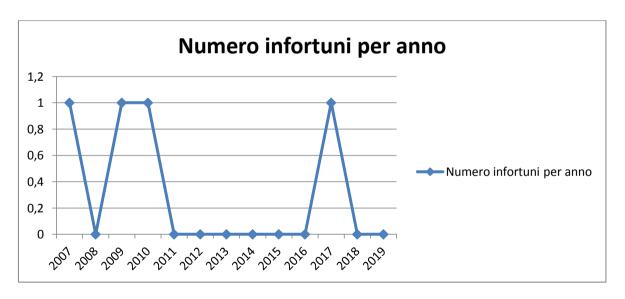


Grafico 1 Rappresentazione del numero di infortuni per anno negli ultimi 12 anni

La durata di questi infortuni oscilla tra i 10 e i 19 giorni. Si calcola con il numero totale dei giorni di assenza per infortunio nel periodo/ il numero in infortuni nel periodo.

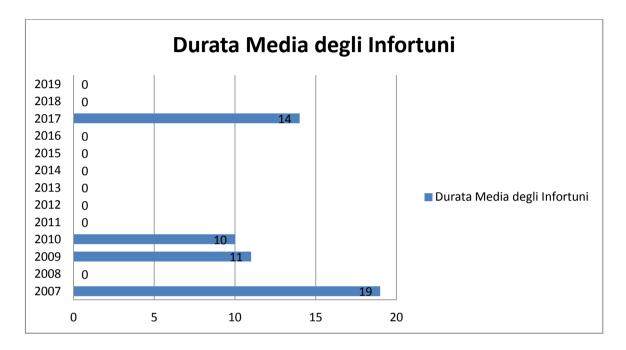


Grafico 2 Durata Media per anno, dei giorni in malattia

È stato poi calcolato l'indice di gravità di questi infortuni, dividendo il numero di giorni di assenza sul periodo per infortunio (≥ 3 gg.) x 1000/ore totali lavorate sul periodo da impiegati ed operai.

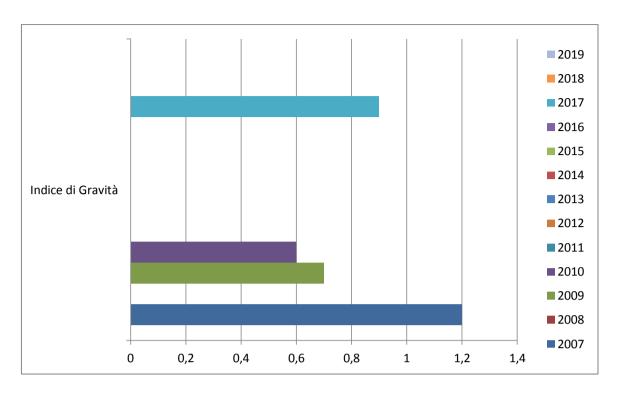


Grafico 3 Indice di Gravità degli infortuni

E con questi dati raccolti possiamo concludere dicendo che nessuno degli infortuni, avvenuti nel Servizio di Depurazione nell'arco di 12 anni,fu grave. Dai dati controllati è emerso che gli infortuni sono avvenuti tutti a causa di sottovalutazioni del rischio da parte dei lavoratori.

Oltre alla testimonianza visiva dovuta alla frequenza volontaria svolta in azienda, anche i dati possono confermare che il Servizio di Depurazione, nonostante sia un luogo che conta molti ed elevati rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori all'interno dei propri impianti, è di fatto un luogo di lavoro sicuro per gli addetti e impiegati che vi lavorano.

BIBLIOGRAFIA

Aldo de Matteis, *Infortunio sul lavoro e malattie professionali*, Giuffrè Editore, 2011.

Carlo Sigmund, *Teoria e pratica della depurazione delle acque reflue*, Dario Flaccovio Editore, II Edizione, 2008.

D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81 e s.m.i. aggiornato con l'Accordo Conferenza Stato Regioni 7 luglio 2016, il D.Lgs.159/2016 (Campi elettromagnetici) il "milleproroghe 2017", *Testo Unico per la Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro*, EPC Editore, VII Edizione a cura di Andrea Pais, 2017.

D.Lgs. n.152 del 5 aprile 2006, Norme in Materia Ambientale.

Direttiva 2002/44/CEE, Prescrizioni Minime di Sicurezza e Salute Relative all'Esposizione dei Lavoratori ai Rischi Derivanti dagli Agenti Fisici (Vibrazioni).

Eva Pietrantonio, Fulvio d'Orsi, Giacomo Guerriero, *La valutazione del rischio chimico*, EPC Editore, V Edizione, 2015.

Giordano Urbini, Massimo Raboni, Vincenzo Torretta, *Ingegneria Sanitaria Ambientale – Processi e impianti*, Dario Flaccovio Editore, 2016.

Giovanni De Feo, Maurizio Galasso, Sabino de Gisi, *Fanghi di depurazione – Produzione, caratterizzazione e trattamento*, Dario Flaccovio Editore, 2013.

Luigi Masotti, *Depurazione delle acque – Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*, Edagricole, 2011.

Regolamento (CE) n.1272/2008, Classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele.

Regolamento (CE) n. 1907/2006, Registrazione, Valutazione, Autorizzazione e Restrizione delle Sostanze Chimiche (REACH).

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ora dedicare questo spazio a chi ha permesso la realizzazione di questa tesi e a chi mi è stato accanto durante questo percorso.

Inizio con il ringraziare la Professoressa Lory Santarelli; per aver accettato di essere la mia relatrice, per la disponibilità e la cortesia avuta nei miei confronti.

Grazie a lei, alla Coordinatrice e al Tutor del corso, ai professori e a tutte le guide avute nelle aziende che ho frequentato per il tirocinio, per avermi trasmesso la passione per questa professione.

Un grandissimo grazie anche alla mia correlatrice Cinzia Tanda, per il fantastico supporto durante la frequenza volontaria all'interno dell'azienda Aset S.p.A., per il tempo che mi ha dedicato, per ciò che mi ha insegnato, per i consigli e i momenti di riflessione avuti insieme; farò tesoro di tutto questo per il mio futuro. Insieme a lei ci tengo a ringraziare Paolo Menchetti, Eleonora Radicchi, Guido Tinti, Claudia Zoppi e Francesco Tadei, per il loro aiuto e gli strumenti che mi hanno fornito che sono stati fondamentali per la creazione di questa tesi. Grazie anche al Presidente di Aset, Paolo Reginelli, che mi ha permesso di svolgere la frequenza volontaria all'interno dell'azienda.

A mio padre e a mia madre; nessuna parola o frase, potrebbe spiegare quanto io sia grata per tutto quello che hanno fatto e che fanno per me, per avermi permesso di essere qui oggi, per essermi sempre stati accanto nonostante le mie

crisi e per aver condiviso e festeggiato con me ogni mio successo. Questo giorno è dedicato a voi.

Grazie a mia nonna Teresa e a Gennaro per avermi accolta ogni volta che ne avevo bisogno, facendomi sentire come se fossi a casa, e a tutti i parenti che mi sono stati accanto.

Questi anni sono stati fantastici anche grazie ai miei compagni di corso, specialmente un sentito grazie va a Ilaria, Silvia, Martina, Jessica, Irene ed Elisabetta, perché sono state la mia salvezza e sono felice di aver trovato delle vere amiche con cui condividere le grandi emozioni di questi anni.

Non posso non menzionare e non ringraziare Denis, per avermi aiutata con lo studio e per avermi supportata per superare il test d'ingresso.

Per concludere voglio ringraziare tutti i miei amici, da quelli vecchi a quelli nuovi. Ognuno di loro mi è stato accanto nei momenti più difficili e anche in quelli più belli. Mi hanno spronato a dare il meglio di me, mi hanno aiutato a crescere e maturare, mi hanno insegnato la pazienza, a non arrendermi, a perseverare per raggiungere i miei obiettivi, ad apprezzarmi per quello che sono e a migliorarmi. Mi hanno ascoltata (alcuni fino a notte tarda), mi hanno dato consigli, mi hanno teso una mano nei momenti di difficoltà e mi hanno fatto sentire amata e compresa.

Non ho avuto fratelli, ma la vita mi ha regalato delle persone che io reputo tali, persone su cui so che posso sempre contare.

Per questo, un Grazie di cuore a Micaela, una colonna importante nella mia vita che è con me da sempre, che mi ha insegnato ad essere un po' meno timida e a cogliere il momento, a Martina, mia maestra di vita (e a volte anche mamma), che trova sempre la frase giusta per confortarmi, senza di lei sarei persa, e ad Elena, che mi ha insegnato a prendermela un po'di meno e a stare più tranquilla; l'ho conosciuta solo più recentemente ma è ora uno dei miei punti di riferimento.

Grazie anche a Silvia e Francesca, che da sempre sono pronte a tirarmi su di morale e a far festa; alle nostre serate e ai nostri pomeriggi a cercare di studiare senza combinare granché. A Francesco, che a causa del suo lavoro è sempre in giro per il mondo, ma che appena può, torna per aggiornarsi sulle nostre vite purtroppo distanti e a raccontarci le sue avventure.

A Radu, che non vedo da più di un anno, ma che sento ogni giorno ed è come se fosse qui; mi sostiene nelle vicende quotidiane tramite i suoi consigli, mi ascolta e cerca di farmi ragionare su ogni cosa.

Alla compagnia di una vita, a Rebecca, Alberto, Vanessa, Luca, Erica, Filippo, con i quali sono cresciuta, che nonostante tutto sono sempre rimasti al mio fianco; e anche ai nuovi amici del gruppo con cui ho legato molto negli ultimi tempi.

Alla Banda del Lisippo, ad Alberto, Alessandro, Andrea, Annalisa, Caterina, Enrico, Giovanni, Melania, Nicola S., Nicola U., Pietro, Vincenzo e Vittoria;

che ho conosciuto da pochi anni, ma con i quali ho legato così tanto che mi sembra di conoscerli da sempre.

E ad Elena e Marco, che insieme ad altri amici, mi hanno accompagnata in molti dei miei viaggi fino ad Ancona Torrette, facendomi sentire meno sola, regalandomi un sorriso e una risata anche alle 7 di mattina, o alla sera dopo nove ore di lezioni.

Non è facile trovare le parole per ringraziare tutti, ma conservo nel mio cuore tutto quello che queste persone mi hanno insegnato e i bellissimi momenti passati insieme. Non sono riuscita ad aggiungere tutti, ringrazio anche chi non ho nominato e ci tengo a dire che ricordo ogni singola cosa che è stata fatta per me e il supporto che mi è stato dato.

Se ora sono qui il merito è di ogni persona che mi è stata vicina, anche solo per una frase di incoraggiamento; vi sono davvero riconoscente.

Grazie a tutti.