

**La sicurezza per gli operatori
degli impianti
di termovalorizzazione
e di incenerimento**

Pubblicazione realizzata da

INAIL - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp)

AUTORI

per Contarp Centrale

Annalisa Guercio

Paolo Fioretti

per Contarp Lombardia

Biagio Principe

Patrizia Santucci

Fotografie

Paolo Fioretti, Annalisa Guercio, Biagio Principe

Disegni

Nicoletta Todaro

Per informazioni

Direzione Generale - CONTARP

00143 Roma - Via Roberto Ferruzzi, 40

tel. 0654872785 - fax 0654872365

contarp@inail.it

Direzione Regionale Lombardia - CONTARP

20121 Milano - Corso di Porta Nuova, 19

tel. 0262586520 - fax 0262586004

lombardia-contarp@inail.it

Direzione Centrale Comunicazione

00144 Roma - Piazzale Giulio Pastore, 6

dccomunicazione@inail.it

www.inail.it

© 2013 INAIL

La pubblicazione viene distribuita gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

ISBN 978-88-7484-308-4

Stampato dalla Tipolitografia INAIL - Milano, settembre 2013

Questo opuscolo, di carattere divulgativo e generale, è frutto di uno studio di settore condotto dalla CONTARP dell'INAIL, compreso in un'attività più ampia che la stessa Consulenza svolge sugli aspetti di salute e sicurezza sul lavoro nel campo della gestione dei rifiuti e delle acque reflue.

La ricerca, sviluppata negli anni attraverso numerosi sopralluoghi in realtà produttive differenti, ha condotto a individuare i molteplici rischi connessi al complesso ciclo produttivo e a proporre soluzioni di prevenzione più aderenti alle realtà industriali.

Il prodotto editoriale è a disposizione di quanti sono coinvolti nelle attività di trattamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) tramite incenerimento ed eventuale termovalorizzazione.

Il valore aggiunto del prodotto consiste nel fornire una visione "globale" della prevenzione dei rischi - tutela dell'ambiente e dell'uomo-lavoratore - che dovrebbe appartenere a tutti i gestori di impianti a elevato impatto ambientale e sociale.

Tale visione dovrebbe partire da lontano, ossia da una corretta gestione dei rifiuti in toto: per tale motivo, la lettura di questo opuscolo non può che essere collegata ai precedenti lavori e soprattutto alle Linee di Indirizzo per l'implementazione di un Sistema di Gestione della Sicurezza sul Lavoro per le aziende dei Servizi Ambientali e Territoriali (SGSL-R), emanate all'inizio del 2012 e realizzate da una task force mista (Inail, aziende, OO.SS, Fondazione Rubes Triva) in base all'Accordo tra Inail e Federambiente.

L'obiettivo della pubblicazione dopo un'attenta valutazione dei rischi lavorativi, potenzialmente sinergici, presenti in queste operazioni di complessità elevata, è quello di illustrare gli opportuni sistemi di prevenzione e protezione, sia collettivi sia individuali, di tipo gestionale, organizzativo e tecnologico-progettuale, indicando gli interventi per migliorare le condizioni e gli ambienti di lavoro.

Indice

	Pag.
1 Metodologia di valutazione del rischio	7
2 Cenni di legislazione sull'incenerimento	8
3 Ciclo di trattamento	12
3.1 <i>Impianti per l'incenerimento di RSU</i>	12
3.2 <i>Mansioni</i>	19
3.3 <i>Impianti alternativi</i>	21
4 I rischi professionali	25
4.1 <i>Rischi per la sicurezza</i>	27
4.1.1 <i>Infortuni</i>	27
4.1.2 <i>Incendi ed esplosioni</i>	28
4.1.3 <i>Spazi confinati</i>	29
4.1.4 <i>Rischi da carenze di sicurezza elettrica</i>	33
4.1.5 <i>Rischi da incidenti rilevanti</i>	34
4.2 <i>Rischi per la salute o igienico-ambientali</i>	35
4.2.1 <i>Rischio chimico</i>	35
4.2.2 <i>Rischio da agenti biologici</i>	43
4.2.3 <i>Rischio rumore e vibrazioni</i>	44
4.2.4 <i>Rischi da campi elettromagnetici</i>	45
4.3 <i>Rischi organizzativi</i>	46
4.3.1 <i>Rischi da interferenze</i>	46
4.3.2 <i>Rischio da lavoro solitario e notturno</i>	47
4.3.3 <i>Rischi da carenze strutturali</i>	48
4.4 <i>Rischi legati agli interventi di manutenzione</i>	49
5 Sistemi di prevenzione e protezione	55
5.1 <i>Sistemi di prevenzione</i>	58
5.1.1 <i>Misure organizzative e tecniche</i>	62
5.1.2 <i>Misure procedurali</i>	87
5.1.3 <i>Iniziative "politiche"</i>	92
5.2 <i>Sistemi di protezione</i>	94
6 Per ricordare meglio: le schede di rischio e dei sistemi di prevenzione e protezione	97

APPENDICE 1: Adempimenti normativi	114
<i>A1.1 Rischio infortunistico</i>	114
<i>A1.2 Rischio chimico</i>	115
<i>A1.3 Rischio rumore</i>	118
<i>A1.4 Prevenzione incendi e lotta antincendio</i>	120
<i>A1.5 Rischio biologico</i>	123
<i>A1.6 Spazi confinati</i>	126
 APPENDICE 2: Sorveglianza sanitaria	 128
 Glossario sicurezza	 135
 Glossario ambiente	 138
 Approfondimenti	 142

1 - Metodologia di valutazione del rischio

La valutazione del rischio è stata effettuata suddividendo l'intero ciclo di lavorazione in differenti fasi ed individuando, per ciascuna di esse, le fonti di pericolo.

Al fine di evidenziare eventuali anomalie nella gestione della sicurezza dal punto di vista tecnico, organizzativo e procedurale, sono state analizzate le possibili interazioni tra uomo e macchina/attrezzatura/ambiente di lavoro che intervengono durante la normale attività lavorativa, l'ordinario funzionamento degli impianti ed in occasione delle attività di pulizia e manutenzione, comprese le situazioni di emergenza.

La valutazione del rischio si è articolata in tre fasi:

- 1) il riconoscimento delle **fonti di pericolo**, per fasi e per aree di attività, e l'identificazione dei **rischi professionali**, con definizione delle priorità di intervento
- 2) l'individuazione delle potenziali **sinergie** tra i diversi fattori di rischio.
- 3) l'individuazione delle **misure di riduzione del rischio** e dei **sistemi di prevenzione e protezione**

L'identificazione e la valutazione dei rischi per la sicurezza e per la salute hanno permesso di indicare interventi per l'adozione di:

- ⇒ **misure preventive** finalizzate alla riduzione della probabilità di esposizione al rischio;
- ⇒ **misure protettive**, sia **collettive** sia **individuali**, finalizzate alla riduzione del danno.

2 - Cenni di legislazione ambientale sull'incenerimento

Una gestione dei rifiuti sostenibile il cui ciclo sia realmente integrato deve provvedere a prevenire la stessa produzione di rifiuti, qualora effettivamente realizzabile. La seconda priorità consiste nella loro minimizzazione, in termini volumetrici e di pericolosità, qualora economicamente sostenibile. Infine, il reimpiego, il riciclaggio e il recupero di materia e di energia dovrebbero essere attività il cui fine ultimo è l'abbandono graduale dell'utilizzo delle discariche, quale modalità di smaltimento definitivo e solo per materiale non recuperabile. In ogni caso, la gestione dei rifiuti, essendo attività di pubblico interesse, deve avvenire secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza e garantendo elevati standard di sicurezza e protezione ambientale, ossia senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente.

Il D.Lgs. 152/06 "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati", nella parte dedicata alla gestione dei rifiuti (Titolo I, Capo I "Disposizioni generali"), ribadisce questi principi, già enunciati nella precedente legislazione, e sottolinea che tale gestione deve essere effettuata conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario.

Nella Parte Seconda del D.Lgs. 152/06 "Procedure per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS), per la Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) e per l'autorizzazione Ambientale Integrata (IPPC)" sono disciplinate le azioni per garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e promuovere lo sviluppo sostenibile, con riferimento al D.Lgs. 59/05 "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento".

In tale decreto sono definiti i principi generali dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per gli impianti industriali nell'ambito di programmi di riduzione progressiva delle emissioni di sostanze inquinanti. In sostanza, l'autorità competente, nel determinare le condizioni per l'autorizzazione integrata ambientale, fermo restando il rispetto delle norme di qualità ambientale, deve tenere conto dei seguenti principi generali:

- a) devono essere prese le opportune misure di prevenzione dell'inquinamento, applicando in particolare le migliori tecniche disponibili;
- b) non si devono verificare fenomeni di inquinamento significativi;
- c) deve essere evitata la produzione di rifiuti. In caso contrario i rifiuti sono recuperati o, ove ciò sia tecnicamente ed economicamente impossibile, sono eliminati evitandone e riducendone l'impatto sull'ambiente;
- d) l'energia deve essere utilizzata in modo efficace;
- e) devono essere prese le misure necessarie per prevenire gli incidenti e limitarne le conseguenze;
- f) deve essere evitato qualsiasi rischio di inquinamento al momento della cessazione definitiva delle attività e il sito stesso deve essere ripristinato ai sensi della normativa vigente in materia di bonifiche e ripristino ambientale.

A tal fine, è utilizzata l'espressione "migliori tecniche disponibili" (MTD o BAT, *Best Available Techniques*), su cui è basata l'AIA, introdotta dalla cosiddetta direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*); le MTD forniscono standard operativi e prestazionali ben definiti nel contesto tecnico ed economico ma non sono generali, bensì specifiche in base alla tipologia di interventi migliorativi da realizzare.

Con le MTD, quindi, si introduce un approccio integrato e flessibile alla disciplina IPPC, promuovendo il superamento della logica del *command and control* e lo sviluppo tecnologico dell'industria europea, stimolando la modernizzazione e la continua ricerca di tecnologie pulite.

Il rilascio dell'AIA avviene valutando le considerazioni di cui all'Allegato IV del D.Lgs. 59/05 e nel rispetto delle Linee Guida relative alle MTD, emanate con uno o più decreti ed elaborate da una commissione composta da esperti della materia e da rappresentanti di interessi industriali e ambientali.

Nel caso di mancata elaborazione di linee guida specifiche, l'autorità competente potrà rilasciare l'AIA, sulla base dei dodici fattori indicati nell'allegato IV al decreto, qui di seguito elencati.

1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti
2. Impiego di sostanze meno pericolose
3. Sviluppo di tecniche per il ricupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti
4. Processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale.

5. Progressi in campo tecnico e evoluzione, delle conoscenze in campo scientifico.
6. Natura, effetti e volume delle emissioni in questione.
7. Date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti;
8. Tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile.
9. Consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo e efficienza energetica.
10. Necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi.
11. Necessità di prevenire gli incidenti e di ridurre le conseguenze per l'ambiente;
12. Informazioni pubblicate dalla Commissione europea ai sensi dell'art. 16, paragrafo 2, della direttiva 96/61/CE, o da organizzazioni internazionali.

Il ruolo delle MTD, tese a evitare o, se ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso, in relazione a tutte le matrici interessate (acqua, aria, suolo), nel rispetto degli specifici requisiti stabiliti dalla normativa vigente, è stato messo in rilievo dai documenti BREF (*BAT Reference documents*) elaborati da gruppi di lavoro tecnici costituiti dallo European IPPC Bureau (EIPPCB) e corrispondenti ai 33 settori di attività elencate dall'All. 1 della direttiva 96/61/CE

Riguardo al settore dei rifiuti, i BREFs di riferimento, realizzati nel 2005 e emanati formalmente nel 2006, sono: "Waste Incineration" e "Waste Treatments".

In Italia, nello stesso periodo è stato emanato il D.Lgs. 133/05 "Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti" per gli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti: esso stabilisce le misure e le procedure finalizzate a prevenire e ridurre per quanto possibile gli effetti negativi dell'incenerimento e del coincenerimento dei rifiuti sull'ambiente, in particolare l'inquinamento atmosferico, del suolo, delle acque superficiali e sotterranee, nonché i rischi per la salute umana che ne derivino.

Coerentemente ai concetti sopra riportati, il decreto disciplina:

- a) i valori limite di emissione degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti;
- b) i metodi di campionamento, di analisi e di valutazione degli inquinanti derivanti dagli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti;

- c) i criteri e le norme tecniche generali riguardanti le caratteristiche costruttive e funzionali, nonché le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti, con particolare riferimento alle esigenze di assicurare una elevata protezione dell'ambiente contro le emissioni causate dall'incenerimento e dal coincenerimento dei rifiuti;
- d) i criteri temporali di adeguamento degli impianti di incenerimento e di coincenerimento di rifiuti esistenti alle disposizioni del presente decreto.

Il concetto di Migliori Tecniche Disponibili è sovrapponibile al significato di Buone Prassi per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori: molte delle soluzioni di prevenzione dei rischi professionali indicate in questo opuscolo sono state suggerite dalle "Linee Guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99. Linee guida relativa ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC: 5 Gestione dei rifiuti" realizzate dall'APAT nel 2002 e opportunamente adeguate alla specificità della problematica.

Tale convergenza dimostra quanto il concetto di "prevenzione globale" possa supportare le aziende nel doppio perseguimento degli obiettivi di tutela dei lavoratori e dell'ambiente.

3 - Ciclo di trattamento

3.1 - Impianti per l'incenerimento di RSU

Con il termine “incenerimento”, si indica un processo di ossidazione di sostanze organiche, il cui scopo principale è quello di convertire sostanze pericolose in composti gassosi (acqua, anidride carbonica) e in residui solidi inerti (ceneri e scorie).

La pericolosità dei rifiuti dipende dalla loro stessa natura.

I rifiuti urbani contengono sostanze potenzialmente patogene perché putrescibili; i rifiuti speciali di origine industriale presentano caratteristiche di nocività legate alla presenza di sostanze chimiche.

Tramite l'incenerimento si ottiene la distruzione della frazione organica, con conseguenti notevoli riduzioni in massa e volume; tale tecnica può perciò essere indicata come una modalità di smaltimento finale dei rifiuti (termodistruzione).

Ad essa è combinato il recupero energetico (sotto forma di energia elettrica e/o termica) del contenuto entalpico dei fumi di combustione, provenienti dal trattamento termico diretto sia dei rifiuti solidi tal quali che del Combustibile Da Rifiuti (CDR), nel caso di pretrattamenti meccanico-biologici.

Le caratteristiche degli impianti di incenerimento dipendono sostanzialmente dalle tipologie di forno:

- i **forni a griglia** sono utilizzati per i RSU e idonei anche per CDR non di qualità
- i **forni a letto fluido** e i **forni a piani multipli** sono applicati a rifiuti speciali omogenei (fanghi) e per il CDR a buon livello di nobilitazione
- i **forni a tamburo rotante** sono utilizzati per rifiuti speciali e pericolosi, solidi, fangosi e liquidi, ma idonei anche per RSU e CDR.

In Italia, la tecnologia più diffusa e consolidata è il forno a griglia mobile raffreddata ad acqua o ad aria.

I sistemi di abbattimento dei fumi, necessariamente connessi all'incenerimento, sono invece di diverso genere a seconda che il trattamento sia a **secco**, a **semi-secco** o a **umido**.

Altri impianti, cosiddetti “ausiliari”, a servizio di un impianto di termotrattamento sono:

- impianto di demineralizzazione per l'acqua di alimento e reintegro del circuito termico (eventuale)

- impianto di aria compressa
- gruppo elettrogeno di soccorso che consenta la fornitura di energia elettrica al quadro comando, all'illuminazione e al ventilatore di tiraggio in coda.

Per una corretta gestione, oltre ai presidi ed alle apparecchiature di controllo previste dalla legislazione, l'impianto deve essere dotato di servizi generali e degli accessori di seguito indicati:

- recinzione perimetrale
- viabilità interna, segnaletica e percorsi pedonali
- sistemi di controllo degli accessi
- impianto di pesatura
- locali per servizi del personale comprensivi di:
 - spogliatoi
 - docce e servizi igienici
 - locale mensa
- locali per uffici
- locali attrezzati ad officina elettro/strumentale
- locali attrezzati ad officina meccanica
- locali per laboratorio analisi.

Nel caso di predisposizione al ricevimento di rifiuti sanitari, al fine di ridurre la possibilità di contatto da parte degli operatori, l'impianto deve essere dotato di:

- container specifici dotati di impianti di lavaggio e disinfezione
- container sigillati e combustibili
- sistemi di caricamento automatico dedicato nel forno
- sistemi specifici di stoccaggio e movimentazione
- celle frigorifere per stoccaggi superiori alle 48 ore
- sistemi di pre-trattamento per la disinfezione con vapore in autoclave in pressione e di trattamento con acqua calda.

Tipologia di rifiuti sanitari

agenti infettivi e materiale tagliente	parti anatomiche
indumenti e stracci contaminati	attrezzatura medica
sostanze farmaceutiche	materiali da imballaggio
rifiuti veterinari	rifiuti di laboratorio

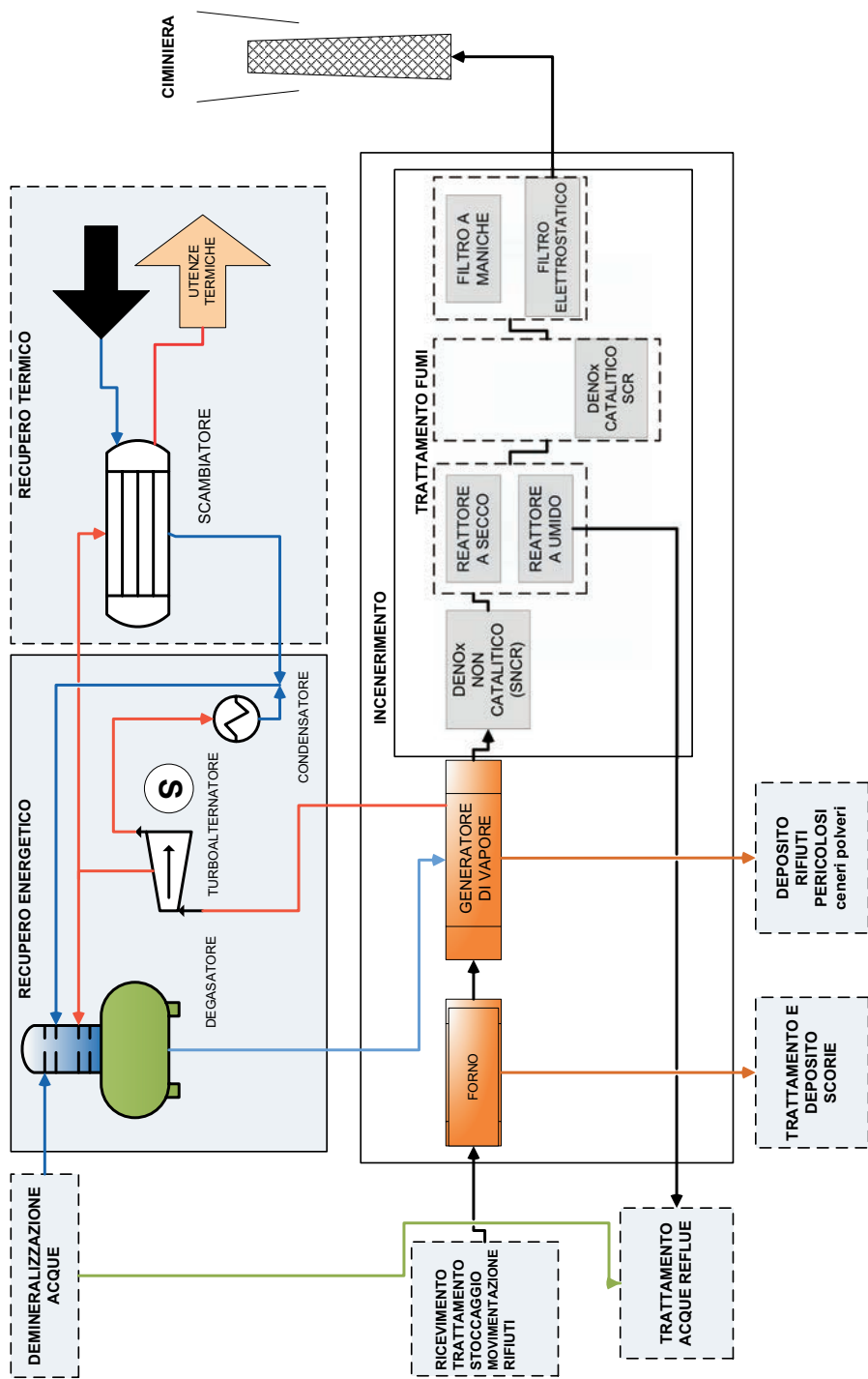
Fasi del trattamento

Processo	Attività
Conferimento, stoccaggio e alimentazione rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> - registrazione automezzi in ingresso - ricevimento e pesatura dei rifiuti - supervisione e controllo - attività amministrativa - apertura automatica dei portoni della zona di scarico - movimentazione dei rifiuti - scarico dei rifiuti dai mezzi di trasporto in fossa - chiusura automatica dei portoni - alimentazione dei rifiuti ingombranti nella tramoggia del trituratore (eventuale) - stoccaggio temporaneo del rifiuto tritato - controllo da cabina di pilotaggio - ricevimento, movimentazione e scarico automatico in camera di combustione dei rifiuti ospedalieri (eventuale) - controllo e gestione rifiuti radioattivi in entrata (eventuale).
Combustione dei rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> - avvio dei rifiuti al forno, tramite sistemi meccanici - combustione in una delle seguenti tipologie di camere di combustione: <ul style="list-style-type: none"> • forni a griglia • forni a tamburo rotante • combustori a letto fluido.
Produzione di vapore	<p>Recupero di calore tramite produzione di vapore in un generatore costituito da tre sezioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vaporizzatore a tubi d'acqua • banchi di surriscaldamento • economizzatore.
Produzione di energia	<p>Invio di vapore surriscaldato a una turbina collegata ad un alternatore sincrono.</p> <p>Condensazione sotto vuoto del vapore scaricato dalla turbina.</p>

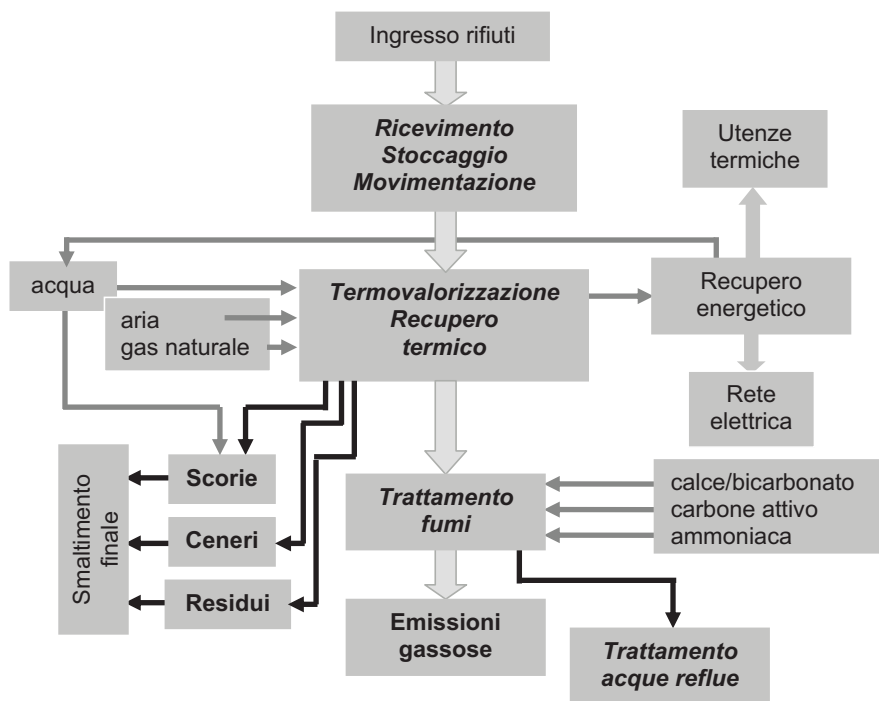
Processo	Attività
Trattamento dei fumi	<p>Depurazione dei fumi tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> - processi di filtrazione/adsorbimento a secco o a semisecco - processi di assorbimento a umido, eventualmente senza scarichi liquidi e/o con l'impiego di reagenti specifici - processi di adsorbimento specifici a secco o a semisecco con iniezione di carbone attivo o coke, «polishing» finale con iniezione di carbone attivo e filtrazione, a valle di un sistema a umido - processi di riduzione degli ossidi di azoto per via catalitica (DeNOx SCR) o non catalitica (DeNOx SNCR).
Trattamento chimico-fisico delle acque di scarico	<ul style="list-style-type: none"> - accumulo ed equalizzazione - condizionamento chimico - chiariflocculazione - condizionamento chimico – filtrazione - trattamento fanghi.
Allontanamento delle polveri	<p>Rimozione delle polveri per via meccanica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cicloni e multicicloni - filtri elettrostatici (a secco e ad umido) - filtri a maniche. <p>Movimentazione per lo smaltimento finale.</p>
Raccolta, stoccaggio ed evacuazione dei residui	<p>Raccolta, stoccaggio ed evacuazione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - scorie o ceneri pesanti dalla camera di combustione tramite sistemi meccanici ad umido o a secco in funzione del tipo di apparecchiatura di combustione; convogliamento tramite sistemi meccanici ad un sistema di stoccaggio, in attesa del destino finale - polveri di caldaia rimosse periodicamente dalle superfici di scambio del generatore di vapore, poi raccolte, trasportate e stoccate in sistemi chiusi - ceneri leggere separate da sistemi di abbattimento che residuano dai sistemi di trattamento dei fumi, poi raccolte, trasportate e stoccate in sistemi chiusi. <p>Nel trattamento fumi a secco con bicarbonato di sodio, trattamento dei residui sodici recuperati sotto forma di salamoia di sali di sodio.</p>

Processo	Attività
Post combustione	<p>Combustione controllata, in fase gassosa, in camera separata dalla camera primaria e funzionante in condizioni adiabatiche, per il completamento delle reazioni di ossidazione; necessaria per i forni a tamburo rotante.</p> <p>In alternativa alla camera di post-combustione, le configurazioni più recenti prevedono una zona, in continuità con la camera primaria, a combustione controllata, posta a valle dell'ultima immissione di aria secondaria, mantenuta a temperatura di almeno 850 °C per un tempo superiore a due secondi in presenza di un tenore idoneo di O₂ nei fumi.</p>
Manutenzione	<ul style="list-style-type: none"> - manutenzione e pulizia di: <ul style="list-style-type: none"> • aree di lavoro e strutture • aree di carico e scarico di materiali e rifiuti • carri ponte • circuiti • caldaia e aree collegate • scambiatori di calore • impianti di trattamento fumi, ceneri, polveri, acque • dispositivi di trasporto e movimentazione • impianti tecnologici • area generazione elettrica • turbine e alternatori - ispezioni e controlli - lavori elettrici - utilizzo attrezzature e macchine.

Diagramma di flusso di un inceneritore



Schema a blocchi del processo di incenerimento



Schema a blocchi del processo di ricevimento, trattamento, stoccaggio e movimentazione rifiuti



3.2 - Mansioni

Mansione	Attività
Responsabile Impianto	<p>Supervisione della conduzione dell'impianto e verifiche in campo secondo necessità.</p> <p>Ispezioni in caldaia per verifiche di strutture e apparecchiature in occasione di manutenzioni ordinarie e straordinarie.</p> <p>Gestione amministrativa e tecnica dell'impianto.</p>
Capo Turno/conduttore	<p>Controllo e gestione del ciclo di termodistruzione (processo combustione):</p> <ul style="list-style-type: none"> • verifica di funzionalità di: approvvigionamento aria; caricamento rifiuto; sistema di raffreddamento griglie e canale di carico; rifiuti estrazione/estinzioni scorie, centraline oleodinamiche; trasporto ceneri pesanti, residuo di combustione. <p>Controllo e gestione dei generatori di vapore:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produzione acqua demineralizzata di alimento caldaia; reintegro/miscelazione dei reagenti • controllo parametri chimici delle acque di processo • produzione vapore surriscaldato • gestione gruppo cogenerazione • sistema di recupero/rilancio/trattamento condense • controllo impianto di cogenerazione. <p>Controllo e verifica del Processo Fumi</p> <ul style="list-style-type: none"> • verifica di efficienza/funzionalità apparecchiature dosaggio/somministrazione reattivi (carbone attivo, bicarbonato di sodio, urea, ammoniaca) • verifica di efficienza/funzionalità linea di trasporto residui di filtrazione (ceneri e polveri da caldaia/elettrofiltro) • verifica di efficienza/funzionalità sistema di ricircolo/reintegro sistema lavaggio ad umido fumi e relativi spurghi. • verifica tramogge e trasporto sotto caldaia • verifica filtri a maniche • controllo trasporto polveri a silos • assistenza carico allontanamento polveri da parte di ditta terza <p>Gestione rifiuti radioattivi</p>
Conduttore gru a ponte	<p>Conduzione del ragno per caricamento e movimentazione rifiuti per alimentazione forno</p> <p>Verifica scaricamento rifiuti e gestione portoni</p> <p>Controllo visivo rifiuti in fossa</p> <p>In condizioni anomale verifica del guasto e eventuale intervento su carroponte</p>

Mansione	Attività
Manutentore meccanico, termoidraulico elettrico e strumentale	Interventi su tutti gli impianti
Manovale	Gestione polverino: umidificazione, scarico e movimentazione delle polveri di caldaia/elettrofiltro per l'invio agli impianti di trattamento. Movimentazione del container con carrello elevatore. Piccola manutenzione (ingrassaggi).
Addetto pulizie industriali	Pulizia manuale o meccanizzata delle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • impianto di trattamento fumi • deposito temporaneo ceneri e residui • stoccaggio rifiuti • servizi ausiliari • piano interrato catene polveri • piazzale scarico rifiuti • area scarico polverino • sala comando e sale gruista • impianto di preparazione e dosaggio dei reagenti.

3.3 - Impianti alternativi

Il termine “incenerimento” identifica la combustione diretta dei rifiuti. L’art. 2 del D.Lgs. n. 133/05 include in tale accezione “...altri procedimenti di trattamento termico, quali ad esempio la pirolisi, la gassificazione ed il processo al plasma, a condizione che le sostanze risultanti dal trattamento siano successivamente incenerite”.

Ne discende che per “combustione diretta” si intende anche l’insieme di processi termici operanti in condizioni parzialmente ossidative (gassificazione) o in atmosfera inerte (pirolisi) e prevedano la combustione di rifiuti «tal quali», senza alcun pretrattamento.

In realtà, sotto l’aspetto tecnico, la pirolisi, la gassificazione e i trattamenti all’arco-plasma, combinazione dei due precedenti, differiscono dall’incenerimento per le condizioni operative, le modalità di recupero energetico e, soprattutto, per quanto sopra detto, per il differente grado di maturità commerciale delle tecnologie.

Le applicazioni sono infatti limitate a impianti a carattere sperimentale o, in scala industriale, a specifiche e omogenee tipologie di rifiuti industriali.

Gassificazione

Il processo di gassificazione consiste nella combustione parziale di un materiale in presenza di una limitata e controllata quantità di ossigeno (o di un altro agente gassificante), che dà luogo ad un gas combustibile di sintesi ricco in ossido di carbonio e di idrogeno.

Come nel caso della pirolisi, la gassificazione del rifiuto non si propone l’immediata fruizione del suo contenuto energetico bensì persegue la sua trasformazione in combustibile.

Il processo consiste in tre fasi contemporanee in sezioni diverse del reattore:

- essiccamento del rifiuto, a temperature relativamente modeste, per contatto con i gas caldi
- pirolisi, a temperature più elevate ($T > 400\text{ }^{\circ}\text{C}$), con formazione di volatili leggeri, volatili pesanti e residuo solido
- gassificazione-combustione del residuo solido e reazioni in fase gas dei prodotti volatili della pirolisi.

I prodotti generati da un impianto di gassificazione sono:

- un gas avente potere calorifico medio-basso a seconda che si usi ossigeno o aria come agente gassificante, costituito principalmen-

te da CO e H₂, in misura minore da CO₂, CH₄ ed idrocarburi leggeri, con contenuto in idrocarburi pesanti, dipendente dalle condizioni operative del reattore

- un residuo solido avente una composizione intermedia tra quella di un residuo di pirolisi e di incenerimento, che deve essere smaltito in discarica o usato come additivo per la produzione di cemento.

Gli agenti gassificanti comunemente impiegati sono aria, aria arricchita con ossigeno, ossigeno puro e vapor d'acqua.

I reattori di gassificazione possono essere essenzialmente:

- reattori a letto fisso, che sono ulteriormente classificabili in: equicorrente (downdraft), controcorrente (updraft) e a flusso trasverso (cross-current)
- reattori a letto fluido, che sono ulteriormente classificabili in reattori a letto circolante, a letto stazionario e a letto trascinato.

Il gas prodotto nel gassificatore contiene alcuni prodotti indesiderati a seconda dell'alimentazione e del tipo di reattore: la sua purificazione può avvenire in diversi modi, a seconda che il gas sia tenuto ad alta temperatura oppure raffreddato. I vantaggi, nella scelta dei due tipi di trattamento, sono legati al tipo di impiego previsto per il gas di sintesi, e comunque sono possibili delle soluzioni combinate dei due sistemi.

Per la sua applicazione, la gassificazione richiede l'impiego di un materiale abbastanza omogeneo, generalmente CDR derivato dai RSU, preferibilmente pellettizzato.

Sono state condotte anche gassificazioni su RSU tal quali.

Risultato della gassificazione è la trasformazione del materiale di scarto in un gas "povero" contenente azoto, monossido di carbonio, anidride carbonica, idrogeno e, in minor quantità, metano e ossigeno, caratterizzato da un potere calorifico dell'ordine di 1000÷1500 kcal/Nm³ e utilizzabile in un bruciatore, in un motore endotermico e, se adeguatamente depurato, in una turbina.

Le tecnologie in uso prevedono in generale l'applicazione di due tipi di gassificatori: gasogeno a letto fisso con griglia mobile e gasogeno a letto fluido.

Pirolisi

La pirolisi consiste in un riscaldamento indiretto in atmosfera priva di agenti ossidanti che conduce alla scissione della maggior parte delle

sostanze organiche dando luogo, per mezzo di reazioni di cracking termico e di condensazione, a frazioni gassose, liquide, solide.

I prodotti di pirolisi, pur variando a seconda del materiale alimentato, possono essere classificati nel seguente modo:

- corrente gassosa contenente principalmente idrogeno, metano, ossido di carbonio e idrocarburi leggeri, sia saturi sia insaturi, in funzione delle caratteristiche iniziali della frazione organica e delle condizioni operative. Può essere bruciato per fornire calore allo stesso reattore di pirolisi, oppure può essere impiegato come combustibile per turbogas o motori a combustione interna
- frazione liquida a temperatura ambiente costituita da una fase acquosa contenente specie organiche solubili a basso peso molecolare ed una fase non acquosa costituita prevalentemente da molecole organiche ed oli ad alto peso molecolare, utilizzabile come combustibile previa idrogenazione catalitica (rimozione dell'ossigeno presente)
- residuo solido combustibile, costituito essenzialmente da carbonio, inerti e ceneri. Può essere usato come combustibile o come intermedio nell'industria chimica (nerofumo). A seconda del tipo di alimentazione si può prevedere un recupero di metalli.

Le più comuni modalità di esecuzione del processo sono:

- flash pirolisi
- carbonizzazione
- pirolisi convenzionale
- fast pirolisi.

Un impianto di pirolisi è articolato nelle seguenti sezioni:

- zona di ricezione dei rifiuti e gruppo di alimentazione
- reattore di pirolisi
- sezione di raffreddamento e depurazione dei gas di pirolisi: quenching, separazione della fase liquida tramite condensazione, lavaggio
- raffreddamento del prodotto solido.

La pirolisi è considerata una tecnologia complessa, di difficile gestione e costosa in termini di processi di purificazione dei combustibili ricavati. Tali impianti, nella maggior parte dei casi, sono stati perciò realizzati per il trattamento di alcune categorie particolari di rifiuti (scarti di pneumatici o gomma, biomasse e CDR).

La recente applicazione della pirolisi come pre-trattamento in un impianto di gassificazione ha rilanciato questa tecnologia.

Plasma

Il processo al plasma prevede la degradazione a livello molecolare della sostanza trattata.

Il plasma, definito “quarto stato della materia”, poiché caratterizzato da distanze intermolecolari maggiori di quelle dei gas, è generato mediante scariche elettriche ad alto voltaggio in un gas fluente tra due elettrodi o mediante radiazione con microonde o onde radio.

La tipologia e la pressione del gas determina la temperatura e le proprietà di trasporto di ciascun plasma, permettendo così di “progettare” il plasma in funzione dell’applicazione prevista.

La tecnologia al plasma è ormai consolidata, a scala industriale, nel settore siderurgico e metallurgico.

Il processo si basa sulla demolizione a livello elementare di molecole complesse in tempi brevissimi a causa della temperatura che localmente può superare 10.000 °C.

Il prodotto finale di questo processo di vetrificazione-pirolisi dipende dalla tipologia di rifiuti di partenza.

Dai rifiuti solidi eterogenei si ottiene una scoria vetrificata non lisciviabile; dai rifiuti organici pericolosi, si ottengono atomi ionizzati che si ricombinano formando composti non pericolosi e combustibili.

La tecnologia del plasma è molto complessa e richiede una gestione ancora onerosa per l’applicazione su larga scala nel settore di trattamento dei rifiuti. Ad oggi, sono stati realizzati pochi impianti dedicati al trattamento dei PCB (policlorobifenili, utilizzati in passato come fluidi dielettrici per condensatori e trasformatori, fluidi per scambio termico, fluidi per circuiti idraulici, ecc.).

4 - I rischi professionali

In questo capitolo sono descritte alcune situazioni potenzialmente dannose per gli addetti alla conduzione e all'esercizio, all'esecuzione delle operazioni, alla manutenzione di macchine e impianti, a verifiche e controlli.

Le seguenti considerazioni tengono conto dell'**elevato livello di automazione** esistente nella maggior parte degli impianti di incenerimento e termovalorizzazione di RSU e dell'evenienza di rischi professionali principalmente laddove è previsto l'**intervento diretto** dell'operatore.



Sono importanti per la **sicurezza**:

- movimentazione di materiali
- circolazione di veicoli per il trasporto
- impiego di attrezzature, macchine e impianti complessi
- generazione di atmosfere esplosive e innesco di incendi
- luoghi di lavoro assimilabili a spazi confinati
- superfici e ambienti ad alta temperatura
- interferenze¹
- complessità e carenze strutturali e impiantistiche
- interventi di manutenzione
- controlli e ispezioni.

Possono avere impatto sulla **salute**:

- agenti chimici, sviluppati o utilizzati nel ciclo di trattamento dei rifiuti e di depurazione dei residui, prima del conferimento all'esterno
- agenti biologici, connessi alle caratteristiche proprie dei RSU e alla loro movimentazione
- agenti fisici, dovuti all'impiego di mezzi, macchine, impianti ed attrezzature o ad alcune tipologie di rifiuti
- fattori ergonomici legati alle postazioni di lavoro
- potenziali sinergie tra i diversi agenti e fattori organizzativi.

¹ Interferenza: ogni sovrapposizione di attività lavorativa tra diversi lavoratori che rispondono a diversi datori di lavoro in uno stesso ambiente.

Le situazioni di rischio individuate possono essere associate alla **complessità** del **ciclo lavorativo** e delle **tecnologie in uso**, degli **impianti** e alla **molteplicità delle sostanze presenti**.

Occorre evidenziare che un impianto di incenerimento/ termovalorizzazione utilizza tecnologie completamente automatizzate e che le sostanze pericolose movimentate all'interno dello stabilimento circolano in sistemi chiusi.

Il potenziale impatto sanitario e infortunistico sui lavoratori, come precedentemente detto, è legato principalmente agli interventi di movimentazione, **manutenzione** e **controllo** degli addetti e alle eventuali **emergenze**.

Esistono condizioni che costituiscono fattori di amplificazione dei rischi, talora sinergici e, al contempo, sintomi delle criticità da risolvere, quali scelte organizzative non corrette, carenze progettuali per la sicurezza, condizioni di esercizio non ottimali, carenze di manutenzione di macchine e mezzi, interferenze.

Nei paragrafi successivi e nelle schede di rischio per i lavoratori del cap. 6, i rischi specifici sono individuati ognuno da un colore, secondo la seguente legenda.

Rischi per i manutentori/spazi confinati
Rischio chimico
Rischio Movimentazione Manuale dei Carichi
Rischi sicurezza/macchine
Rischio da agenti biologici
Rischi fisici (elettrico, rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti)
Rischio incendio ed esplosioni
Rischio organizzativo

4.1 - Rischi per la sicurezza

4.1.1 - Infortuni

Nell'area di scarico, raccolta e stoccaggio, i **rischi infortunistici** sono soprattutto legati al **transito** dei mezzi e alla **movimentazione** dei rifiuti nel piazzale di scarico. Gli addetti allo svuotamento dei mezzi di raccolta di rifiuti in fossa provvedono a rimuovere i materiali accidentalmente caduti a terra; tale operazione è effettuata con attrezzi manuali e prevede la circolazione pedonale nell'area antistante l'apertura "a bocca di lupo". Se non adeguatamente rispettate le **distanze di sicurezza** e le **aree di manovra** o se lo scarico è condotto in modo scorretto, possono verificarsi:



- incidenti e investimenti di operatori da parte di mezzi in movimento
- schiacciamenti e investimenti per ribaltamento di mezzi
- impigliamento in organi in movimento
- urti e schiacciamenti per cadute di materiali e oggetti dall'alto
- contatti accidentali acuti con sostanze tossiche, irritanti o corrosive (rifiuti pericolosi erroneamente o non correttamente conferiti tra i RSU) per perdite e proiezioni di materiale
- contatti accidentali con materiali taglienti, pungenti per proiezione e caduta di materiale
- contatti accidentali con materiali taglienti, pungenti potenzialmente infetti per proiezione e caduta di materiale
- urti e cadute dall'alto di rifiuti ingombranti
- contatti accidentali con parti incandescenti
- dispersione accidentale di vapori, polveri e aerosol liberati dai materiali in corso di trattamento o dagli scarti di lavorazione.

Se le procedure di lavoro e le infrastrutture non prevedono **zone ad accesso limitato** e allestite con adeguate precauzioni, sono possibi-

li cadute dall'alto nella fossa di scarico dei rifiuti, durante le operazioni di pulizia dell'area di scarico, effettuate dagli autisti.

La **mancanza di pulizia**, in generale, può essere causa di inciampi, cadute e scivolamenti su superfici sdruciolevoli o su pavimento sconnesso o sporco.

L'esposizione ai rischi infortunistici per gli operatori addetti a **ispezioni, controlli** e **verifiche** durante i sopralluoghi è amplificata dalla presenza di passaggi stretti e difficoltosi, dovuti alla complessità e dallo sviluppo generalmente verticale dell'impianto.

A valle del passaggio nella fossa dei rifiuti, le fasi successive di lavorazione (combustione dei rifiuti; produzione di vapore e di energia; trattamento di fumi, ceneri, scorie, acque di scarico; additivazione di sostanze; eventuale demineralizzazione acque; post combustione) avvengono in modo automatizzato e in sistemi chiusi.

Sussistono però i rischi infortunistici sopra elencati se alcune parti di impianto non sono dotate delle opportune protezioni, impedimenti di accesso o allarmi: ciò può accadere, ad esempio, in caso di apertura involontaria delle bocche dei forni.

L'**intervento diretto** degli operatori sui diversi impianti è legato alle attività di **manutenzione** periodica, programmata e predittiva, **pulizia** di impianti e aree di lavoro, **ispezioni** per la verifica dei parametri di processo sul posto da parte degli addetti alla sala controllo.

In questa situazione, si può configurare la condizione di "**lavoro isolato**" che, in caso di infortunio, può essere causa di ritardi nei soccorsi. I rischi infortunistici tipici delle attività di manutenzione sono descritti nel paragrafo 4.4.

4.1.2 - Incendi ed esplosioni

I processi impiegati per l'incenerimento/ termovalorizzazione implicano operazioni che espongono sostanze combustibili a **temperature** e **pressioni elevate** e a **forte irraggiamento**.

Tali processi, se non adeguatamente controllati, possono comportare il rilascio di forti quantità di gas/vapori/polveri o, comunque, favorire l'in-



nesco di incendi o di esplosioni. In particolare, si segnalano le seguenti operazioni:

- processi di combustione
- utilizzo di gas naturale per l'avviamento e per i bruciatori piloti
- iniezione di ammoniaca, i cui vapori sono infiammabili, per la riduzione degli NO_x
- dispersione di polveri infiammabili in prossimità delle fosse di scarico con formazione di nubi esplosive.

I **grandi accumuli di materiali** favoriscono l'instaurarsi di trasformazioni chimiche e/o biologiche che sviluppano miscele di gas, vapori e aerosol combustibili. L'innesco può essere fornito da parti calde di automezzi, apparecchiature e impianti elettrici.

I sistemi di raccolta e incenerimento di correnti gassose combustibili (provenienti da valvole di sicurezza, dalla depressurizzazione delle apparecchiature, etc.) costituiscono una fonte di **irraggiamento** termico su persone e manufatti, pericoloso se non adeguatamente progettati, operati e mantenuti. Elevate concentrazioni di CO possono essere fonte di rischio di esplosioni.

I processi di gassificazione implicano l'utilizzo di ossigeno per favorire la decomposizione, sotto pressione, del materiale in trattamento e la produzione di miscele di idrogeno e ossido di carbonio, oltre ad altri componenti da allontanare, utilizzati in turboalternatori endotermici (turbogas).

Lo stoccaggio e la produzione di ossigeno nelle varie forme (ossigeno liquido, aria suossigenata, ossigeno gassoso imbottolito) accrescono la reattività di tutti i materiali combustibili con cui venga a contatto.

4.1.3 - Spazi confinati

Negli ultimi anni ha avuto grande impatto sull'opinione pubblica il ripetersi di incidenti con esiti fatali in luoghi ristretti, quasi sempre in occasione di interventi di manutenzione o di ispezione. Tali incidenti hanno la caratteristica di avvenire in quelli che sono generalmente chiamati **ambienti** o **spazi confinati** (*Confined Spaces* - US Department of labour, 58 FR 4549, Jan. 14, 1993; HSE - UK - Safe work in confined spaces, INDG258 Reprinted 09/06).

Una definizione operativa di tali ambienti è stata proposta da INAIL nel 2011.

“Spazi confinati”: *generalmente definiti come aree di lavoro:*

- *non destinate allo stazionamento fisso di lavoratori*
- *adibite all'immagazzinamento o trasporto di prodotti*
- *aperture per l'entrata e l'uscita limitate e di difficile utilizzo*
- *condizioni di ventilazione sfavorevole*
- *in cui può verificarsi un evento incidentale importante, che può portare ad un infortunio grave o mortale, in presenza di agenti chimici pericolosi (ad esempio, gas, vapori, polveri).*

La nozione di **“confinamento”** di un'area non si restringe a recipienti chiusi, ma si estende anche a vasche, reti di fognature e, in genere, a tutti quelle aree in cui la conformazione e lo stabilirsi, anche transitorio, di condizioni di ristagno di agenti diversi (vapori, nebbie, polveri, infiammabili, eccetera) costituiscano pericolo grave per i presenti.

Come suggerisce la Health and Safety Executive, *“non è possibile fornire un elenco completo di spazi confinati. Alcuni luoghi possono diventare spazi confinati quando il lavoro è eseguito, o durante la loro modifica, costruzione, fabbricazione o successiva modifica”*.

Gli incidenti negli spazi confinati avvengono in luoghi o con attrezzature **non compatibili** alla permanenza delle persone, seppur temporanea. In essi possono essere presenti, normalmente o in via transitoria, **pericoli** dovuti a:

- stoccaggio di materiali (infiammabili, asfissianti, tossici)
- alte temperature o pressioni
- uso di materiali (vernici, solventi) nelle fasi di costruzione
- attrezzature (saldatrici a cannello o ad arco)
- problemi di stabilità (scavi, gallerie)
- presenza di emanazioni dal suolo.

I rischi conseguenti dipendono dalla **dinamica delle condizioni**, dalle **modalità operative** e da possibili **scenari imprevisti** nel corso dei lavori. Nella fase di analisi dei rischi è necessario stilare un elenco delle aree e delle condizioni, normali o transitorie, suscettibili di causare il pericolo da *“spazio confinato”*.

Tali possibili cause e relativi effetti dovranno essere valutati sia sin-

golarmente sia in funzione delle possibile reciproca interazione, adottando tecniche di analisi specifiche e multifattoriali, semplificate in figura 1 con il Diagramma di Ishikawa.

Esempi di condizioni, normali o transitorie, suscettibili di causare il pericolo da “spazio confinato” in un impianto di incenerimento sono gli interventi di pulizia, manutenzione e ispezione di:

- fosse rifiuti, tramoggia carico rifiuti, silos
- piano tramogge
- carriponte
- botole calo benna e locale tritratore
- ventilatori
- preriscaldatori aria primaria da fossa rifiuti
- sistema di evacuazione scorie
- piano vibrante
- serbatoio spurghi
- camera di combustione
- linea metano
- sistema raccolta ceneri sottogriglia
- trattamento fumi
- spintori rifiuti in griglia
- generatori di vapore
- filtri a manica
- corpo cilindrico e tubazioni parte alta caldaia
- torri di lavaggio (scrubber)
- sistema DeNOx (SCR)
- sistema caricamento calce /carboni attivi
- locale trasformatori
- turbina a vapore
- impianto trattamento acque reflue
- sistemi di caricamento additivi impianto
- impianto ammoniacale
- condensatori e attività in pozzetti pompe
- scarico polverino
- vasche interrate
- torri di raffreddamento
- sistema filtrazione acque

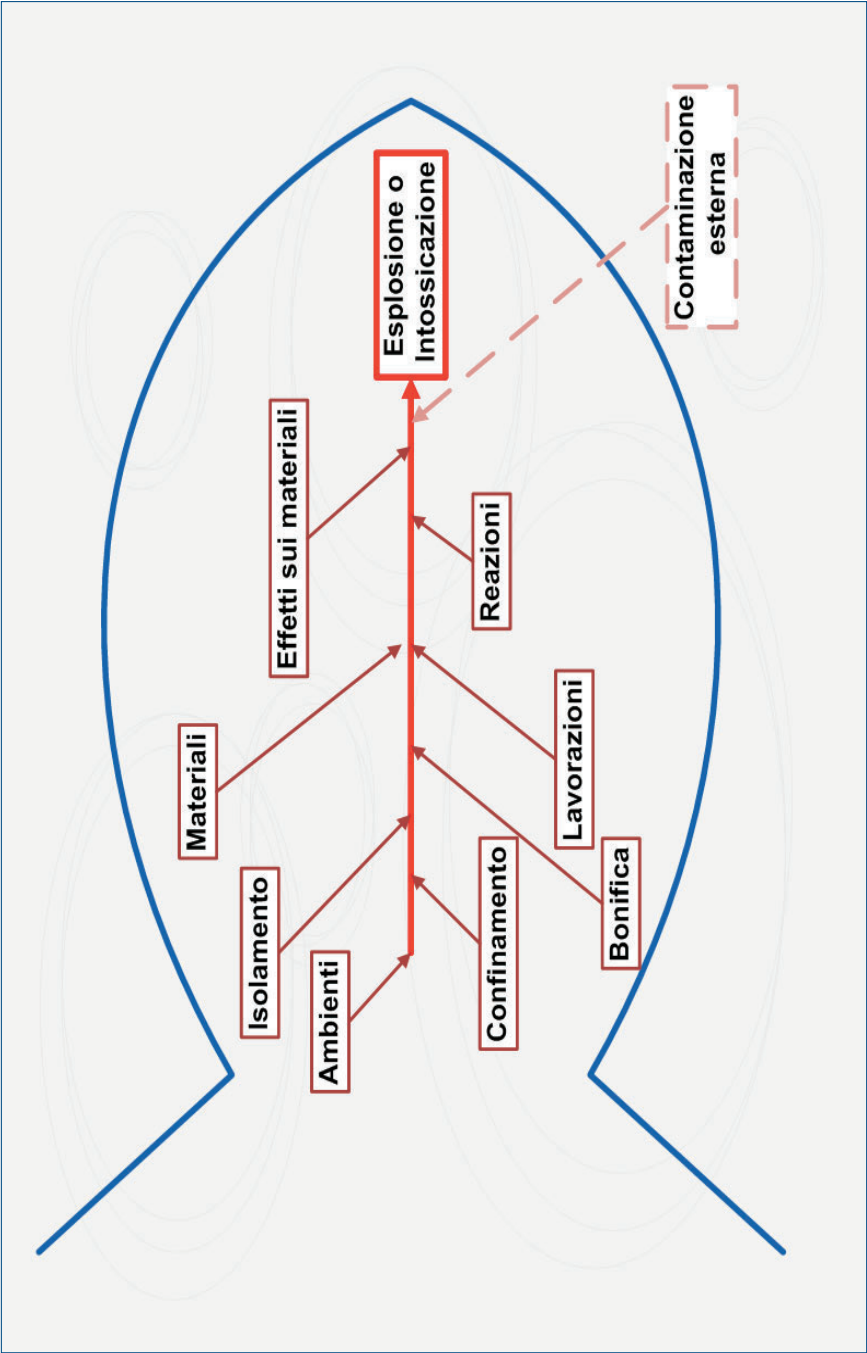


Figura 1 - Diagramma causa-effetto di Ishikawa per gli spazi confinati

4.1.4 - Rischi da carenze di sicurezza elettrica

L'energia elettrica oltre a essere correntemente utilizzata per l'illuminazione, la produzione di forza motrice e l'alimentazione di apparati di controllo e comando, costituisce uno dei principali prodotti della termovalorizzazione.

Il rischio è legato, quindi, alla presenza di: **impianti di distribuzione**, attrezzature, apparecchiature di **generazione, trasformazione e conversione di energia elettrica, linee di trasmissione** aeree ad alta tensione. Alcune zone dello stabilimento presentano il rischio di formazione di atmosfere esplosive, che impongono valutazioni e cautele specifiche sugli impianti e apparecchiature elettrici e loro componenti.

Il rischio elettrico si manifesta per contatto diretto, contatto indiretto, arco elettrico e incendio di origine elettrica.

Il **contatto diretto** di una parte del corpo con elementi che nel normale funzionamento sono in tensione (es. barre elettrificate dei quadri elettrici, conduttori elettrici, etc.) è un infortunio tipico di alcune categorie di lavoratori, (es. elettricisti) che a causa delle mansioni svolte si trovano a dover operare su parti elettriche in tensione.

Il **contatto indiretto** di una parte del corpo con parti di apparecchiatura che durante il normale funzionamento non è in tensione, ma che si trova in tensione in seguito ad un malfunzionamento è un fenomeno assai più insidioso del precedente.

Tale situazione si verifica in caso di malfunzionamento/guasto di una apparecchiatura elettrica.

L'**arco elettrico** è il fenomeno fisico di ionizzazione dell'aria con produzione di calore intenso, di gas tossici e raggi ultravioletti, che si innesca a seguito di corto circuito. È molto pericoloso in quanto provoca il raggiungimento di temperature elevatissime in grado di fondere anche materiali molto resistenti, con conseguente pericolo di innesco di incendio e produzione di gas tossici.

L'**incendio di origine elettrica** è forse l'evento negativo più grave e più frequente legato all'impiego dell'energia elettrica. Tale fenomeno è associabile ad una o più delle seguenti cause:

- cattiva realizzazione/progettazione degli impianti elettrici
- carente manutenzione degli stessi
- scorretto utilizzo di apparecchiature ad alimentazione elettrica.

L'incendio si innesca in seguito ad un arco elettrico che scatuisce da

corto circuito oppure a causa di fenomeni di sovracorrenti (sovraccarichi) che possono innalzare la temperatura dei componenti elettrici sino a provocarne l'innesco. Le conseguenze immediate dipendono dalle caratteristiche dei materiali in prossimità della zona interessata: produzione di fumi, eventualmente tossici, incendio, esplosione.

4.1.5 - *Rischi da incidenti rilevanti*

Per dimensioni e capacità e per la tipologia dei processi coinvolti, gli impianti di incenerimento e termovalorizzazione sono suscettibili di inclusione tra quelli a rischio di incidente rilevante. Il Ministero dell'Interno - Dipartimento Vigili del Fuoco, Area Rischi Industriali - ha diramato la Lettera Circolare del 31 gennaio 2007 sull'applicabilità del D.Lgs. 334/99 e s.m.i. (Seveso Bis) agli inceneritori di rifiuti solidi. Il documento precisa che:

- gli inceneritori di rifiuti solidi, i termocombustori e i termovalorizzatori, quali impianti destinati all'eliminazione totale o parziale di sostanze solide mediante combustione, sono soggetti agli obblighi di cui all'art. 5, c. 1 e 2, del D.Lgs. 334/99 e s.m.i.
- i gestori di tali impianti, qualora siano presenti sostanze pericolose in quantità inferiore a quelle dell'allegato I del D.Lgs. 334/99 e s.m.i., oltre a quanto previsto dall'art. 5, comma 1 (adottare misure di sicurezza appropriate e idonee a prevenire gli incidenti rilevanti e a limitarne le conseguenze per l'uomo e l'ambiente), devono:
 - individuare i rischi di incidente rilevante, integrando il documento di valutazione dei rischi di cui al D.Lgs. 81/08 e s.m.i.;
 - informare, formare, addestrare ed equipaggiare i lavoratori, nel rispetto della legislazione vigente.



4.2 - Rischi per la salute o igienico-ambientali

4.2.1 - Rischio chimico

In stabilimenti di tale complessità, il rischio dovuto agli agenti chimici è legato all'uso di un numero notevole di **additivi**, catalizzatori e lubrificanti, nonché alle sostanze **presenti** o **liberate** dalle correnti nei vari stadi del trattamento, o, infine, perché presenti nei residui (liquidi, solidi o aeriformi) del processo.

Consistenti rilasci di **polvere**, inoltre, sono riscontrabili durante le attività di rifacimento dell'isolamento in materiale refrattario e nelle operazioni normali (fossa, sili polveri da depurazione fumi, etc.).

Le cosiddette ceneri volanti derivanti dalla filtrazione finale dei fumi costituiscono la matrice più critica sotto il profilo delle sostanze contenute, principalmente metalli pesanti.

Ulteriori situazioni di rischio, causate dalla presenza di **diossine** e **metalli pesanti**, sono rilevabili durante le operazioni di manutenzione dei filtri per il trattamento dei fumi di combustione.

Un elenco indicativo degli additivi impiegati nel processo e dei residui del trattamento è riportato nelle pagine seguenti.

È possibile, inoltre, la formazione di **nanoparticelle**, come ulteriore residuo del processo di combustione, funzione della temperatura e indipendente dalla natura del rifiuto.

La fase successiva alla formazione delle nanoparticelle è quella della loro **aggregazione** su scala micrometrica, per cui il comportamento delle sostanze e l'interazione con l'organismo umano può essere ricondotto a quello delle polveri in frazione respirabile.

Le potenziali situazioni di esposizione sono quelle precedentemente indicate per le polveri, escludendo le anomalie di funzionamento rispetto alla normale marcia dell'impianto, come ad esempio l'arresto dell'estrattore fumi. In tal caso, sono possibili aerodispersioni delle particelle su scala nanometrica a carico degli operatori.

Con il termine **nanoparticelle** si intendono sia particelle prodotte con tecniche dedicate sia particelle ultrafini, prodotte in modo incontrollato, come nei processi di combustione.

Gli studi sulle nanoparticelle hanno evidenziato che un **particolato mostra comportamenti differenziati in base alla scala di osservazione** (micrometrica o nanometrica). Per le manifestazioni tossicologiche è stata osservata un'**esaltazione della tossicità dei materiali in scala nanometrica**.

I primi studi suggeriscono che l'incremento si possa collegare con l'aumento di area superficiale, in realtà gli studi indicano meccanismi più articolati e complessi attribuibili alle caratteristiche geometriche (dimensione, area superficiale, distribuzione granulometrica, forma), chimico-fisiche (composizione, impurezze, cariche superficiali, formazione di aggregati, solubilità) e di muoversi (traslocare) da una parte del corpo verso altri organi.

La grande **attività scientifica** in corso si propone di **dare risposte** alle seguenti domande:

- A quali grandezze fare riferimento nella determinazione della dose?
- Quali meccanismi biologici regolano gli effetti tossici?
- Quali modelli si possono utilizzare nella stima dell'esposizione a possibili rischi?

Le risposte a questi interrogativi sono fondamentali ad esempio per l'esposizione inalatoria, in quanto costituiscono la base per lo sviluppo di sistemi per la determinazione delle concentrazioni aerodisperse delle nanoparticelle ed i conseguenti valori limite di esposizione, **in assenza dei quali non è possibile esprimere una definizione sull'esposizione a rischio**.

In questo contesto è da adottare un approccio precauzionale nella gestione dei rischi per la salute.

Le concentrazioni di particelle ultrafini rilevate all'emissione dei termovalorizzatori di rifiuti urbani in diversi studi risultano essere dello stesso ordine di grandezza di quelle presenti nell'aria ambiente dei siti di localizzazione.

I lavoratori maggiormente esposti al rischio chimico sono i **manutenitori elettrici** e **meccanici**, gli addetti alla conduzione della caldaia (**fuochista, gruista**), gli addetti alle **ispezioni** e ai **controlli**, compresi i **capiturno**.

Le aree in cui è possibile l'esposizione sono:

- **conferimento/stoccaggio/caricamento**: polveri, metalli, IPA (idrocarburi policiclici aromatici), PCDD (policloro-dibenzo-p-diossine), PCDF (dibenzofurano policlorurato) durante le operazioni di manutenzione su piazzale di scarico rifiuti, benna e tritratore, carriponte, tramogge, fossa rifiuti e fossa scorie

- **forno e generatore di vapore:** polveri, metalli, silice libera cristallina, IPA, PCDD, PCDF durante le operazioni di manutenzione su preriscaldatori aria primaria, sistema di evacuazione scorie e ceneri, piano vibrante, interno camera di combustione, sottogriglia, tramoggia e durante i controlli della conduzione
- **area trattamento e controllo fumi:** sostanze e preparati corrosivi o con effetti irritanti o allergizzanti; sostanze con effetti mutageni e/o tossici per la riproduzione, polveri durante operazioni di manutenzione su: tramoggia, sistema DeNO_x, torri di lavaggio, polveri, reattore, scambiatori, filtri, caricamento calce/carboni attivi, impianto ammoniacale, sistema di azionamento griglie, caricamento additivi e durante i controlli della conduzione
- **ciclo termico/recupero energetico:** nebbie di oli minerali durante operazioni di manutenzione sulla centralina di regolazione turbina
- **trattamento acque reflue:** sostanze e preparati corrosivi o con effetti irritanti o allergizzanti; gas e vapori pericolosi durante operazioni di manutenzione su: impianto, dosaggio e caricamento additivi, sistema di filtrazione.



Elenco indicativo degli additivi impiegati nel processo

Additivo	Caratteristiche	Impiego nell'impianto
Acido Cloridrico	Reagisce con la maggior parte dei metalli sviluppando idrogeno (gas infiammabile che con l'aria una miscela esplosiva). Altamente corrosivo. Provoca gravi ustioni per ingestione, inalazione e contatto con occhi e pelle	<ul style="list-style-type: none"> • rigenerante per treni di demineralizzazione • trattamento acque reflue
Acido Solforico	Altamente corrosivo e provoca gravi ustioni per ingestione, inalazione e contatto con occhi e pelle	<ul style="list-style-type: none"> • condizionamento acqua di raffreddamento • rigenerante per treni di demineralizzazione
Soda caustica	Reagisce violentemente con acidi concentrati, con l'alluminio e le sue leghe e con acqua. Altamente corrosivo. Provoca ustioni e ulcerazioni per ingestione, inalazione e contatto con occhi e pelle	<ul style="list-style-type: none"> • rigenerante per treni di demineralizzazione • correttore di pH acque reflue e lavaggio fumi
Miscela in soluzione acquosa di composti desossigenanti (carbazide, idrazina, acido eritorbico, dietilidrossilamina) e ammine organiche alcalinizzanti	Prodotti classificati come pericolosi. Provocano gravi danni anche permanenti per ingestione, inalazione e contatto con occhi, pelle e vie respiratorie. Alcuni dei componenti sono sospetti di attività cancerogena	<ul style="list-style-type: none"> • condizionamento per acqua di alimento generatori di vapore
Alcalinizzante/ disperdente: miscela in soluzione acquosa di sali inorganici (fosfati) e agenti disperdenti (a base di polielettroliti)	Prodotti classificati come pericolosi. Provocano gravi danni anche permanenti per ingestione, inalazione e contatto con occhi, pelle e vie respiratorie	<ul style="list-style-type: none"> • condizionamento acqua di caldaia
Antincrostante/ disperdente: miscela in soluzione acquosa di fosfonati, disperdenti a base di poliacarbossilati	Prodotti classificati come pericolosi. Provocano gravi danni anche permanenti per ingestione e contatto con occhi, pelle e vie respiratorie	<ul style="list-style-type: none"> • condizionamento acqua di raffreddamento • inibitori di corrosione per acciaio e leghe di rame

Additivo		Caratteristiche	Impiego nell'impianto
Biocida-Alghicida: miscela in soluzione acquosa di agenti antibatterici (sali di ammonio quaternario, cloro derivati tiazolonici)		Prodotti classificati come pericolosi, che possono causare irritazioni/ustioni alle vie respiratorie, provocare ustioni a contatto con pelle e con occhi	<ul style="list-style-type: none"> condizionamento dell'acqua di raffreddamento
Polietilenglicoli (polveri, soluzioni viscosi o emulsioni)	Sono utilizzati in forma di emulsioni, talvolta classificati come pericolosi. Possono causare irritazioni alle mucose per inalazione/ingestione ed irritazioni in caso di contatto con occhi o pelle		<ul style="list-style-type: none"> coadiuvante per filtrazione e chiarificazione di acque reflue condizionante dei fanghi dal trattamento acque reflue/trattamento fumi
Complesso di preparati costituiti da idrossido di calcio, soda, carboni attivi		Irritanti o corrosivi per occhi (rischio di lesioni oculari), mucose e pelle	<ul style="list-style-type: none"> additivi per trattamento fumi
Calce (ossido di calcio in polvere)	Può produrre lesioni oculari gravi o arrossamento della pelle quando il contatto è ripetuto e esteso. L'inalazione della polvere causa irritazione al tratto superiore delle vie respiratorie		<ul style="list-style-type: none"> reattivo per trattamento acque reflue
Ipoclorito di Sodio	Irritante, a contatto con acidi si decompone liberando gas tossici. Corrosivo. Provoca ustioni per ingestione, inalazione e contatto con occhi e pelle		<ul style="list-style-type: none"> disinfezione correnti uscenti dal trattamento acque reflue
Cloruro Ferrico liquido in soluzione acquosa	Altamente corrosivo. Provoca gravi ustioni per ingestione, inalazione e contatto con occhi e pelle		<ul style="list-style-type: none"> reattivo per il trattamento acque reflue
Composti eterociclici azotati o solforati: complessanti per i metalli pesanti liquido in soluzione acquosa	Irritanti per gli occhi		<ul style="list-style-type: none"> reattivo per il trattamento acque reflue
Soluzione acquosa di Ammoniaca o Urea	Può produrre bruciature alla pelle e seri danni agli occhi. I vapori sono estremamente irritanti per gli occhi e le vie respiratorie. Le soluzioni ammoniacali sono caustiche e quindi altamente irritanti per le mucose, gli occhi e la pelle. I vapori di ammoniaca sono infiammabili		<ul style="list-style-type: none"> reattivo per trattamento fumi dosato all'ingresso del trattamento di abbattimento ossidi di azoto (DeNOx) catalitico (SCR)

Additivo	Caratteristiche	Impiego nell'impianto
Catalizzatore composto da pentossido di vanadio su supporto di diossido di titanio	Nocivo. Può produrre pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione. Possibilità di effetti irreversibili. Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati	<ul style="list-style-type: none"> • reattivo presente all'interno del catalizzatore per l'abbattimento degli ossidi di Azoto e Diossine (DeNOx)
Argon	Gas compresso che in alta concentrazione può provocare asfissia	<ul style="list-style-type: none"> • utilizzato nell'impianto automatico di spegnimento incendio all'interno delle sale quadri elettrici, sala controllo e cabina di monitoraggio analisi dei fumi
Anidride Carbonica liquefatta	Ad alta concentrazione può provocare asfissia	<ul style="list-style-type: none"> • utilizzato in impianti automatici di spegnimento incendi
Oli e grassi: miscele di idrocarburi e additivi di varia natura	Irritante. Irritante per la pelle L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle	<ul style="list-style-type: none"> • lubrificanti

Elenco indicativo dei residui di trattamento

Residui di trattamento	Caratteristiche	Formazione nell'impianto
Composti organici del Carbonio (IPA, PCDD, PCDF)	Idrocarburi aromatici, anche clorurati, la cui presenza è possibile nei fumi, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso	<ul style="list-style-type: none"> fumi di combustione
Gas ad effetto serra (CO₂, CH₄, N₂O)	Aeriformi presenti nei fumi, o rilasciati dai rifiuti in fermentazione, in grado di assorbire la radiazione infrarossa e indurre il riscaldamento dell'atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> fumi di combustione fermentazione di masse di rifiuti
Gas acidi HCl, NO_x, SO_x	Composti volatili che acidificano l'acqua delle precipitazioni, rendendola corrosiva per i materiali da costruzione e dannosa per la flora	<ul style="list-style-type: none"> nei fumi di incenerimento
Ossidi di azoto	Gas acidi volatili	<ul style="list-style-type: none"> nei fumi di incenerimento, prodotti durante la combustione in presenza di forti eccessi d'aria o per ossidazione di composti organici azotati
Mercurio	Metallo altamente volatile	<ul style="list-style-type: none"> residui di combustione sotto forma di ossidi che dopo il raffreddamento si depositano sulle particelle solide
Acque reflue	Reflui liquidi, con forte presenza di materiale particolato in sospensione	<ul style="list-style-type: none"> sistemi di trattamento ad umido dei fumi raccolta, spegnimento e stoccaggio delle scorie acque di pioggia chiare e inquinate acque di raffreddamento pre-essiccamento dei fanghi di depurazione rigenerazione impianto di demineralizzazione spurgo caldaia
Fanghi filtropressati	Pannelli compatti di colore marrone stoccati all'interno di cassoni scarabili. Irritanti per gli occhi e la pelle	<ul style="list-style-type: none"> trattamento acque reflue

Residui di trattamento	Caratteristiche	Formazione nell'impianto
Polveri/Ceneri	<p>Polvere grigio chiara, soffice ed inodore, proveniente dal processo di combustione dei rifiuti. particelle solide trascinate nella corrente dei fumi e che si depositano sulle superfici di scambio del generatore di vapore. In caso di contatto con gli occhi occorre lavare immediatamente.</p> <p>Sono classificabili come rifiuti pericolosi</p>	<ul style="list-style-type: none">• nei fumi di incenerimento• nei filtri elettrostatici e nei filtri a maniche
Scorie o ceneri pesanti	<p>Materiali inerti presenti nei rifiuti, aventi un contenuto molto ridotto di combustibili (1-3%). Nel caso dei RU sono classificabili come rifiuti speciali non pericolosi</p>	<ul style="list-style-type: none">• dalla camera di combustione
Ceneri leggere (polveri fini e sali di reazione)	<p>Classificate come rifiuti pericolosi</p>	<ul style="list-style-type: none">• dai sistemi di trattamento dei fumi
Rifiuti sanitari	<p>Rifiuti inviati all'incenerimento, raccolti in strutture sanitarie e contaminati da materiale di origine biologica, anche patogeno</p>	<ul style="list-style-type: none">• rifiuto in fase di termodistruzione

4.2.2 - Rischio da agenti biologici

Il rischio da agenti biologici negli impianti di incenerimento non risulta correlato ad un uso deliberato degli stessi.

Tuttavia, in considerazione della tipologia del materiale trattato e delle fasi di lavorazione cui esso è sottoposto, la presenza di agenti biologici si può considerare ubiquitaria negli ambienti di lavoro dove siano presenti Rifiuti Solidi Urbani.

I parametri microbiologici più significativi come indicatori di biocontaminazione sono la carica batterica (batteri mesofili e psicrofili), muffe e lieviti, coliformi, enterobatteri, enterococchi e stafilococchi.

L'esposizione è influenzata dalla **stagionalità**, dalla quantità di rifiuti giornaliera e dal tempo dello stoccaggio temporaneo in fossa.

Il piazzale di conferimento dei rifiuti e la fossa di raccolta presentano un'elevata biocontaminazione dell'aria e delle superfici. Esiste per gli operatori e il personale esterno presente nell'impianto per svolgere le operazioni di carico/scarico dei rifiuti e di pulizia della piazzola antistante la fossa (principalmente autisti dei mezzi di raccolta), un potenziale rischio di **inalazione di bioaerosol** o di **contatto**, per via cutanea e attraverso le mucose, con **polveri** e **materiali**, organici o inorganici, **contaminati** da materiale biologico potenzialmente patogeno.

Analoga considerazione per gli addetti alla **pulizia** del piazzale, della fossa, della tramoggia di carico e dei piani tramoggia, aree nelle quali è stata riscontrata un'elevata concentrazione fungina e batterica.

La situazione è resa ancor più critica dall'elevata polverosità di alcune aree.



Nelle cabine di comando dell'alimentazione forni dei gruisti e nelle sale comandi della ricezione è stata osservata biocontaminazione di origine antropica dovuta principalmente ad accesso in aree normalmente "pulite" del personale proveniente da zone contaminate. Inoltre, nel caso di insufficienti ricambi dell'aria o di immissioni di aria o di acqua di processo non controllate, è possibile che alcuni ambienti presentino livelli di biocontaminazione non giustificati dal processo specifico.

Le torri di raffreddamento possono costituire un ambiente idoneo alla proliferazione di colonie di *Legionella*. I batteri possono essere trascinati dalle correnti d'aria e diffusi nell'ambiente.

4.2.3 - *Rischi rumore e vibrazioni*

Il livello di **rumore ambientale** per operatori di conduzione, gruisti, manutentori e ispettori/controllori in un impianto di incenerimento è abbastanza elevato e può superare, anche in media gli 80 dB(A).

Lo **scarico**, nell'apposito piazzale, tramite mezzi di raccolta, la **movimentazione** di rifiuti, tramite carri ponte e nastri trasportatori, e il **caricamento** di materiali, sia additivi sia residui della combustione a valle del trattamento, sono operazioni che espongono a rumore gli operatori, benché non sia prevista la presenza fissa degli stessi nella maggior parte delle aree suddette. È perciò fondamentale valutare i tempi di svolgimento delle mansioni relative alle attività suddette.

La presenza di **compattatori** e **tritatori** di rifiuti ingombranti eleva in maniera consistente il rischio.

Per i **manutentori**, l'esposizione a rumore dipende anche dall'**utilizzo** di attrezzature, portatili o fisse, per la **riparazione** di parti di impianto e la **costruzione** di pezzi di ricambio, oltre che dalle emissioni sonore di macchine e apparecchiature (carriponte, tramogge, nastri trasportatori, trasformatori, turbine, etc.), nel caso di operazioni senza interruzione del ciclo di lavoro.

Aree di lavoro ad elevata rumorosità che non prevedono il presidio costante e continuo di operatori ma che coinvolgono manutentori e addetti alla conduzione e alle ispezioni, sono le seguenti:

- zona combustione: tramoggia di carico; spintori idraulici; griglia
- ciclo termico; turbina; generatore elettrico; condensatore; surriscaldatori vapore e preriscaldatori d'acqua; pompe di raffreddamento acque

- trattamento di acque reflue: nastropressa o filtropressa per fanghi
- area di scarico scorie
- zona depurazione fumi: precipitatore elettrostatico; reattore; filtro a maniche; ventilatore estrazione fumi
- area stoccaggio e allontanamento ceneri, scorie e frazione umida: operazioni di carico e trasporto con nastri
- centrale idrica con soffiante in funzione
- zona compressori e trasformatori
- locale quadri elettrici
- bruciatori
- torri di raffreddamento.

Il rischio **vibrazioni mano-braccio** è principalmente legato all'impiego di utensili portatili da parte dei **manutentori meccanici**.

Al rischio **vibrazioni a corpo intero** sono esposti tutti coloro che effettuano ispezioni e controllo o che svolgono operazioni di manutenzione nelle vicinanze di macchine e impianti in funzio-

I veicoli per il trasporto e la movimentazione dei rifiuti possono indurre esposizione a vibrazioni, anch'esse causa di patologie muscolo- scheletriche.

ne (sistema raffreddamento griglia; interno e quadro turbina, portelli ispezione camera di combustione, centralina spintori-griglia, bruciatori, valvole scarico, caricamento polverino).

Anche il gruista che comanda la movimentazione dei rifiuti in fossa delle scorie può essere esposto a vibrazioni a causa del collegamento strutturale tra sala manovra e carro ponte.

Durante un singolo turno di 8 ore, il passaggio infatti avviene circa 10 volte l'ora per ogni linea.

4.2.4 - Rischi da campi elettromagnetici e radiazioni ottiche artificiali

Gli impianti particolarmente rilevanti per la produzione di campi elettromagnetici sono principalmente all'interno della sezione di recupero energetico. È da rilevare la presenza di:

- generatori di energia elettrica e di potenza
- trasformatori di potenza
- impianti per la distribuzione in media e bassa tensione
- motori elettrici con corrente nominale maggiore di 100 A: motore

carroponte rifiuti, ventilatori, pompe di estrazione, pompe per circuito di raffreddamento e per l'alimentazione di acque di caldaia

- saldatura ad arco elettrico
- antenne per stazioni radio base.

Sono inoltre presenti, utilizzabili ed accessibili al personale senza particolari permessi, alcune attrezzature contenute nella tabella 1 della norma EN 50499, in quanto sorgenti giustificabili a priori ovvero che non necessitano di ulteriore approfondimento dell'analisi del rischio perché conformi ai requisiti di legge:

- apparecchiature di illuminazione
- computer e apparecchiature informatiche
- cellulari, cordless, ricetrasmittenti
- apparecchi elettrici portatili
- caricabatterie
- apparecchi alimentati a batterie
- apparecchi di riscaldamento elettrico per climatizzazione
- strumentazione, apparecchi di misura e controllo.

4.3 - Rischi organizzativi

4.3.1 - Rischi da interferenze

Le attività e la presenza di personale di ditte esterne incaricato di svolgere interventi nelle aree del sito può generare **interferenza** con la normale attività.

L'elenco successivo riporta alcune delle attività che, affidate a ditte esterne, possono generare rischi organizzativi da interferenze:

- manutenzione meccanica di macchine ed attrezzature e strutture
- manutenzione elettrica di impianti civili ed industriali
- lavori edili su aree esterne ovvero edifici
- interventi di manutenzione su automezzi ed attrezzature in dotazione agli automezzi eseguiti presso l'officina aziendale o, in emergenza, presso aree esterne
- taratura/calibrazione di strumenti di misura presso gli impianti
- pulizie civili e industriali
- controlli periodici dei presidi antincendio
- scarico di carburanti/lubrificanti e/o di prodotti chimici utilizzati nei processi.

La presenza anche contemporanea di personale di più ditte esterne espone gli addetti all'impianto, oltre ai rischi connessi con la ordinaria gestione di macchine ed attrezzature, anche ai rischi interferenziali determinati dalla presenza di:

- una o più aree adibite a cantiere in cui i lavoratori esterni operano
- personale esterno che può spostarsi all'interno del sito (pedoni)
- traffico veicolare prodotto dal movimento dei automezzi delle ditte esterne.

Un **carente coordinamento** tra le attività può determinare un aumento delle situazioni di rischio.

4.3.2 - *Rischi da lavoro solitario e notturno*

Il lavoro solitario, o per meglio dire **isolato**, è quella situazione in cui il lavoratore opera da solo, senza alcun collega accanto e senza nessun contatto diretto con altri lavoratori.

Negli impianti di termovalorizzazione possono essere in tale condizione gli addetti alla conduzione e controllo e gli addetti alla manutenzione.

La condizione di lavoro "**solitario ed isolato**" può verificarsi sia durante le ore lavorative diurne sia durante il turno notturno. In caso di infortunio o malore, non conoscere la posizione in cui è l'operatore all'interno del sito può costituire un serio problema con conseguenze anche critiche in termini di invio dei soccorsi.

In mancanza di un efficiente sistema di comunicazione con la sala controllo, gli interventi di ricerca e soccorso in caso di emergenza non sono immediatamente attuabili per gli addetti al lavoro notturno e i manutentori.

Il lavoro notturno può essere inoltre causa di alterazioni dei ritmi biologici del corpo e dei ritmi sociali.

L'**affaticamento fisico e mentale** e la riduzione della concentrazione derivante dal lavoro notturno espone i lavoratori a rischi di infortunio durante lo svolgimento delle attività; possono, inoltre, determinare l'aumento della probabilità di incidenti stradali quando, alla guida della propria autovettura, il lavoratore rientra alla propria abitazione.

4.3.3 - *Rischi da carenze strutturali*

- Altezza dell'ambiente

Gli impianti di termovalorizzazione sono costituiti da unità di processo spesso articolate e intersecanti dove gli elementi si sono sovrapposti nel tempo per ristrutturazioni e revamping in un volume non modificabile. Ciò ha prodotto un generale sviluppo in altezza che necessita di sovrastrutture (scale, passerelle) le cui intersezioni sono a volte piuttosto complesse e che creano passaggi spesso difficoltosi per gli addetti alla manutenzione e a ispezioni e controlli.

Tali operatori devono spesso raggiungere punti in elevazione.

- Spazi ristretti

A causa di quanto sopra detto circa i revamping, la sovrapposizione di elementi genera la riduzione degli spazi per i passaggi e gli stazionamenti atti all'esecuzione di operazioni. Tale situazione di rischio di urti o contatti accidentali è peggiorata dalla presenza di nastri trasportatori le cui parti in movimento non siano adeguatamente protette.

- Pavimentazioni

La specificità dei processi presenti in questa tipologia di impianto influisce significativamente sull'integrità delle superfici e delle zone di transito (pavimenti, scale e passerelle).

Le condizioni di queste ultime possono spesso essere compromesse dalla presenza di sostanze corrosive o viscidie per sversamento accidentale o per gocciolamento o dalla proliferazione biologica di microrganismi nell'area dello scarico e pretrattamento dei RSU.

- Aperture nel suolo

Negli impianti di incenerimento sono presenti molte aree che espongono gli operatori a rischio di caduta dall'alto per la presenza di aperture nel suolo. In particolare, oltre alla presenza di botole e vasche interrato, la cui presenza, quantità e dimensioni dipendono da scelte impiantistiche a monte circa la tipologia di trattamento, si segnalano:

- le aperture "a bocca di lupo" per lo scarico dei rifiuti in fossa dai mezzi di raccolta: solitamente, tra il piano di scarico e la discesa è posto un cordolo di cemento armato di altezza di circa 30 cm. Ciò permette il blocco del camion ma non l'eventuale caduta nella fossa dell'autista che deve ripulire l'area dai rifiuti acci-

dentalmente caduti a terra durante lo scarico, in assenza di altre protezioni

- la fossa in cui sono depositati i rifiuti in ingresso è solitamente sviluppata in larghezza, al fine di consentire lo scarico di più mezzi contemporaneamente, ma soprattutto in profondità. Internamente, sul bordo della fossa e nella sezione di passaggio verso la tramoggia, c'è una passerella per gli addetti alla pulizia. Se non adeguatamente dotata di corrimano o di protezioni, gli operatori possono essere esposti a rischio di caduta dall'alto.

- Illuminazione

Gli impianti di termovalorizzazione sono caratterizzati da una **illuminazione artificiale** generalmente costante poiché le attività si svolgono al chiuso.

Gli interventi in condizioni di limitata visibilità sono legati alle operazioni di manutenzione e di ispezione e controllo.

4.4 - Rischi legati agli interventi di manutenzione

Nella tabella che segue sono schematizzati i rischi specifici per la salute e la sicurezza dei manutentori, suddivisi per tipologia, operazione e luogo in cui si può verificare la situazione pericolosa.

Sono stati utilizzati colori differenti per identificare i diversi rischi individuati, in linea con la rappresentazione impiegata nelle schede di rischio del capitolo 6.

Questa sezione dedicata è necessaria per evidenziare che in installazioni, impianti e stabilimenti ad **elevato livello di automazione**, con vincoli legislativi restrittivi e obblighi di controllo continuo di parametri di processo e di emissioni, è rilevante, ai fini della sicurezza sul lavoro, la **conoscenza** dei luoghi di lavoro, delle operazioni e delle procedure che le regolano.

Senza tale conoscenza, le condizioni di lavoro che prevedono l'intervento manuale diretto e la presenza dell'uomo operatore possono esporre i lavoratori a rischi di infortuni anche gravi e a malattie professionali.

Rischi legati agli interventi di manutenzione

RISCHI PER LA SICUREZZA	OPERAZIONE	LUOGO DI LAVORO
Investimenti	<ul style="list-style-type: none"> pulizia e manutenzione 	<ul style="list-style-type: none"> piazzale di scarico carroponte fossa rifiuti
Urti, colpi, schiacciamenti, contatti accidentali con strutture e mezzi	<ul style="list-style-type: none"> pulizia e manutenzione movimentazione pompe, motori, ecc. smontaggio parti meccaniche ingresso in zone di stoccaggio ispezioni operazioni in spazi ristretti 	<ul style="list-style-type: none"> carroponte fossa rifiuti fossa scorie nastri trasportatori tramogge sistema di distribuzione aria primaria spintori rifiuti in griglia camera di combustione caldaia sistema di azionamento griglie linea metano raccolta ceneri sottogriglia piano vibrante ventilatori tubazioni turbina a vapore carroponte fossa rifiuti fossa scorie nastri trasportatori sistema di evacuazione ceneri sistema di azionamento griglie carroponte fossa rifiuti piazzale di scarico rifiuti filtri a manica torri di lavaggio trattamento acque reflue sistema di evacuazione scorie linea ceneri sistema evacuazione ceneri serbatoio spurghi reattore bruciatori sistema DeNOx filtri filtri a manica sistema caricamento calce /carboni attivi caricamento additivi impianto ammoniac vasche interrate torri di raffreddamento trattamento acque reflue
Contatto o impigliamento con parti in movimento	<ul style="list-style-type: none"> attività in presenza di sistemi in movimento 	<ul style="list-style-type: none"> manutenzione botole calo benna e locale trituratore nastri trasportatori sistema evacuazione ceneri sistema di azionamento griglie manutenzione fossa rifiuti piazzale di scarico rifiuti filtri a manica torri di lavaggio trattamento acque reflue caricamento additivi impianto ammoniac condensatori pozzetti pompe torri di raffreddamento filtri filtri a manica sistema caricamento calce /carboni attivi trattamento acque reflue
Scivolamenti, urti, inciampi	<ul style="list-style-type: none"> pulizia e manutenzione accesso da passi d'uomo e lavorazioni in ambiente angusto 	<ul style="list-style-type: none"> carroponte fossa rifiuti piazzale di scarico rifiuti filtri a manica torri di lavaggio trattamento acque reflue caricamento additivi impianto ammoniac condensatori pozzetti pompe torri di raffreddamento

RISCHI PER LA SICUREZZA	OPERAZIONE	LUOGO DI LAVORO
<p>Tagli, abrasioni, proiezione di materiale o di fluidi in pressione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • utilizzo attrezzature per la manutenzione e lo smontaggio pezzi • smontaggio pezzi • pulizia pezzi smontati • saldatura e riparazione lamiere filtri • manutenzione scambiatori in presenza di fluido in pressione • dosaggio e caricamento reagenti di processo 	<ul style="list-style-type: none"> • carroponete fossa rifiuti • botole calo benna e locale trituratore • ventilatori • preriscaldatori aria primaria • piazzale di scarico rifiuti • nastri trasportatori • sistema di evacuazione scorie • piano vibrante • linea ceneri • serbatoio spurghi • camera di combustione • caldaia • linea metano • raccolta ceneri sottogriglia • sistema evacuazione ceneri • sistema di azionamento griglie • reattore • spintori rifiuti in griglia • tubazioni • bruciatori • sistema DeNOx • tramogge • filtri • filtri a manica • scambiatori • torri di lavaggio • trattamento acque reflue • sistema caricamento calce /carboni attivi • caricamento additivi • impianto ammoniac • vasche interrate • compressori
<p>Cadute dall'alto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • pulizia e manutenzione • interventi in prossimità di botole in quota • utilizzo muletti per trasporto sacchi polveri • caduta dal ponteggio all'interno della camera di combustione o del reattore • lavori in quota • lavori in vasche interrate 	<ul style="list-style-type: none"> • fosse rifiuti • piano tramogge • manutenzione botole calo benna e locale trituratore • linea ceneri • camera di combustione • caldaia • reattore • torri di lavaggio • impianto ammoniac • torri di raffreddamento

RISCHI PER LA SICUREZZA	OPERAZIONE	LUOGO DI LAVORO
Caduta di materiale dall'alto	<ul style="list-style-type: none"> • pulizia e manutenzione • ingresso in zone di stoccaggio • caduta di materiale dalle pareti e dal soffitto del forno 	<ul style="list-style-type: none"> • carroponte fossa rifiuti • fosse rifiuti • tramogge • sistema di evacuazione scorie • camera di combustione • caldaia • reattore • spintori rifiuti in griglia
Ribaltamento del mezzo	<ul style="list-style-type: none"> • attività eseguita con bobcat • utilizzo muletti per trasporto sacchi polveri 	<ul style="list-style-type: none"> • piazzale di scarico • linea ceneri • linea scorie
Contatto con superfici calde/ustioni	<ul style="list-style-type: none"> • apertura portelli • presenza di tubazioni e superfici calde • presenza di materiale solido incandescente o fluido ad alta temperatura • apertura portellone in zona ad alta temperatura • presenza di apparecchiature ad elevata temperatura superficiale 	<ul style="list-style-type: none"> • ventilatori • tubazioni • pulizia preriscaldatori e sistema di distribuzione aria primaria • sistema di evacuazione scorie • camera di combustione • caldaia • reattore • spintori rifiuti in griglia • tubazioni • scambiatori • locale trasformatori • turbina a vapore • condensatori • pozzetti pompe • torri di raffreddamento • compressori
Incendi e esplosioni	<ul style="list-style-type: none"> • innesco accidentale 	<ul style="list-style-type: none"> • linea metano • bruciatori • sistema DeNOx • surriscaldatori caldaia • impianto ammoniac

RISCHI PER LA SALUTE	OPERAZIONE	LUOGO DI LAVORO
Esposizione al rumore	<ul style="list-style-type: none"> attività svolta con carroponte in esercizio smontaggio pezzi e utilizzo attrezzatura per la pulizia presenza automezzi in zona di lavoro 	<ul style="list-style-type: none"> carroponte fossa rifiuti fosse rifiuti piano tramogge piazzale di scarico rifiuti periscaldatori aria primaria nastri trasportatori locale trasformatori turbina a vapore
Esposizione ad agenti biologici	<ul style="list-style-type: none"> attività in presenza di rifiuti pulizia 	<ul style="list-style-type: none"> piazzale di scarico rifiuti carroponte fossa rifiuti fosse rifiuti tramogge manutenzione botole locale trituratore periscaldatori aria primaria spintori rifiuti in griglia camera di combustione fossa scorie
Esposizione ad agenti chimici	<ul style="list-style-type: none"> pulizia di ambienti contatto con olio minerale e lubrificanti interventi su flange e tubazioni iniettori additivi disincrostazione pareti e tubazioni pulizia ad aria compressa attività all'interno di sezioni con passaggio vapori acidi e basici dosaggio e caricamento reagenti di processo lavori in spazi ristretti uso di elettrosaldatrice o saldatrice ossiacetilenica per riparazioni 	<ul style="list-style-type: none"> piazzale di scarico rifiuti linea ceneri (rifiuti speciali) piano vibrante sistema evacuazione ceneri sistema di azionamento griglie reattore spintori rifiuti in griglia caldaia filtri scambiatori torri di lavaggio fossa scorie trattamento acque reflue caricamento additivi impianto ammoniac vasche interrate compressori filtri a manica

RISCHI PER LA SALUTE	OPERAZIONE	LUOGO DI LAVORO
Inalazione di polveri	<ul style="list-style-type: none"> • pulizia • pulizia nastri, tubazioni, rotocella, griglie • disincrostazione delle pareti con aria compressa • attività in presenza di rifiuti in fossa e di scorie • interventi su flange e tubazioni iniettori carboni attivi e ceneri • pulizia serrande fossa • pulizia ad aria compressa 	<ul style="list-style-type: none"> • carroponte fossa rifiuti • fosse rifiuti • tramogge • manutenzione botole calo benna e locale trituratore • sistema di evacuazione scorie • piano vibrante • utilizzo muletti per trasporto sacchi polveri • camera di combustione • caldaia • preriscaldatori aria primaria • raccolta ceneri sottogriglia • sistema evacuazione ceneri • reattore • filtri • filtri a manica • scambiatori • sistema DeNOx • sistema caricamento calce /carboni attivi • fossa scorie
Movimentazione manuale dei carichi	<ul style="list-style-type: none"> • movimentazione pompe, motori, ecc • spinta delle scorie con appositi attrezzi per pulizia sottogriglia • movimentazione pezzi smontati e portelli di accesso • movimentazione elementi pesanti e portelloni di accesso alla camera • pulizia griglie e sottogriglie • apertura/chiusura manuale di valvole, portelli, serrande • sostituzione lance 	<ul style="list-style-type: none"> • ventilatori • nastri trasportatori • sistema di evacuazione scorie • piano vibrante • linea ceneri • camera di combustione • caldaia • linea metano • raccolta ceneri sottogriglia • sistema evacuazione ceneri • sistema di azionamento griglie • reattore • spintori rifiuti in griglia • tramogge • scambiatori • torri di lavaggio • trattamento acque reflue • caricamento additivi • impianto ammoniac • condensatori • pozzetti pompe • vasche interrate • torri di raffreddamento
Esposizione a radiazioni non ionizzanti	<ul style="list-style-type: none"> • uso di elettrosaldatrice o saldatrice ossiacetilenica per riparazioni 	<ul style="list-style-type: none"> • officina • tutti i luoghi in cui si prevedono riparazioni

5 - Sistemi di prevenzione e protezione

La tutela della salute e della sicurezza sul lavoro negli impianti di incenerimento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) dovrebbe essere integrata nella gestione aziendale complessiva e nell'analisi costi-benefici, sia in termini economici, sia in termini di miglioramento delle condizioni di lavoro degli operatori e della collettività.

Essa dovrebbe originare dal concetto di **prevenzione globale**, in un contesto di gestione integrata dei rifiuti, condotta secondo criteri di efficienza, efficacia ed economicità.

Una corretta gestione dei rifiuti inizia da un sistema di raccolta che minimizzi l'eterogeneità dei RSU e massimizzi il riciclo, il reimpiego e il recupero di materia ed energia. L'**eterogeneità** dei RSU è, infatti, uno dei parametri che maggiormente condizionano le scelte impiantistiche degli inceneritori ed è tale da richiedere l'impiego di tecnologie affidabili e consolidate, duttili e idonee a combinazioni e accoppiamenti.

La **complessità tecnologica** di un inceneritore - con termovalorizzazione o meno - fa sì che i processi siano profondamente interconnessi e che degli eventuali problemi in una fase o in una parte di impianto debbano essere valutate tutte le possibili conseguenze sulla gestione dello stabilimento per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, oltreché dell'ambiente.

La **complessità gestionale** e **operativa** di un inceneritore è legata sostanzialmente all'esecuzione dei programmi di controllo e di monitoraggio, predisposti per il mantenimento della stabilità operativa dell'impianto e per minimizzare gli interventi su guasto effettuati dagli addetti alla manutenzione.

Il miglior modo di **tutelare la salute dei lavoratori**, a tutti i livelli, è, conseguentemente, possedere la conoscenza dei luoghi di lavoro, dei pericoli insiti nelle macchine, negli impianti e nelle attrezzature, delle operazioni svolte nonché la consapevolezza dei ruoli e delle responsabilità.

Il termine "**prevenzione**", ossia l'insieme delle misure atte a impedire il verificarsi di eventi dannosi, è intimamente collegato al concetto di **sicurezza sul lavoro**, ossia all'insieme di procedure, organizzazione, agenti materiali e luoghi di lavoro che permette lo svolgimento dell'attività lavorativa senza causare danni ai lavoratori.

Assicurare un'attività di **termotrattamento** in sicurezza, complessa

per tecnologie impiegate e eterogeneità dei rifiuti, significa, dunque, prevenire i rischi quale **prima soluzione** per garantire la tutela della salute dei lavoratori.

La prevenzione consiste in azioni, interventi e comportamenti tesi a migliorare le condizioni di lavoro e a indurre gli operatori, a tutti i livelli, ad avere **cura** della propria sicurezza e della propria salute e di quelle delle altre persone operanti nelle vicinanze, sulle quali possono ricadere gli effetti delle proprie azioni o omissioni.

È perciò fondamentale l'educazione alla **consapevolezza** del proprio ruolo e delle proprie **responsabilità** all'interno dell'azienda: in tale direzione, il datore di lavoro può operare fornendo al lavoratore gli strumenti opportuni sia materiali sia cognitivi sia culturali.

Una corretta scelta degli strumenti e una progettazione del lavoro, anche organizzativa, supportata da valide, comprovate ed aggiornate procedure o istruzioni di lavoro in sicurezza, evitano o riducono sia l'evenienza di stati patologici sia la possibilità di incidenti causati da un abbassamento del livello di attenzione.

La registrazione, l'archiviazione e la diffusione delle **informazioni**, la definizione chiara di mansioni, compiti e **ruoli** a ogni livello di responsabilità consentono di validare le soluzioni applicate e di verificare il rispetto delle **procedure** di lavoro e di sicurezza, possibilmente stabilite in modo condiviso e realmente efficaci.

L'applicazione delle misure di prevenzione dei rischi e di protezione dei lavoratori è indirizzata anche a **tutelare l'integrità psico-fisica** di tutti i lavoratori e, conseguentemente, a ridurre il fenomeno infortunistico causato da un'errata gestione delle interazioni uomo-macchina/impianto/attrezzatura/ambiente di lavoro, ed a eliminare o quantomeno a ridurre l'esposizione alla pluralità di rischi potenzialmente in grado di causare effetti sinergici.

La "**cultura della sicurezza**" non è un concetto astratto, ma un percorso collettivo, costante e quotidiano per salvaguardare l'individuo, nell'interesse della **collettività**, che, in qualità di "utente" del servizio, dovrebbe essere **sensibilizzata** e **coinvolta** per rendere i conferimenti sempre più corretti e meno dannosi per i lavoratori.

L'adozione di **Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)**, ben mantenuti e controllati, può contribuire alla protezione del singolo lavoratore, laddove non sia possibile abbattere o ridurre lo specifico rischio a livelli accettabili.

La **tutela dei lavoratori** in un impianto di incenerimento dipende da

molteplici fattori di carattere sia tecnico sia organizzativo tra i quali si riportano:

- caratteristiche dei rifiuti
- tipologia delle sostanze chimiche utilizzate o presenti nell'impianto e dei residui
- macchine, impianti, attrezzature, ambienti di lavoro e dispositivi di sicurezza sia in fase di esercizio e conduzione sia durante gli interventi di manutenzione
- operazioni in condizioni difficili o in presenza di atmosfere pericolose o in spazi confinati
- ispezioni e controlli
- organizzazione delle operazioni di scarico, carico, trasporto interno di rifiuti e materie al fine di evitare rischi da interferenze
- viabilità interna all'insediamento industriale
- organizzazione ergonomica dei posti di lavoro
- procedure di sicurezza
- procedure per la gestione delle emergenze e per il primo soccorso
- gestione dei dati relativi agli infortuni e alle malattie professionali
- sorveglianza sanitaria in relazione alle specifiche attività connesse ai rifiuti
- prevenzione incendi.

Occorre prevedere misure organizzative e tecniche nelle seguenti condizioni di lavoro:

- avviamento
- riavviamento dopo arresto di emergenza
- arresto di routine
- arresto di emergenza
- stand-by
- normale esercizio e conduzione
- operazioni a bassa capacità
- eccesso di combustibile
- manutenzione
- bonifica.

L'applicazione e il rispetto delle misure di prevenzione e protezione implementate dalle aziende sono un dovere e un diritto di ogni individuo, soprattutto in luoghi di lavoro in cui i diversi fattori di rischio, amplificati da molteplici **interferenze**, possono sovrapporsi e agire sinergicamente, producendo conseguenze per la popolazione e, a maggior ragione, per i lavoratori.

La sicurezza e la salute degli operatori è garantita, come sarà esposto in seguito, da un insieme di fattori sociali, culturali, organizzativi, economici, tecnici e tecnologici, dei quali la società civile, le Istituzioni, le imprese ed i lavoratori hanno la responsabilità e la possibilità di controllarne il processo di crescita.

Il fine ultimo è raggiungere l'**obiettivo comune** della **prevenzione globale** - tutela dell'uomo-lavoratore e dell'ambiente - proteggendo, da una parte, i comparti ambientali, aria, acqua, suolo, dalla contaminazione di sostanze estranee, dall'altra, l'uomo-lavoratore dall'esposizione a rischi legati allo svolgimento dell'attività professionale.

5.1 - Sistemi di prevenzione

Gli impianti di incenerimento devono essere concepiti con l'obiettivo di tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori, da perseguire e garantire durante tutte le fasi di vita dell'impianto:

- **progettazione**
- **costruzione**
- **ristrutturazione (revamping)**
- **normale conduzione ed esercizio**
- **manutenzione ordinaria e straordinaria e pulizia**
- **dismissione.**

Il **livello di automazione** di tali impianti è elevato e generalmente confacente alla tipologia di processi e di impianti, alle dimensioni e alle quantità dei rifiuti da trattare, al progresso tecnologico e all'ampiezza e alle caratteristiche dell'utenza, nonché ai vincoli legati alla protezione ambientale.

Tale considerazione è valida sia per gli impianti di nuova generazione, sia per gli impianti che hanno subito una ristrutturazione o revamping finalizzata a:

- ottimizzazione dei processi e minimizzazione dei costi
- passaggio da semplice incenerimento a termovalorizzazione con recupero energetico e/o di materia
- dotazione di cicli cogenerativi per il recupero di energia e di vapore
- incremento della capacità di trattamento di rifiuti
- adeguamento alle normative ambientali.

Le ristrutturazioni devono essere progettate anche in funzione della **sicurezza** dei lavoratori, predisponendo adeguati spazi e altezze per

passaggi e percorsi, vie di accesso e di circolazione interna dei mezzi, ubicazione di aree di carico/scarico, di sistemi per la raccolta e la gestione di ceneri e scorie e di sala di controllo; in sintesi, il **layout** di impianti, macchine e strutture deve essere pensato in modo da assicurare la facilità delle operazioni, delle ispezioni e dei controlli da parte degli addetti alla conduzione e alla manutenzione e da evitare interferenze nella zona del ricevimento, stoccaggio, pretrattamento dei rifiuti, e nella zona di carico e scarico di additivi e residui. Ogni tecnologia da introdurre, nel caso di ristrutturazione, può essere valutata in funzione di alcuni parametri:

- la **riduzione** della **produzione** e/o il **miglioramento** dell'efficienza di rimozione di inquinanti nelle diverse fasi del termotrattamento e di depurazione dei residui, in particolar modo attraverso l'installazione e l'impiego di sistemi combinati
- la **riduzione** di **interventi manutentivi** diretti in funzione dell'abbattimento delle sostanze in gioco.

Inoltre, sarà necessario **ottimizzare il ciclo produttivo** e provvedere al **mantenimento della stabilità operativa**, anche in ottica di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Gli interventi tecnici e le scelte tecnologiche in fase di progettazione dovrebbero essere considerati non solo per raggiungere gli obiettivi di minimizzazione dei costi e massimizzazione dell'efficienza, ma anche perché, attraverso un'ottimale gestione dell'impianto, è possibile **ridurre gli interventi di manutenzione straordinaria**, che prevedono un'azione diretta dell'operatore, e la probabilità di dispersione di sostanze dannose all'interno dell'ambiente di lavoro.

Nei forni a letto fluido sono prodotti maggiori carichi di polveri da captare nell'impianto di trattamento fumi rispetto al forno a griglia.

Il sistema di depurazione fumi per assorbimento abbate le diossine e il Hg ma non N, se prodotto.

I sistemi a umido rimuovono con maggiore efficacia gli inquinanti gassosi, con consumo di reagenti basso e ridotta produzione di residui. Per contro danno luogo a residui liquidi da trattare.

Nella depurazione fumi con filtri a manica, una diminuzione di temperatura provoca la condensazione di acqua che discioglie acidi in grado di corrodere le strutture.

Un programma di **manutenzione** periodica e programmata di macchine, impianti e attrezzature, e la gestione dell'esercizio attraverso **sistemi informatici** di monitoraggio e controllo riducono significativamente l'impatto dannoso dei processi produttivi sulle persone, allungando il ciclo di vita delle strutture e evitando o riducendo l'esposizione al pericolo degli operatori.

Esempi di misure per la riduzione degli interventi di manutenzione su guasto

Miglioramento dei pretrattamenti e ottimizzazione delle condizioni di combustione e di esaurimento delle scorie:

- incremento dell'omogeneità dei rifiuti; miscelazione all'interno della fossa
- triturazione di rifiuti ingombranti in funzione della tipologia di combustione
- scelta della priorità tra termodistruzione dei rifiuti e recupero energetico
- grado di affidabilità della stessa tecnologia.

Separazione delle linee di trattamento

Protezione dalla corrosione nel generatore di vapore

Il recupero di energia elettrica è attuato mediante un ciclo termico a condensazione con pressione di vapore, in ingresso alla turbina, maggiore di 40 bar e temperatura di surriscaldamento di circa 400 °C. Poiché a questi valori di temperatura i fumi prodotti dalla combustione, sono particolarmente corrosivi, è necessario prevedere adeguate protezioni delle parti di caldaia più soggette a corrosione.

Incremento dell'affidabilità dei ventilatori aria primaria e estrazione fumi
Gestione ottimale dei residui

Rimozione per via chimica di inquinanti presenti nella corrente dei gas di combustione degli inceneritori, gas acidi (HCl, HF) e gli SOx, abbinata a un efficace abbattimento delle polveri e a misure di contenimento preventivo delle emissioni, attraverso l'ottimizzazione delle caratteristiche costruttive dei forni e migliorando il processo di combustione (temperature di combustione più alte, maggiori tempi di permanenza in regime di alte turbolenze, eccessi d'aria tali da garantire l'ossidazione completa dei prodotti), ed a adeguate tecniche di abbattimento di metalli pesanti tossici (Hg, Cd) e di microinquinanti organoclorurati (diossine, furani), ad esempio con l'iniezione di carboni attivi.

Rimozione dei metalli pesanti

Mantenimento in efficienza del depolveratore soprattutto nei confronti delle polveri submicroniche per l'abbattimento dei metalli pesanti, presenti sia in fase solida che vapore, i quali condensano principalmente nel sistema di trattamento dei fumi, concentrandosi nelle ceneri, associata a sistema di iniezione di carboni attivi.

Esempi di misure per la riduzione degli interventi di manutenzione su guasto

Rimozione delle diossine

Adsorbimento delle diossine, favorito dall'abbassamento della temperatura, su materiali che presentano elevata capacità adsorbente, quali appunto i carboni attivi, eventualmente combinato a uno stadio di denitrificazione SCR e a un controllo in continuo dei parametri di combustione e post-combustione (tempo, temperatura, turbolenza). I carboni attivi vanno gestiti in sistemi chiusi per evitare dispersione nell'ambiente di lavoro di sostanze dannose e mantenimento in efficienza del sistema.

Recupero energetico

Le condizioni operative del generatore di vapore (pressione, temperatura) sono severe a causa della presenza nei fumi di composti corrosivi e di ceneri trascinate che possono dare luogo sia a fenomeni di corrosione ed erosione sia alla formazione di depositi (slagging) sulle pareti di scambio termico. Le condizioni operative del vapore sono dunque frutto di un compromesso. Elevate temperature e pressioni permetterebbero una maggiore conversione dell'energia termica contenuta nei fumi in energia elettrica, ma possono però aggravare i problemi di corrosione, specialmente sulle superfici del surriscaldatore.

Gli interventi di prevenzione consistono in:

- **misure organizzative:** riconducibili alla definizione del ruolo dei lavoratori e dei gestori dell'organizzazione, nonché alle competenze degli stessi. Essendo le competenze aspetti incrementabili attraverso specifici processi formativi, appartengono alle misure organizzative la formazione e l'addestramento dei lavoratori a comportamenti corretti
- **misure tecniche:** relative a impiego e gestione di attrezzature e componenti delle attrezzature, strutture ed elementi
- **misure procedurali:** specifiche modalità di esecuzione dei processi operativi finalizzati al contenimento o all'eliminazione dei rischi per la sicurezza dei lavoratori, trasferite ai lavoratori attraverso un continuo addestramento, verificandone periodicamente la comprensione
- **iniziative "politiche":** definizione di standard tecnici e qualitativi; verifiche periodiche del servizio e della qualità del trattamento; campagne informative presso l'utenza.

5.1.1 - Misure organizzative e tecniche

Strutture, postazioni e ambienti di lavoro

Un impianto di incenerimento/termovalorizzazione dovrebbe essere progettato, anche in caso di ristrutturazioni di una certa rilevanza, come l'inserimento di un'ulteriore linea di combustione, in modo da evitare **carenze strutturali** e **layout** eccessivamente complesso.

Le sovrapposizioni dei singoli impianti con sviluppo in altezza dovrebbero essere concepite e realizzate garantendo il passaggio agevole, senza ostacoli e senza pericoli di caduta dall'alto e/o scivolamenti degli addetti alla conduzione e all'esercizio.

Piattaforme, parapetti, passerelle e **scale di accesso** devono essere realizzati predisponendo sufficiente spazio libero in altezza e con materiali resistenti all'abrasione, all'usura ed alla corrosione e dimensionati secondo la normativa vigente.

Il camino per l'immissione in atmosfera dei fumi deve essere dotato di una adeguata struttura per consentirne l'agevole campionamento manuale.

La **pavimentazione** degli ambienti al chiuso dovrebbe essere mantenuta in buone condizioni al fine di evitare l'accumulo e la diffusione di polvere e di ridurre i rischi di scivolamento e di cadute.

Mantenere **liberi** i **percorsi** e le **aree operative** da ingombri, garantire lo **spazio di manovra** e sistemare il materiale stoccato in modo da **evitare ostacoli** o interferenze per caduta di oggetti o spandimenti, migliora le condizioni di lavoro dei manutentori.



Lo scarico in fossa in sicurezza per gli autisti dei mezzi di raccolta dovrebbe essere garantito da apposite procedure e istruzioni di lavoro e dall'adozione di protezioni mobili che impediscano la caduta dell'operatore per scivolamento o inciampo.

La regolare **manutenzione** delle **vie di transito** garantisce l'assenza di dislivelli e asperità nel terreno, importante sia per i lavoratori addetti al controllo dell'esercizio sia per i manutentori.

Le **aree di movimentazione** e di scarico in **fossa** devono essere delimitate in modo da ridurre le interferenze tra uomini e mezzi di trasporto.

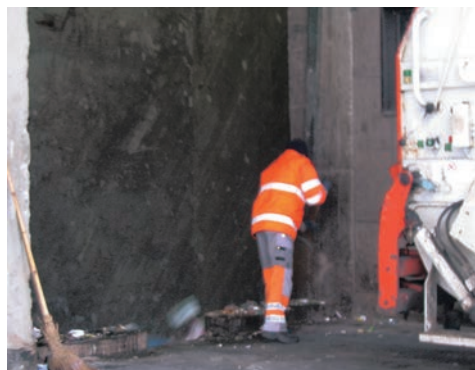
La **circolazione dei mezzi** di movimentazione dei materiali in ingresso, in uscita e all'interno dell'area dell'impianto, **degli operatori e degli autisti** nella sezione di **ricezione** e la **circolazione interna** di conduttori, manutentori e fornitori/appaltatori devono essere opportunamente regolate per minimizzare le interferenze tra diverse operazioni e tra mezzi e persone.

Sarà pertanto necessario definire i percorsi consentiti con **segnaletica**, orizzontale e verticale (semafori), i **limiti di velocità** dei mezzi di trasporto per evitarne il ribaltamento o spostamenti del carico nelle curve, le aree di **circolazione pedonale**, nonché **regolamentare gli accessi**, consentendo l'ingresso ad un numero massimo di veicoli.

Le **postazioni di lavoro** devono essere adeguate alle operazioni da svolgere.

Al fine di evitare una pluralità di rischi, lo **stoccaggio** deve avvenire con le seguenti **modalità**:

- stoccaggio all'aperto solo per rifiuti non pericolosi (verde, fanghi stabilizzati, rottami metallici, rifiuti inerti)



La cabina di alloggiamento dell'operatore del carro ponte è posizionata in modo da consentire una buona visuale dell'intera fossa rifiuti ed è munita di un sistema di ventilazione indipendente rispetto alla fossa.



- stoccaggio separato per additivi e sostanze chimiche e sistemi chiusi per sostanze e materiali pericolosi
- stoccaggio dei materiali solidi in polvere (ceneri, calce) in sili dotati di filtri a maniche sulle uscite d'aria e di sistemi che evitino l'impaccamento dei materiali.

Le **dotazioni** dei sistemi di stoccaggio e di alimentazione devono includere:

- fossa di stoccaggio per rifiuti allo stato sfuso
- serbatoi di stoccaggio di rifiuti liquidi
- area di stoccaggio per rifiuti in fusti e relativo sistema di alimentazione
- eventuale sistema di alimentazione diretta di sostanze tossiche, reattive o corrosive dai mezzi di trasporto
- docce d'emergenza e lavaocchi in prossimità delle aree di stoccaggio e di scarico.

L'utilizzo di sistemi chiusi per il trasporto e la movimentazione elimina o riduce l'esposizione a polveri.

I **contenitori mobili di rifiuti**, soprattutto sanitari, devono essere sovrapposti per non più di tre piani per evitare rotture e, di conseguenza, spandimenti di materiale dannoso, ordinati, prevedendo appositi corridoi di ispezione e provvisti di chiusure idonee e di mezzi di presa che consentano una agevole movimentazione.



La **movimentazione manuale dei carichi** deve seguire le seguenti indicazioni minime:

- evitare la torsione del tronco
- evitare di concentrare in brevi periodi le movimentazioni
- non sollevare manualmente carichi troppo pesanti
- impilare i contenitori su palletts metallici con protezioni laterali per impedirne deformazioni e garantire la successiva manipolazione in sicurezza
- prevedere scaffalature stabili, per l'impilaggio temporaneo dei contenitori, sulle quali sia riportata l'indicazione del carico massimo
- prevedere stoccaggio adeguato e separato di contenitori deformati o rotti evitandone l'impilamento.

In caso sia necessario il **pretrattamento** dei rifiuti all'interno dell'impianto di incenerimento, questa parte di impianto deve essere collocata in ambienti chiusi, possibilmente isolata con materiali fonoassorbenti, soprattutto nella zona di triturazione dei rifiuti.

Per evitare l'esposizione a **rumore**, la precedente precauzione vale anche per i sistemi di scarico, la camera di combustione, l'area turbina e compressori, i generatori di vapore; inoltre, devono essere previsti anche silenziatori su valvole di sicurezza, aspirazioni e scarichi di correnti gassose. Ventilatori a basso numero di giri per i condensatori e gli aerotermi possono costituire un'ulteriore misura tecnica di prevenzione.

La **manutenzione programmata** delle sezioni dell'impianto e delle apparecchiature (cuscinetti, impianto di aerazione, compressori, motori, ecc) può ridurre il livello di rumore.

In tutti i casi, l'accesso dei lavoratori deve essere consentito solo con adeguati otoprotettori.

Per proteggere i lavoratori dal pericolo di contatto con **superfici calde**, sarà opportuno:

- segnalare e proteggere le parti calde dei diversi impianti
- isolare termicamente la camera di combustione
- garantire accessi limitati nel tempo ed esclusivamente a persone autorizzate.



Per ciò che riguarda il **controllo della radioattività**, le modalità gestionali e le necessità impiantistiche devono essere definite dall'esperto qualificato per la radioprotezione individuato dal gestore dell'impianto in relazione alla tipologia di rifiuti conferiti, alle modalità di consegna e di caricamento ed inviate agli enti di controllo.



Le **aree di sosta e di scarico dei mezzi** che hanno dato luogo ad una eventuale **anomalia radiometrica**, nonché il **locale di stoccaggio provvisorio** delle sorgenti eventualmente rinvenute nei carichi, devono essere **identificati** in accordo con gli enti e i soggetti competenti ed indicati nelle planimetrie.

Le **registrazioni** e la **segnaletica di rischio da radiazioni** da utilizzare potranno essere rivisti a seguito di sopralluogo nell'ambito del quale sarà verificata la funzionalità e le impostazioni del sistema di controllo, la collocazione delle aree di sosta e di scarico, la lista dei destinatari delle comunicazioni e le eventuali modifiche/ integrazioni che si renderanno opportune sulla base del confronto sul campo.

Impianti, macchine e attrezzature di lavoro

La prevenzione dei rischi infortunistici comporta anche la necessità del **corretto utilizzo di impianti, macchine e attrezzature di lavoro**. In prima istanza occorre sostituire macchine e attrezzature non marcate CE con altre marcate CE e adeguare gli impianti alle norme tecniche più recenti, eventualmente attraverso una riprogettazione. L'installazione di telecamere a circuito chiuso consente **controlli visivi continui** dalla sala comandi, soprattutto laddove non sia possibile un accesso diretto continuo.

Le **telecamere ad infrarossi** possono essere utilizzate per un migliore controllo della combustione e delle temperature nei forni.

Nel caso di nastri trasportatori, carri ponte, alimentatori, sistemi di caricamento e trasporto di materiali, griglie nella camera di combustione, ventilatori, aspiratori, turbine, macchine come triturator, vagli o mulini, in cui sono presenti parti e organi in movimento, sarà utile la **predisposizione** di:

- protezioni delle parti mobili da contatti accidentali e di fotocellule per il blocco in caso di accesso in aree di pericolo
- sistemi che provocano l'arresto della parte in movimento in caso di rimozione dei carter
- pulsanti di blocco e riavvio macchina di colore diverso
- segnalazioni acustiche e luminose per il bloccaggio delle protezioni e doppio interruttore di arresto
- dispositivi di sicurezza e segnalazioni acustiche e visive della loro rimozione e/o spegnimento automatico.

Pre-trattamento dei rifiuti all'interno dell'impianto di incenerimento

Questa fase è prevista nel caso di impiego della tecnologia di combustione a letto fluido e non è necessaria per i forni a griglia; essa consiste nella selezione e nella triturazione dei rifiuti, soprattutto per ciò che riguarda i rifiuti ingombranti. Sono utilizzati trituratori a lame, tipo "shredder", mulini, trituratori rotanti.

In generale, sono necessari:

- **sistemi di arresto** delle macchine in caso di conferimento non conforme di materiali
- trituratori a **basso numero di giri** per ridurre la possibilità di formazione di scintille per attrito
- **automatizzazione** dello scarico in tramoggia in modo che, una volta colma, non possa essere caricata ulteriormente
- installazione di **rilevatori di fumo**
- **segnaletica di sicurezza** adeguata.

L'impiego di impianti e macchine deve avvenire secondo lo specifico uso indicato dal costruttore senza apportare modifiche ai relativi componenti.

Qualità dell'aria: aspetti generali

Il contenimento dello sviluppo di **sostanze odorigene fastidiose**, connesse per lo più alla presenza di materiale organico putrescibile può essere attuato mediante:

- **confinamento** delle **aree di stoccaggio** e **minimizzazione** del tempo di **stazionamento** dei rifiuti in fossa non superiore alla settimana. Qualora non sia possibile contenere la durata dello stoccaggio, adottare sistemi di deposito refrigerati

- **aspirazione dell'aria** dalla fossa rifiuti con invio alla camera di combustione
- in **caso di fermata completa dell'impianto** è necessario prevedere un **sistema di ventilazione ausiliario** da utilizzare nel caso di fermate di breve durata; nel caso di **fermo totale** dell'impianto di lunga durata, ad esempio superiore ad una settimana, provvedere allo **svuotamento della fossa ed alla successiva pulizia e bonifica**
- per i **rifiuti putrescibili** (RU, fanghi, scarti animali, ecc.) prevedere la possibilità di avviarli ad un **trattamento tempestivo** con insufflamento di aria a salvaguardia da fenomeni di anaerobiosi o clostrazione delle acque di risulta da fanghi
- la **movimentazione** di rifiuti odorigeni deve essere condotta preferenzialmente mediante **sistemi chiusi**, sottoposti a regolare pulizia ed eventuali disinfezione.

Per gli **ambienti destinati allo stazionamento del personale** (cabine di automezzi, sale controllo, uffici, spogliatoi) prevedere misure tecniche (**impianti di ventilazione, sistemi di filtrazione, ventilazione forzata in sovrappressione**, ecc.).

Gli **impianti di ventilazione** devono captare l'aria in ingresso da posizione sicura, lontana da contaminazioni, in alternativa, i locali possono essere dotati di **sistemi di filtrazione** o mantenuti in sovrappressione, per impedire l'infiltrazione di agenti nocivi chimici e biologici.

Tali locali dovrebbero essere **separati il più possibile dalle zone produttive**, compatibilmente con esigenze di controllo del lavoro, dai locali di produzione e l'accesso ad aree quali **sale controllo** dovrebbe essere consentito solo al personale che indossi indumenti puliti.

Gli **ambienti chiusi delle aree produttive**, dove siano presenti vapori o gas pericolosi per natura e per concentrazione o dispersione di polveri e bioaerosol, dovrebbero essere **dotati di sistemi di captazione e di aspirazione** capaci di mantenere l'ambiente in depressione e di convogliare l'aria in uscita verso impianti di depurazione/abbattimento/estrazione.

Le polveri captate sono inviate a smaltimento autorizzato secondo le norme vigenti.

Qualità dell'aria: agenti chimici

Il **contenimento della dispersione di polveri e delle sostanze volatili** inizia da un'accurata progettazione dell'impianto, della quantità di residui prodotti e delle modalità di gestione, in particolare:

- durante la **fase di esercizio**, prevedere il controllo di possibili fonti di emissione diffuse o fugitive, di polveri e odori e le azioni correttive al verificarsi di situazioni non previste in fase di progettazione
- la **manipolazione dei reagenti chimici** (ad esempio destinati al trattamento dei fumi) deve avvenire secondo le indicazioni contenute nelle **schede di sicurezza**, le quali devono essere aggiornate secondo quanto previsto dai regolamenti **CLP** e **REACH**
- gli impianti di incenerimento e di coincenerimento devono essere dotati di un sistema automatico che impedisca l'**alimentazione di rifiuti** nei casi di anomalia
- la normativa vigente (D.Lgs.133/05 - art. 8 comma 5) prevede che ciascuna linea dell'impianto di incenerimento deve essere dotata di almeno un **bruciatore ausiliario** da utilizzare, nelle fasi di avviamento e di arresto dell'impianto, per garantire l'innalzamento ed il mantenimento della temperatura minima stabilita durante tali operazioni e fintantoché vi siano rifiuti nella camera di combustione
- predisporre ed attuare un piano di **verifiche di funzionalità** sia per l'**elettroventilatore** principale sia per quello di emergenza
- l'abbattimento dei **vapori di mercurio** deve essere previsto già in

La via di azione agli agenti chimici gassosi è l'inalazione. Essa può provocare patologie respiratorie anche gravi.

Possibili fonti di emissioni

- serbatoi aperti
- aree di stoccaggio
- automezzi in carico/scarico
- nastri trasportatori, tubazioni e condotte
- locali chiusi
- guasti e rottura di impianti e apparecchiature.

All'art.8 comma 2 del D.Lgs.133/05 "le scorie e le ceneri pesanti prodotte dal processo di incenerimento non possono presentare un tenore di incombusti totali, misurato come carbonio organico totale (TOC), superiore al 3% in peso, o una perdita per agnizione superiore al 5% in peso sul secco".

fase di progettazione mediante l'adozione di sistemi di monitoraggio in continuo

- prevedere durante l'esercizio, il controllo dei valori di **incombusti nelle scorie** con riferimento ai limiti cogenti
- predisporre contenitori stagni per la raccolta dei **liquidi di lavaggio** degli impianti di trattamento fumi
- prevedere una corretta **chiusura dei sacchi**
- prevedere **dispositivi di captazione** nei punti di raccordo e tunnel di segregazione per contenere la dispersione di polveri e agenti chimici.

L'inalazione di polveri avviene negli ambienti in cui i rifiuti sono manipolati e movimentati.

Punti di attenzione per il **contenimento delle polveri**:

- **evitare**, ove possibile, **stoccaggi a cielo aperto**; prevedere la copertura di recipienti e contenitori aperti
- **pulizia** periodica dei locali produttivi, di strade e piazzali, nel caso di contaminazione mediante macchinari "**ad umido**" e/o con sistemi aspiranti
- ogni fase della movimentazione di materiale pulverulenti deve avvenire in **sistemi chiusi** e automatizzati o provvisti di nebulizzazione: può essere utile predisporre idonei sistemi di **segregazione** e **contenimento** delle zone di stoccaggio e dei nastri trasportatori, nonché l'utilizzo di aspirazione **localizzata** nei punti di scarico dell'impianto e in prossimità dei nastri trasportatori
- eseguire la **movimentazione, il carico e lo scarico** di materiali pulverulenti mediante **trasportatori chiusi, pneumatici**, sottoposti a regolare verifica di funzionamento
- impiego di **soluzioni leganti** per l'agglomerazione delle polveri **mediante spruzzatori** e di sistemi frangivento
- prevedere la **raccolta degli sfiati** e l'abbattimento degli inquinanti (polveri, aeriformi)
- nello stoccaggio delle scorie utilizzare aree **compartimentate** e **umidificate**: in ogni caso, garantire le aree di rispetto durante lo scarico, le distanze di sicurezza e le limitazioni di accesso
- lo scarico, il carico e la movimentazione dei rifiuti devono essere affidati a **personale specificamente formato**, il quale deve eseguire le operazioni con finestrini chiusi in una cabina con climatizzazione e filtrazione dell'aria adeguata e funzionante. Nel caso di interventi di **rimozione di oggetti impigliati** è necessario utilizzare **opportuni DPI**.

Punti di attenzione per il **contenimento di composti organici volatili (COV)**:

- prevedere **sistemi di sfiato** controllato e di raccolta degli stessi
- **stoccaggio di solidi** in condizioni tali da mantenere la temperatura prossima a quella ambiente (ad esempio evitare gli effetti della radiazione solare)
- nello **stoccaggio di liquidi** a pressione atmosferica prevedere:
 - controllo di temperatura
 - adeguati sistemi di isolamento
 - eventuali trattamenti specifici (adsorbimento, condensazione) sulle emissioni.

Qualità dell'aria: agenti biologici

Negli **uffici di ricezione e pesa**, solitamente ubicati in gabbionetti prefabbricati, sarebbe preferibile mantenere **porte e finestre chiuse** per evitare l'entrata della polvere, potenzialmente contaminata da microrganismi trasportati dai mezzi con i rifiuti oltreché dei gas di scarico dei mezzi stessi.

In generale, la compartimentazione degli ambienti ed il conseguente isolamento sono di fondamentale importanza per garantire la salubrità dell'aria, nel caso della cabina dell'**operatore del carroponte** deve essere prevista anche la climatizzazione con sistema di filtrazione e/o separazione rispetto all'aria che potrebbe provenire dalla fossa rifiuti.

È raccomandabile situare gli **uffici amministrativi** o, comunque, destinati al personale non direttamente coinvolto nel processo, in **aree separate** e distanti dagli ambienti operativi.

La creazione di **zone filtro** prima degli accessi a sale controllo, uffici e spogliatoi e la netta compartimentazione e climatizzazione con captazione dell'aria in ingresso da posizione sicura, degli ambienti riducono la diffusione della contaminazione dovuta ad agenti microbiologici.

I microrganismi possono essere trasportati in aria dalla polvere ed inalati, provocando nell'uomo allergie ed affezioni respiratorie.

Gli uffici, le sale controllo ed i luoghi di riunione possono essere biocontaminati da microrganismi trasportati dall'esterno da oggetti, indumenti e parti del corpo, precedentemente entrati in contatto con i rifiuti.

Laddove la **movimentazione dei rifiuti** avvenga con nastri trasportatori, questi dovrebbero essere dotati, nei tratti di raccordo, di **dispositivi di captazione** di polveri e di **tunnel di segregazione** al fine di limitare la dispersione di polveri, la perdita di materiali ed il peggioramento dello stato di pulizia degli ambienti.

I **rifiuti sanitari pericolosi** a rischio infettivo devono essere introdotti direttamente nel forno di incenerimento senza mescolamento con altre categorie di rifiuti e **senza manipolazione diretta**.

Qualità dell'aria: nanoparticelle

L'adozione delle BAT (Best Available Techniques) per l'Autorizzazione Integrata Ambientale assicurano il soddisfacimento dei requisiti generali richiesti e garantiscono la riduzione delle emissioni in atmosfera.

Le azioni di prevenzione possono essere supportate mediante un Piano di Monitoraggio e Controllo che preveda la caratterizzazione chimica delle emissioni in termini granulometrici e di contaminazione da metalli pesanti, particolato secondario e microinquinanti organici. Le tecniche di rimozione delle frazioni ultrafini e delle nanopolveri, seppur ampiamente descritte da modelli teorici di captazione, non sono ancora consolidate. Molteplici sforzi per l'aumento dell'efficienza di captazione e rimozione sono basati su configurazioni combinate e/o sulle modalità di esercizio.

Allo stato delle conoscenze è possibile affermare che, per le frazioni ultrafini e le nanopolveri, sia i depolveratori elettrostatici sia i filtri a tessuto mantengono elevate capacità di cattura.

Incendio ed esplosioni

La prevenzione di incendi ed esplosioni è legata a una **adeguata progettazione** e ad uno stretto **monitoraggio** delle condizioni di stoccaggio del materiale in trattamento, delle apparecchiature di processo (selezione, incenerimento, trattamento fumi), degli impianti ausiliari e degli additivi utilizzati.

I materiali in trattamento sono costituiti in larga parte da **combustibili**, spesso pulverulenti, che possono disperdersi nelle aree prospicienti le zone di ricevimento, formando accumuli dove è facile l'innescio di incendi. È necessario che tali situazioni siano evitate limitando al massimo le possibilità di fuoruscita, sia dai mezzi in movimentazione sia dai bacini durante il travaso.

Le attrezzature predisposte per lo stoccaggio devono essere ade-

guate per prevenire il sorgere di inneschi che, in ambienti chiusi, possono provocare esplosioni. Quindi, gli **impianti elettrici** devono essere conformi alla **Direttiva ATEX**; inoltre, deve essere impedito il contatto con parti calde e l'esecuzione dei lavori deve prevedere l'utilizzo di utensili e procedure adatte.

Nell'area dell'incenerimento devono essere utilizzate le opportune precauzioni sia per la presenza del materiale in trattamento (nelle zone esterne alle camere di combustione) sia per la presenza di gas naturale o di altri combustibili ausiliari necessari alle operazioni (avvio, pilota, ecc.).

Le **operazioni di manutenzione** durante la marcia (ad esempio, interventi sui bruciatori o ispezioni visive sull'interno delle camere di combustione) devono avvenire curando che non ci siano fuoriuscite di fumi caldi verso l'esterno, mantenendo tali zone in condizioni di depressione. Per evitare il pericolo di **incendio e di intossicazione**, i serbatoi di ammoniaca, e in genere di tutti gli additivi impiegati nel processo di trattamento dei fumi, devono essere installati in **posizione protetta** e adeguatamente **ventilata**.

Le misure di protezione devono prevedere, oltre ai più consueti sistemi di lotta antincendio (estintori, idranti, sistemi schiuma, iniezione di gas inerti) anche procedure di arresto sicuro in emergenza e sistemi di sfogo in posizione sicura.

Nella zona di selezione devono essere utilizzati **tritutori a basso numero di giri** per evita-

re produzione di scintille tra corpi metallici e le parti metalliche (lame) del trituratore. I **sistemi oleodinamici** devono essere **protetti** dall'interazione con i materiali in trattamento e con le apparecchiature.

Le aree di scarico devono essere **separate** da quelle di stoccaggio. Gli impianti elettrici devono essere costruiti secondo la regola dell'arte e sottoposti a piani di manutenzione programmata per mantenere sotto controllo i rischi di incendio ed esplosione derivanti da anomalie del loro funzionamento; la manutenzione deve prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con elementi in tensione.

I materiali infiammabili sono le polveri di carta, di legno, di talune altre tipologie di rifiuto secche, il metano ed i fluidi di processo.

L'ignizione può avvenire per scariche elettrostatiche o per guasti, sovraccarichi o corto circuiti negli impianti elettrici e per surriscaldamenti di componenti meccaniche.

Specifiche zone di impianto, quali nastri trasportatori, sistemi di trasporto pneumatico, mulini, sili, polmoni, tramogge, serbatoi, coclee, valvole rotative, vagli, condotti polveri, sono esposte alla presenza di gas, vapori o polveri infiammabili o combustibili.

Tali aree possono essere **mantenute sotto gas inerte**, azoto o altro gas, controllandone il flusso, o mantenute sotto un **eccesso d'aria** sufficiente a ridurre la concentrazione di tali materiali al di sotto dei limiti di infiammabilità. È necessario installare **sensori** che rivelino l'eventuale superamento della prevista soglia di tenore di ossigeno e attivino il blocco dell'impianto in caso di superamento del limite. Per tali sensori possono essere predisposte soglie di intervento differenziate per allertare gli operatori o per iniettare direttamente gas inerte in caso di avvicinamento o superamento dei valori di esplosività.

Tutte le parti metalliche devono essere collegate tra loro e alla messa a terra al fine di **evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche**, in grado di provocare scintille e innescare incendi o esplosioni.

Devono essere predisposti **rilevatori di gas infiammabili** nei locali e in prossimità delle apparecchiature di trattamento e recupero gas, mentre devono essere **rimosse** frequentemente le **polveri combustibili** che possano depositarsi negli impianti al fine di evitare accumuli pericolosi. Per evitare che il surriscaldamento localizzato nei punti di articolazione delle componenti meccaniche delle apparecchiature possa innescare incendi, queste devono subire una regolare e adeguata lubrificazione.

Le misure per la protezione o la lotta a incendi o esplosione negli impianti di termovalorizzazione comprendono:

- dispositivi di protezione **contro** le **sovrappressioni** dovute alle esplosioni (pannelli di sfogo, dischi rottura, ecc.)
- sistemi per la **rivelazione** di incendi e di lotta antincendio nelle zone a rischio specifico
- sistemazione delle **attrezzature antincendio** in posizione accessibile, visibile e ben segnalata
- **aggiornamento** della formazione per gli addetti antincendio
- **formazione** dei lavoratori circa i contenuti piano di



emergenza antincendio, la segnaletica antincendio e la posizione delle vie di esodo, con svolgimento periodico delle esercitazioni

- **divieto** assoluto di fumo
- regolare **verifica e manutenzione** dell'attrezzatura antincendio.

*Particolarmente delicata è la prevenzione negli impianti di trattamento "alternativi". Caratteristica di alcune tipologie di processi, infatti, è quella di decomporre termicamente il rifiuto per ottenerne ceneri e un gas combustibile povero "gas di sintesi". Ognuno di tali processi implica l'utilizzo di condizioni di elevata temperatura, in reattori chiusi e sotto pressione, anche in presenza di ossigeno puro. Condizioni queste che, in caso di fuoriuscite o guasti, possono comportare la dispersione di gas infiammabili, lo scoppio di recipienti, o la formazione di atmosfere a elevato tenore di ossigeno, in grado di provocare l'incendio di materiali altrimenti inerti. La prevenzione di tali accadimenti richiede una attenta progettazione, specie considerando le fasi critiche di avviamento, fermata e i diversi scenari di emergenza, ad esempio predisponendo **sistemi di diversione**, anche su più apparecchiature, e una rete di condutture per la raccolta e lo smaltimento in torcia di gas in eccesso o fuori specifica.*

*Tale sistema deve essere progettato e realizzato tenendo conto di tutti gli eventi incidentali, anche quelli che possano comportare lo scarico da valvole di sicurezza o dischi di rottura. Particolarmente delicato è lo **stoccaggio di ossigeno** allo stato di **liquido criogenico**. I materiali a contatto devono essere resistenti all'azione corrosiva e all'infragilimento a basse temperature, protetti dall'interferenza con persone o mezzi in movimento e dall'azione del calore.*

Spazi confinati

La misura di prevenzione primaria per i lavori in spazi confinati consiste in una attenta **identificazione di aree e di fasi di lavoro** che possano esporre i lavoratori in essi presenti, tipicamente per eseguire o completare la costruzione, la manutenzione o l'ispezione.

Il D.P.R. 177/2011, avendo un carattere di generalità, si limita a stabilire **requisiti** sui **lavori in appalto** e **criteri** per la **qualificazione** delle aziende appaltatrici, sulla formazione ed esperienza degli addetti:

- **informazione, formazione e addestramento, oggetto di verifica di apprendimento e aggiornamento**, relativamente ai rischi che sono propri degli "ambienti confinati" e alle peculiari procedure di sicurezza e di emergenza che in tali contesti debbono applicarsi, di tutto il personale impiegato, compreso il datore di lavoro

- obbligo per datori di lavoro delle imprese e per i lavoratori autonomi di possedere **dispositivi di protezione individuale** (maschere protettive, imbracature di sicurezza), **strumentazione e attrezzature di lavoro** (rilevatori di gas, respiratori, ecc.) idonei a prevenire i rischi propri delle attività o proteggere gli esposti, e delle attività di **addestramento** all'uso corretto di tali dispositivi
- obbligo di **presenza di personale esperto**, compreso il preposto che sovrintende sul gruppo di lavoro, in percentuale non inferiore al 30% della forza lavoro, con esperienza almeno triennale in attività in ambienti confinati.

Tali obblighi si integrano con requisiti organizzativi e procedurali in **corso d'opera**:

- nelle attività i lavoratori, compreso il datore di lavoro, devono essere **puntualmente e dettagliatamente informati** dal datore di lavoro committente di tutti i rischi che possano essere presenti nell'area di lavoro (compresi quelli legati ai precedenti utilizzi), per un periodo sufficiente e adeguato allo scopo della medesima e, comunque, non inferiore ad un giorno
- deve essere individuato un **rappresentante del datore di lavoro committente** adeguatamente formato, addestrato ed edotto di tutti i rischi dell'ambiente in cui debba svolgersi l'attività dell'impresa appaltatrice o dei lavoratori autonomi, che vigili sulle attività che in tali contesti si realizzino
- durante tutte le fasi delle lavorazioni in ambienti sospetti di inquinamento o "confinati" sia adottata ed efficacemente attuata una procedura di lavoro specificamente diretta a eliminare o ridurre al minimo i rischi propri di tali attività.



Il “**Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell’art. 3 comma 3 del D.P.R. 177/2011**” definisce le linee guida per l’elaborazione delle procedure di sicurezza, in particolare sui punti relativi a:

Misure e precauzioni preliminari

Definisce le **modalità** di:

- identificazione di: caratteristiche dell’ambiente confinato, lavori da svolgere e loro durata, turni degli operatori
- delimitazione dell’area di lavoro per evitare eventuali rischi da interferenza
- accertamento dell’assenza di pericolo per la vita e l’integrità fisica dei lavoratori
- effettuazione di bonifica se sono presenti sostanze pericolose.

Segnaletica

Deve contenere il pittogramma rappresentativo di “**pericolo generico**” e i pittogrammi per **rischi aggiuntivi** (esplosione, presenza infiammabili, tossici, rischio asfissia) con la dicitura “ambiente confinato” o “ambiente sospetto di inquinamento” e “divieto di ingresso senza lo specifico modulo autorizzativo”.

Un esempio di informazioni e comportamenti da adottare negli spazi confinati è riportato in figura 2.

Esecuzione dei lavori

Nell’esecuzione dei lavori devono essere stabilite le modalità per la **bonifica** e la **vigilanza** per l’intera durata del lavoro, con apparecchi di protezione.

Qualora possa esservi dubbio sulla pericolosità dell’atmosfera, i lavoratori devono indossare un’**imbracatura di sicurezza** collegata a una fune di recupero, essere vigilati per l’intera durata del lavoro da un altro lavoratore all’esterno e, ove occorra, dotati di dispositivi di protezione adeguati.

Le **sorgenti di energia autonoma** devono essere collocate in posizione idonea, tenendo conto dell’emissione di fumi che possono entrare nell’ambiente confinato.

Deve essere inoltre adottato un **sistema di comunicazione** per permettere ai lavoratori impegnati all’interno dell’ambiente confinato di

tenersi in contatto con quelli all'esterno, e di lanciare l'allarme in caso di emergenza.

Presso l'apertura di accesso, in posizione sicura, deve essere sempre **presente un lavoratore**, dotato degli stessi DPI di colui che opera all'interno, per offrire assistenza.

Per la **presenza di gas negli scavi**, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, in rapporto con la natura geologica del terreno o alla vicinanza di altre attività industriali che possono dar luogo a dispersioni di sostanze pericolose.



Informazione, formazione, addestramento e idoneità sanitaria per la mansione specifica.

Tutto il personale che, a qualunque titolo, debba operare entro un ambiente confinato e/o fornire assistenza dall'esterno, deve essere preventivamente e specificatamente autorizzato dal proprio datore di lavoro e possedere idoneità sanitaria per la mansione specifica.



Figura 2 - Informazioni e comportamenti da adottare negli spazi confinati

ATTENZIONE!

Attention! Achtung! Atención! Atentie! انتباه

AMBIENTE SOSPETTO DI INQUINAMENTO O CONFINATO



ACCESSO CONSENTITO AL SOLO PERSONALE AUTORIZZATO
DIVIETO DI INGRESSO SENZA MODULO AUTORIZZATIVO



Cisterna n° Modello Capacità litri

Materiale..... Press. nom. bar

Costruttore..... Anno costr.

Inserire etichetta della sostanza contenuta

VERIFICHE PRELIMINARI

Gli addetti all' accesso e alla manutenzione devono essere formati informati ed addestrati.
 In caso di affidamento lavori le ditte ed i lavoratori autonomi devono essere qualificati ai sensi del DPR177/2011




PRIMA DEI LAVORI EFFETTUARE LE VERIFICHE PREVISTE DALLA PROCEDURA DI LAVORO

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Ciascun addetto, prima di accedere all' ambiente sospetto di inquinamento o confinato dovrà conoscere la procedura di lavoro e indossare i DPI previsti dalla stessa




LAVORI IN SICUREZZA

TUTTE LE ATTIVITÀ VANNO AUTORIZZATE.

I lavori vanno effettuati secondo la specifica procedura di lavoro e dopo la compilazione del modulo autorizzativo




GESTIONE EMERGENZE



IN CASO DI EMERGENZA CHIAMARE IL NUMERO.....
 ED EFFETTUARE QUANTO PREVISTO DALLA
 PROCEDURA



Manutenzione

Per garantire un livello di sicurezza adeguato sui luoghi di lavoro, un elevato livello di efficienza ed efficacia, prolungare il ciclo di vita di macchine, attrezzature e impianti e assicurare condizioni di stabilità operativa, sono necessari interventi di **manutenzione ordinaria** e interventi di **manutenzione straordinaria**.

Gli interventi ordinari devono essere eseguiti secondo un **programma di manutenzione**, definito con istruzioni di lavoro e relative schede di intervento.

La programmazione è effettuata in funzione di:

- tempo di utilizzo e durata/vita utile di componenti, fluidi, parti accessorie o degli eventi accaduti
- esigenze produttive o prescrizioni legislative in conformità a quanto previsto nel manuale di uso e manutenzione di ogni singola macchina.

La manutenzione straordinaria è effettuata per richiami del produttore o in funzione delle condizioni di utilizzo, per effettuare azioni preventive per usi imprevisti o straordinari, ovvero a rottura, per guasti improvvisi, incidenti o cedimenti per deterioramento.

In tutti i casi, gli interventi di manutenzione devono essere **registrati** nelle schede di intervento e realizzati da **personale esperto** e **addestrato**, secondo **schemi**, **regole** e **prescrizioni**, chiare, diffuse e **condivise** a tutti i livelli, dichiarate dal costruttore della macchina.

Ogni operazione sulle macchine e sugli impianti deve essere eseguita seguendo quanto riportato nel **manuale di uso e manutenzione**.

L'esecuzione della manutenzione deve essere effettuata a **macchine ferme** o con **misure straordinarie** se gli impianti rimangono in funzione, soprattutto nelle situazioni in cui è necessario il coordinamento tra imprese diverse, ovvero nel caso di attività contemporanee, secondo adeguate procedure di sicurezza redatte dalla direzione dell'impianto. Le procedure dovrebbero prevedere le corrette modalità per il ripristino dell'alimentazione che deve essere possibile solo in assenza di pericolo per i lavoratori interessati.

Precauzioni generali di sicurezza per gli interventi su macchine ed impianti possono essere:

- distacco della corrente elettrica
- distacco dei gas/fluidi di servizio
- bonifica di condotte, recipienti, attrezzature, locali nei quali possa-

no essere presenti vapori, gas o polveri suscettibili di incendio o di formare atmosfere esplosive.

La **manutenzione non può essere improvvisata** e necessita di precise **procedure operative** che indichino, anche nelle situazioni di emergenza, le mansioni specifiche, le modalità di esecuzione dell'intervento, i dispositivi di protezione individuale o collettiva da adottare, i controlli, il personale in appoggio e i mezzi di salvataggio da predisporre.

La **manutenzione** deve prevedere interventi programmati e periodici anche degli impianti di trattamento/condizionamento aria, dei sistemi di abbattimento delle polveri e dei sistemi chiusi per la movimentazione di materiali potenzialmente dannosi.

Affinché gli interventi di manutenzione siano effettuati in sicurezza, è opportuno adottare i seguenti accorgimenti:



- durante la manutenzione di linee o di apparecchiature in depressione, **intercettare** o deviare mediante **bypass** la sezione in manutenzione al fine di **evitare** o **minimizzare rientri incontrollati** di aria in fase di combustione o trattamento dei fumi
- **in caso di fermo impianto** devono essere rispettate le procedure di **smaltimento** dei rifiuti nei periodi di fermo durante tutto il periodo di intervento
- gli interventi di manutenzione di **impianti, macchine e attrezzature di lavoro** devono tenere conto delle **protezioni** previste dalla normativa e dal Libretto d'Uso e Manutenzione
- in caso di manutenzione straordinaria del **forno** devono essere verificate le **vie di accesso e transito** al forno (passerelle mobili, varchi ecc.)
- le **condizioni di illuminamento** devono essere **adeguate** al compito da svolgere e deve essere garantita una **buona ventilazione** e la **protezione individuale** per le operazioni svolte all'interno del forno
- durante i lavori di **demolizione** del refrattario di rivestimento del forno, devono essere adottate misure per **evitare** la **contamina-**

zione da polveri dei reparti circostanti dell'impianto mediante aerazione forzata.

Nel caso di impianti con una sola linea di alimentazione del forno sono da prevedere due situazioni:

- **fermata completa** dell'impianto di **breve** durata: è necessario approntare un sistema di ventilazione ausiliario
- **fermata completa** per **lungo** tempo: se superiore a una settimana, provvedere a svuotamento, pulizia e bonifica della fossa.

Un programma di manutenzione dettagliato delle attrezzature, combinato con un appropriato sistema di **controllo** dei **parametri di processo**, per evitare guasti imprevisti durante le normali operazioni, limita il numero di interventi manuali, riducendo i rischi di natura chimica, fisica, biologica e meccanica.

È preferibile proteggere i sistemi di videosorveglianza dalla polvere e renderli accessibili senza rimuovere le coperture dei nastri trasportatori o delle macchine.

Inoltre è opportuno definire un piano di manutenzione delle apparecchiature al fine di ridurre l'**emissione** di rumore e di polveri, nonché di evitare perdite o sversamenti.

La sicurezza dei manutentori deve essere garantita soprattutto

in situazioni di **lavoro in solitario o notturno**, ossia in casi in cui può risultare difficile allarmare e richiedere il soccorso, se il lavoratore è stato vittima di infortunio o malore.

Sarebbe opportuno predisporre **dispositivi di allarme**² che monitorano alcuni parametri di controllo quali la postura orizzontale del lavoratore, la mancanza di movimento, l'impiego di DPI, la presenza di sostanze pericolose, tramite un segnale di allerta, manuale o automatico, sia sulla rete satellitare sia su reti di comunicazione aziendale.

Ad esempio: la temperatura di esercizio di un filtro a manica deve essere sempre superiore al punto di rugiada della miscela di gas da depolverare: se la temperatura scende a livelli inferiori l'acqua in fase vapore contenuta nel gas condensa. Le gocce di acqua in fase liquida disciolgono i composti acidi causando corrosione su maniche, cestelli porta maniche e carpenteria. Ciò richiede interventi di manutenzione manuali più frequenti e una maggiore esposizione a rischio chimico degli operatori.

² Questi sistemi di rilevazione e di allarme sono definiti "uomo a terra" o di "non movimento".

L'attivazione dell'allarme consente di individuare la posizione del lavoratore ed inviare i soccorsi in tempi rapidi.

Altri utili dispositivi sono segnali di emergenza che giungono alla sala controllo da locali o postazioni che possono indicare situazioni di anomalie sulle persone (ad esempio uso della doccia lava occhi).

Organizzazione del lavoro

L'organizzazione del lavoro deve essere curata per evitare **sovrapposizioni** di compiti, ruoli e responsabilità.

Al fine di evitare **interferenze tra lavoratori**, dopo un'attenta analisi delle fasi di attività affidate ad imprese esterne e individuazione delle interferenze fra diverse lavorazioni, sarà necessario stabilire in modo condiviso, applicare e mantenere aggiornate **procedure** di lavoro integrative per l'esecuzione di operazioni opportunamente sfasate a livello **temporale** e, se incompatibili, anche separate **spazialmente**.

È possibile realizzare un migliore coordinamento tra le attività se sono previsti:

- verifica dello stato dei luoghi e delimitazione di aree di intervento
- adozione della segnaletica di sicurezza
- delimitazione dei percorsi pedonali e veicolari all'interno del sito
- delimitazione di aree di rispetto delle macchine durante il funzionamento
- definizione delle modalità di utilizzo, in caso di uso condiviso, degli impianti tecnologici presenti nel sito (elettrico, aria compressa, idrico, ecc.)
- delimitazione delle aree di cantiere nelle quali stoccare prodotti ed attrezzature necessarie per realizzare gli interventi previsti
- organizzazione delle operazioni di pulizia, manutenzione e bonifica
- verifica tecnica dei mezzi di trasporto di proprietà
- verifica dei requisiti dei soggetti terzi presenti in impianto.

Per ogni misura intrapresa atta a evitare sovrapposizioni di attività, occorrerà stabilire le idonee modalità di **verifica**.

Nelle **aree di lavoro e di transito**, occorre procedere a:

- adozione di dispositivi di controllo per impedire l'accesso alle aree di lavoro a persone e mezzi non autorizzati
- installazione di:
 - segnali di **pericolo** per macchine semoventi e mezzi
 - segnali di **obbligo** per le manovre e per l'uso di DPI

- segnali di **divieto**: in particolare, è vietato mangiare, bere e fumare nei luoghi in cui sono svolte le lavorazioni sui rifiuti.

È importante **progettare** adeguati **processi lavorativi** che comportino:

- la **minimizzazione** dell'intervento diretto dei lavoratori
- la riduzione al **minimo** della manipolazione e movimentazione di rifiuti e di altre sostanze pericolose da parte degli operatori
- la **pianificazione** dei turni e delle mansioni in modo da ridurre i tempi di esposizione ai differenti rischi garantendo il **turnover**
- la definizione delle **responsabilità** della gestione dell'impianto di incenerimento e delle **competenze** delle persone incaricate
- l'affidamento dell'incarico di effettuare specifiche operazioni alle sole persone **addestrate** e **autorizzate**.

Le turbine e i compressori sono macchine ad elevata emissione sonora. La loro manutenzione o il semplice accesso nei locali deve essere regolamentata e organizzata in modo che l'esposizione al rumore avvenga per tempi limitati.

L'accesso all'interno della camera di combustione e di tutti gli spazi confinati deve essere autorizzato preventivamente.

Gli **attrezzi manuali** devono essere mantenuti costantemente puliti ed in efficienza sostituendo quelli in cattivo stato di conservazione, e riposti immediatamente e sempre nelle apposite custodie quando non utilizzati. La manipolazione delle attrezzature deve essere effettuata indossando **opportuni DPI**.

Gli impianti di aerazione, condizionamento e ventilazione meccanica devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo.

Qualsiasi sedimento o sporcizia, che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata, deve essere eliminato rapidamente.

La compartimentazione degli ambienti deve anche riguardare

Gli uffici, le sale controllo e i luoghi di riunione possono essere biocontaminati da microrganismi trasportati dall'esterno da oggetti, indumenti e parti del corpo, precedentemente entrati in contatto con i rifiuti.

gli spogliatoi degli operatori; tali interventi servono a **separare l'ambiente "sporco"**, in cui sono conservati gli indumenti da lavoro, **dall'ambiente "pulito"** per gli abiti civili.

In considerazione della possibile presenza di personale femminile alla gestione degli impianti è necessario valutare i rischi e predisporre misure organizzative in un'**ottica di genere**, ad esempio separando spogliatoi e servizi igienici, organizzando i turni di lavoro, ecc..

Nel caso di lavoro **solitario** o **notturno**, il lavoratore dovrebbe essere stato:

- esplicitamente autorizzato dal responsabile del turno
- preventivamente e adeguatamente informato sulla natura delle lavorazioni
- informato e formato in maniera specifica per sviluppare consapevolezza nell'autonomia per ridurre lo stress da panico nelle situazioni non ordinarie
- dotato di un *kit* trasportabile per il trattamento di piccole ferite o l'automedicazione previo svolgimento di un corso di formazione sul primo soccorso.

I lavoratori incaricati di svolgere le attività lavorative in solitario e in condizioni di isolamento dovrebbero essere equipaggiati con dispositivi localizzatori con la **funzionalità "uomo a terra"** o di **"non movimento"**.

Il rischio derivante dallo svolgimento del lavoro in turni notturni può essere ridotto organizzando i posti di lavoro e gli ambienti lavorativi in maniera tale da ridurre il disagio per gli operatori attuando i seguenti interventi:

- assicurare una **buona ventilazione** negli ambienti di lavoro
- **illuminare** adeguatamente gli ambienti di lavoro sia delle sale controllo sia delle aree di lavoro
- **evitare** le attività in ambienti con alte **temperature** ed un livello di **rumore elevato**.

Al fine di garantire la stabilità operativa di un termovalorizzatore, condizione che garantisce la conduzione senza frequenti interruzioni e interventi manuali, è opportuno che i **sistemi di controllo** e **monito-**

Per lo svolgimento delle operazioni di gruista della fossa, deve essere attuato un programma di turnazioni idoneo a evitare un prolungato lavoro in solitario.

*Un luogo di lavoro **ben illuminato** segnala all'organismo che è ora di essere svegli e attivi.*

raggio siano tecnologicamente avanzati, ben impiegati, oggetto di formazione e di addestramento, nonché periodicamente sottoposti a manutenzione e taratura.

Nell'ottica di minimizzare l'intervento diretto del lavoratore, preliminarmente, è opportuno definire i parametri di controllo della **produzione dei rifiuti** al fine di ridurre le quantità e la pericolosità, intercettando alla fonte, con la raccolta differenziata, sia le frazioni suscettibili di riutilizzo e riciclaggio sia quelle pericolose da avviare a corretto smaltimento, al fine di conoscere la composizione merceologica dei rifiuti trattati nel termovalorizzatore.

Inoltre, sarà opportuno provvedere all'installazione³ di sistemi, secondo una logica di ridondanza, per il controllo ed il monitoraggio:

- in continuo dei **macroinquinanti** in ingresso alla linea di trattamento, in combinazione con il sistema finale di controllo, per il dosaggio dei reagenti, in modo da limitare possibili "picchi" di concentrazione di uno o più inquinanti
- in continuo delle **sostanze più pericolose** (es. mercurio)
- programmato sul flusso dei **residui solidi prodotti** con possibilità di **registrazione** dei quantitativi prodotti e il loro destino (smaltimento/recupero).

Per garantire un'efficace gestione aziendale della sicurezza sul lavoro è necessario provvedere a: **informazione, formazione, addestramento e verifiche periodiche** dell'apprendimento sui seguenti temi:

- legislazione sulla sicurezza sul lavoro e ambientale
- regolamenti aziendali
- ciclo dei rifiuti, tipologia, caratteristiche e pericolosità dei materiali
- rischi, misure di tutela e procedure di sicurezza
- flusso delle comunicazioni
- comunicazione gestuale per le manovre
- utilizzo corretto e cura di DPI e indumenti da lavoro
- formazione alla guida sicura per gli autisti e i conducenti di carrelli elevatori (ove presenti)
- interventi di pulizia
- movimentazione e manipolazione dei rifiuti, dei residui di combustione e delle sostanze presenti nei processi

³ L'efficienza e le tarature degli strumenti di monitoraggio le procedure relative sono messe a punto dalle autorità di controllo e costituiscono un capitolo specifico dell'autorizzazione che le stesse autorità rilasciano per la gestione dell'impianto.

- interventi di manutenzione
- modalità di ispezione e controllo
- modalità di lavoro solitario e notturno
- modalità di rilevazione dei parametri di processo
- modalità di funzionamento di impianti, macchine e attrezzature
- spazi confinati
- gestione delle emergenze
- sistemi di rilevazione e di allarme
- infortuni e incidenti: frequenza, gravità e cause
- incidenti rilevanti
- igiene personale.

Le misure organizzative aziendali, base per una gestione efficace e competitiva, sono necessarie anche per migliorare la cultura della sicurezza, la competenza, la percezione del rischio e la motivazione. Un **sistema di comunicazione** capillare e dotato di strumenti che consentano la verifica della ricezione delle informazioni è un modo semplice ed efficace per migliorare continuamente le competenze e il coinvolgimento dei lavoratori.

5.1.2 - Misure procedurali

L'azienda dovrebbe stabilire, condividendole con i lavoratori, applicare e mantenere aggiornate **procedure** e **istruzioni** di lavoro che contemplino anche modalità di esecuzione delle operazioni in sicurezza. Tali procedure dovrebbero essere oggetto di **informazione, formazione e addestramento** dei lavoratori.

Si sottolinea che la maggior parte di queste procedure hanno la **duplice funzione** di tutela della salute e della sicurezza degli operatori e di salvaguardia dell'ambiente.

Esse hanno infatti lo scopo di evitare la dispersione di materiali e sostanze nocive nei comparti ambientali aria, acqua, suolo, ma anche di proteggere il lavoratore da inalazione, ingestione e/o contatto con esse, nonché di consentire il lavoro in sicurezza.

La "**prevenzione globale**" dei rischi, per l'ambiente e per l'uomo-lavoratore, risulta rafforzata anche dall'applicazione di istruzioni corrette di lavoro e dalle azioni quotidiane che ne conseguono.

Di seguito, le procedure riportate sono elencate per fasi di lavoro; nei riquadri, sono descritti i contenuti minimi - non esaustivi - per alcune delle procedure indicate.

Procedure per fasi di lavoro: tutte le fasi dell'attività lavorativa

- istruzioni di lavoro in sicurezza per ogni operazione con e senza attrezzature: definizione di ruoli, mansioni e operazioni
- norme comportamentali sul lavoro
- controllo di mezzi e attrezzature prima e dopo la fase di lavoro
- ispezioni e controlli
- esecuzione di interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, periodica e programmata e di pulizia
- bonifica delle linee e degli apparati da sottoporre a manutenzione
- gestione di emergenze e di incidenti
- movimentazione, manipolazione e stoccaggio di ogni specifica classe di materiale (rifiuti, additivi, residui di combustione).

Contenuti minimi

Norme comportamentali sul lavoro

- utilizzo di indumenti personali o abbigliamento idonei
- divieto di fumare durante il lavoro e di consumare pasti o bevande con abiti da lavoro e/o in ambienti non idonei
- divieto di assumere alcolici e/o sostanze stupefacenti
- rispetto delle limitazioni di accesso

Gestione di emergenze e di incidenti a rischio biologico e chimico

- gestione e segnalazione di anomalie alla ricezione dei rifiuti
- corretta identificazione e gestione delle componenti pericolose da rimuovere nella fase di trattamento
- segnalazione di contatti accidentali con materiale infetto, sostanze tossiche e/o nocive o pericolose
- segnalazione di incidenti e infortuni
- segnalazione di guasti di macchine e mezzi e di malfunzionamento/rotture di contenitori per rifiuti e sostanze
- contenimento degli effetti di eventuali fuoriuscite e spandimenti di sostanze chimiche

Procedure per fasi di lavoro: gestione dei rifiuti in ingresso (conferimento, stoccaggio e alimentazione dei rifiuti)

- acquisizione delle informazioni sui rifiuti (flussi, massa, stato fisico, composizione chimica, caratteristiche di pericolosità, sostanze incompatibili, precauzioni da adottare nella manipolazione)
- controlli e campionamenti sui rifiuti in ingresso
- rilevazione di materiali radioattivi
- rispetto della segnaletica presente all'interno dell'impianto, soprattutto per ciò che riguarda il conferimento di diverse tipologie di rifiuti in ingresso
- comunicazioni con i conferitori
- mantenimento delle condizioni ottimali dell'area di impianto
- gestione delle aree di stoccaggio in sicurezza (separazione per tipologia e disponibilità di spazi)
- minimizzazione della durata dello stoccaggio
- idoneo posizionamento degli operatori addetti alla movimentazione
- regolazione della circolazione per lo scarico in due sensi di marcia e rispetto delle limitazioni di accesso ai soli addetti
- regolazione dello scarico dei rifiuti in caso di imprevisti (rottura porte, sovrabbondanza rifiuti, ecc.)
- scarico rifiuti
- scarico rifiuti sanitari: mantenimento dell'integrità dell'imballaggio.

Contenuti minimi

Scarico rifiuti per i contenitori

- controllo presenza rifiuti ingombranti e sanitari
- segnalazione di ingresso degli autisti all'ufficio pesa
- rispetto del permesso di ingresso nell'area di scarico
- rispetto dei limiti di velocità
- in caso di sosta, obbligo di spegnere il motore e di parcheggio temporaneo in posizione tale da non ostacolare la circolazione
- divieto di operare contemporaneamente su porte adiacenti
- divieto di allontanamento del personale della ditta conferitrice dal piazzale di conferimento e scarico rifiuti
- arresto del mezzo appena le ruote posteriori toccano il bordo del cordolo, con uso di telecamere posteriori con monitor in cabina
- spostamento in avanti del mezzo per lo spazio sufficiente allo scarico
- discesa dal mezzo solo dopo aver indossato i DPI
- rispetto delle limitazioni di accesso durante le operazioni a terra (chiusura porte mezzo o pulizia area di scarico)
- rispetto del raggio di azione degli altri automezzi
- segnalazione dell'allontanamento

Procedure per fasi di lavoro: circolazione dei mezzi nel sito

- rispetto della segnaletica verticale ed orizzontale
- rispetto dei limiti di velocità
- rispetto del raggio di azione di altri automezzi
- accensione di segnalatori lampeggianti e delle luci (anabbaglianti) durante il movimento del veicolo
- utilizzo del telefono cellulare solo con auricolare, durante la guida del mezzo.

Procedure per fasi di lavoro: accesso ad aree pericolose

- arresto delle macchine e delle attrezzature interrompendo l'alimentazione di energia dalla fonte primaria
- utilizzo di cartelli monitori che indichino la presenza di lavoratori nelle aree pericolose
- autorizzazione e permessi di accesso in aree di lavoro pericolose
- adozione di idonei DPI tali da consentire l'accesso in sicurezza nelle aree pericolose ai lavoratori incaricati.

Procedure per fasi di lavoro: trattamento termico

- monitoraggio e controllo: parametri di combustione, efficienza di processi, sistemi di protezione ambientale e dispositivi di sicurezza installati
- rispetto delle limitazioni di accesso
- rispetto delle procedure di accesso per gli addetti al controllo.

Procedure per fasi di lavoro: recupero energetico

- Incremento dell'efficienza di combustione dei rifiuti (riduzione incombusti)
- minimizzazione delle perdite di energia
- limitazione delle perdite indesiderate di materia
- riduzione della pressione operativa del condensatore.

Procedure per fasi di lavoro: trattamento dei residui solidi e fluidi

- mantenimento di adeguate condizioni e controllo della combustione
- migliore esaurimento delle scorie
- monitoraggio e di controllo dell'efficienza del processo di trattamento, dei sistemi di protezione ambientale e dei dispositivi di sicurezza installati.

Procedure per l'esecuzione del programma di sorveglianza e controllo

- mantenimento entro le condizioni operative previste dei processi, delle funzioni e di tutte le sezioni impiantistiche
- verifica dell'efficienza dei sistemi di abbattimento e controllo
- interventi in caso di incidenti per la tempestiva individuazione di malfunzionamenti e/o di anomalie nel processo produttivo
- addestramento costante del personale impiegato nella gestione
- verifica dell'efficienza dei sistemi per prevenire rilasci e/o fughe di sostanze inquinanti.

5.1.3 - Iniziative “politiche”

La gestione dei rifiuti e, nella fattispecie, la gestione di impianti di incenerimento e di termovalorizzazione, è attività di pubblico interesse e dovrebbe avvenire secondo **criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza** e garantendo elevati standard di sicurezza e protezione ambientale, ossia senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente.

Un'ottimale gestione dei rifiuti, anche nell'ottica di minimizzare l'intervento diretto del lavoratore in impianti ad elevato livello di automazione, ha origine dal **controllo** della **produzione dei rifiuti**.

Il fine è di ridurre le quantità e la pericolosità, intercettando alla fonte, con la raccolta differenziata, sia le frazioni suscettibili di riutilizzo e riciclaggio sia quelle pericolose da avviare a corretto smaltimento, in modo che dei rifiuti trattati nel termovalorizzatore sia nota la composizione merceologica.

Le norme di qualità ambientale prevedono opportune misure di prevenzione dell'inquinamento e di fenomeni di inquinamento significativi, nonché di incidenti e la limitazione delle conseguenze, in tutto il ciclo di vita dell'impianto.

Le **MTD** costituiscono uno strumento valido ed efficace per minimizzare l'impatto dell'impianto sulla salute umana e sull'ambiente, nel rispetto degli specifici requisiti stabiliti dalla normativa vigente.

Al fine di garantire la salubrità degli ambienti di lavoro, esse dovrebbero essere permeate da una visione più ampia e compenetrata dalle buone prassi per la sicurezza dei lavoratori. In questo modo, si otterrebbe un'integrazione tra le due grandi problematiche esistenti in impianti a forte impatto, secondo il principio della “**prevenzione globale**”.

Per tale motivo, molte delle soluzioni, tecniche, organizzative e procedurali, indicate nei capitoli precedenti, sono buone prassi ambientali mutate in un'ottica di sicurezza dei lavoratori.

In tal senso, lo Stato dovrebbe svolgere funzioni di indirizzo e coordinamento non solo per l'attuazione di una corretta ed efficiente gestione dei rifiuti, ma, attraverso le competenze attribuitegli dalla legislazione ambientale vigente, dovrebbe emanare **criteri** generali e metodologie per la gestione integrata dei rifiuti, per prevenire e limitare la produzione dei rifiuti, nonché per ridurre la pericolosità, per la razionalizzazione della raccolta, della cernita e del riciclaggio dei rifiuti e individuare **obiettivi di qualità** dei servizi di gestione dei rifiuti, anche **in ottica di prevenzione dei rischi lavorativi**.

L'autorizzazione unica per i nuovi impianti di smaltimento e di recu-

però dei rifiuti dovrebbe includere anche i sistemi per la prevenzione dei rischi per i lavoratori e gli adempimenti in materia di SSL.

I requisiti richiesti per l'accesso alle gare d'appalto dovrebbero includere almeno adempimenti, amministrativi, tecnici e finanziari, alla legislazione vigente, in materia di sicurezza sul lavoro.

Infine, il **coinvolgimento dei cittadini**, in qualità di "utenti", è di recente diventato un passo obbligatorio e fondamentale nel processo decisionale che conduce alla concessione dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, come disposto dalla nuova disciplina.

Occorrerebbe sfruttare questo potente strumento di comunicazione per sensibilizzare il pubblico al principio di "prevenzione globale", il cui punto di partenza è costituito dagli stessi utenti.

5.2 - Sistemi di protezione

La legislazione vigente regola l'obbligo d'uso dei DPI per gestire i rischi residui, gli obblighi dei lavoratori (utilizzo conforme, cura dei DPI, ecc.), gli obblighi del datore di lavoro (fornitura di DPI conformi, informazione e formazione, mantenimento in efficienza).

Lo smaltimento dei DPI usa e getta deve essere effettuato in maniera adeguata e ne deve essere fornita informazione ai lavoratori, attuando procedure per evitare la diffusione di agenti contaminanti su di essi presenti.

Ogni dispositivo di protezione deve essere scelto **previa valutazione del rischio**, in considerazione della specifica attività espletata.

Il datore di lavoro deve possedere le **conoscenze** utili per:

- la selezione dei DPI più idonei
- la verifica della durabilità dei DPI sulla base dello specifico uso inerente l'attività.

DPI idonei, ben mantenuti, sull'uso dei quali i **lavoratori** devono essere **informati** e **formati**, ovvero **addestrati** come previsto per gli autorespiratori, **aumentano il livello di sicurezza** in tutti i reparti e, principalmente, nello svolgimento di operazioni di pulizia e manutenzione.

La **fornitura individuale** per ogni operatore deve comprendere al minimo:

- facciale filtrante per la polvere (a perdere)
- calzature antinfortunistica con suola antiscivolo e puntale rinforzato
- guanti antitaglio
- cuffie o tappi auricolari
- elmetto
- occhiali paraschizzi o visiera
- cintura di trattenuta in caso di lavori, anche di manutenzione, effettuati in quota
- tuta e abiti da lavoro (dotazione estiva ed invernale).

Il datore di lavoro ha l'obbligo di garantire che le operazioni per la

*È indispensabile l'uso di **DPI idonei** durante le operazioni di scarico in fossa per prevenire l'esposizione ad agenti biologici di mucose, cute e vie respiratorie, ed evitare che i microrganismi siano trasmessi, per inalazione o per contatto o per via parenterale (**tagli o punture con oggetti infetti**) ai lavoratori*

pulizia e il mantenimento dello stato di efficienza degli indumenti di protezione non inficino le caratteristiche tecniche di protezione contro i rischi per i quali i DPI sono stati progettati.

Riguardo agli **agenti chimici** è possibile che il rischio per l'operatore sia dovuto all'inalazione di sostanze tossiche (polveri, ceneri, additivi, ecc.), per le quali è utilizzato un DPI di protezione delle vie aeree, ma è possibile che le stesse sostanze depositandosi sugli indumenti possano in un secondo tempo essere inalate o assorbite tramite la cute.

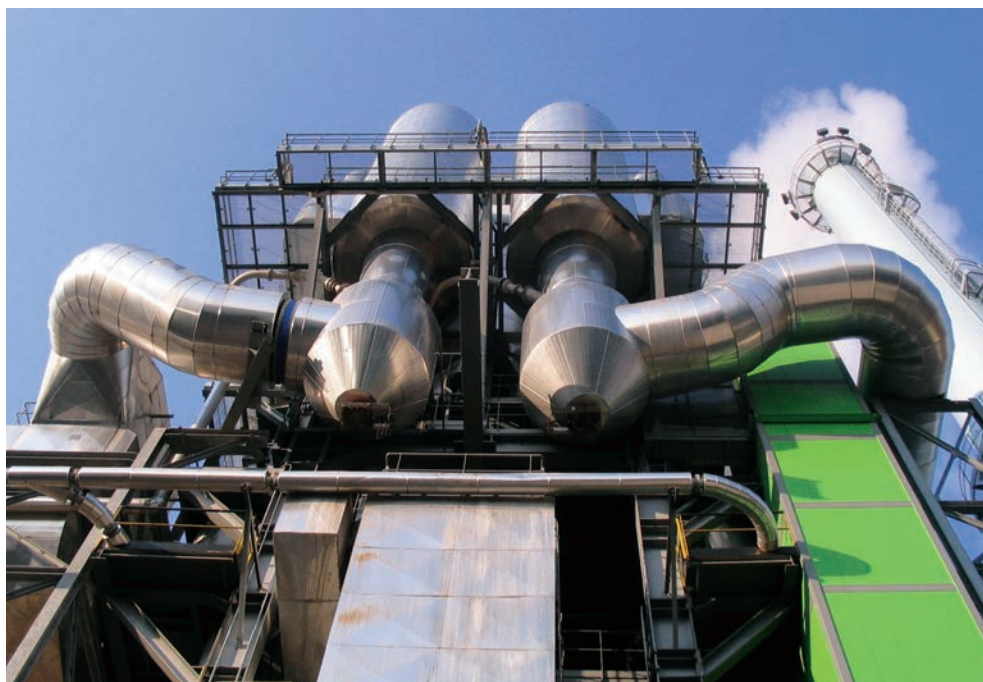
È bene comunque ricordare che il datore di lavoro:

- è l'**unico responsabile** della pulizia dei DPI
- per la pulizia deve seguire le istruzioni del fabbricante
- se delega un terzo (incaricato dell'azienda o organizzazione esterna) deve comunque accertarsi che il lavaggio sia effettuato secondo le istruzioni del fabbricante
- su richiesta dell'organo di vigilanza, deve dimostrare il protocollo applicato
- non è esentato dalla responsabilità neppure con la dichiarazione di terzi.

Esempi di tipologie di DPI

<p>Guanti da lavoro in gomma resistenti agli agenti corrosivi, lavabili e disinfettabili oppure guanti da lavoro monouso in gomma nitrile per i solventi. I guanti devono essere sostituiti periodicamente e rimossi con precauzione dopo l'uso prima di toccare qualunque superficie o attrezzatura non contaminata</p>		
<p>Tute da lavoro</p> 	<p>Scarpe di sicurezza</p> 	<p>Caschi</p> 
<p>Maschere respiratorie filtranti monouso con valvola (agenti biologici e polveri) e facciali filtranti per le sostanze volatili presenti (agenti chimici)</p> 		<p>Stivali in gomma o poliuretano lavabili e disinfettabili o calzari protettivi monouso</p> 
<p>Occhiali protettivi</p> 	<p>Visiera completa di calotta da utilizzare nelle situazioni di maggiore esposizioni</p> 	
<p>Dispositivi di protezione dell'udito (cuffie antirumore, tappi auricolari ecc.)</p> 		<p>Cinture di sicurezza</p> 
<p>Autorespiratore, per interventi in aree fortemente contaminate o a basso tenore di O₂</p>		

6 - Per ricordare meglio: le schede di rischio e dei sistemi di prevenzione e protezione



RISCHIO BIOLOGICO

Agenti biologici

BATTERI (enterococchi, *S. aureus*, ecc.)

VIRUS (virus enterici, HBV, ecc.)

FUNGHI (*Aspergillus*, ecc.)

PARASSITI

ALLERGENI



Vie principali di esposizione

**CONTATTO MUCO-CUTANEO,
FERITE DA TAGLIO O DA PUNTA,
INALAZIONE, INGESTIONE,
MORSI E PUNTURE DI ANIMALI**

Effetti sulla salute

**INFEZIONI VIRALI E BATTERICHE,
MICOSI, ALLERGIE**

Aree critiche

AREA DI SCARICO

BOCCHES DI SCARICO DEI MEZZI DI RACCOLTA

FOSSA RIFIUTI

TRATTAMENTI PRELIMINARI, SE PRESENTI

AREE DI STOCCAGGIO

NASTRI TRASPORTATORI

SALE COMANDI E UFFICIO RICEZIONE



Azioni critiche

SCARICO RIFIUTI

PULIZIA MANUALE DELLA PIAZZOLA DI SCARICO

PULIZIA E MANUTENZIONE DI:

- **AREA RICEZIONE E STOCCAGGIO**
- **NASTRI TRASPORTATORI**
- **FOSSA RIFIUTI E AREE CIRCOSTANTI**
- **TRATTAMENTI PRELIMINARI, SE PRESENTI**

**COMPORTAMENTI (MANGIARE, BERE, FUMARE IN ORARIO DI LAVORO)
IGIENE PERSONALE E DEGLI INDUMENTI DI LAVORO**

Sistemi di prevenzione

Automazione di impianti e processi

Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato dell'aria inquinata

Pulizia e manutenzione di mezzi, attrezzature e ambienti di lavoro

Trattamento periodico di **derattizzazione e lotta antiparassitaria**

Divieto di mangiare, bere e fumare durante le operazioni di raccolta e spazzamento

Dotazione al personale **di prodotti per il lavaggio frequente e l'igiene delle mani** senz'acqua, durante il servizio

Compartimentazione degli ambienti di lavoro, degli spogliatoi e delle strutture igieniche

Informazione, formazione e addestramento per gli operatori sui rischi biologici e sull'uso di DPI

Sistemi di protezione

Uso di DPI idonei

- facciale filtrante
- tuta in tessuto non tessuto
- guanti antitaglio
- occhiali paraschizzi o visiera



RISCHIO CHIMICO

POLVERI E NANOPARTICELLE

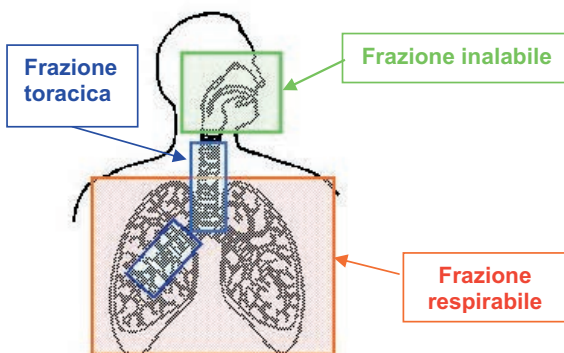
Fattori di rischio

INALAZIONE DI PARTICOLATI (POLVERI IN FRAZIONE RESPIRABILE E INALABILE) E DI NANOPARTICOLATO AERODISPERSI

Effetti dannosi

PATOLOGIE RESPIRATORIE DA POLVERI

PATOLOGIE CAUSATE DA INQUINANTI PRESENTI NELLE POLVERI (METALLI PESANTI, MERCURIO, ECC.)



Aree critiche

FOSSE, SILI, TRAMOGGE, NASTRI TRASPORTATORI, TRITURATORI

AREA FORNI

AREA TRATTAMENTO FUMI E RACCOLTA RACCOLTA SCORIE

AREE DI STOCCAGGIO E SCARICO MATERIALI

Situazioni critiche e fattori complementari

SCARICO POLVERI E SCORIE

MANUTENZIONE E PULIZIA:

- **PROCESSI E ATTREZZATURE CHE FAVORISCONO LA SOSPENSIONE DELLE POLVERI**
- **INSUFFICIENTE ASPIRAZIONE/VENTILAZIONE DEI LOCALI**
- **PULIZIA A SECCO**

Sistemi di prevenzione

Sistemi localizzati per la **captazione e l'aspirazione** delle polveri in prossimità delle sorgenti di polveri

Aspirazione da posizione sicura o filtrazione dell'aria immessa nei luoghi di lavoro

Pulizia "ad umido" e/o con aspirazione degli ambienti di lavoro

Segregazione delle apparecchiature nelle quali sono presenti polveri (nastri trasportatori, ecc.)

Applicazione del **principio di cautela** per la prevenzione dei rischi legati alla presenza di **nanoparticelle**



Sistemi di protezione

Uso di DPI idonei:

- maschere filtranti e indumenti a perdere
- occhiali o schermo per il viso



RISCHIO CHIMICO - SOSTANZE

Fattori di rischio

INALAZIONE E CONTATTO CUTANEO DI:

- PRODOTTI CHIMICI
- FLUIDI DI PROCESSO
- RIFIUTI LIQUIDI



Effetti sulla salute

INTOSSICAZIONE

ALLERGIE

DERMATITI DA CONTATTO

USTIONI

PATOLOGIE RESPIRATORIE (acute e croniche)

TUMORI

Aree critiche

FOSSE, SILI, TRAMOGGE, BOTOLE

AREA FORNI

AREA TRATTAMENTO FUMI

AREA TRATTAMENTO REFLUI

AREE DI CARICO, SCARICO E STOCCAGGIO ADDITIVI



Situazioni critiche e fattori complementari

MANUTENZIONE SU PARTI NON BONIFICATE

RIFORMIMENTO DI SERBATOI E CISTERNE

CAMPIONAMENTO DI RIFIUTI

FUORIUSCITE ACCIDENTALI

PULIZIA A SECCO E CON VENTILAZIONE INSUFFICIENTE

Sistemi di prevenzione

Monitoraggio ambientale prima dell'esecuzione degli interventi di manutenzione se, per la rilevazione delle sostanze volatili, esistono dispositivi di screening (ad es.: sensori, fiale colorimetriche, ecc.)

Sistemi localizzati per la captazione e l'aspirazione in prossimità delle sorgenti di possibili dispersioni

Aspirazione da posizione sicura o filtrazione dell'aria immessa nei luoghi di lavoro

Pulizia "ad umido" e/o con aspirazione degli luoghi di lavoro

Sistemi di segregazione e contenimento nelle zone di stoccaggio

Predisposizione, applicazione e aggiornamento di **procedure** per:

- la movimentazione, la manipolazione e lo stoccaggio di **ogni specifica classe di composto chimico** (rifiuti, additivi, residui di combustione)
- l'effettuazione delle **operazioni di manutenzione**
- la **bonifica** delle linee e degli apparati da sottoporre a manutenzione

Sistemi di protezione

Uso di DPI idonei:

- maschere filtranti e/o autorespiratori
- indumenti resistenti agli agenti chimici, anche a perdere
- occhiali o schermo per il viso
- guanti adatti
- docce e lavaocchi di emergenza
- polveri inerti per contenere le perdite e assorbire i materiali dispersi



RISCHIO AGENTI FISICI - RUMORE

Fattori di rischio

ORGANI IN MOVIMENTO NON INSONORIZZATI (ventilatori, triturator
mezzi di trasporto in manovra, sistemi di trasporto pneumatico)

Effetti sulla salute

IPOACUSIA

RIDUZIONE DELL'ATTENZIONE DURANTE IL LAVORO

Aree critiche

**AREE DELL'IMPIANTO NELLE QUALI
SONO IN FUNZIONE MACCHINE
ED ATTREZZATURE**

Situazioni critiche

SCARICO RIFIUTI

MANUTENZIONE

PULIZIA

ISPEZIONI E CONTROLLI



Sistemi di prevenzione

Adozione di **procedure** di comportamento

Manutenzione programmata e periodica

Sistemi di protezione

Uso di cuffie o tappi auricolari

RISCHIO AGENTI FISICI - VIBRAZIONI

Fattori di rischio

**UTENSILI PORTATILI
ORGANI IN MOVIMENTO**

Effetti sulla salute

**PATOLOGIE MUSCOLO-
SCHELETRICE**

Aree critiche

**AREE IN CUI SONO IN FUNZIONE
MACCHINE ED ATTREZZATURE**

POSTO DI MANOVRA GRUISTA

Situazioni critiche

**MANUTENZIONE
PULIZIA**

Modalità di esposizione

UTILIZZO DIRETTO DI UTENSILI PORTATILI

**INTERVENTI SVOLTI IN PROSSIMITÀ DI FONTI DI VIBRAZIONI (MACCHINE
ED ATTREZZATURE)**

**POSTO DI MANOVRA GRUISTA SU CARROPONTE SOLIDALE ALLE
STRUTTURE PORTANTI**

Sistemi di prevenzione

Adozione di procedure di comportamento

Utilizzo di attrezzature a bassa emissione
di vibrazioni

Manutenzione programmata e periodica

Sistemi di protezione

Uso di:

- guanti antivibranti
- sedili ergonomici



RISCHIO MACCHINE

Fattori di rischio

CIRCOLAZIONE DEI MEZZI PER IL TRASPORTO DEI RIFIUTI

ORGANI IN MOVIMENTO (ventilatori, triturator)

MOVIMENTAZIONE DEI RIFIUTI (carroponte, nastri trasportatori)

MOVIMENTAZIONE DEI RESIDUI DI COMBUSTIONE E DEGLI ADDITIVI

Effetti dannosi

CONTUSIONI, DISTORSIONI,

FRATTURE,

ABRASIONI, TRAUMI,

SCHIACCIAMENTI,

AMPUTAZIONI



Aree critiche

RICEZIONE

TRATTAMENTO PRELIMINARE, SE PRESENTE

AREA DI MOVIMENTAZIONE MATERIALI

AREA TRATTAMENTO FUMI E RACCOLTA SCORIE

AREE DI MOVIMENTAZIONE AUTOMEZZI

Situazioni critiche

RICEZIONE RIFIUTI

CARICO E SCARICO DI MATERIALI

MANUTENZIONE E PULIZIA

ISPEZIONI E CONTROLLI



Sistemi di prevenzione

Adozione di macchine con **marcatura CE**

Adozione di mezzi di trasporto equipaggiati secondo normativa

Applicazione di **sistemi di sicurezza** (per es.: spegnimento di macchine ogni volta che si escludono protezioni delle parti in movimento)

Delimitazione e segnalazione di aree di rispetto attorno alle macchine durante il funzionamento

Manutenzione programmata e periodica delle macchine

Regolazione della circolazione degli automezzi

Divieto di sosta e transito nelle aree di manovra degli automezzi

Sistemi di protezione

Creazione di aree di rispetto attorno alle macchine in funzione

Uso di idonei DPI:

- scarpa antinfortunistica con suola antiscivolo e puntale rinforzato
- elmetto



RISCHI PER I MANUTENTORI SPAZI CONFINATI E LAVORO IN SOLITARIO

Fattori di rischio

ACCESSO IN AMBIENTI CHIUSI O RISTRETTI NEI QUALI POSSONO VERIFICARSI LE CONDIZIONI DI PERICOLO DA “SPAZIO CONFINATO”

PRESENZA DI SOSTANZE TOSSICO-NOCIVE, POLVERI, MATERIALI INFIAMMABILI O ATMOSFERE ESPLOSIVE

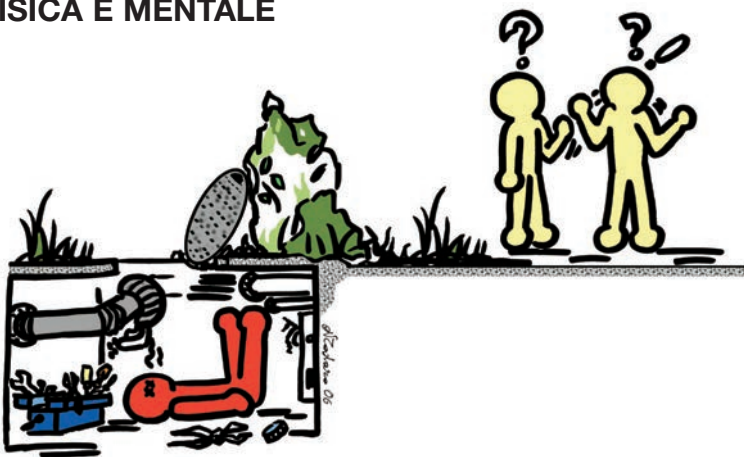
ISOLAMENTO, FATICA FISICA E MENTALE

Effetti dannosi

INTOSSICAZIONE

ASFISSIA

USTIONI



Aree critiche

VASCHE, SERBATOI

FOSSE, CONDOTTE,

POZZETTI, SILI, TRAMOGGE,

DEPOSITO DEI PRODOTTI CHIMICI, CAMERA DI COMBUSTIONE,

GENERATORI DI VAPORE, DEPOLVERATORE

Situazioni critiche e fattori complementari

MANUTENZIONE E PULIZIA DI:

- AREE IN CONDIZIONI, NORMALI O TRANSITORIE, SUSCETTIBILI DI CAUSARE IL PERICOLO DA “SPAZIO CONFINATO”
- AREE IN CUI È NECESSARIA LA BONIFICA
- AREE IN CUI SONO PRESENTI SOSTANZE CHIMICHE INFIAMMABILI, ESPLOSIVE O TOSSICO-NOCIVE

INTERVENTI “A CALDO” SU APPARECCHIATURE O SU IMPIANTI OPERATIVI

USO DI APPARECCHIATURE PORTATILI CHE POSSONO DAR LUOGO A SCINTILLE

Sistemi di prevenzione

Identificazione delle caratteristiche dell'ambiente confinato, lavori da svolgere e loro durata e dei turni degli operatori

Delimitazione dell'area di lavoro per evitare eventuali rischi da interferenza

Accertamento dell'**assenza** di pericolo per la vita e l'integrità fisica dei lavoratori

Effettuazione di **bonifica** se presenti sostanze pericolose

Controllo dell'efficacia della bonifica

Vigilanza per l'intera durata del lavoro

Sistema di comunicazione idoneo, eventualmente con funzionalità di rilevazione delle emergenze in tempo reale

Adozione di misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di **gas, vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi**

Adozione di sistemi per assicurare buona **ventilazione** e **illuminazione** adeguata

Formazione e addestramento del personale che opera e interviene in caso di emergenza negli "spazi confinati"

Uso e rispetto di segnaletica idonea

Sistemi di protezione

Uso di DPI idonei:

- imbracatura di sicurezza e fune di recupero
- autorespiratore
- abbigliamento protettivo
- guanti antitaglio
- scarpe antinfortunistiche
- elmetto



RISCHI PER LA SICUREZZA LAVORO IN SOLITARIO

Fattori di rischio

INCIDENTI E INVESTIMENTI DA PARTE DI MEZZI IN MOVIMENTO
SCHIACCIAMENTI E INVESTIMENTI PER RIBALTAMENTO DI MEZZI
URTI E SCHIACCIAMENTI PER CADUTE DI MATERIALI E OGGETTI
**CONTATTI ACCIDENTALI CON MATERIALI TAGLIENTI, PUNGENTI E
POTENZIALMENTE INFETTI PER PROIEZIONE E CADUTA DI MATERIALE**
CADUTE DALL'ALTO DI PERSONE
**LAYOUT STRUTTURALE E IMPIANTISTICO (ad es.: passerelle, tubazioni,
attraversamenti, ecc.)**
CONTATTI ACCIDENTALI CON PARTI INCANDESCENTI
**DISPERSIONE ACCIDENTALE DI VAPORI, POLVERI E AEROSOL LIBERATI
DAI MATERIALI IN CORSO DI TRATTAMENTO O DAGLI SCARTI DI
LAVORAZIONE**
LAVORO IN SOLITARIO

Effetti dannosi

**CONTUSIONI, DISTORSIONI, ABRASIONI, TRAUMI,
SCHIACCIAMENTI, AMPUTAZIONI**

Fasi critiche

MANOVRE DEI MEZZI
SCARICO RIFIUTI
MOVIMENTAZIONE DI MATERIALI
**PULIZIA MANUALE DELL'AREA
DI SCARICO**
PULIZIA E MANUTENZIONE
ISPEZIONI E CONTROLLI



Sistemi di prevenzione

Realizzazione di strutture con **spazi e altezze sufficienti**

Sistemazione di **percorsi e aree operative** in modo da evitare ingombri, in particolare nelle **aree di stoccaggio**

Pulizia e manutenzione di piattaforme, parapetti, passerelle, scale di accesso, aree di ricezione e stoccaggio rifiuti e materiali

Predisposizione di **dispositivi di comunicazione e allarme** durante il lavoro in solitario

Illuminazione dell'area di lavoro

Regolamentazione della circolazione dei mezzi e dei pedoni

Informazione, formazione e addestramento per gli operatori sulle modalità di comunicazione

Sistemi di protezione

Creazione di aree di rispetto attorno ai mezzi circolanti e nelle aree di scarico e in prossimità dell'area di scarico in fossa

Uso di idonei DPI:

- guanti da lavoro
- occhiali protettivi
- abbigliamento ad alta visibilità
- scarpa antinfortunistica
con suola antiscivolo e puntale rinforzato
- casco protettivo



INCENDI ED ESPLOSIONI

Materiali infiammabili ed esplosivi

COMBUSTIBILI PRESENTI NEI RIFIUTI,
GAS DA DIGESTIONE MICROBIOLOGICA
LUBRIFICANTI, CARBURANTI, ADDITIVI
ALTRI MATERIALI COMBUSTIBILI PRESENTI IN STABILIMENTO

Fonti di ignizione

SCARICHE ELETTROSTATICHE
PARTI CALDE DI MACCHINE
O APPARECCHIATURE
IMPIANTI ELETTRICI
ATTRITO



Effetti dannosi

USTIONI
INTOSSICAZIONI DA FUMO O DA VAPORI TOSSICI
DANNI ALL'APPARATO Uditivo e Respiratorio
TRAUMI DA SOVRAPPRESSIONE IMPULSIVA
FERITE DOVUTE A SCHEGGE

Aree critiche

FOSSE RIFIUTI, SISTEMI DI DEPOLVERAZIONE A SECCO
SISTEMI DI STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE COMBUSTIBILI,
CUNICOLI, POZZETTI INTERRATI, SILI, VASCHE COPERTE
SERBATOI E MAGAZZINI DI MATERIALI INFIAMMABILI

Sistemi di prevenzione

Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato dell'aria in zone dove siano presenti infiammabili (gas di decomposizione biologica, vapori o polveri secche)

Riduzione di scintille e surriscaldamenti prodotti da macchine e impianti in aree dove siano presenti infiammabili o soggette alla formazione di atmosfere esplosive

Adozione di **impianti elettrici antideflagranti**

Adozione di **sistemi di rivelazione e allarme**

Predisposizione di **recinzioni e distanze di sicurezza** intorno alle aree soggette a pericolo di incendi e a forte irraggiamento termico

Sistemi di protezione

Adozione di **sistemi di rilevazione ed estinzione incendi**

Predisposizione di **vie di fuga, luoghi sicuri, sistemi di compartimentazione**

Sistemi di scarico di emergenza, raccolta e combustione (torcia) di fluidi combustibili

Indumenti protettivi per l'accesso ad aree soggette a forte irraggiamento termico



APPENDICE 1 - Adempimenti normativi

A1.1 - Rischio infortunistico

Il datore di lavoro deve valutare tutti i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori (art. 17 e art. 28 D.Lgs. 81/08 e s.m.i.), compresi i rischi di infortunio, presenti nei **luoghi di lavoro (Titolo II)** e causati dall'utilizzo di **attrezzature di lavoro** (impianti, macchine, apparecchi ed utensili), soggette alle disposizioni contenute nel **Titolo III**.

Le attrezzature di lavoro (art. 70), comprese le macchine, devono essere **conformi** alle specifiche disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, recepite con il **D.Lgs. n. 17 del 27 gennaio 2010** "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori", altrimenti devono essere conformi ai requisiti generali di sicurezza (all. V).

Secondo le indicazioni riportate nel Titolo III - Capo I, relativo alle **attrezzature di lavoro**, il datore di lavoro (art. 71) ha l'obbligo di:

- 1) **mettere a disposizione dei lavoratori attrezzature conformi** alle norme di sicurezza, **idonee** ai fini della salute e della sicurezza e **adeguate o adatte** al lavoro da svolgere; le attrezzature di lavoro devono rispondere a specifiche disposizioni legislative (art. 70), mentre le attrezzature costruite in assenza di disposizioni o esistenti in date antecedenti all'emanazione delle norme relative, devono essere conformi ai requisiti generali di sicurezza di cui all'**allegato V**
- 2) **scegliere le attrezzature di lavoro** da utilizzare tenendo conto, tra l'altro, delle condizioni specifiche del lavoro e dei rischi presenti e derivanti dall'uso delle attrezzature stesse
- 3) **adottare misure tecniche ed organizzative al fine di ridurre i rischi connessi al loro uso**, tenendo conto anche delle indicazioni contenute nell'**allegato VI** (Disposizioni concernenti l'uso delle attrezzature di lavoro)
- 4) le attrezzature devono essere **installate ed usate in conformità alle istruzioni d'uso e sottoposte a idonea manutenzione** ai fini di garantire la permanenza dei requisiti di sicurezza di cui all'art. 70; devono essere inoltre tenuti registri di controllo delle attrezzature utilizzate. Le manutenzioni devono essere svolte da personale qualificato a causa della complessità di alcuni impianti e macchine e per la necessità di lavorare in condizioni disagiati

- 5) i lavoratori devono ricevere un'**adeguata informazione, formazione e addestramento** (art. 73) sull'uso delle attrezzature e sui rischi connessi all'utilizzo sia nelle normali condizioni d'impiego sia nelle situazioni imprevedibili.

L'art. 26 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. riguarda l'obbligo di elaborare, da parte del datore di lavoro ed ai fini di promuovere la cooperazione e coordinamento, un unico documento di valutazione dei rischi contenente le misure adottate per eliminare o almeno per ridurre i rischi da interferenze. Tale documento, denominato **DUVRI (Documento Unico per la Valutazione dei Rischi per attività Interferenti)**, deve considerare non solo i rischi dovuti alle possibili interferenze tra diverse attività.

Il DUVRI deve essere allegato al contratto di appalto o di opera. Non sono compresi in questo documento i rischi specifici delle imprese appaltatrici o subappaltatrici. Tra le altre disposizioni, il personale delle imprese appaltatrici o subappaltatrici, deve essere munito di tessera di riconoscimento contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro.

Nel Titolo I del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. sono indicati gli obblighi generali dei progettisti, dei fabbricanti e dei fornitori (artt. 22 e 23), relativamente ai luoghi e alle attrezzature di lavoro. I fabbricanti e i fornitori non possono fabbricare, vendere, noleggiare e concedere in uso attrezzature di lavoro (comprese le macchine), DPI ed impianti, che non rispondono alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, in materia di salute e sicurezza.

A1.2 - Rischio chimico

Il riferimento normativo principale è il Titolo IX - Capo I del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. "**Sostanze Pericolose - Protezione da agenti chimici**" che determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro o come risultato di ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici.

Nel definire i criteri per la corretta **valutazione del rischio chimico**, l'art. 233 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. richiama i principi già espressi dal precedente D.Lgs. 626/94 (titolo VII bis, art. 72 quater c. 1). In modo innovativo rispetto ad esso, il D.Lgs. 81/08 sancisce che per ogni

agente chimico pericoloso, sulla base dei risultati della valutazione dei rischi, il datore di lavoro è tenuto a dimostrare che, in relazione al tipo e alle quantità dell'agente e alle modalità e frequenza di esposizione professionale, vi è un rischio **basso per la sicurezza e irrilevante per la salute** dei lavoratori. Quando ciò si verifica è sufficiente applicare le misure e i principi generali per la prevenzione dei rischi. In caso contrario è invece necessario applicare disposizioni nel merito di:

- misure specifiche di protezione e di prevenzione
- disposizioni in caso di incidenti o di emergenze
- sorveglianza sanitaria
- cartelle sanitarie e di rischio.

Sulla base di criteri, metodi e finalità per mezzo dei quali è possibile condurre la valutazione del rischio sono distinguibili tre diverse situazioni:

- a) **valutazione preliminare del rischio**: basata sulla raccolta di dati informativi relativi agli agenti chimici pericolosi presenti nell'ambiente di lavoro oggetto di studio: schede di sicurezza di sostanze e preparati impiegati, quantità, tempi di esposizione, caratteristiche del lavoro, ecc.. Ne può scaturire la conclusione che non è necessario procedere a una valutazione più approfondita in quanto, sulla base delle informazioni acquisite, risulta che l'esposizione è al di sotto del livello d'azione (valore soglia al di sotto del quale non sono necessarie misure di prevenzione specifiche) per cui il rischio risulta irrilevante
- b) **valutazione approfondita del rischio**: consiste in una valutazione qualitativa e quantitativa del rischio attraverso l'utilizzo di algoritmi o misure ambientali dal cui esito scaturisce che il rischio è irrilevante (esposizione inferiore al livello d'azione) o non irrilevante (esposizione superiore al livello d'azione)
- c) **verifica del rispetto del valore limite di esposizione** (valore limite ponderato indicato a norma di legge o da organismi scientifici): comporta l'effettuazione di misure ambientali nei casi in cui l'esposizione potrebbe superare non solo il livello d'azione ma anche il valore limite. Ove necessarie, tali misure devono essere pianificate secondo una precisa strategia descritta dalla norma UNI 689 ed effettuate mediante impiego di metodiche standardizzate di cui il D.Lgs. 81/08 e s.m.i. riporta un elenco o, in loro assenza, con metodiche appropriate e con particolare riferimento ai valori limite di esposizione professionale e per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio temporali.

Riepilogo per livelli di rischio degli obblighi derivanti dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

Rischio	Riferimento Normativo	Adempimento
Basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute	Art. 223, c. 1,2,3 Art. 224 c. 1,2 Art. 227	Oltre a quanto previsto per le misure generali di tutela della salute e della sicurezza (art.15) procedere a: progettare adeguatamente i processi lavorativi definendo procedure di sicurezza per le fasi a rischio; ridurre al minimo la durata e l'entità dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi; ridurre al minimo il numero di lavoratori esposti e la quantità di agenti chimici pericolosi; garantire misure igieniche adeguate.
Non basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute	Art. 223, c. 1,2,3 Art. 224 c. 1,2 Art. 225, Art. 226 Art. 227	Oltre a quanto previsto per il livello di rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute occorre: eliminare o sostituire l'agente chimico pericoloso con altro meno pericoloso (se possibile) ovvero ridurre comunque il rischio al minimo adottando adeguati processi lavorativi sicuri, appropriate misure organizzative volte alla sicurezza, misure di protezione collettive il più vicino possibile alla fonte di rischio, dispositivi di protezione individuali efficaci. Definire piani per la gestione delle emergenze.
Basso per la sicurezza e non irrilevante per la salute	Art. 223, c. 1,2,3 Art. 225, c. 1, lettere a, b, c, d Art. 225, c. 2 Art. 226 Art. 227 Art. 229 Art. 230	Oltre a quanto previsto per il livello di rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute occorre: eliminare o sostituire l'agente chimico pericoloso con altro meno pericoloso (se possibile) ovvero ridurre comunque il rischio al minimo adottando adeguati processi lavorativi sicuri, appropriate misure organizzative volte alla sicurezza, misure di protezione collettive il più vicino possibile alla fonte di rischio, dispositivi di protezione individuali efficaci, sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti. Definire piani per la gestione delle emergenze Procedere alla misura diretta degli agenti chimici pericolosi con tecniche di igiene industriale, quando non si possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e protezione.
Non basso per la sicurezza e non irrilevante per la salute	Art. 223, c. 1,2,3 Art. 225, c. 1, lettere a, b, c, d Art. 225, c. 2 Art. 226 Art. 227 Art. 229 Art. 230	Oltre a quanto previsto per il livello di rischio basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute occorre: eliminare o sostituire l'agente chimico pericoloso con altro meno pericoloso (se possibile) ovvero ridurre comunque il rischio al minimo adottando adeguati processi lavorativi sicuri, appropriate misure organizzative volte alla sicurezza, misure di protezione collettive il più vicino possibile alla fonte di rischio, dispositivi di protezione individuali efficaci, sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti. Definire piani per la gestione delle emergenze. Procedere alla misura diretta degli agenti chimici pericolosi con tecniche di igiene industriale, quando non si possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e protezione.

A1.3 - Rischio rumore

Il riferimento legislativo principale è il D.Lgs. 81/08 e s.m.i. ed in particolare il Titolo VIII, Capo II, dall'articolo 187 all'articolo 196. Tale Titolo tratta dei rischi dovuti ad esposizione al rumore, intendendo con questo termine le perturbazioni pressorie comunque prodotte, trasmesse dall'aria e agenti sull'apparato uditivo. Come noto, l'esposizione prolungata al rumore di intensità elevate comportano differenziate e, spesso, gravi patologie a carico dell'apparato acustico.

La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni a rumore è programmata ed effettuata, con cadenza almeno quadriennale e deve essere aggiornata ogni qualvolta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta o sia necessario ai fini della sorveglianza sanitaria.

I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, sono fissati a:

- valori limite di esposizione:** rispettivamente $LEX = 87 \text{ dB(A)}$ e $p_{\text{peak}} = 200 \text{ Pa}$ (140 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$)
- valori superiori di azione:** rispettivamente $LEX = 85 \text{ dB(A)}$ e $p_{\text{peak}} = 140 \text{ Pa}$ (137 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$)
- valori inferiori di azione:** rispettivamente $LEX = 80 \text{ dB(A)}$ e $p_{\text{peak}} = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$).

Se le caratteristiche dell'attività lavorativa causano una variabilità dell'esposizione giornaliera al rumore da una giornata di lavoro all'altra, si può far riferimento al livello di esposizione settimanale a condizione che:

- il livello di esposizione settimanale al rumore, come dimostrato da un controllo idoneo, non ecceda il valore limite di esposizione di 87 dB(A)
- siano adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività.

La valutazione del rischio rumore deve essere effettuata durante il lavoro prendendo in considerazione in particolare:

- il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo
- i valori limite di esposizione e i valori di azione
- tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore
- per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni

- tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che devono essere osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni
- le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia
- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore
- il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale
- le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica
- la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.

Riepilogo per livelli di esposizione degli obblighi derivanti dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

OBBLIGHI	esposizione minore dei valori inferiori di azione	esposizione compresa tra i valori inferiori di azione e i valori superiori di azione	esposizione compresa tra i valori superiori di azione e i valori limite di esposizione	esposizione superiore ai valori limite di esposizione
Valutazione del rischio (art. 190)	SI	SI	SI	SI
Misure di prevenzione e protezione (art. 192)	SI	SI	SI	SI
Programma di Misure di prevenzione e protezione atte a ridurre l'esposizione (art. 190)			SI	SI
Misura del rumore (art. 190)		SI	SI	SI
Informazione e Formazione (art. 195)		SI	SI	SI
DPI (art. 193)		Fornire	Farli indossare	
Sorveglianza sanitaria (art. 196)		Su richiesta del lavoratore o su giudizio del medico competente	Obbligatoria	Obbligatoria
Segnaletica (art. 190)			Nei luoghi di lavoro a rischio	Nei luoghi di lavoro a rischio

A1.4 - Prevenzione incendi e lotta antincendio

I riferimenti legislativi principali sono D.Lgs. 81/08, in particolare al Titolo I - Principi Comuni, Sezione VI - Gestione delle Emergenze, l'art. 46 Prevenzione Incendi, e il D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

Il **datore di lavoro** oltre a eseguire la valutazione di tutti i rischi (art. 17 e 28, D.Lgs. 81/08), deve, con il **dirigente** (art. 18, D.Lgs. 81/08):

- a) **designare** preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza
- b) **adottare** le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei luoghi di lavoro, nonché per il caso di pericolo grave e immediato, secondo le disposizioni di cui all'art. 43. Tali misure devono essere adeguate alla natura dell'attività, alle dimensioni dell'azienda o dell'unità produttiva, e al numero delle persone presenti.

Il **datore di lavoro** (art. 43 - Disposizioni generali, D.Lgs. 81/08):

- a) **organizza** i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di primo soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione dell'emergenza
- b) **designa** preventivamente i lavoratori di cui all'art. 18, c. 1, lett. b)
- c) **informa** tutti i lavoratori che possono essere esposti a un pericolo grave e immediato circa le misure predisposte e i comportamenti da adottare
- d) **programma gli interventi**, prende i provvedimenti e dà istruzioni affinché i lavoratori, in caso di pericolo grave e immediato che non può essere evitato, possano cessare la loro attività, o mettersi al sicuro, abbandonando immediatamente il luogo di lavoro
- e) **adotta** i provvedimenti necessari affinché qualsiasi lavoratore, in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza o per quella di altre persone e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, possa prendere le misure adeguate per

evitare le conseguenze di tale pericolo, tenendo conto delle sue conoscenze e dei mezzi tecnici disponibili.

Il **datore di lavoro** (art. 37 - Formazione ai lavoratori, D.Lgs. 81/08):

1. **assicura** che ciascun lavoratore riceva una formazione sufficiente ed adeguata in materia di salute e sicurezza, anche rispetto alle conoscenze linguistiche, con particolare riferimento a:
 - a) concetti di rischio, danno, prevenzione, protezione, organizzazione della prevenzione aziendale, diritti e doveri dei vari soggetti aziendali, organi di vigilanza, controllo, assistenza
 - b) rischi riferiti alle mansioni e ai possibili danni e alle conseguenti misure e procedure di prevenzione e protezione caratteristici del settore o comparto di appartenenza dell'azienda.
2. I **lavoratori incaricati** dell'attività di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza devono ricevere un'adeguata e specifica formazione e un aggiornamento periodico; in attesa dell'emanazione delle disposizioni di cui al c. 3 dell'art. 46, continuano a trovare applicazione le disposizioni di cui al Decreto del Ministro dell'Interno 10 marzo 1998, pubblicato nel S.O. alla G.U. n. 81 del 7 aprile 1998, attuativo dell'art. 13 del D.Lgs. 626/94.

Il **datore di lavoro** (art. 2, D.M. 10/3/98, c. 4) valuta il livello di rischio di incendio del luogo di lavoro e, se del caso, di singole parti del luogo medesimo, classificando tale livello in una delle seguenti categorie, *a)* livello di rischio elevato; *b)* livello di rischio medio; *c)* livello di rischio basso.

Il **datore di lavoro** (art. 3, D.M. 10/3/98) adotta le misure finalizzate a:

- a) **ridurre** la probabilità di insorgenza di un incendio
- b) **realizzare le vie e le uscite di emergenza** per garantire l'esodo delle persone in sicurezza in caso di incendio
- c) **realizzare** le misure per una rapida segnalazione dell'incendio al fine di garantire l'attivazione dei sistemi di allarme e delle procedure di intervento
- d) **assicurare l'estinzione** di un incendio
- e) **garantire l'efficienza dei sistemi di protezione antincendio**

- f) **fornire ai lavoratori una adeguata informazione e formazione** sui rischi di incendio.

Inoltre, sussistono le condizioni per l'applicazione del D.Lgs. 81/08 Titolo XI - Protezione da Atmosfere Esplosive - per gli impianti di incenerimento.

Articolo 289 - Prevenzione e protezione contro le esplosioni

1. Ai fini della prevenzione e della protezione contro le esplosioni, sulla base della valutazione dei rischi e dei principi generali di tutela di cui all'art. 15, il **datore di lavoro adotta** le misure tecniche e organizzative adeguate alla natura dell'attività; in particolare il datore di lavoro previene la formazione di atmosfere esplosive.
2. Se la natura dell'attività non consente di prevenire la formazione di atmosfere esplosive, il datore di lavoro deve:
 - a) **evitare** l'accensione di atmosfere esplosive
 - b) **attenuare** gli effetti pregiudizievoli di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.
3. Se necessario, le misure di cui ai commi 1 e 2 sono combinate e integrate con altre contro la propagazione delle esplosioni e sono riesaminate periodicamente e, in ogni caso, ogniqualvolta si verificano cambiamenti rilevanti.

Articolo 290 - Valutazione dei rischi di esplosione

1. Nell'assolvere gli obblighi stabiliti dall'articolo 17, comma 1, il datore di lavoro valuta i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive, tenendo conto almeno dei seguenti elementi:
 - a) probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive
 - b) probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengano attive ed efficaci
 - c) caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processi e loro possibili interazioni
 - d) entità degli effetti prevedibili.
2. I rischi di esplosione sono valutati complessivamente.
3. Nella valutazione dei rischi di esplosione devono essere presi in considerazione i luoghi che sono o possono essere in collegamento, tramite aperture, con quelli in cui possono formarsi atmosfere esplosive.

Articolo 291 - Obblighi generali

1. Al fine di salvaguardare la sicurezza e la salute dei lavoratori, e secondo i principi fondamentali della valutazione dei rischi e quelli di cui all'art. 289, il **datore di lavoro prende i provvedimenti necessari affinché:**
 - a) dove possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori o di altri, gli ambienti di lavoro siano strutturati in modo da permettere lo svolgimento del lavoro in condizioni di sicurezza
 - b) negli ambienti di lavoro in cui possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori, sia garantito un adeguato controllo durante la presenza dei lavoratori, in funzione della valutazione del rischio, mediante l'utilizzo di mezzi tecnici adeguati.

A1.5 - Rischio da agenti biologici

Il riferimento normativo principale è il Titolo X del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. "Esposizione ad agenti biologici". Le attività svolte durante la fase di ricezione, stoccaggio ed eventuale trattamento dei rifiuti in un impianto di incenerimento possono comportare rischio di esposizione dei lavoratori agli agenti biologici, in conseguenza della natura e tipologia dei rifiuti stessi sottoposti a raccolta e delle operazioni effettuate.

Nell'**Allegato XLIV** è riportato un elenco esemplificativo di attività lavorative che possono comportare la presenza di agenti biologici.

Gli elementi essenziali per una corretta valutazione del rischio da agenti biologici (art. 271) sono descritti nel seguito.

1) Valutazione del rischio biologico

Secondo quanto riportato nell'art. 271 del D.Lgs. 81/08, il datore di lavoro, nella valutazione del rischio da agenti biologici, deve tenere conto di tutte le informazioni disponibili relative alle caratteristiche dell'agente biologico e delle modalità lavorative, ed in particolare:

- a) della classificazione degli agenti biologici che presentano o possono presentare un pericolo per la salute umana quale risultante dall'allegato XLVI o, in assenza, di quella effettuata dal datore di lavoro stesso sulla base delle conoscenze disponibili e seguendo i criteri di cui all'art. 268, commi 1 e 2

- b) dell'informazione sulle malattie che possono essere contratte; dei potenziali effetti allergici e tossici
 - c) della conoscenza di una patologia della quale è affetto un lavoratore, che è da porre in correlazione diretta all'attività lavorativa svolta; delle eventuali ulteriori situazioni rese note dall'autorità sanitaria competente che possono influire sul rischio
 - d) del sinergismo dei diversi gruppi di agenti biologici utilizzati.
- In tutte le attività per le quali la valutazione evidenzia rischi per la salute dei lavoratori, il datore di lavoro deve attuare misure tecniche, organizzative e procedurali (art. 272), nonché misure igieniche (art. 273), per evitare ogni esposizione degli stessi ad agenti biologici.

2) Individuazione degli agenti biologici presenti e loro classificazione nei quattro gruppi di rischio

Gli agenti biologici sono ripartiti in quattro gruppi, a seconda del rischio di infezione (art. 268)

Gruppo I: agenti biologici che hanno poche probabilità di causare malattie nell'uomo

Gruppo II: agenti che possono costituire dei rischi per i lavoratori perché in grado di causare malattie per le quali però esistono misure di prevenzione o metodi di cura efficaci. Non si diffondono facilmente nella comunità

Gruppo III: agenti che possono costituire seri rischi per i lavoratori perché in grado di causare malattie gravi; sono disponibili di norma misure di prevenzione o metodi di cura efficaci; possono propagarsi nelle comunità

Gruppo IV: agenti come quelli del gruppo III, ma per i quali non sono disponibili misure di prevenzione o metodi di cura efficaci. Presentano, inoltre, un elevato rischio di propagazione nella comunità.

La valutazione del rischio dovrebbe comprendere la misura della contaminazione microbiologica negli ambienti esterni e interni, con almeno:

- conta batterica totale a 37 °C e a 20 °C: indici quantitativi di contaminazione generica
- ricerca degli indicatori di contaminazione fecale (*Coliformi totali*, *Escherichia coli*, *Enterobatteri*)
- ricerca di *Muffe* e *lieviti*, indicatori generali di contaminazione ambientale.

3) Descrizione dettagliata del ciclo produttivo con indicazione delle fasi lavorative a maggior rischio biologico

4) Indicazione dei lavoratori esposti

suddivisi preferibilmente per mansione-tipo con particolare attenzione alle categorie sensibili eventualmente presenti.

5) Descrizione dettagliata delle procedure di lavoro

6) Indicazione delle misure di prevenzione e protezione adottate

con particolare riferimento alle misure di prevenzione (automazione attività, accurata pulizia di mezzi e attrezzature, compartimentazione di ambienti per l'igiene), alle misure collettive di protezione (protezioni delle macchine per evitare schizzi o contatti, umidificazione delle attività di spazzamento ecc.), alle misure organizzative (come la riduzione del numero di lavoratori esposti, della durata e dell'intensità dell'esposizione), ai DPI (nei casi in cui non sia possibile prevenire l'esposizione mediante altri interventi), ecc.

7) Predisposizione di adeguate misure di emergenza

ai sensi dell'art. 277, le misure di emergenza sono da adottare nel caso di incidenti che possono provocare la dispersione di agenti biologici negli ambienti di lavoro come, ad esempio, sbandamenti accidentali di liquami, ecc.

8) Misure igieniche (art. 273)

le norme igieniche generali (ad esempio: evitare di mangiare, bere e fumare negli ambienti di lavoro; fornitura di armadietti a doppio scomparto per la separazione degli indumenti di lavoro dagli abiti civili) e la gestione adeguata dei DPI e degli indumenti protettivi sono particolarmente importanti per evitare la diffusione degli agenti biologici sia nell'ambiente lavorativo sia nei comuni ambienti di vita.

9) Informazione e formazione (art. 278)

è mirata, in particolare, alla conoscenza degli agenti biologici presenti e dei loro effetti sulla salute, delle norme igieniche generali, delle precauzioni da adottare per evitare le esposizioni, della funzione e del corretto uso dei DPI e della gestione delle emergenze.

A1.6 - Spazi confinati

La necessità di particolari precauzioni per l'accesso ad “**ambienti sospetti di inquinamento**” è prevista dal D.P.R. 303 del 1956, il cui articolo 25 è stato ripreso dal **D.Lgs. 81/08, art. 66**, senza sostanziali aggiornamenti. L'art. 66, ancora oggi, elenca esempi di ambienti confinati ma non contiene una loro definizione. Maggiore enfasi è riservata ai provvedimenti da prendere per tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori.

È vietato espressamente, infatti, **l'accesso senza che sia stata accertata l'assenza di pericolo o, in presenza di pericolo, sia stato adeguatamente bonificata l'area per ventilazione o che siano stati utilizzati mezzi idonei.**

Sussistendo dubbi sulla pericolosità dell'atmosfera, i lavoratori devono essere legati con cintura di sicurezza, vigilati per tutta la durata del lavoro e, ove occorra, forniti di apparecchi di protezione. Le aperture devono avere dimensioni tali da poter consentire l'agevole recupero di un lavoratore privo di sensi.

Tali disposizioni generali trovano puntuale riferimento e precisazione nell'**allegato IV del D.Lgs. 81/08 - Requisiti dei luoghi di lavoro**. In quest'ultimo, **al paragrafo 3 - Vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti e silos**, sono inserite norme dettagliate, che non è possibile riportare in questa sede, sulle dotazioni per l'accesso in sicurezza, sulle modalità di bonifica, sulle procedure di lavoro e l'assistenza necessaria ai lavoratori impegnati.

Nel **Titolo IV del D.Lgs. 81/08 (Cantieri temporanei e mobili)**, all'**art. 121** sono state introdotte prescrizioni specifiche sulla presenza di gas negli scavi, indicando più puntuali interventi di tutela, prevedendo l'uso di maschere o di autorespiratori.

A questo corpus normativo si è aggiunto il **D.P.R. 177/2011** con il quale sono stati stabiliti i requisiti per la **qualificazione**, limitatamente alle aziende appaltatrici.

Tale Decreto annovera tra gli elementi di novità l'introduzione del termine italiano “**ambienti confinati**” che differisce da quello utilizzato a livello internazionale di “spazio confinato” e che genera, inoltre, qualche confusione con altra Legislazione nazionale (per esempio l'accordo Stato-Regioni del 2000 sul condizionamento negli ambienti indoor).

Relativamente alla qualificazione delle imprese appaltatrici di lavori in

ambienti sospetti di inquinamento o confinati, devono essere rimarcate le disposizioni relative all'**obbligo di presenza di personale, in percentuale non inferiore al 30 per cento della forza lavoro, con esperienza almeno triennale relativa a lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati**. Sussistono obblighi particolari su attività documentate di formazione, informazione e addestramento rivolte a tutti i lavoratori, compreso il datore di lavoro e sul possesso di idonei DPI.

È espressamente **vietato il subappalto**.

L'**art. 3** introduce degli obblighi relativi alle procedure di sicurezza, che comprendono l'**informazione** sui lavori oggetto del singolo appalto e le relative misure di tutela; è individuato un **rappresentante del datore di lavoro** di adeguata competenza e a conoscenza dei rischi specifici dei lavori in opera che vigili, indirizzi e coordini le attività.

È inoltre fatto l'**obbligo di predisporre e attuare una procedura** specifica diretta a eliminare o ridurre al minimo i rischi propri delle attività, comprensiva della eventuale fase di soccorso e di coordinamento con il sistema di emergenza del Servizio Sanitario Nazionale e dei Vigili del Fuoco.

APPENDICE 2 - Sorveglianza sanitaria

Una delle misure generali di tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori risulta essere la **sorveglianza sanitaria** (D.Lgs. 81/08, art. 15, lettera l) che ha l'obiettivo fondamentale di verificare l'assenza di controindicazioni al lavoro cui il lavoratore è destinato, formulare il giudizio di idoneità specifica alla mansione e monitorare nel tempo lo stato di salute dei lavoratori.

Il suddetto Decreto (art. 25, comma 1) prevede che il Medico Competente (MC) collabori con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e protezione in merito alla valutazione dei rischi e tenga conto dell'ambiente di lavoro, dei fattori di rischio professionali e delle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa. Tutto ciò è determinante ai fini della programmazione della sorveglianza sanitaria, ma anche dell'attuazione delle misure per la tutela della salute e della integrità psicofisica dei lavoratori, dell'attività di formazione e informazione dei lavoratori e dell'organizzazione del servizio di primo soccorso. La sorveglianza sanitaria è effettuata dal MC nei casi previsti dalla normativa vigente o qualora ne faccia richiesta il lavoratore e la stessa sia ritenuta dal MC correlata ai rischi lavorativi (art. 41 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.).

La sorveglianza sanitaria comprende:

- a) una **visita medica preventiva**, intesa a constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro cui il lavoratore è destinato, al fine di valutare la sua idoneità alla mansione specifica
- b) **visite mediche periodiche**, per controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere il giudizio di idoneità. La periodicità degli accertamenti sanitari, qualora non prevista dalla relativa normativa, è prevista, di norma, una volta l'anno. La periodicità può assumere cadenza diversa ed è stabilita dal MC in funzione della valutazione del rischio. In alcuni casi, l'Organo di Vigilanza può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza sanitaria differenti rispetto a quelli indicati dal MC
- c) visita medica **su richiesta del lavoratore**, qualora sia ritenuta dal MC correlata ai rischi professionali o alle sue condizioni di salute, suscettibili di peggioramento a causa dell'attività lavorativa svolta, al fine di esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica
- d) visita medica in occasione del **cambio della mansione** per verificare l'idoneità alla mansione specifica

- e) visita medica alla **cessazione** del rapporto di lavoro nei casi previsti dalla normativa vigente
- f) visita medica preventiva in fase preassuntiva
- g) visita medica precedente alla ripresa del lavoro, a seguito di assenza per motivi di salute di durata superiore ai sessanta giorni continuativi, al fine di verificare l'idoneità alla mansione.

Le visite mediche preventive possono essere svolte in fase preassuntiva, su scelta del datore di lavoro, del MC o dai dipartimenti di prevenzione delle ASL.

I controlli sanitari sono a cura e spese del datore di lavoro, e comprendono esami clinici e indagini diagnostiche ritenuti necessari dal MC.

Nei casi e alle condizioni previste dall'ordinamento, ossia per quelle attività lavorative che possono comportare un elevato rischio di infortuni sul lavoro ovvero per la sicurezza, l'incolumità o la salute dei terzi, le visite possono anche essere finalizzate alla verifica di **assenza di condizioni di alcool dipendenza** e di **assunzione di sostanze psicotrope e stupefacenti** (G.U. n. 75 del 30-3-2006, G.U. n. 236 del 8-10-2008).

Tra i casi previsti rientrano ad esempio gli addetti alla guida di veicoli stradali.

Gli esiti della visita medica devono essere allegati alla cartella sanitaria e di rischio, predisposta su formato cartaceo o informatizzato.

La cartella sanitaria e di rischio deve essere istituita, aggiornata e custodita sotto la responsabilità del MC per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria (art. 25 D.Lgs. 81/08 e s.m.i.). Nella cartella di rischio sono, tra l'altro, indicati i livelli di esposizione professionale individuali forniti dal Servizio di Prevenzione e Protezione.

Il MC, sulla base delle risultanze delle visite mediche, esprime uno dei seguenti giudizi relativi alla mansione specifica:

- a) **idoneità**, quando è possibile eseguire la mansione senza pericolo per la propria salute
- b) **idoneità parziale**, temporanea o permanente, con prescrizioni o limitazioni
- c) **inidoneità temporanea** (con precisazione dei limiti temporali di validità)
- d) **inidoneità permanente**.

Il MC esprime il proprio giudizio per iscritto fornendo una copia della valutazione al lavoratore e al datore di lavoro.

Il MC deve programmare e effettuare la sorveglianza sanitaria attraverso protocolli sanitari definiti in funzione dei rischi specifici e tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati. Ha il compito di istituire, aggiornare e custodire sotto la propria responsabilità, una cartella sanitaria e di rischio per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria, dove sono riportati i dati della sorveglianza sanitaria e, qualora previsti, i valori di esposizione individuali.

Il MC fornisce informazioni ai lavoratori sul significato della sorveglianza sanitaria cui sono sottoposti e, nel caso di esposizione ad agenti con effetti a lungo termine, sulla necessità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell'attività che comporta l'esposizione a tali agenti. A richiesta, fornisce informazioni analoghe al Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza, informa ogni lavoratore interessato dei risultati della sorveglianza sanitaria e, a richiesta dello stesso, gli rilascia copia della documentazione sanitaria. Comunica per iscritto, in occasione delle riunioni periodiche, al datore di lavoro, al Responsabile del servizio di prevenzione e protezione, al Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza, i risultati anonimi collettivi della sorveglianza sanitaria effettuata e fornisce indicazioni sul significato di detti risultati ai fini dell'attuazione delle misure per la tutela della salute e della integrità psico-fisica dei lavoratori. Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli in un lavoratore un'altezzazione apprezzabile dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi, il MC ne informa il lavoratore e, nel rispetto del segreto professionale, il datore di lavoro, il quale provvede a:

- a) sottoporre a revisione la valutazione dei rischi
- b) sottoporre a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi
- c) tenere conto del parere del MC nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio.

Di seguito sono riportati alcuni riferimenti per la sorveglianza sanitaria relativa ai rischi per gli addetti agli impianti di incenerimento e termovalorizzazione.

Rumore

La valutazione del rischio rumore deve definire il livello di esposizione giornaliera al rumore, in base al quale scattano i provvedimenti di sorveglianza sanitaria. L'obbligo riguarda i lavoratori la cui esposizione al rumore eccede i valori superiori di azione (LEX = 85 dB(A)). Per

livelli inferiori a 85, ma superiori a 80 dB(A), la sorveglianza sanitaria viene effettuata a richiesta del lavoratore, confermata dal medico competente. Se il livello di esposizione giornaliera è superiore a 85 dB(A) le visite periodiche dovrebbero essere predisposte almeno una volta l'anno o con periodicità stabilita dal medico competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza di lavoratori in funzione della valutazione del rischio.

Rischio chimico

In base all'art. 224 del D.Lgs. 81/08, se sulla base della valutazione dei rischi, in relazione al tipo e alla quantità di un agente chimico pericoloso, alle modalità e frequenza di esposizione, risulta esservi un rischio **basso per la sicurezza e irrilevante per la salute** dei lavoratori, è sufficiente applicare le misure e i principi generali per la prevenzione dei rischi.

Diversamente, è invece necessario applicare specifiche disposizioni:

- misure specifiche di protezione e di prevenzione
- disposizioni in caso di incidenti o di emergenze
- sorveglianza sanitaria
- cartelle sanitarie e di rischio.

Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 224, comma 2, del D.Lgs. 81/08, sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria i lavoratori esposti agli agenti chimici pericolosi per la salute che rispondono ai criteri per la classificazione come molto tossici, tossici, nocivi, sensibilizzanti, corrosivi, irritanti, tossici per il ciclo riproduttivo, cancerogeni e mutageni di categoria 3 ovvero nel caso di rischio non irrilevante per la salute. È opportuno verificare la classe di tossicità a cui appartengono le sostanze presenti per effetto dell'entrata in vigore del Regolamento europeo Classification Labelling and Packaging (CLP).

Rischio da agenti biologici

Qualora l'esito della valutazione dei rischi ne riveli la necessità, l'art. 279 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. prevede che i lavoratori esposti ad agenti biologici siano sottoposti alla sorveglianza sanitaria.

Ove gli accertamenti sanitari abbiano evidenziato l'esistenza di anomalie imputabili all'esposizione ad agenti biologici, il MC ne informa il datore di lavoro.

Il MC fornisce ai lavoratori adeguate informazioni sul controllo sani-

tario cui sono sottoposti e sulla necessità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell'attività che comporta rischio di esposizione a particolari agenti biologici individuati nell'allegato XLVI, nonché sui vantaggi ed inconvenienti della vaccinazione e della non vaccinazione.

Il MC dovrebbe dunque mettere a disposizione del datore di lavoro le sue conoscenze professionali circa gli agenti biologici potenzialmente presenti nell'attività lavorativa in questione e sulle possibili malattie infettive, allergie o intossicazioni conseguenti all'esposizione agli stessi.

Dall'esame della letteratura, i principali microrganismi rinvenibili nell'attività di ricezione e stoccaggio agli RSU risultano essere:

Agente biologico	Gruppo
Virus	
Virus dell'epatite A	2 V
Virus dell'epatite B	3** D,V
Virus dell'epatite C	3** D
Virus dell'AIDS	3** D
Batteri	
<i>Clostridium tetani</i>	2 V
<i>Escherichia coli</i>	2
<i>Leptospira interrogans</i>	2
<i>Staphylococcus aureus</i>	2
Funghi	
Dermatofiti	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2, A
<i>Aspergillus spp.</i>	
<i>Alternaria alternata</i>	

Legenda

- A** = possibili effetti allergici
V = disponibilità di vaccini efficaci
D = elenco dei lavoratori che hanno operato con detti agenti da conservare per almeno 10 anni dall'ultima attività che ha comportato rischio di esposizione
****** = agenti infettivi con rischio di infezione limitato perché normalmente non veicolati dall'aria

Il tipo e la quantità di agenti biologici che contaminano i rifiuti sono estremamente variabili e dipendono da diversi fattori fra cui la provenienza e le caratteristiche dei rifiuti, il ciclo lavorativo o le condizioni ambientali, per cui c'è una notevole difficoltà nella valutazione dell'esposizione. A ciò va aggiunto che l'infettività degli agenti biologici

potenzialmente presenti varia in funzione della suscettibilità dell'individuo (variabile da individuo a individuo ma, nel tempo, anche nello stesso soggetto).

Le vie di penetrazione più importanti nelle attività di raccolta sono quella oro-fecale (come il contatto mano-bocca), quella muco-cutanea attraverso soluzioni di continuità della cute (contatto attraverso aghi, chiodi, spine vegetali, oggetti taglienti appuntiti, con materiale contaminato) e quella inalatoria (bioaerosol).

Un'altra modalità di esposizione può essere rappresentata da morsi di ratti o animali randagi, così come da punture di insetti.

Il MC dovrebbe far presente, nell'ambito della valutazione dei rischi, che esiste una serie di fattori che possono favorire l'insorgenza di malattie infettive o allergiche quali la modalità di manipolazione e la tipologia di rifiuti, la presenza di veicoli e/o vettori, la sensibilità individuale, ecc.

Un problema particolare è costituito dalla presenza di endotossine, componenti della parete cellulare dei batteri Gram negativi. In concentrazione elevata, queste possono essere responsabili di sindromi caratterizzate da malessere generale, febbre, disturbi digestivi, infiammazione delle vie respiratorie.

Il datore di lavoro, su parere del MC, adotta misure protettive particolari nel caso di lavoratori che per motivi sanitari individuali richiedono:

- a) messa a disposizione di vaccini efficaci se non sono già immuni all'agente biologico presente nella lavorazione, da somministrare a cura del medico competente;
- b) l'allontanamento dalla postazione secondo le procedure dell'art. 42 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i..

Facendo riferimento ai microrganismi che possono essere presenti, sono disponibili il vaccino contro il tetano, l'epatite A, l'epatite B, tifo e paratifo. In alcuni casi può essere consigliata la vaccinazione anti-leptospirosi.

L'art. 1 della Legge 5 marzo 1963, n. 292, ha previsto l'obbligatorietà della vaccinazione antitetanica per varie categorie di lavoratori.

Poiché l'immunizzazione deve essere mantenuta nel tempo, il MC deve provvedere a calendarizzare le scadenze vaccinali ed a fare eseguire i richiami stabiliti per legge.

Per quanto riguarda invece la vaccinazione contro la leptospirosi, vi sono alcune perplessità sulla somministrazione perché il vaccino disponibile in commercio non protegge dai sierotipi più diffusi in Italia e

non garantisce una sieroconversione superiore al 50% per i sierotipi della *L. icterohemorrhagiae* specificamente contenuti.

In caso di infortuni a rischio biologico (punture o lesioni cutanee con rifiuti, aghi od oggetti potenzialmente infetti), è fondamentale una corretta gestione con denuncia dell'evento, verifica della positività dei markers per epatite B e C, HIV, esami di funzionalità epatica, eventuale immunoprofilassi specifica, e follow-up del lavoratore.

Inoltre, il MC dovrebbe consigliare l'effettuazione di programmi di disinfezione periodica od occasionale per ridurre la carica microbica dando indicazioni sui prodotti disinfettanti più efficaci e meno pericolosi da utilizzare.

Lavoro notturno

Le norme di tutela a riguardo (compresa la sorveglianza sanitaria) si applicano ai lavoratori che effettuino almeno tre ore dell'orario di lavoro nell'intervallo compreso tra la mezzanotte e le cinque del mattino, per un minimo di 80 giorni all'anno. I suddetti limiti devono essere riproporzionati in caso di lavoro a tempo parziale. In base ai contratti collettivi di lavoro la tutela può essere estesa a qualsiasi lavoratore che svolga in via non eccezionale almeno una parte del suo orario di lavoro in orario notturno.

Le visite per il lavoro notturno hanno periodicità almeno biennale.

La sorveglianza sanitaria deve accertare l'assenza di controindicazioni al lavoro notturno, in base ai rilievi dell'anamnesi e dell'esame obiettivo.

GLOSSARIO SICUREZZA

<i>Prevenzione</i>	complesso delle disposizioni o misure necessarie anche secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno
<i>Protezione</i>	insieme delle misure di sicurezza atte a minimizzare il danno, quando si verifica l'evento
<i>Pericolo</i>	proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni
<i>Rischio</i>	probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione
<i>Valutazione dei rischi</i>	valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito dell'organizzazione in cui essi prestano la propria attività, finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ad elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza
<i>Sicurezza sul lavoro</i>	insieme di procedure, organizzazione, agenti materiali e luoghi di lavoro che permette lo svolgimento dell'attività lavorativa senza causare danni ai lavoratori
<i>Sistemi di prevenzione e protezione</i>	strumenti organizzativi e procedurali ed interventi impiantistici e di processo, tesi al miglioramento continuo della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro
<i>Infortunio sul lavoro</i>	evento occorso al lavoratore per causa violenta in occasione di lavoro e da cui sia derivata la morte o l'inabilità permanente al lavoro, assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta che comporti l'astensione dal lavoro per più di tre giorni

Malattia professionale	processo morboso direttamente connesso con lo svolgimento dell'attività lavorativa e che agisce lentamente e progressivamente nell'organismo del lavoratore
Agenti materiali	macchine, utensili, impianti, dispositivi, attrezzature, sostanze, composti, superfici, etc.... qualsiasi fonte di pericolo in grado di causare danno potenziale ad un bersaglio (lavoratore)
Agente biologico	qualsiasi microrganismo, anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni
Agente chimico	qualunque elemento o composto chimico, solo o in miscela, allo stato naturale o ottenuto, utilizzato o smaltito, compreso lo smaltimento come rifiuto, mediante qualsiasi attività lavorativa, sia esso prodotto intenzionalmente o non e sia immesso o non sul mercato
Luoghi di lavoro	luoghi destinati a ospitare posti di lavoro, ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro
Interferenza	effetto che scaturisce dalla contemporaneità di attività lavorative che sono svolte nel medesimo ambiente
Frazione inalabile	frazione in massa delle particelle aerodisperse totali che è inalata attraverso il naso e la bocca
Frazione toracica	frazione in massa delle particelle inalate che penetra oltre la laringe
Frazione respirabile	frazione in massa delle particelle inalate che raggiunge le vie respiratorie non ciliate (alveoli)

Informazione	complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro
Addestramento	complesso delle attività dirette a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale, e le procedure di lavoro
Formazione	processo educativo attraverso il quale trasferire ai lavoratori ed agli altri soggetti del sistema di prevenzione e protezione aziendale conoscenze e procedure utili alla acquisizione di competenze per lo svolgimento in sicurezza dei rispettivi compiti in azienda e alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi
CLP Classification Labelling and Packaging	regolamento CE n. 1272/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele
REACH	regolamento CE n. 1907/2006 relativo alla registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche

GLOSSARIO AMBIENTE

Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA)	provvedimento che autorizza l'esercizio di un impianto o di parte di esso a determinate condizioni che devono garantire che l'impianto sia conforme ai requisiti legislativi. Un'autorizzazione integrata ambientale può valere per uno o più impianti o parti di essi, che siano localizzati sullo stesso sito e gestiti dal medesimo gestore
Best Available Techniques (BAT)	per migliori tecniche si intendono non solo le tecnologie di processo, ma anche la loro progettazione, gestione, manutenzione, messa in esercizio e dismissione; per tecniche disponibili si intendono quelle che consentono la loro applicazione nei diversi settori industriali sia dal punto di vista tecnologico che economico, in una valutazione articolata dei costi e benefici derivanti dal loro impiego
Combustibile da Rifiuti (CDR)	il combustibile classificabile, sulla base delle norme tecniche UNI 9903-1 e successive modifiche ed integrazioni, come RDF di qualità normale, che è recuperato dai rifiuti urbani e speciali non pericolosi mediante trattamenti finalizzati a garantire un potere calorifico adeguato al suo utilizzo, nonché a ridurre e controllare: <ol style="list-style-type: none"> 1) il rischio ambientale e sanitario 2) la presenza di materiale metallico, vetri, inerti, materiale putrescibile e il contenuto di umidità 3) la presenza di sostanze pericolose, in particolare ai fini della combustione
Combustibile da rifiuti di qualità elevata (CDR-Q)	il combustibile classificabile, sulla base delle norme tecniche UNI 9903-1 e s.m.i., come RDF (Refuse Derived Fuel) di qualità elevata
Emissioni	qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che possa causare inquinamento atmosferico. Le emissioni possono essere convogliate o diffuse

<i>Gestione integrata dei rifiuti</i>	complesso delle attività volte ad ottimizzare la gestione dei rifiuti, ivi compresa l'attività di spazzamento
<i>Impatto ambientale</i>	alterazione qualitativa e/o quantitativa dell'ambiente, inteso come sistema di relazioni fra i fattori antropici, fisici, chimici, naturalistici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali ed economici, in conseguenza dell'attuazione sul territorio di piani o programmi o della realizzazione di progetti relativi a particolari impianti, opere o interventi pubblici o privati, nonché della messa in esercizio delle relative attività
<i>Impianto di combustione</i>	qualsiasi dispositivo tecnico in cui sono ossidati combustibili al fine di utilizzare il calore così prodotto
<i>Migliori Tecniche Disponibili (MTD)</i>	<p>la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. In particolare si intende per:</p> <p>«tecniche», sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto</p> <p>«disponibili», le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli</p> <p>«migliori», le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso</p>

<i>Potenza termica nominale dell'impianto di combustione</i>	prodotto del potere calorifico inferiore del combustibile utilizzato e della portata massima di combustibile bruciato al singolo impianto di combustione, così come dichiarata dal costruttore, espressa in Watt termici o suoi multipli
<i>Produttore del rifiuto</i>	persona la cui attività ha prodotto rifiuti e la persona che ha effettuato operazioni di pretrattamento o di miscuglio o altre operazioni che hanno mutato la natura o composizione dei rifiuti. All'interno della categoria dei produttori di rifiuti rientrano sia le aziende che producono scarti di lavorazione, sia i privati che dismettono beni e prodotti inservibili, sia le società che si occupano del pre-trattamento (disassemblaggio, bonifica, pulitura, ecc.) dei rifiuti
<i>Raccolta</i>	attività logistiche di prelievo, di cernita e di raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto. La raccolta deve essere effettuata secondo le direttive impartite per legge, raggruppando i rifiuti per classe di appartenenza e deve consentire il trasporto sicuro dei rifiuti. Quest'ultimo deve essere effettuato da società preposte ed autorizzate, utilizzando automezzi idonei a non causare l'accidentale fuori uscita di sostanze pericolose o in generale la dispersione dei rifiuti nell'ambiente
<i>Recupero</i>	operazioni che utilizzano rifiuti per generare materie prime secondarie, combustibili o prodotti, attraverso trattamenti meccanici, termici, chimici o biologici, incluse la cernita o la selezione, e, in particolare, le operazioni previste nell'Allegato C alla parte quarta del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.
<i>Recupero di energia</i>	conversione, tramite ossidazione e trattamenti finalizzati a garantire un potere calorifico adeguato al suo utilizzo, di RSU con produzione di calore, di elettricità o di una combinazione di entrambi, definita cogenerazione

<i>Riciclaggio</i>	in questa fase tutte le materie raggruppate per genere e tipologia vengono reimmesse nel ciclo di lavorazione, ossia vengono trattate opportunamente e fatte rientrare nel ciclo produttivo al fine ricavarne prodotti finiti
<i>Smaltimento</i>	ogni operazione finalizzata a sottrarre definitivamente una sostanza, un materiale o un oggetto dal circuito economico e/o di raccolta e, in particolare, le operazioni previste nell'allegato B alla Parte quarta del D.Lgs. 152/06
<i>Stoccaggio</i>	le attività di smaltimento consistenti nelle operazioni di deposito preliminare di rifiuti, nonché le attività di messa in riserva di materiali. Più specificamente, lo stoccaggio comprende le operazioni di raccolta e raggruppamento dei rifiuti in sicurezza, secondo classi omogenee di appartenenza, in luoghi idonei

APPROFONDIMENTI

Per approfondire i temi trattati può essere utile consultare:

Pubblicazioni

- A. Guercio, P. Fioretti “OH&S in municipal waste incinerators: a focus about confined spaces” Proceedings Venice 2012, Fourth International Symposium on Energy from Biomass and Waste, San Servolo, Venice, Italy; 12-15 november 2012
- R. D’Angelo, E. Russo, P. Marone, P. Mura, A. Lucci, G. Accardo, L. Cimino “Sistemi di rilevazione in tempo reale per la valutazione dei rischi nei cantieri di scavo di gallerie” Atti del 29° Congresso AIDII, 2012
- Federambiente - ENEA “Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia” 3° edizione, marzo 2012
- INAIL - Federambiente “Linee di Indirizzo SGSL-R - Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza dei Lavoratori per le Aziende dei Servizi Ambientali e Territoriali”, gennaio 2012
- AA VV “Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell’art. 3 comma 3 del DPR 177/2011”, INAIL , gennaio 2012
- ISPRA, ARPA-APPA “Criteri ed indirizzi tecnico-operativi per lo svolgimento delle verifiche ispettive in stabilimenti a rischio di incidente rilevante”, Manuali e Linee Guida 70/2011
- Federambiente, ENEA “Rapporto sul Recupero energetico da rifiuti urbani in Italia”, febbraio 2009
- Federambiente, Politecnico di Milano, Leap “Emissioni di Polveri Fini e Ultrafini da impianti di combustione. Sintesi dello studio”, 2^ edizione, maggio 2009
- A. Guercio, B. Principe, P. Fioretti, L. Frusteri, P. Santucci, N. Todaro “La sicurezza per gli operatori degli impianti di trattamento e di stoccaggio dei rifiuti solidi urbani” Collana INAIL Rischi e Prevenzione, 2^ edizione, maggio 2009
- A. Guercio, P. Fioretti, L. Frusteri, R. Giovinazzo, G. Giaquinta, G.

Petrozzi, B. Principe, P. Santucci, N. Todaro, D. De Grandis, F. D'Orsi, R. Narda, A. Norelli, E. Pietrantonio, F. Scarlini, P.S. Soldati "La sicurezza per gli operatori degli impianti di depurazione delle acque reflue civili" Collana INAIL "Rischi e Prevenzione", 2^a edizione, maggio 2009

- P. Fioretti, R. Giovinazzo, A. Guercio, E. Incocciati, A. Magagni, B. Principe, P. Santucci "The new challenge for safety at work and life environment care: CITEC guidelines" Atti del XVIII World Congress on Safety and Health at Work, Seoul (South Korea), 2008
- Regione Toscana "Criteri direttivi sugli impianti di incenerimento", aprile 2008
- P. Fioretti, A. Guercio "Accidents and occupational diseases prevention in waste treatment sector: CITEC guidelines" Atti del 3rd International Conference on Safety & Environment in Process Industry, Rome (Italy), 2008
- ISPESL Guida Operativa "Rischi specifici nell'accesso a silos, vasche e fosse biologiche, collettori fognari, depuratori e serbatoi utilizzati per lo stoccaggio e il trasporto di sostanze pericolose. Art. 66 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81: Lavori in ambienti sospetti di inquinamento", Prevenzione Oggi, 2008
- Regione Toscana "Criteri direttivi sugli impianti di incenerimento", aprile 2008
- Gruppo Tecnico di Lavoro di cui al Decreto dirigenziale Ministero della Salute, 5 febbraio 2007 (Ministero della Salute, Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, ISPESL, FISE AUIL - FEMCA CISL - FILTEA CGIL - UILTA UIL) "Linee operative per l'organizzazione aziendale della pulizia e del mantenimento dello stato di efficienza degli indumenti di protezione individuale (indumenti DPI)", 2008
- Regione Lazio, Coordinamento Direttori SPRESAL (Co.di.sp.) Prime indicazioni operative per l'applicazione del D.Lgs. 81/08.
"Titolo II - Luoghi di lavoro"
"Titolo III - Capo II. Uso dei Dispositivi di Protezione Individuale"
"Titolo IX - Sostanze pericolose, Capo I - Protezione da agenti chimici; Capo II - Protezione da agenti cancerogeni e mutageni"

- European Commission Service Contract No.070501/2006/446211/MAR/C4 “Assessment of the application and possible development of community legislation for the control of waste incineration and co-incineration”, novembre 2007
- ISPRA “IPPC. Il contenuto minimo del piano di monitoraggio e controllo”, 2007
- AA.VV. “Linee Guida per la progettazione, realizzazione e gestione degli impianti a tecnologia complessa per lo smaltimento dei rifiuti urbani” - Cap. Z “Sicurezza dei lavoratori e prevenzione”, ed. Hyper, 2007
- Dipartimento dei Vigili del Fuoco - Area Rischi Industriali “Applicabilità del D.Lgs. 334/99 agli inceneritori di rifiuti solidi” Circolare Prot. n. DCPST/A4/RS/400, 2007
- ISS “Sorveglianza ambientale e sanitaria in aree prossime ad inceneritori: indicazioni emerse dal Progetto europeo ENHance Health” Rapporti ISTISAN 07/41, 2007
- N. Linzalone et alii “Incinerators: not only dioxins and heavy metals, also fine and ultrafine particles” Epidemiol Prev. (2007) Jan-Feb;31(1):62-6
- T. Shibamoto et alii “Dioxin formation from waste incineration” Rev. Environ. Contam. Toxicol. (2007); 190:1-41
- G. Sallese, D. Berti, M. Canè, S. Fornaciari, S. Forti, E. Ghigli “Progetto: MONITER. Linea Progettuale n. 1: Caratterizzazione del materiale particolato emesso dagli inceneritori in esercizio nelle aree di indagine. Azione n.1: Linee guida per la sorveglianza degli impianti di incenerimento”, settembre 2007
- AA.VV. “Organizzazione di un sistema di sorveglianza ambientale e di valutazione epidemiologica nelle aree circostanti gli impianti di incenerimento in esercizio in Regione Emilia“, Arpa Emilia Romagna, Ferrara, novembre 2006
- A. Colacci “Effetti cellulari e molecolari indotti da particelle ultrafini”, Arpa Emilia Romagna, Ferrara, novembre 2006
- F. Di Virgilio “Effetti delle polveri ultrafini e delle nano particelle a livello cellulare e molecolare”, Arpa Emilia Romagna, Ferrara, novembre 2006

- V. Poluzzi, I. Ricciardelli, C. Maccone “Il monitoraggio ambientale di polveri ultrafini e nanoparticelle”, Arpa Emilia Romagna, Ferrara, novembre 2006
- L. Tositti, V. Biancolini “Sistemi per il conteggio e la caratterizzazione di polveri ultrafini e nanoparticelle emesse dai processi di combustione”, Arpa Emilia Romagna, Ferrara, novembre 2006
- APAT “Diossine Furani e PCB”, 2006
- 4° Rapporto della Società Britannica di Medicina Ecologica “Gli effetti sulla salute degli inceneritori di rifiuti”, dicembre 2005
- EPA “Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities” EPA530-R-05-006, september 2005
- J. Yoshida “Effects of dioxin on metabolism of estrogens in waste incinerator workers” Arch. Environ. Occup. Health..(2005) jul-aug;60(4):215-22
- Commissione altamente specializzata per la scelta delle migliori tecnologie per la realizzazione di un impianto di valorizzazione dei rifiuti, costituita con DGP n. 528-324404 del 9/11/04 “Individuazione delle tecnologie più idonee per la realizzazione di un impianto di valorizzazione energetica dei rifiuti urbani e assimilati nella provincia di Torino. Relazione finale”, 2005
- F. Asdrubali, G. Moncada Lo Giudice “La termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani”, La Termotecnica, novembre 2004
- AA.VV: GTR “Sistemi di monitoraggio” della Commissione Nazionale ex art. 3, c. 2 del D.Lgs. 372/99 ai fini del rilascio dell’Autorizzazione Integrata Ambientale - “IPPC. Elementi per l’emanazione delle linee guida per l’identificazione delle migliori tecniche disponibili - sistemi di monitoraggio”, 8/6/2004
- AA.VV: GTR “Gestione dei rifiuti” della Commissione Nazionale ex art. 3, c. 2 del D.Lgs. 372/99 ai fini del rilascio dell’Autorizzazione Integrata Ambientale “Schema di rapporto finale relativo alle linee guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per gli impianti di incenerimento dei rifiuti”, 2004
- Profilo di rischio ISPESL “Incenerimento rifiuti” Azienda Sanitaria Locale della Città di Milano, 2004

- HSE “Dangerous substances and explosive atmospheres”, 2003
- APAT “Linee Guida recanti i criteri per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecniche disponibili ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99 . Linee guida relativa ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC: 5 Gestione dei rifiuti”, 2002

Sitografia

- FEDERAMBIENTE - **www.federambiente.it**
- FISE - **www.fise.org/associazioni**
- Fondazione Rubes Triva - **www.fondazionerubestriva.it**
- Health and Safety Executive - **www.hse.gov.uk**
 - “Collecting, transfer, treatment and processing household waste and recyclables”, 2008
 - “Health and safety training: guidelines for the waste management and recycling industry”, 2007
 - “Safe transport in waste management and recycling facilities”, 2007
 - “Mapping health and safety standards in the UK waste industry”, 2004
 - “The safe use of thermal oxidiser (incineration) systems for potentially flammable mixtures”. 2004
- IRSST - **www.irsst.qc.ca**
 - P.Bouliane, D. Gilbert, J. Lavoie, D. Lalibertè “Programme d’intervention integer sur les risqué biologiques: l’exposition des éboueurs aux bioaérosols », 2001
 - N. Goyer, J. Lavoie, L. Lazure, G. Marchand, “Bioaerosols in the workplace : evaluation, control and prevention guide”, Etudes et Recherche, 2001
- Rapporto Nazionale Rifiuti - **www.apat.gov.it**
- SuvaPro - **www.suva.ch**
 - La raccolta dei rifiuti: come rendere facile un lavoro difficile. Linee guida per i comuni e le ditte responsabili della raccolta dei rifiuti, 2008
- SVDU - **www.incineration.org**
- International Labour Organization - **www.ilo.org**
- Environmental Protection Agency - **www.epa.gov**

Leggi, regolamenti e norme

- **Regolamento CE n. 1272/2008** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE)
- **Regolamento CE n. 1907/2006** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE
- **Direttiva 2000/76/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 4 dicembre 2000, sull'incenerimento dei rifiuti
- **Direttiva 2008/1/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 gennaio 2008, sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento
- **Direttiva 2008/98/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive
- **Direttiva 2010/75/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 24 novembre 2010, relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento)
- **Lettera Circolare del 31 gennaio 2007** del Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica - Area Rischi Industriali "Applicabilità del D.Lgs. 334/99 e s.m.i. agli inceneritori di rifiuti solidi"
- **D.Lgs. 18/02/2005 n. 59** "Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento"
- **D.Lgs. 11/05/2005 n. 133** "Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti"

- **D.Lgs. 03/04/2006 n. 152** “Norme in materia ambientale”
- **D.P.R. 11/07/2011 n. 157** “Regolamento di esecuzione del Regolamento (CE) n. 166/2006 relativo all’istituzione di un Registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti e che modifica le direttive 91/689/CEE e 96/61/CE
- **D.Lgs. 04/08/1999 n. 372** “Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento”
- **European Commission:** Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries. August 2006
- **D.Lgs. 17/08/1999 n. 334** “Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose”
- **UNI EN 689:1997** Atmosfera nell’ambiente di lavoro. Guida alla valutazione dell’esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione
- **UNI EN 481:1994** Atmosfera nell’ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse

