



PIANO MIRATO DI PREVENZIONE

Rischio di inalazione di atmosfere povere di ossigeno per utilizzo di gas tecnici.

Relazione conclusiva

Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia

ATS Milano
Città Metropolitana

Premesse

Il Piano Mirato di Prevenzione del rischio da inalazione di atmosfere povere di ossigeno per utilizzo di gas tecnici è stato progettato e sviluppato dall'ATS della Città Metropolitana di Milano e si colloca come parte integrante del Piano Regionale di Prevenzione della Lombardia, a sua volta costituente parte del Piano Nazionale della Prevenzione.

Il Piano Nazionale della Prevenzione

Il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) rappresenta lo strumento di pianificazione centrale degli interventi di prevenzione e promozione della salute da realizzare sul territorio, prevede diversi macro obiettivi a elevata valenza strategica, definiti in stretta collaborazione con le Regioni e viene adottato con atto d'intesa Stato-Regioni.

Nella seduta del 13 novembre 2014 della Conferenza Permanente per i Rapporti tra lo Stato, le Regioni e Province Autonome di Trento e Bolzano è stata sottoscritta l'intesa sul Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2018.

Nel citato atto d'intesa, in particolare nell'obiettivo "2.7. Prevenire gli infortuni e le malattie professionali", vengono ripresi alcuni temi specifici del D.lgs. 81/2008, quali quelli legati alla sicurezza e alla salute dei lavoratori, nonché i principali fattori di rischio negli ambienti di lavoro, tra cui quelli relativi ad "agenti fisici, chimici e cancerogeni" e vengono definite le strategie da attuare per garantire il raggiungimento degli obiettivi, anche attraverso la partecipazione delle istituzioni e delle parti sociali interessate, sia nella fase organizzativa che nella fase operativa del Piano Nazionale.

Il Piano Regionale di Prevenzione

L'Intesa Stato-Regioni prevede che le Regioni si impegnino ad assumere nel proprio Piano Regionale di Prevenzione (PRP) la visione, i principi, le priorità, la struttura del Piano Nazionale, attraverso l'individuazione di programmi regionali, integrati e trasversali in coerenza con gli elementi propri del contesto territoriale regionale.

Per soddisfare le esigenze definite nei Macro Obiettivi del PNP 2014-2018, Regione Lombardia ha declinato il proprio PRP con un punto specifico inerente alla Tutela della Salute e Sicurezza del Lavoratore, nel quale si colloca il Piano Mirato di Prevenzione in trattazione.

1. Descrizione e analisi di contesto

I primi mesi del 2018 sono stati caratterizzati da un significativo numero di infortuni sul lavoro gravi, gravissimi e mortali, per questo Regione Lombardia con D.G.R. XI/164 del 29 maggio 2018 ha ritenuto imperativo incrementare il numero di imprese da sottoporre a controllo attraverso un Piano Straordinario di Intervento.

In particolare, a seguito dell'infortunio mortale collettivo avvenuto a Milano nel gennaio 2018, le UOC PSAL (Unità Operative Complesse Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro) dell'ATS Città Metropolitana di Milano, il cui territorio di competenza comprende tutti i 194 comuni delle province di Milano e di Lodi, hanno progettato un piano mirato di prevenzione del rischio da asfissia per inalazione di atmosfere povere di ossigeno rivolto alle aziende che, a qualunque titolo, nel loro ciclo produttivo o nel loro ambiente di lavoro, utilizzano gas tecnici.

È stato dunque istituito un tavolo tecnico prefettizio in cui hanno partecipato le istituzioni e le parti sociali coinvolte nella prevenzione. I partecipanti hanno sottoscritto un protocollo di intesa per potenziare la sicurezza sul lavoro in ambiti particolarmente a rischio come quelli in cui si impiegano gas tecnici, con potenziale creazione di atmosfere povere d'ossigeno.

Con questo piano mirato ci si è posti l'obiettivo di migliorare la consapevolezza e la conseguente valutazione dello specifico rischio, trasversale a molti settori produttivi in quanto non sempre correttamente tenuto nella dovuta considerazione da datori di lavoro, RSPP e consulenti.

Notizie generali sui gas tecnici

L'utilizzo dei gas tecnici è alla base dei molti processi produttivi di diverse attività industriali, tra cui i settori metallurgico, chimico, farmaceutico e alimentare. I gas tecnici sono ricavati dall'atmosfera attraverso processi fisici o recuperati da cicli di produzione e possono essere forniti, a seconda delle

caratteristiche di impiego e delle quantità richieste, in fase gassosa (in bombola o gasdotto) o in fase liquida (liquidi criogenici in serbatoio), e con diversi gradi di purezza. Tra i principali gas impiegati, troviamo l'anidride carbonica, l'argon, l'azoto, l'elio, il krypton e lo xenon.

Questi gas (con l'eccezione dell'anidride carbonica, che in alte concentrazioni assume un caratteristico odore pungente) risultano inodori, incolore e insapori e per questo possono saturare un ambiente confinato senza essere rilevati dall'olfatto. Saturando un ambiente confinato e dunque sostituendosi all'ossigeno, i gas tecnici possono perciò comportare un serio rischio di asfissia per i lavoratori; percentuali di ossigeno inferiori al normale nell'aria che si respira possono inizialmente causare vertigini, mal di testa o difficoltà di parola, ma difficilmente tali sintomi vengono riconosciuti e l'asfissia può, di conseguenza, sopraggiungere senza allertare la vittima o le altre persone presenti. Di seguito vengono brevemente descritte le caratteristiche dei principali gas impiegati.

Diossido di Carbonio

A temperatura e pressione ambiente il diossido di carbonio, la cui formula chimica è CO_2 , è un gas incolore e inodore, se non è in elevate concentrazioni, alle quali assume un caratteristico odore pungente. La CO_2 trova applicazione in diversi settori come quello agroalimentare, dove viene impiegata per il raffreddamento, la surgelazione ed il trasporto, o per rendere frizzanti o gasate alcune bevande, quali, ad esempio, le bibite analcoliche e la birra; viene inoltre utilizzata anche nel trattamento delle acque, nella lavorazione dei metalli e nell'industria della carta.

Argon

L'Argon è un gas nobile, incolore e inodore, che costituisce circa lo 0,93% dell'atmosfera terrestre. Viene impiegato in diversi settori industriali: in ambito aeronautico, aerospaziale, nell'industria automobilistica e nella fabbricazione dei metalli in generale. Nella saldatura, risulta utile per la creazione di un'atmosfera inerte che è in grado di proteggere e migliorare la stabilità dell'arco elettrico (la scarica elettrica che scocca tra due elettrodi a diversa tensione tra i quali è interposto un gas).

Azoto

L'azoto, costituendo circa il 78% dell'atmosfera terrestre, è il componente più abbondante dell'aria che respiriamo. È leggermente solubile in acqua e nella maggior parte degli altri liquidi, ed ha scarsa capacità di condurre calore ed elettricità. La sua principale caratteristica è la scarsa reattività (inerzia chimica), per questo viene utilizzato spesso per creare atmosfere prive di ossigeno e prevenire i fenomeni di ossidazione. Ha numerose applicazioni, nei settori aeronautico, aerospaziale, per trattamenti termici e saldatura, nel settore agroalimentare per il raffreddamento, la refrigerazione e la surgelazione e nei settori chimico, farmaceutico ed energetico.

Elio

L'elio è un gas incolore e inodore, chimicamente inerte. A causa della bassa concentrazione nell'aria la sua estrazione è impraticabile. Tutto l'elio prodotto e commercializzato è ottenuto da depositi di gas naturale. L'elio gioca un ruolo significativo nella produzione di semiconduttori, pannelli LCD e cavi in fibra ottica. Le sue proprietà inerti alle temperature dell'arco elettrico lo rendono il gas ideale per i materiali di saldatura con una conduttività termica elevate come l'alluminio, l'acciaio inox, il rame e le leghe di magnesio. Viene utilizzato nei processi di trattamento termico, come gas di tempra, e nelle atmosfere dei forni.

Nel settore aeronautico e aerospaziale viene impiegato nelle attività di volo spaziali come agente di pressurizzazione dei sistemi che operano con fluidi, oltre che come mezzo di sollevamento per i palloni aerostatici.

Krypton

Il krypton appartiene al gruppo dei gas nobili, contraddistinti da una quasi totale inerzia chimica. È un gas incolore e inodore, viene usato nelle lampade a fluorescenza, nei flash per fotografia e nelle lampade a incandescenza per allungare la vita del filamento.

Xenon

È un gas nobile incolore, inodore molto pesante che si trova in tracce nell'atmosfera terrestre e nei gas emessi da alcune sorgenti minerali. È stato il primo gas nobile di cui si siano mai sintetizzati dei composti. Eccitato da una scarica elettrica, produce una luce bianco azzurra: questo fenomeno è sfruttato principalmente nella produzione di vari dispositivi luminosi (lampade flash allo xeno per la fotografia, luci stroboscopiche, sorgenti di eccitazione per laser, lampade battericide, lampade per il settore automobilistico, lampade per proiettori cinematografici).

2. Obiettivi del piano mirato

In letteratura sono descritti svariati casi di infortuni sul lavoro gravissimi e mortali causati dalla formazione atmosfere pericolose per carenza di ossigeno. Le morti avvengono per anossia (insufficiente apporto di ossigeno ai tessuti) e le indagini svolte in seguito hanno quasi sempre dimostrato che gli incidenti sono avvenuti per sottostima dei rischi o per scarsa percezione del pericolo da parte dei lavoratori anche a causa di una formazione carente. La mancanza di procedure, misure tecniche e formazione in conseguenza ad una superficiale valutazione del rischio coinvolge spesso anche i lavoratori che, nel momento dell'emergenza, tentano di soccorrere le vittime dell'incidente.

Il piano mirato ha avuto come obiettivi l'individuazione delle attività lavorative che utilizzano gas tecnici nel ciclo produttivo con la finalità di coinvolgerle in un percorso di miglioramento che ha previsto, a seconda dei casi:

- di implementare la valutazione dei rischi lavorativi presenti nella realtà aziendale in riferimento allo specifico rischio;
- di individuare ed applicare idonee misure di prevenzione e buone prassi;
- di ridurre i rischi professionali;
- di aumentare il grado di consapevolezza dei lavoratori rispetto al rischio di asfissia e la conoscenza da parte degli stessi delle misure preventive adottate dall'azienda.

Ulteriori obiettivi del piano mirato sono stati la divulgazione da parte di ATS e del suo personale tecnico di informazioni sulle misure di prevenzione e sulle buone prassi attuabili da parte delle aziende.

3. Criteri di scelta delle imprese

Per selezionare le imprese da coinvolgere nel piano mirato si sono utilizzate le basi dati disponibili (Flussi Informativi INAIL, sistema informativo regionale Impres@), scegliendo i settori con potenziale utilizzo di gas tecnici, identificati attraverso l'analisi della letteratura nazionale e internazionale (archivio NIOSH FACE) e l'analisi degli infortuni gravi e mortali registrati nel periodo 2002/2015 (sistema INFORMO e MAPI). Di non trascurabile importanza si è inoltre rilevata essere la conoscenza diretta del territorio e delle imprese in esso presenti da parte del personale coinvolto nel progetto.

I settori produttivi così selezionati, tra quelli presenti nel territorio dell'ATS CMM, sono risultati avere i seguenti codici Ateco:

- C 19 Prodotti petroliferi
- C 20 Fabbricazione prodotti chimici
- C 21 Fabbricazione prodotti farmaceutici
- C 2432 Laminazione a freddo
- C 252 Fabbricazione radiatori, cisterne, serbatoi
- C 253 Fabbricazione caldaie
- C 256 Trattamento e rivestimento metalli

All'interno di questi settori, le aziende selezionate sono quelle presenti con attività produttive e PAT (Posizione Assicurativa Territoriale) attive nel territorio di competenza dell'ATS CMM.

4. PRIME FASI OPERATIVE DEL PIANO MIRATO DI PREVENZIONE

Pre-questionario

Al fine di confermare quali fossero effettivamente gli utilizzatori di gas tecnici si è utilizzato un pre-questionario inviato alle aziende individuate con la selezione iniziale; con il pre-questionario si è inoltre potuto raccogliere una prima serie di altre informazioni utili nelle successive fasi del piano mirato, quali:

- la fase e il ciclo produttivo in cui viene utilizzato il gas tecnico;
- la tipologia di gas;
- il quantitativo utilizzato.

Il pre-questionario è stato inviato tramite Posta Elettronica Certificata nel periodo tra dicembre 2018 e gennaio 2019 a 1198 aziende selezionate, invitandole alla restituzione dello stesso debitamente compilato. Delle aziende alle quali è stato inviato il questionario 361 aziende non hanno risposto e 837 aziende hanno risposto; di queste ultime 300 aziende hanno dichiarato di utilizzare gas tecnici mentre 537 aziende hanno dichiarato di non utilizzare gas tecnici.

Incontri con gli stakeholder

Dopo una prima analisi dei pre-questionari pervenuti, nella primavera del 2019, sono stati pianificati degli incontri tra ATS, parti sociali, enti istituzionali quali INAIL, Vigili del Fuoco e RLS territoriali. Gli incontri hanno avuto un duplice obiettivo: da un lato quello di informare le associazioni e gli enti coinvolti sull'esistenza del piano mirato e dall'altro quello di mettere a confronto diverse figure professionali per la predisposizione di una più mirata, chiara ed efficace scheda di autovalutazione.

Presentazione del Piano Mirato di Prevenzione alle aziende coinvolte

Le 300 aziende, che hanno dichiarato di utilizzare gas tecnici, sono state invitate tramite PEC ad un seminario pubblico, svoltosi in tre edizioni a Milano, Vizzolo Predabissi e a Legnano. Al campione di aziende iniziale, se ne sono aggiunte altre 20, che hanno aderito volontariamente al piano mirato dopo essere state informate dai propri consulenti o RSPP (Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione). Nel corso del seminario sono stati illustrati gli aspetti essenziali del piano mirato e in particolare la scheda di autovalutazione.

La scheda di autovalutazione (survey)

La scheda di autovalutazione è stata predisposta usando una piattaforma on-line per la creazione di indagini, sondaggi e questionari che permette di scegliere tra diverse tipologie di domande:

- domande a scelta multipla con una o più risposte;
- scale di valutazione;
- domande a risposta libera con casella di commento o testo breve.

La scheda è stata suddivisa nelle seguenti sezioni:

- INFORMAZIONI GENERALI
- RIPARTIZIONE DELLE RISORSE UMANE
- SERVIZIO PROTEZIONE E PREVENZIONE
- RAPPRESENTANTE DEI LAVORATORI PER LA SICUREZZA
- RIUNIONE PERIODICA
- PREVENZIONE DEGLI INCENDI
- VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AD ATMOSFERE POVERE DI OSSIGENO
- ALTRI GAS O MISCELE DI GAS
- INFORMAZIONE, FORMAZIONE E ADDESTRAMENTO
- GESTIONE DELL'EMERGENZA
- CONCLUSIONI

Dopo aver verificato il corretto funzionamento del questionario on-line al fine di individuare eventuali malfunzionamenti o errori di progettazione delle domande, sempre tramite PEC, le aziende sono state invitate alla compilazione della scheda di autovalutazione. Le aziende hanno avuto a disposizione circa un mese per compilare la scheda; le aziende che non hanno risposto sono state sollecitate tramite contatti telefonici diretti e nuovamente invitate a rispondere

5. Analisi dei dati raccolti dalle schede di autovalutazione

I dati e le informazioni di ritorno dal questionario sono stati analizzati ed elaborati per procedere con le successive fasi del piano.

La tabella seguente illustra il riepilogo finale delle aziende che utilizzano gas tecnici suddivise per aree di competenza delle diverse sedi ATS (Est, Ovest e Milano).

	EST	OVEST	MILANO	TOT %	TOTALE
Aziende che hanno compilato il questionario	112	116	21	78%	249
Aziende che non hanno compilato il questionario	22	35	14	22%	71
Totale Aziende	134	151	35	100%	320

Le aziende che hanno compilato il questionario e che sono state incluse in questa analisi, sono state in totale 249. Di queste, 8 hanno dichiarato di non utilizzare gas tecnici, e pertanto sono state escluse dal piano mirato; di conseguenza la popolazione complessiva considerata per le successive fasi del piano è risultata essere costituita da 241 aziende.

Settori produttivi coinvolti e loro ripartizione

Le 241 aziende individuate sono distribuite in 18 diversi settori produttivi, ma quattro di essi, da soli, rappresentano ben 201 aziende (83% del totale, prime quattro righe della tabella). L'analisi dei questionari, per tener conto delle risposte più rappresentative, è stata perciò condotta su questo campione ristretto di 201 aziende.

SETTORE	n. aziende	%
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	39%
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	21%
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	18%
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	5%
MACCHINARI ED APPARECCHIATURE NCA	8	3%
INDUSTRIE ALIMENTARI	5	2%
METALLURGIA	5	2%
PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO	4	2%
RICERCA SCIENTIFICA E SVILUPPO	4	2%
ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	3	1%
COMMERCIO AL DETTAGLIO	2	1%
TRATTAMENTO RIFIUTI	2	1%
FORNITURA ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	2	1%
ALTRE INDUSTRIE MANIFATTURIERE	1	0%
ATTIVITÀ DI DIREZIONE AZIENDALE	1	0%

SERVIZI PER EDIFICI E PAESAGGI	1	0%
APPARECCHIATURE ELETTRICHE	1	0%
MAGAZZINAGGIO	1	0%
Totale	241	100%

Informazioni generali e ripartizione delle risorse umane

Dei complessivi 23286 lavoratori impiegati nelle 241 aziende, nelle 201 aziende considerate come sotto campione sono occupati 18014 addetti, corrispondenti al 77%. Il settore della fabbricazione di prodotti farmaceutici, con 7668 addetti, e quello della fabbricazione di prodotti chimici con 7086 addetti, occupa il maggior numero di persone.

Almeno un RLS (Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza) è presente in 188 aziende, mentre 5 fanno riferimento ad un RLS Territoriale (RLST). Alla domanda specifica non hanno risposto 8 aziende. Alle aziende è stato chiesto in particolare di indicare anche il numero di lavoratori atipici, cioè di quei lavoratori che svolgono un'attività soggetta a forme contrattuali non convenzionali rispetto ai contratti di lavoro subordinato a tempo pieno e alle tradizionali forme di lavoro autonomo. Tra i lavoratori atipici rientrano coloro che prestano lavoro part time, lavoro a tempo determinato, lavoro temporaneo, lavoro intermittente, lavoro a chiamata (job on call), collaborazioni occasionali, prestazione occasionale), collaborazioni coordinate e continuative, lavoro a progetto, lavoro a chiamata, titolari di borse di studio. Vanno inclusi anche quei lavoratori che prestano attività formalmente di tipo volontario, ma che godono di un trattamento economico regolare.

	Dipendenti			Lavoratori atipici		
	Aziende	Media	Somma	Aziende con lavoratori atipici	Media	Somma
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	148	1775	5	3	16
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	77	7086	48	6	292
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	153	7668	28	6	178
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	36	1485	21	9	186
Totale	201	92	18014	102	7	672

Valutazione del rischio

Alla base di ogni conseguente azione che riguardi la sicurezza e la salute dei lavoratori c'è la valutazione del rischio; è per questo che, tra le prime domande, alle aziende è stato chiesto se avessero valutato o meno il rischio da esposizione ad atmosfere povere di ossigeno. Come riportato anche nella tabella che segue, il 35% delle aziende ha dichiarato di aver valutato ed escluso la presenza del rischio, mentre il 18% delle aziende ha invece affermato di non aver valutato il rischio di asfissia.

	Aziende	Nel DVR è valutato il rischio di esposizione ad atmosfere povere di ossigeno?		
		SI ed è stata effettuata una valutazione specifica	SI ed è esclusa la presenza di tale rischio	NO
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	8	3	1
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	42	35	18
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	30	12	8*
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	12	22	10
Totale	201	92 (46%)	72 (36%)	37 (18%)

*un'azienda non ha risposto alla domanda

Informazione, formazione e addestramento

Per quanto riguarda il rischio da asfissia connesso all'utilizzo di gas tecnici, delle 178 aziende che hanno risposto alla domanda, 128 (il 74%) hanno dichiarato di aver provveduto formare i lavoratori, mentre le rimanenti 46 (il 26%) ha dichiarato di non aver provveduto alla formazione dei lavoratori in relazione al rischio di asfissia.

	Aziende	Risposte	Non rispondenti	Il Datore di Lavoro ha provveduto all'informazione e formazione specifica dei lavoratori in relazione alla valutazione del rischio di asfissia?	
				SI	NO
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	11	1	10 (6%)	1 (1%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	83	12	61 (35%)	22 (13%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	49	1	38 (22%)	11 (6%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	31	13	19 (11%)	12 (7%)
Totale	201	174 (100%)	27	128 (74%)	46 (26%)

Gas utilizzati e caratteristiche impianti

I principali gas in uso nelle aziende sono l'azoto, l'argon, l'elio e l'anidride carbonica, mentre lo xenon e il krypton non vengono pressoché utilizzati. Per questo motivo, nell'analisi dei dati, sono stati presi in considerazione solo i primi gas, escludendo anche la categoria "mix" (ovvero utilizzo di miscele di gas) poiché detenuti in impianti fissi di estinzione incendi e quindi "utilizzati" solo in caso di emergenza.

	Aziende	L'azienda utilizza, detiene o produce uno o più dei seguenti gas? (n, %)						
		CO ₂	Ar	N ₂	He	Xe	Kr	Mix
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	4 (33%)	7 (58%)	7 (58%)	3 (25%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (50%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	29 (31%)	32 (34%)	80 (84%)	37 (39%)	3 (3%)	2 (2%)	46 (48%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	12 (24%)	28 (56%)	46 (92%)	35 (70%)	0 (0%)	0 (0%)	21 (42%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	9 (21%)	29 (66%)	23 (52%)	7 (16%)	0 (0%)	0 (0%)	25 (57%)
Totale	201	54 (27%)	96 (48%)	156 (78%)	82 (41%)	3 (2%)	2 (1%)	98 (49%)

Dalla tabella precedente è possibile inoltre osservare come nel settore della fabbricazione di prodotti chimici e in quello della fabbricazione di prodotti farmaceutici, il gas maggiormente utilizzato è l'azoto (N₂). Dato spiegabile dal fatto che l'azoto è il gas meno costoso con il quale è possibile creare e mantenere atmosfere inerti (prive, principalmente, di ossigeno ed umidità). La riduzione del contenuto di ossigeno e di umidità a contatto con i prodotti permette di:

- evitare il pericolo di esplosioni;
- escludere reazioni indesiderate;
- garantire la sicurezza nel corso dei lavori di manutenzione e di riparazione;
- aumentare la durata dei prodotti durante le lavorazioni e durante la loro conservazione.

I metodi per convogliare i gas agli impianti che li utilizzano sono essenzialmente tre:

- mediante l'utilizzo di bombole trasportate su carrello;
- mediante impianti fissi collegati a serbatoi di stoccaggio;
- mediante impianti fissi collegati a bombole collocate in un apposito deposito.

Nel settore della fabbricazione di prodotti in metallo, in particolare nei processi di trattamento termico, la creazione di atmosfere inerti si ottiene invece con l'argon (Ar), che risulta così essere il gas maggiormente impiegato. In questo particolare utilizzo l'azoto, pur essendo meno costoso, non presenta una sufficiente inerzia chimica nei confronti dei metalli portati ad alte temperature.

Gas	Aziende	Come viene convogliato il gas tecnico all'impianto che lo utilizza?				
		Con bombola carrellata	Con pacco di bombole presenti in reparto	Con impianto fisso da serbatoio di stoccaggio	Con impianto fisso da deposito bombole	Altro
CO ₂	54	10 (5%)	8 (4%)	11 (6%)	23 (12%)	5 (3%)
Ar	96	57 (30%)	10 (5%)	8 (4%)	27 (14%)	4 (2%)
N ₂	156	19 (19%)	9 (5%)	97 (50%)	65 (34%)	14 (7%)
He	82	19 (19%)	5 (3%)	1 (1%)	53 (27%)	3 (2%)
Totale	201					
Risposte	193 (100%)	105 (54%)	32 (17%)	117 (61%)	168 (87%)	26 (13%)
Non rispondenti	8					

Il questionario ha evidenziato che l'anidride carbonica e l'elio vengono prevalentemente convogliati mediante impianti fissi da deposito bombole; l'argon risulta preferibilmente utilizzato con bombole carrellate portate nelle immediate vicinanze del luogo d'uso (es. saldatura) mentre l'azoto risulta essere principalmente convogliato mediante impianti fissi da serbatoi di stoccaggio. Da notare che i serbatoi di stoccaggio dell'azoto sono di tipo criogenico ed in essi l'azoto si trova allo stato liquido a bassissima temperatura.

Le aziende che hanno dichiarato di utilizzare impianti fissi da serbatoio di stoccaggio e impianti fissi da deposito bombole sono state indirizzate alla domanda relativa alla presenza o meno, su questi impianti, di valvole di intercettazione esterne al luogo in cui viene impiegato il gas. Queste valvole, in caso di necessità, permettono una rapida interruzione del flusso di gas, e perciò rappresentano un efficace sistema di sicurezza, adottato dalla maggior parte delle aziende.

	Aziende	Risposte*	Non rispondenti	L'impianto è provvisto di valvola di intercettazione esterna al luogo in cui viene impiegato il gas?			
				Con impianto fisso da serbatoi di stoccaggio		Con impianto fisso da deposito bombole	
				NO	SI	NO	SI
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	6	6	1	3	3	6
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	77	18	2	52	3	52
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	43	7	0	31	1	37
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	28	16	1	20	1	17
Totale	201	154 (100%)	47	4 (3%)	106 (69%)	8 (5%)	112 (71%)

*tra coloro che hanno selezionato con impianto fisso da serbatoio di stoccaggio o impianto fisso da deposito bombole.

Le aziende in cui gli impianti non prevedono la presenza di una valvola di intercettazione esterna al luogo di utilizzo del gas sono in totale 12. Si nota anche che le aziende che non hanno risposto a questa domanda sono state numerose, soprattutto tra quelle del settore della fabbricazione di prodotti in metallo, con 16 aziende su 44, ovvero il 36% e del commercio all'ingrosso con 6 aziende su 12, ovvero il 50%. Probabilmente questa mancata risposta è dovuta scarsa conoscenza, da parte di chi ha risposto al questionario, dei dettagli tecnici degli impianti, spesso noti ai soli addetti diretti o ai manutentori, in special modo nelle piccole aziende.

Alle aziende è stato poi chiesto se il gas, in caso di malfunzionamento o rottura di una tubazione o di un componente dell'impianto o di un'apparecchiatura, potesse ristagnare causando la saturazione dell'atmosfera di luoghi chiusi o poco ventilati. Tra le 196 aziende che hanno risposto alla domanda 92 (47%) affermano come presente questa possibilità.

	Aziende	Risposte	Non rispondenti	Il gas tecnico potrebbe essere rilasciato (in caso di malfunzionamento, rottura o perdita da tubazioni, ecc.) in un luogo confinato o poco ventilato dove potrebbe ristagnare? (n, %)			
				Rilascio CO ₂	Rilascio Ar	Rilascio N ₂	Rilascio He
				SI	SI	SI	SI
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	12	0	1 (1%)	3 (2%)	2 (1%)	1 (1%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	95	0	11 (6%)	7 (4%)	20 (10%)	8 (4%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	47	3	2 (1%)	6 (3%)	24 (12%)	3 (2%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	42	2	1 (1%)	0 (0%)	3 (2%)	0 (0%)
Totale	201	196 (100%)	5	15 (8%)	16 (8%)	49 (25%)	12 (6%)

Un dato rilevante, emerso dall'analisi delle risposte al questionario, riguarda il settore relativo alla fabbricazione di prodotti in metallo: nessuna delle aziende appartenenti a questo settore ha considerato probabile il rilascio di argon o di elio in ambienti chiusi in caso di mal funzionamento o rottura delle tubazioni. Per la sua diretta implicazione sulla sicurezza dei lavoratori, la risposta a questa domanda è stata tenuta in debita considerazione per la selezione delle aziende da sottoporre a vigilanza.

A presidio degli impianti di distribuzione dei gas, per aumentare la sicurezza, possono essere installati anche sistemi di rilevazione delle perdite con allarme e questo argomento è stato oggetto di uno specifico quesito; dall'analisi delle risposte si nota come più della metà delle aziende che ha risposto alla domanda non abbia installato tali sistemi e che circa il 32% delle aziende appartenenti al settore della fabbricazione di prodotti in metallo non abbia risposto.

	Aziende	Risposte	Non rispondenti	Il datore di lavoro ha installato impianti di rilevazione o allarmi? (n,%)	
				NO	SI
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	12	0	7 (4%)	5 (3%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	83	12	46 (26%)	37 (21%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	50	0	25 (14%)	25 (14%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	30	14	23 (13%)	7 (4%)
Totale	201	175 (100%)	26	101 (58%)	74 (42%)

A coloro che hanno dichiarato di aver installato impianti di rilevazione o di allarme è stato chiesto di specificarne le rispettive caratteristiche; la maggior parte di questi dispositivi prevede l'intervento automatico su sistemi di sicurezza o il collegamento ad allarmi sonori non tacitabili.

	Aziende	Risposte*	Il datore di lavoro ha installato impianti di rilevazione o allarmi? (n, %)			
			Sono collegati a sistemi di allarme sonoro non tacitabili	Intervengono automaticamente su sistemi di sicurezza	Sono comandati da un sistema con logica di controllo	Altro
			SI			
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	5	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (5%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	37	22 (30%)	12 (16%)	11 (15%)	11 (15%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	25	15 (20%)	18 (24%)	10 (14%)	4 (5%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	7	6 (8%)	2 (3%)	1 (1%)	2 (3%)
Totale	201	74 (100%)	44 (59%)	32 (43%)	22 (30%)	21 (28%)

* coloro che hanno risposto SI alla domanda " il datore di lavoro ha installato impianti di rilevazione impianti?"

6. Le misure di gestione del rischio adottate dalle aziende

La domanda relativa alle misure organizzative predisposte dall'azienda per diminuire il livello di rischio mette in luce una criticità. Nella tabella è possibile notare come solo il 54% delle aziende dichiarò di utilizzare delle procedure specifiche definite per ogni attività in cui si utilizzino gas tecnici. Una percentuale così bassa contrasta con la necessità di garantire un livello di sicurezza proporzionato al rischio; per ogni attività che presenti dei pericoli rilevanti è necessario che sia predisposta una specifica procedura scritta, strumento indispensabile per lavorare in sicurezza.

	Aziende	Risposte	Non rispondenti	Quali misure organizzative e procedurali ha adottato il datore di lavoro per effettuare in sicurezza le attività lavorative nei luoghi di utilizzo dei gas tecnici?				
				Strumenti portatili periodicamente tarati secondo le indicazioni del costruttore	Permessi di lavoro	Procedure specifiche e definite ad hoc per ogni attività	Verifiche preliminari all'accesso o effettuate con strumenti portatili	Procedura Lock-out Tag out (Isolamento del Sistema e etichettatura delle aree messe in sicurezza)
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	9	3	0 (0%)	1 (1%)	8 (6%)	0 (0%)	0 (0%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	59	36	1 (1%)	22 (18%)	26 (21%)	7 (6%)	3 (2%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	39	11	5 (4%)	9 (7%)	22 (18%)	0 (0%)	3 (2%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	18	26	1 (1%)	2 (2%)	12 (10%)	3 (2%)	0 (0%)
Totale	201	125 (100%)	76	7 (6%)	34 (27%)	68 (54%)	10 (8%)	6 (5%)

Per quanto riguarda l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI), circa la metà delle aziende che hanno risposto alla relativa domanda (45%) ha dichiarato di non aver individuato DPI a seguito della valutazione del rischio. Tra queste, come possibile osservare dalla tabella che segue, la quota maggiore è rappresentata dalle aziende appartenenti al settore della fabbricazione di prodotti chimici (23%) e a quello della fabbricazione di prodotti farmaceutici (13%).

	Conteggio Aziende	Risposte	Non rispondenti	Sono stati individuati i DPI a seguito della valutazione del rischio?	
				NO	SI
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	11	1	4 (3%)	7 (4%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	76	19	36 (23%)	40 (25%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	45	5	20 (13%)	25 (16%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	25	19	11 (7%)	14 (9%)
Totale	201	157 (100%)	44	71 (45%)	86 (55%)

Il dato è giustificabile dal fatto che i settori che producono prodotti chimici e prodotti farmaceutici spesso lavorano con un ciclo produttivo chiuso. I prodotti fabbricati, infatti necessitano di trattamenti in ambienti altamente protetti (camere bianche, depressurizzate e con ricambio continuo d'aria). Dunque viene meno l'esigenza di utilizzare DPI, prediligendo piuttosto dispositivi di protezione collettiva (DPC).

Informazioni particolarmente utili provengono dalle domande relative all'emergenza. Nello specifico, come è possibile osservare dalla tabella, il 25% delle aziende ha dichiarato di non aver predisposto un piano di emergenza per il soccorso dei lavoratori in caso di asfissia. Ciò può essere dovuto al fatto che alcune attività vengono appaltate a ditte esterne e che quindi la predisposizione del piano di emergenza viene effettuata dal datore di lavoro della ditta esterna.

	Conteggio Aziende	Risposte	Non rispondenti	Il datore di lavoro ha predisposto un piano di emergenza per il soccorso immediato di lavoratori coinvolti nell'incidente?	
				NO	SI
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	12	0	0 (0%)	12 (7%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	79	16	19 (11%)	60 (35%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	47	3	15 (9%)	32 (19%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	33	11	9 (5%)	24 (13%)
Totale	201	171 (100%)	30	43 (25%)	128 (75%)

7. Gli interventi suscitati dalla compilazione del questionario

L'ultima domanda aveva lo scopo di ottenere un primo riscontro in merito agli interventi di miglioramento messi in atto dalle aziende a seguito dell'avvio del piano mirato di prevenzione e della diffusione del questionario di autovalutazione. Le aziende, sempre in relazione al rischio di asfissia provocato dall'utilizzo dei gas tecnici, potevano fornire più risposte a questa domanda. Dalla tabella seguente si può rilevare che tutte le aziende che hanno risposto alla domanda (153 delle 201 totali) sono state incentivate dal questionario all'attuazione di interventi in materia di sicurezza. Nello specifico, 88 aziende hanno individuato nelle attività di formazione e addestramento, la soluzione principale per ridurre e gestire il rischio di asfissia da inalazione dei gas tecnici.

	Conteggio Aziende	Risposte	Non rispondenti	L'utilizzo della presente autovalutazione, ha suggerito :						
				Aggiornamento del DVR con valutazione del rischio	Implementazione del DVR con procedure di accesso	Interventi di adeguamento sull'impianto di rilevazione e allarme	Introduzione di nuovi dpi	Definizione piano di emergenza interno	Attività di formazione/ addestramento	Nessun Suggerimento
COMMERCIO ALL'INGROSSO	12	11	1	7 (5%)	2 (1%)	2 (1%)	0 (0%)	3 (2%)	9 (6%)	1 (1%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	95	69	26	26 (17%)	9 (6%)	13 (8%)	4 (3%)	11 (7%)	39 (25%)	16 (10%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI	50	40	10	13 (8%)	10 (7%)	9 (6%)	2 (1%)	13 (8%)	26 (17%)	3 (2%)
FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO	44	33	11	11 (7%)	7 (5%)	0 (0%)	4 (3%)	10 (7%)	14 (9%)	10 (7%)
Totale	201	153 (100%)	48	57 (37%)	28 (18%)	24 (16%)	10 (7%)	37 (24%)	88 (58%)	30 (20%)

8. ANALISI CONCLUSIVA DELLE SCHEDE DI AUTOVALUTAZIONE

L'analisi dei dati raccolti tramite le schede di autovalutazione ha fornito una visione generale delle aziende che utilizzano i gas tecnici del territorio delle province di Milano e Lodi e ha messo in evidenza criticità e punti di forza, la cui congruenza è stata verificata successivamente in occasione delle attività di vigilanza presso alcune realtà lavorative.

Dal punto di vista gestionale, le principali criticità emerse riguardano il Documento di Valutazione dei Rischi, in particolare la valutazione del rischio di asfissia per la presenza di atmosfere povere di ossigeno, che in alcuni casi non è stato del tutto preso in considerazione. In altri casi è stato solo inizialmente considerato e valutato per poi essere rapidamente escluso come rischio non presente. Anche la redazione di procedure operative e di accesso ai locali dove può crearsi il rischio di asfissia e il piano di emergenza interno non sono stati oggetto di un'attenta valutazione da parte di molte aziende: d'altra parte, proprio su questi punti alcune aziende, a seguito della compilazione del questionario di autovalutazione, hanno dichiarato di aver provveduto ad aggiornare i relativi documenti.

Per la riduzione del rischio legato all'utilizzo di gas tecnici, soprattutto in ambienti confinati, è fondamentale introdurre sistemi in grado di rilevare e segnalare situazioni di pericolo. Un dato rilevante indica come più della metà delle aziende abbia dichiarato di non possedere sistemi di rilevazione di una bassa concentrazione di ossigeno. Ciò si può ricondurre al fatto che le aziende escludono la possibilità di formazione di atmosfere povere di ossigeno all'interno del luogo di lavoro. La scheda di autovalutazione ha permesso di sensibilizzare i Datori di Lavoro ad adottare azioni di miglioramento nella gestione del rischio di asfissia (es. interruzione afflusso gas tramite valvole di sicurezza, formazione dei lavoratori, protocolli di emergenza, utilizzo di DPI ecc.).

Essa ha assunto un ruolo chiave nel Piano Mirato e si è rivelata uno strumento utile che, se compilato coerentemente alla realtà aziendale, può far emergere le principali problematiche presenti in azienda e suggerire l'applicazione di azioni mirate alla prevenzione del rischio specifico.

9. SELEZIONE DELLE IMPRESE DA VIGILARE

Nella fase successiva del piano mirato di prevenzione, è stata intrapresa l'attività di vigilanza, attuata secondo criteri di priorità dettati dall'analisi dei questionari. Sono stati considerati prioritariamente i seguenti elementi:

- aziende che non hanno risposto al questionario
- quantitativi di gas tecnici impiegati
- assenza di valvole di intercettazione del gas
- assenza di impianti di rilevazione
- numero di addetti
- effettuazione della valutazione del rischio
- tipologia di ciclo produttivo
- conoscenza diretta del territorio.

A supporto dell'attività di vigilanza è stata predisposta una checklist comprensiva degli elementi del controllo da verificare con particolare attenzione.

ANALISI VIGILANZA

Per stimolare ulteriormente l'adozione di misure organizzative, procedurali e tecniche per la prevenzione dei rischi correlati alla possibile formazione di atmosfere sotto ossigenate, si è proceduto, dopo l'elaborazione delle risposte al questionario, ad una fase di verifica mediante sopralluoghi presso gli utilizzatori di gas tecnici.

Il primo aspetto da mettere in evidenza è che la fase inerente all'attività di vigilanza prevista dal piano mirato, rispetto alla programmazione iniziale, ha subito notevoli ritardi dovuti alla pandemia da Covid-19. Ciò sia per il ripetuto blocco e successivo riavvio delle attività produttive che per il rinvio delle attività di controllo programmate ritenute differibili in fase di emergenza pandemica.

I controlli sono stati condotti prioritariamente in quelle aziende che non hanno risposto al questionario inviato da ATS e che per la tipologia di attività svolta potevano porre i maggiori problemi di sicurezza nell'uso dei gas tecnici, ad esempio si sono privilegiati i controlli nelle aziende con attività di

trattamento termico di metalli, rispetto, sempre ad esempio, alla semplice saldatura in ambiente aperto.

I principali settori produttivi coinvolti comprendevano aziende chimiche, farmaceutiche, per il trattamento termico di metalli, cosmetiche.

In questa fase di verifica della corretta gestione del rischio di asfissia derivante dall'utilizzo di gas tecnici, sono stati effettuati complessivamente 81 sopralluoghi, svolti nel periodo compreso tra ottobre 2019 e dicembre 2021 (31 in aziende site nel territorio di Milano, 24 nel territorio di Milano Ovest e 26 nel territorio di Milano Est). Di questi, 22 sono stati svolti in aziende cosiddette non responder (che non avevano provveduto a compilare e restituire il questionario) e i rimanenti 59 presso aziende che, invece, avevano inviato il questionario correttamente compilato.

	numero aziende controllate	
	non responder	responder
area Milano	12	19
area Milano Est	5	21
area Milano Ovest	5	19
totale	22	59

Come già visto, il gas tecnico più utilizzato in assoluto in ambito industriale è risultato essere l'azoto, che ha caratteristiche tali da diffondersi in tutto l'ambiente lavorativo e per questo, tranne nel caso di rilasci molto importanti o di locali con volumetrie ridotte non costituisce rischio di accumulo in cunicoli, fosse o locali/spazi al di sotto del piano di calpestio, aspetto invece da tenere presente in caso di utilizzo di gas più pesanti dell'atmosfera (es. argon).

Analogamente l'utilizzo di gas molto più leggeri dell'aria quali l'elio è risultato ridottissimo.

I controlli sono stati focalizzati principalmente sulla valutazione del rischio, le procedure operative e gestione delle emergenze, le misure di contenimento adottate (es. sensori) e la segnaletica (es. identificazione serbatoi e linee).

In relazione all'aggiornamento del DVR e dei suoi allegati, si sono riscontrate occasionalmente, delle incongruenze tra i diversi documenti aziendali, dovute, in parte, alla dispersione delle informazioni.

Altre criticità hanno riguardato la mancata valutazione di alcuni aspetti del rischio connesso all'impiego di gas tecnici come mezzi estinguenti, la mancanza di un idoneo sistema di identificazione delle tubazioni lungo tutto il percorso, la necessità di integrare l'installazione di dispositivi per la rilevazione dei gas, atti ad individuare eventuali fughe, la mancata valutazione del rischio di formazione di atmosfere sotto ossigenate, la mancata formazione del personale.

In fase di vigilanza si sono riscontrate ulteriori criticità in materia di tutela della salute dei lavoratori, anche se non direttamente collegate all'utilizzo di gas tecnici, tra queste: presenza di macchine non rispondenti ai requisiti minimi di sicurezza; mancanza di specifiche autorizzazioni (gas tossici) o mancanze rispetto alle prescrizioni autorizzative (es. requisiti di prevenzione incendi).

I sopralluoghi e i controlli svolti, sia nelle aziende classificate come non-responder (che rappresentano una limitata percentuale del totale), che nel campione di aziende classificate come responder non hanno comunque messo in luce situazioni particolarmente critiche relativamente all'utilizzo dei gas tecnici; è perciò emerso un quadro complessivamente rassicurante rispetto all'utilizzo dei gas tecnici, pur tuttavia deve sempre essere considerato che il rischio in esame, qualora sottovalutato, potrebbe avere conseguenze gravi e gravissime, per cui la probabilità del verificarsi di anche un solo evento incidentale deve essere ridotta pressoché a zero.

Per questo l'incontro con le aziende, in sede di sopralluogo e di successivo approfondimento è stato, in diversi casi, occasione per contribuire, da parte dell'organo di vigilanza alla diffusione di quella che viene generalmente percepita come cultura della sicurezza.

Un aspetto che vale la pena di evidenziare è il fatto che diverse aziende hanno colto l'occasione del loro coinvolgimento attraverso il piano mirato, per approfondire gli aspetti di salute e sicurezza legati all'utilizzo di gas tecnici e adottare in modo spontaneo delle misure di miglioramento, a volte anche raccogliendo i suggerimenti del personale ATS.

In particolare le aziende hanno provveduto a dotarsi di migliori procedure operative, a modificare l'organizzazione del lavoro o ad implementare misure di prevenzione e protezione specifiche; tra queste:

- svolgere attività di informazione e formazione sul rischio specifico nei confronti dei lavoratori
- implementare la valutazione dei rischi aziendale inserendo l'aspetto della possibile formazione di atmosfere povere di ossigeno
- installare sensori o sistemi elettronici con allarme ottico e acustico che avvertano precocemente della diminuzione della concentrazione di ossigeno in atmosfera
- dotare gli impianti di valvole di intercettazione automatiche che interrompono il flusso di gas in caso di anomalie (cali improvvisi di pressione)
- adeguare le procedure aziendali tenendo conto del rischio di formazione di atmosfere povere di ossigeno per migliorare gli aspetti di prevenzione degli infortuni
- adottare procedure per la gestione delle emergenze che tengano conto dello specifico rischio dovuto all'utilizzo di gas tecnici
- mettere a disposizione dei lavoratori operanti nei laboratori specifici dispositivi di protezione individuale

10. Elaborazione di un foglio di Calcolo-Gas tecnici e rischio di asfissia

Il Servizio UOC Impiantistica-UOS Sicurezza elettrica dell'Ats Milano Città Metropolitana a seguito dell'attività di vigilanza ha realizzato un foglio di calcolo con il quale è possibile effettuare una valutazione del rischio di asfissia correlato all'utilizzo di gas tecnici in ambienti chiusi, ai fini puramente orientativi.

In condizioni incidentali le sostanze possono fuoriuscire dai loro sistemi di contenimento secondo diverse modalità in relazione alle caratteristiche di stoccaggio e alla velocità di emissione: sotto forma di gas/vapore (singola fase), di liquido che evapora in modo trascurabile nell'emissione (singola fase), di liquido che evapora massivamente in seguito al rilascio (modalità tipica dei gas liquefatti).

Le più comuni sorgenti di emissione (SE) di gas nell'industria sono rappresentate da valvole, riduttori di pressione, connessioni rapide, attacchi di laboratorio, sfiati di processo, bombole, serbatoi di stoccaggio fissi o carrellati, pompe, compressori, ecc.

Sono qui considerate solo sostanze sotto forma di gas, fatto salvo per l'anidride carbonica qualora presente in forma liquida a temperatura ambiente perché compressa in bombole (purché la pressione sia superiore a 40,5 bar), nonché per l'azoto qualora presente in forma liquida a pressione atmosferica perché mantenuto refrigerato in contenitori dewar; in questo caso si considera un'emissione in ambiente dalla superficie del liquido con contenitore aperto.

La concentrazione media di ossigeno raggiunta in ambiente chiuso a seguito di rilascio di gas tecnico è stata determinata facendo riferimento sia, in via analogica, alle norme e guide tecniche relative alla classificazione delle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive (AtEx) in quanto in esse vengono forniti modelli generali per la stima delle portate di emissione di gas e liquidi dai relativi sistemi di contenimento, sia alla letteratura specifica reperita.

Il metodo considera un "mescolamento perfetto" con l'aria dei gas tecnici rilasciati in ambiente chiuso attraverso la ventilazione e la dispersione nell'atmosfera, ovvero un processo di diluizione che comporti una concentrazione di ossigeno uniforme in tutto l'ambiente.

Si ipotizza che il sistema di ventilazione sia realizzato in funzione della densità relativa all'aria dei gas tecnici presenti. Nel calcolo non sono stati utilizzati coefficienti di sicurezza.

Una vera e propria classificazione delle zone di asfissia, in analogia alle zone con pericolo di esplosione, non è al momento prevista da alcuna norma tecnica comunitaria.

Allegati:

- [Questionario survey monkey Gas tecnici](#)
- [Guida compilazione scheda autovalutazione gas tecnici](#)
- A222-MS007 QT - Foglio di calcolo - gas tecnici e rischio di asfissia
- Foglio di calcolo in formato .xls (A222-MS008 Foglio di calcolo – gas tecnici e rischio di asfissia)

Redazione: Luglio 2022
Ultimo aggiornamento: ottobre 2023