

**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale DII**

Corso di Laurea in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA  
DELLA SICUREZZA CIVILE E INDUSTRIALE

**Formazione e addestramento per gli spazi confinati:  
l'utilizzo del Building Information Modeling e del Digital Twin**

Relatore: Ing. Chiara Vianello

Laureanda: FEDERICA PASOLINI,

1156586

Anno Accademico 2018/2019



*A Nonna Dorina*

*che ha sempre creduto in me.*

*Ai miei genitori Lucia e Severino,*

*che mi hanno sostenuto in ogni mia scelta.*

*A Mattia,*

*che mi ha sopportato e supportato in questi anni.*

*GRAZIE.*



# Indice

Introduzione .....	1
Capitolo 1 - Quadro Normativo .....	3
1.1 Normativa in Italia .....	3
1.2 Normativa all'estero .....	5
Capitolo 2 - Definizioni .....	9
2.1 Pericolo e rischio .....	9
2.2 Formazione e addestramento .....	10
2.2.1 Formazione e addestramento per gli spazi confinati .....	12
2.3 La valutazione dei rischi .....	15
2.3.1 Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze.....	16
2.4 Procedure di accesso.....	17
2.4.1 Autoprotezione .....	20
Capitolo 3 - La nuova tecnologia .....	23
3.1 BIM .....	23
3.1.1 Il laser scanner e la nuvola di punti .....	28
3.2 Digital Twin.....	29
Capitolo 4 - Ambienti confinati .....	33
4.1 Tipologie di attività considerate come ambienti confinati .....	33
4.1.1 Autobotti e cisterne.....	36
4.1.2 Fogne .....	36
4.1.3 Gallerie .....	37
4.1.4 Impianti di depurazione – Serbatoi e vasche .....	37
4.1.5 Piscine.....	38
4.1.6 Silos.....	38
4.2 Digestore Anaerobico.....	39
4.2.1 Cos'è la digestione anaerobica.....	39

4.2.2 Condizioni operative della digestione anaerobica .....	41
4.2.3 Struttura del digestore anaerobico .....	43
4.2.4 Struttura dell'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa .....	44
4.2.5 Procedure operative.....	47
4.2.6 Dispositivi di protezione individuale per il lavoro all'interno del digestore anaerobico .....	51
4.2.7 Comportamenti in caso di emergenza .....	58
Capitolo 5 - Formazione e addestramento per i digestori anaerobi .....	63
5.1 Tipologia di realtà .....	63
5.2 Utilizzo della nuova tecnologia.....	65
5.2.1 Schema illustrativo per la creazione del modello digitale.....	65
Conclusioni .....	69
Allegati.....	71
Allegato 1 – DPR 177/11.....	71
Allegato 2 – Allegato IV, punto 3 del D. Lgs. 81/08 .....	72
Allegato 3 – DUVRI .....	75
Capitolo 1 – Soggetti coinvolti nella sicurezza .....	75
Capitolo 2 – Descrizione degli impianti .....	76
Capitolo 3 – Descrizione dettagliata dei lavori da eseguire sui digestori.....	76
Capitolo 4 – Valutazione dei rischi .....	78
Capitolo 5 – Dispositivi di prevenzione e protezione dei rischi.....	82
Capitolo 6 – Gestione delle emergenze .....	86
Capitolo 7 – Firme per accettazione.....	88
Capitolo 8 – Allegati.....	89
Allegato 4 - Regolamento aziendale di accesso al polo rifiuti di Bassano del Grappa .....	96
Indice immagini .....	103
Bibliografia.....	105
Ringraziamenti.....	109

# Introduzione

Gli ambienti confinati non hanno ancora avuto, alla data della stesura della presente tesi, l'onore di essere definiti in maniera univoca né di essere definiti in maniera esaustiva nella normativa italiana e nella normativa internazionale. Nonostante ciò, numerosi sono gli interventi che ogni giorno vengono effettuati in ambienti che possono essere ricondotti ad ambienti confinati ma senza che siano state delineate correttamente delle procedure ordinarie da attuare in caso di emergenza.

Questo lavoro di tesi ha come obiettivo quello di:

- individuare per quanto possibile la definizione di 'ambiente confinato';
- individuare la normativa di riferimento applicabile per gli interventi attuati sul territorio italiano, con il supporto eventuale della normativa internazionale;
- definire procedure di emergenza per interventi specifici riguardanti ambienti particolari, quali quelli che vengono effettuati all'interno di digestori anaerobici;
- mostrare come sia possibile simulare, attraverso la nuova tecnologia BIM, il processo di formazione e addestramento dei lavoratori e operatori del settore attraverso la realtà virtuale e definendo già a priori tutti i possibili scenari di rischio che si possono verificare in quel particolare ambiente confinato.

La tesi è stata strutturata in modo tale da poter fornire inizialmente le definizioni di riferimento, i concetti base relativi al rischio, le normative esistenti, lo stato dell'arte di come viene svolta la formazione e l'addestramento per gli spazi confinati oltre che descrivere gli strumenti quali la tecnologia Building Information Modeling (BIM) e il digital twin che possono essere utilizzati a supporto della sicurezza.

Viene delineato un quadro generale di quali attività si possono considerare come 'attività in ambienti confinati' e successivamente si delineano il funzionamento, le caratteristiche e le procedure operative applicabili ai digestori anaerobici.

Si entra così nel cuore di questa tesi ovvero nel capitolo di formazione e addestramento: questo capitolo mostra come potrebbe essere gestita la formazione e l'addestramento attraverso la realtà virtuale, definendo passo per passo come si crea tale realtà.



# Capitolo 1 - Quadro Normativo

In questo capitolo si va a descrivere il quadro generale della normativa esistente in Italia e all'estero.

## 1.1 Normativa in Italia

Negli ultimi anni, gli ambienti sospetti di inquinamento o confinati sono entrati a far parte del nostro quotidiano a causa di numerosi incidenti o infortuni mortali che vi si sono verificati e che si sono ripetuti con dinamiche molto spesso simili tra loro.

In Italia non esiste una vera e propria definizione di ambienti sospetti di inquinamento o confinati; tuttavia, per questa tesi, si è scelto di trattare questa tematica considerando per ambiente confinato un *“luogo/ambiente circoscritto, totalmente o parzialmente chiuso, che non è stato progettato e costruito per essere occupato da persone, né destinato normalmente ad esserlo, ma che all'occasione può essere impegnato per l'esecuzione di interventi lavorativi quali l'ispezione, la manutenzione o la riparazione, la pulizia, l'installazione di dispositivi tecnologici”*. Questa definizione deriva dal documento creato come supporto operativo dall'INAIL e che ha come scopo quello di realizzare nel migliore dei modi l'attività di prevenzione e vigilanza da parte degli organi ispettivi nell'ambito dei lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, anche con lo scopo di attuare le direttive dettate dal Decreto del Presidente della Repubblica del 14 settembre 2011, n. 177 (DPR 177/2011).

Il DPR 177/2011 è un regolamento contenente le norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi che operano in ambienti sospetti di inquinamento o confinati; inoltre, definisce le linee guida per una corretta strategia di contrasto agli infortuni relativi alle attività in tali ambienti. Il decreto, riportato in Allegato 1 – DPR 177/11, è costituito da quattro articoli:

1. art. 1 – Finalità e ambito di applicazione
2. art. 2 – Qualificazione nel settore degli ambienti sospetti di inquinamento o confinati
3. art. 3 – Procedure di sicurezza nel settore degli ambienti sospetti di inquinamento o confinati
4. art. 4 – Clausola di invarianza finanziaria

La normativa generale applicabile in Italia consiste nel Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (D. Lgs. 81/08) di cui all'articolo 66 si delineano le disposizioni generali per quanto riguardano i lavori in ambienti sospetti di inquinamento: *“è vietato consentire l'accesso dei lavoratori in pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di gas deleteri, senza che sia stata previamente accertata l'assenza di pericolo per la vita e l'integrità fisica dei lavoratori medesimi, ovvero senza previo risanamento dell'atmosfera mediante ventilazione o altri mezzi idonei. Quando possa esservi dubbio sulla pericolosità dell'atmosfera, i lavoratori devono essere legati con cintura di sicurezza, vigilati per tutta la durata del lavoro e, ove occorra, forniti di apparecchi di protezione.*

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

Viene riportato l'articolo 121 del D.Lgs. 81/08 di cui si riporta l'enunciato di seguito:

1. *"Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.*
2. *Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie, ed essere muniti di idonei dispositivi di protezione individuale collegati ad un idoneo sistema di salvataggio, che deve essere tenuto all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.*
3. *Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.*
4. *Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.*
5. *Nei casi previsti dai commi 2, 3 e 4, i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori".*

Si tiene in considerazione anche l'allegato IV, punto 3, del D. Lgs. 81/08 che definisce i requisiti dei luoghi di lavoro in ambienti quali vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti e silos (enunciato in Allegato 2 – Allegato IV, punto 3 del D. Lgs. 81/08).

Ai fini di questa tesi, che ha come uno degli obiettivi quello di sottolineare l'importanza della informazione, formazione e addestramento nonché cercare di eliminare i rischi e/o ridurli al minimo utilizzando le migliori tecnologie, si considera anche l'articolo 15 del D. Lgs.81/08 che tratta delle misure generali di tutela. Di seguito vengono riportati solamente i punti di interesse per questa tesi.

“Le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro sono:

- a) *la valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza;*
- c) *l’eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico;*
- e) *la riduzione dei rischi alla fonte;*
- f) *la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso;*
- g) *la limitazione al minimo del numero dei lavoratori che sono, o che possono essere, esposti al rischio;*
- i) *la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;*
- n) *l’informazione e formazione adeguate per i lavoratori”.*

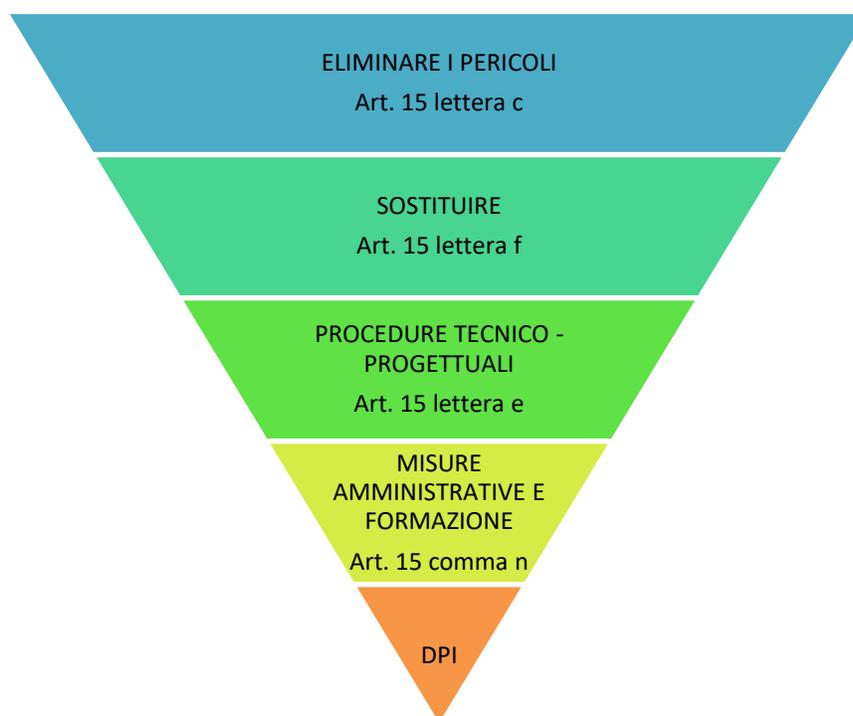


Figura 1 - Misure di tutela secondo l'art. 15 del D. Lgs. 81/08

## 1.2 Normativa all'estero

Per quanto riguarda la normativa estera, si può fare riferimento allo standard americano OSHA 29 CFR che è suddiviso in 57 parti e che tratta della sicurezza e della salute sul lavoro. Questo standard fornisce 5 definizioni diverse di ambienti confinati che dipendono dal contesto in cui ci si trova ad operare:

1. OSHA 29 Part 1910.146 tratta di *“occupational safety and health standards”* (standard di sicurezza e salute sul lavoro). In questo capitolo della OSHA è presente un paragrafo, il 1910.146, che si occupa di *“Permit-required confined spaces”* (autorizzazione di lavoro per l'accesso agli spazi confinati).

La definizione qui presente intende lo spazio confinato come uno spazio che:

- a) è sufficientemente grande e configurato in modo tale che un dipendente possa entrare fisicamente ed eseguire lavori assegnati;
  - b) ha mezzi limitati o limitati per l'entrata o l'uscita;
  - c) non è progettato per l'occupazione continua di dipendenti.
2. OSHA 29 Part 1915.11 Subpart B tratta di *“Confined and Enclosed Spaces and Other Dangerous Atmospheres in Shipyard Employment”* (Spazi confinati e chiusi e altre atmosfere pericolose nell'impiego nei cantieri navali). Qui, non viene fornita una vera e propria definizione di spazio confinato ma vi sono definizioni per:
    - "atmosfera pericolosa" ovvero un'atmosfera che può esporre i lavoratori al rischio di morte, incapacità, compromissione della capacità di auto-salvataggio (es. fuga da uno spazio chiuso), lesioni o malattie;
    - "spazio" inteso come un'area su una nave o una sezione di nave o all'interno di un cantiere navale come, a titolo esemplificativo: serbatoi di carico o stive; sale macchine; armadietti di stoccaggio; serbatoi contenenti liquidi, gas o solidi infiammabili o combustibili;L'atmosfera all'interno di uno spazio è l'intera area entro i suoi limiti.
  3. OSHA 29 Part 1917.2 tratta di *“Marine Terminals”* (Terminali marini). Qui, lo spazio confinato viene definito se avente tutte le seguenti caratteristiche:
    - a) piccole dimensioni;
    - b) ventilazione naturale severamente limitata;
    - c) capacità di accumulare o contenere un'atmosfera pericolosa;
    - d) uscite non facilmente accessibili;
    - e) non progettato per l'occupazione umana continua.
  4. OSHA 29 Part 1918.2 tratta di *“Safety and Health Regulations for Longshoring”* (Norme di sicurezza e salute per l'operatore portuale). Qui viene fornita la definizione di spazio chiuso come uno spazio interno o su una nave che può contenere o accumulare un'atmosfera pericolosa a causa di una ventilazione naturale inadeguata. Esempi di spazi chiusi sono le stive, i serbatoi profondi e i compartimenti refrigerati.
  5. OSHA 29 Part 1926.1202 Subpart AA *“Confined Spaces in Construction”* (Spazi confinati in costruzione). Qui viene fornita una definizione simile, se non uguale, all'OSHA 29 CFR 1910.146. Viene comunque di seguito riportata. Per spazio confinato si intende uno spazio che:

- a) è abbastanza grande e configurato in modo tale che un dipendente possa entrarvi fisicamente;
- b) ha mezzi limitati per l'entrata e l'uscita;
- c) non è progettato per l'occupazione continua dei dipendenti.

All'estero non vi sono solo lo standard OSHA che trattano l'argomento degli spazi confinati cercando di attribuire una corretta definizione ma vi è anche lo standard dell'NFPA (*"National Fire Protection Association"*). Qui vi sono presenti:

- NFPA 1670: standard su operazioni e formazione per la ricerca tecnica e gli incidenti di salvataggio. Questo standard identifica e stabilisce i livelli di capacità funzionale per condurre in modo efficiente ed efficace le operazioni negli incidenti tecnici di ricerca e soccorso, riducendo al minimo le minacce ai soccorritori. Ha lo scopo di aiutare l'autorità competente a valutare un rischio tecnico di ricerca e di salvataggio all'interno dell'area di risposta, a identificare il livello di capacità operativa e a stabilire criteri operativi.
- NFPA 1006: standard per le qualifiche professionali del personale di salvataggio tecnico. Questo standard identifica i requisiti minimi di prestazione del lavoro per i vigili del fuoco e altri addetti alle emergenze che eseguono operazioni di soccorso tecnico.

Non è stato possibile definire in maniera più esaustiva gli spazi confinati utilizzando lo standard NFPA in quanto non sono accessibili al pubblico.

In ogni caso, è comunque importante sapere che questa tematica è affrontata non solo in Italia con l'ausilio del D. Lgs 81/2008 e DPR 177/2011 ma anche all'estero con standard quali l'OSHA 19 CFR e l'NFPA.



## Capitolo 2 - Definizioni

In questo capitolo vengono fornite le definizioni di rischio, di pericolo e di quali sono le componenti che servono per calcolare il rischio e le misure che possono essere effettuate per ridurlo. Vengono enunciate le definizioni di formazione e addestramento, qual è lo stato dell'arte per la formazione e l'addestramento per gli spazi confinati e vengono presentati brevemente i documenti utili ad effettuare una lavorazione in ambiente confinato.

### 2.1 Pericolo e rischio

Per poter far fronte alle problematiche che si possono verificare negli ambienti di lavoro, è buona norma procedere alla compilazione del Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze (DUVRI). È necessario pertanto definire i concetti chiave compresi in questo documento. Di seguito, le definizioni dei concetti di pericolo e di rischio che vengono fornite nell'art. 2 del D. Lgs 81/08:

- pericolo = *“proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni”*. Le possibili fonti del pericolo possono essere di tipo naturale (terremoti, frane, alluvioni,..) o legate ad attività o inattività umane di tipo industriale o civile (questi possono creare danni derivanti da sostanze pericolose o energie, sia durante il normale funzionamento sia derivare da eventi incidentali);
- rischio = *“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”*. In altre parole, il rischio è la possibilità di subire conseguenze dannose o comunque negative a seguito di circostanze non sempre identificabili e/o prevedibili. Gli elementi che si considerano nella definizione di rischio sono tre: la vulnerabilità, l'evento e le conseguenze.

Le componenti che concorrono a determinare l'entità di un rischio sono:

- magnitudo delle conseguenze che può essere espressa, ad esempio, come una funzione del numero di soggetti coinvolti in quel tipo di rischio e del livello di danno ad essi provocato. Corrisponde alla gravità delle conseguenze;
- frequenza è il fattore moltiplicativo che tiene conto del numero di eventi negativi che si sono verificati nel tempo in situazioni simili a quella presa in considerazione. Corrisponde alla probabilità di accadimento.

Equazione 1 - Formula per il calcolo del rischio

$$R = f(F, M) = F * M$$

Le curve di isorischio, rappresentate in figura 2, sono curve in cui tutti i punti sulla stessa curva hanno ugual rischio e rappresentano una o più situazioni pericolose.

Per poter ridurre l'entità di un rischio è necessario conoscere approfonditamente il processo su cui si va ad intervenire e individuare le componenti che lo determinano. Successivamente è quindi necessario procedere con azioni preventive per ridurre probabilità/frequenza di accadimento dell'evento oppure con azioni protettive per ridurre la magnitudo.

Gli interventi preventivi influiscono sulle sorgenti di rischio e sono misure tecniche (sistemi di rilevazione, impianti di messa a terra,..) e misure organizzative (rispetto dell'ordine, controllo di misure di sicurezza,..). Riducono il rischio riducendo la frequenza.

Gli interventi protettivi sono tendenti a limitare i danni a persone, beni e ambiente; sono misure per la salvaguardia delle persone (sistemi di vie d'uscita, sistemi di allarme,..) o beni e ambiente (misure di contenimento o misure di intervento). Riducono il rischio riducendo la magnitudo.

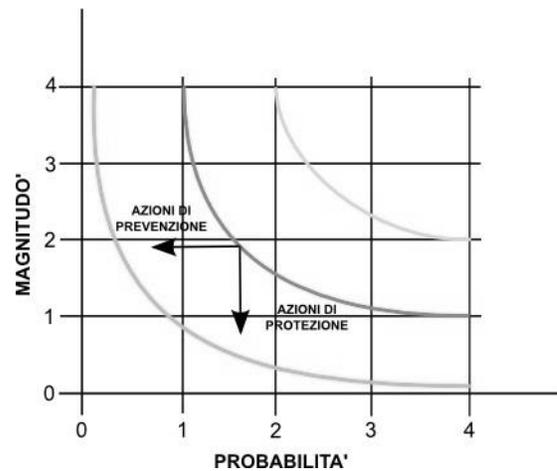


Figura 2 - Curve di isorischio e tipologie di azioni da intraprendere

## 2.2 Formazione e addestramento

*“Il sapere deriva dall’informazione, il saper fare deriva dalla formazione, il saper essere deriva dall’addestramento”.* Questi sono i tre livelli formativi del sapere.

L’art. 2 del D. Lgs. 81/08 fornisce delle definizioni che servono a comprendere al meglio questi tre concetti:

1. 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 gestione dei rischi”.*

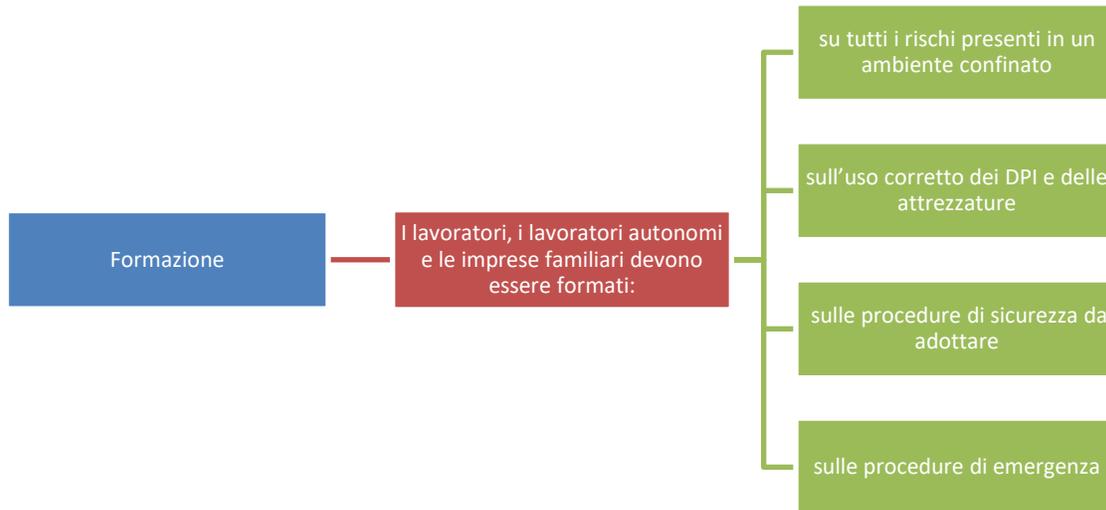


Figura 3 - La formazione secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08

2. informazione = “complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambienti di lavoro”.

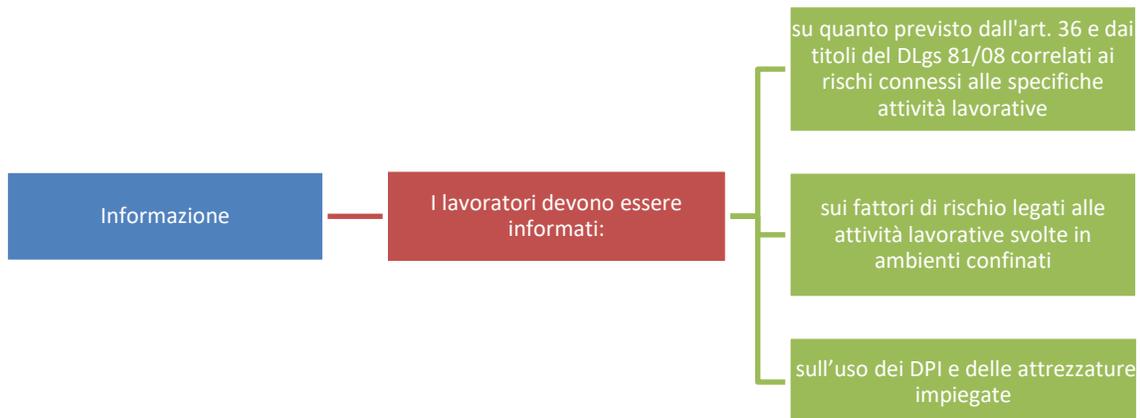


Figura 4 - L'informazione secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08

3. 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*”.

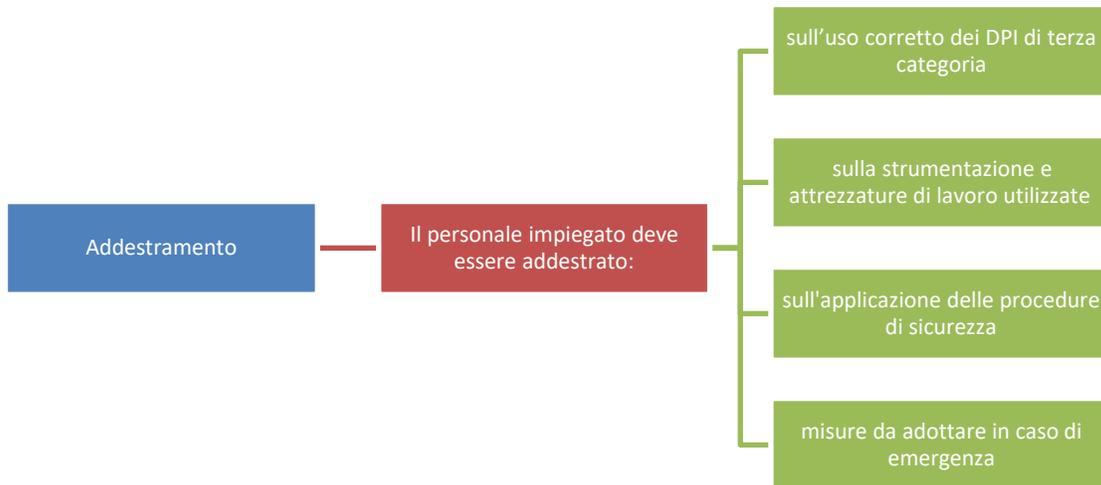


Figura 5 - L'addestramento secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08

### 2.2.1 Formazione e addestramento per gli spazi confinati

Per poter effettuare lavori all'interno degli spazi confinati, è necessario che il lavoratore venga sufficientemente preparato al tipo di intervento che deve andare a svolgere. I corsi che vengono svolti per gli addetti ad attività in spazi confinati o ambienti sospetti di inquinamento hanno una durata di otto ore e comprendono una parte teorica (formazione) e una parte pratica (addestramento); i corsi hanno come obiettivo quello di fornire agli operatori gli elementi necessari ad individuare e valutare i rischi negli spazi confinati ed individuare le misure di sicurezza da attuare durante queste attività ad altissimo rischio sia, appunto, in ambienti confinati sia in ambienti sospetti di inquinamento.

Durante le ore di teoria vengono preparati gli operatori sui seguenti argomenti:

- normativa vigente come il D. Lgs. 81/08 e il DPR 177/2011:
  - o definizione di spazio confinato
  - o quali sono gli ambienti considerati tali
- analisi di casi di infortunio in attività in spazi confinati o ambienti sospetti di inquinamento

- importanza di una preventiva identificazione e valutazione dei rischi svolta dal Datore di Lavoro come strumento per garantire la sicurezza durante i lavori in spazi confinati o ambienti sospetti d'inquinamento
- procedure di lavoro e di emergenza negli spazi confinati e negli ambienti con sospetto inquinamento
- permesso di lavoro
- attrezzature per i lavori in spazi confinati
- impianti di rilevazione gas fissi
- dispositivi di protezione individuali

Durante le ore di pratica, invece, gli operatori simulano realisticamente lavori in spazi confinati. È possibile pertanto simulare:

- l'accesso in uno spazio confinato, mediante calata da un passo d'uomo orizzontale/verticale dell'operatore imbracato e successivo recupero dello stesso
- le verifiche preliminari di respirabilità dell'aria (presenza di ossigeno) e di assenza di atmosfere esplosive all'interno dello spazio confinato mediante appositi apparecchi di rilevazione portatili
- il recupero mediante barella di un infortunato dall'interno dello spazio confinato attraverso un passo d'uomo
- la sospensione in aria in condizioni di trattenuta con imbracatura di sicurezza
- la salita e la discesa da una scala a pioli dotata di binario con sistema di trattenuta anti-caduta
- il recupero mediante treppiede ed argano a mano
- l'uso dell'autorespiratore



*Figura 6 - Esempio di attrezzatura per effettuare l'addestramento*

Oltre alla formazione e addestramento, vi è un altro aspetto molto importante da tenere in considerazione per gli spazi confinati. Si tratta dei requisiti dati dall'esperienza e che sono definiti nell'art 2 comma c del DPR 177/2011 e schematizzati di seguito alla figura 7.

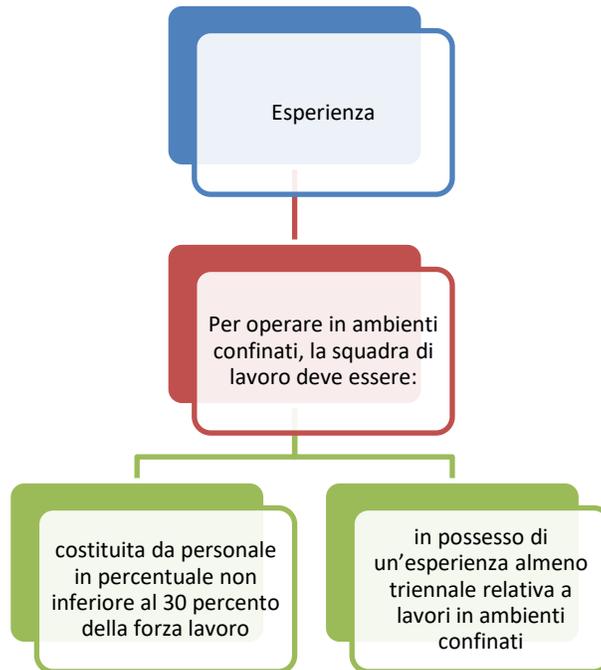


Figura 7 - L'esperienza secondo l'art. 2, comma c, del D. Lgs. 81/08

## 2.3 La valutazione dei rischi

Per gestire i rischi associati al lavoro in spazi confinati, i datori di lavoro devono sviluppare e attuare un programma di valutazione e controllo dei pericoli dello spazio confinato in cui i loro operatori dovranno andare a lavorare. Un corretto documento di valutazione e controllo dei pericoli dello spazio confinato deve essere scritto per ogni fase di lavoro che deve essere svolta all'interno dello spazio confinato.

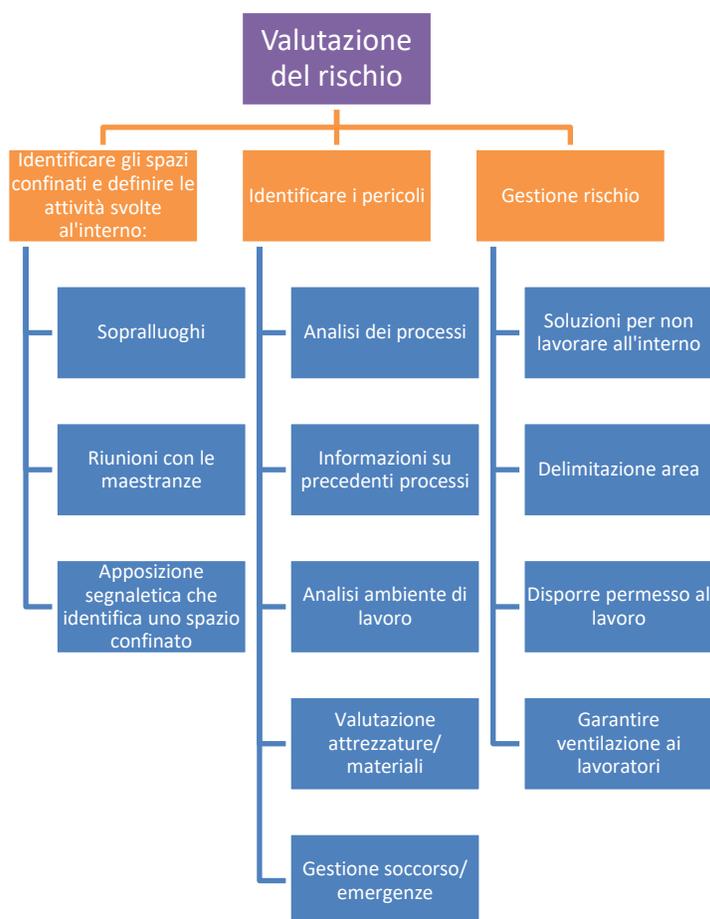


Figura 8 - La valutazione dei rischi

Lo schema precedente (figura 8) mostra quali elementi devono essere considerati per effettuare una corretta valutazione dei rischi generica. Di seguito, invece, si riporta una lista di ciò che dovrebbe essere contenuto all'interno del documento di valutazione e controllo dei rischi in uno spazio confinato:

- descrizione dei ruoli e delle responsabilità di ogni persona coinvolta (ad esempio datore di lavoro, preposto, lavoratori, squadre di emergenza)
- indicazioni su come identificare gli spazi confinati
- verifiche propedeutiche alla valutazione dei rischi – indagini preventive
- l'identificazione e la valutazione di tutti i potenziali pericoli che si possono verificare in uno spazio confinato all'inizio del lavoro e quelli che possono svilupparsi a causa delle attività lavorative
- un piano per eliminare o controllare tutti i pericoli identificati
- procedure di lavoro scritte
- programma di addestramento per tutti i lavoratori che entreranno negli spazi confinati
- l'istituzione di un sistema di autorizzazioni di ingresso per ogni entrata nello spazio confinato
- sviluppo di un piano di emergenza completo di addestramento e attrezzature in caso di situazioni impreviste di pericolo o di emergenza
- un sistema di risposta alle emergenze
- registrazione e controllo della documentazione
- revisione del programma ogni volta che si verifica un cambiamento nelle circostanze o almeno una volta all'anno, per identificare le debolezze del programma e apportare eventuali modifiche necessarie al programma.

### ***2.3.1 Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze***

Il Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze (DUVRI) è uno tra i documenti più importanti in termini di sicurezza che deve essere redatto dal rappresentante del committente per la sicurezza. Strutturalmente è suddiviso in otto capitoli:

1. soggetti coinvolti nella sicurezza
2. descrizione degli impianti
3. descrizione dettagliata dei lavori da eseguire
4. valutazione dei rischi
5. dispositivi di prevenzione e protezione dei rischi
6. gestione delle emergenze
7. firme per accettazione
8. allegati

- (a) permesso di lavoro
- (b) modulo settimanale di registrazione per l'ingresso in spazi confinati
- (c) verifica giornaliera degli accessi negli spazi confinati
- (d) verifica giornaliera delle aree di lavoro

Soffermandosi sul permesso di lavoro, questo è costituito da alcuni elementi essenziali:

- la chiara identificazione della figura che autorizza quel particolare lavoro (con eventuali limiti di responsabilità) e della figura che ha la responsabilità della messa in opera delle precauzioni (ad esempio, isolamento, controllo dell'aria, piano di emergenza)
- l'individuazione delle parti interessate all'attività (committente, appaltatore)
- prevedere le modalità di autorizzazione inizio lavoro, di accettazione inizio lavoro, di dichiarazione di fine lavoro e l'accertamento di fine lavoro
- l'addestramento e istruzioni in relazione al permesso
- il monitoraggio e la verifica per assicurare che i lavori avvengano in sicurezza, come predisposto.

Un esempio di DUVRI è riportato nell'Allegato 3 – DUVRI ed è relativo al digestore anaerobico.

## 2.4 Procedure di accesso

Con riferimento ai rischi individuati, è necessario individuare metodologie e procedure operative per poter procedere alle lavorazioni in ambiente confinato.

La priorità è quella di individuare le modalità per ogni ingresso all'interno di uno spazio confinato stesso: dovrà essere previsto, quindi, un "permesso di ingresso", ovvero un modulo di autorizzazione all'entrata nello spazio confinato. Questo permesso può essere visto come uno strumento amministrativo utilizzato per documentare il completamento di una valutazione di pericolo per ogni ingresso nello spazio confinato.

Il permesso dovrà essere emesso dal preposto a favore di chiunque abbia ricevuto un addestramento completo e che abbia abbastanza esperienza nei lavori all'interno degli spazi confinati.

Un esempio di permesso di ingresso è riportato di seguito:

Tabella 1 - Modulo di autorizzazione ingresso in ambiente confinato

<b>Modulo di autorizzazione ingresso in ambiente confinato</b>			
<b>Sito di:</b>		<b>Impianto/area:</b>	
<b>Data:</b>		<b>Durata prevista dei lavori:</b>	
<b>MISURE GENERALI</b>			
Verifica di:		SI	NO
Presenza di "analisi di rischio ingresso in ambiente confinato"			
Presenza di "procedura operativa"			
Avvenuta formazione degli operatori			
Avvenuta bonifica			
Avvenuto isolamento			
Avvenuto sezionamento/scollegamento elettrico			
Avvenuto scollegamento aria e/o azoto strumentale			
Idoneità e funzionamento della strumentazione di monitoraggio e delle attrezzature di lavoro			
Idoneità temperatura/umidità			
Avvenuta esecuzione prove ambientali			
Qualora non possano escludere pericoli derivanti da:			
<input type="checkbox"/> infiammabilità/ <input type="checkbox"/> tossicità <input type="checkbox"/> asfissia <input type="checkbox"/> corrosività <input type="checkbox"/> microclima esplosività sfavorevole <input type="checkbox"/> altro			
Attuare le seguenti misure:			
<b>MISURE SPECIFICHE</b>			
Verifica di:		SI	NO
Utilizzo appropriati DPI ed eventuali fit-test			
Possibilità di comunicazione tra addetto interno ed esterno all'ambiente confinato			
Presenza di dispositivi previsti in procedura (es. cavalletta per eventuale recupero del personale, ventilazione forzata,...)			
<b>ESECUZIONE DEI LAVORI</b>			
Sono autorizzati all'ingresso in ambiente confinato almeno 2 lavoratori idonei alla mansione (riportare i nominativi):			
- .....			
- .....			
<b>Firma del datore di lavoro:</b>			
<b>Firma del preposto:</b>			
<b>Firma dei lavoratori:</b>			
<b>NOTA:</b> in caso di interruzione delle attività all'interno degli ambienti confinati, alla ripresa dei lavori è necessario verificare che le condizioni per effettuare l'ingresso in sicurezza siano ancora rispettate. In particolare, è necessario ripetere la verifica dei seguenti punti:			
		SI	NO
Avvenuto isolamento/ciecatura			

Avvenuto sezionamento/scollegamento elettrico		
Avvenuto scollegamento aria e/o azoto strumentale		
Idoneità temperatura/umidità		
Avvenuta esecuzione prove ambientali (ossigeno, gas rilevati in precedenza)		
Altro:		
<b>Firma del datore di lavoro:</b>		
<b>Firma del preposto:</b>		
<b>Firma dei lavoratori:</b>		

In generale, un permesso di ingresso in uno spazio confinato dovrebbe contenere almeno le seguenti informazioni:

- il periodo di tempo per cui il permesso è valido;
- il/ nome/i del/i lavoratore/i che è/sono autorizzato/i ad entrare nello spazio confinato;
- il/ nome/i del/i lavoratore/i di chi compie/compiono vigilanza e/o supervisione;
- la posizione e la descrizione dello spazio confinato;
- la tipologia e la quantità di lavoro che deve essere fatto all'interno dello spazio confinato;
- il/i possibile/i pericolo/i che può/possono essere incontrato/i all'interno e all'esterno dello spazio;
- il/i possibile/i pericolo/i che si può/possono sviluppare durante l'attività lavorativa.
- la data e l'ora di entrata nello spazio confinato e l'ora prevista di uscita;
- i dettagli di tutti i test atmosferici effettuati/da effettuare nello spazio confinato - quando, dove, i risultati, le apparecchiature di monitoraggio, la data in cui sono state calibrate per l'ultima volta. Idealmente, la calibrazione dovrebbe essere effettuata appena prima di ogni utilizzo;
- misure di controllo dei pericoli, compreso l'uso della ventilazione meccanica e altri dispositivi di protezione necessari e qualsiasi altra precauzione che verrà seguita da ogni lavoratore che entrerà nello spazio confinato;
- mezzi di comunicazione tra le persone che lavorano nello spazio confinato;
- modalità con cui predisporre, sulla base del piano di emergenza, i necessari dispositivi di protezione e dispositivi di emergenza;

In calce all'autorizzazione all'accesso, sono necessarie:

- la firma di colui che ha effettuato il test dell'atmosfera presente all'interno dello spazio confinato. Avere questa firma indicherebbe che sono state adottate tutte le precauzioni adeguate a far fronte ad eventuali rischi che sono ragionevolmente prevedibili;

- la firma del supervisore/preposto che autorizza l'ingresso e il lavoro in quanto lo spazio confinato in cui si andrà a lavorare è stato adeguatamente valutato nonché sicuro per le operazioni da dover effettuare.

Il permesso di ingresso dovrà essere conservato presso l'area di lavoro dello spazio confinato, in modo che sia a disposizione di tutti; una copia dovrebbe comunque essere conservata negli uffici del responsabile dei lavori.

Una delle prime cose da effettuare per impedire l'accesso ai non autorizzati nello spazio confinato consiste nell'apportare opportuni segnali di pericolo e avvertenze (figura 9)



Figura 9 - Cartellonistica "ambiente confinato"

#### 2.4.1 Autoprotezione

Chiunque lavori in questi spazi deve costantemente prestare attenzione a qualsiasi cambiamento delle condizioni all'interno dello spazio confinato. Ad esempio, cambiamenti di temperatura o di pressione improvvise possono modificare le condizioni operative che non erano inizialmente presenti e quindi potrebbero verificarsi situazioni di pericolo maggiore.

In caso di allarme emesso da apparecchiature di monitoraggio installate nell'area in cui si opera o qualsiasi altra indicazione di pericolo, i lavoratori devono lasciare immediatamente lo spazio confinato.

Una delle apparecchiature che può essere utilizzata dall'operatore che si trova a lavorare all'interno, ad esempio, di un reattore è il *rilevatore multi gas*, chiamato *ALTAR CONNECT (MSA)*. Il vantaggio di questa apparecchiatura è che manda un SMS alert all'operatore all'esterno che supervisiona chi lavora all'interno, ma anche fa un motion alert all'operatore che lo sta indossando; per cui si ha un doppio controllo.

L'operatore che si trova all'esterno dello spazio confinato deve monitorare continuamente i lavoratori all'interno dello spazio stesso avendone una visuale diretta. Inoltre:

- essendo a conoscenza dei rischi e pericoli che si possono riscontrare all'interno dello spazio confinato, deve essere in grado di riconoscere eventuali segni, sintomi ed effetti comportamentali che possono manifestare gli operatori prima di sentirsi male
- deve monitorare lo spazio confinato e l'area circostante per ricercare eventuali situazioni pericolose e alla ricerca di condizioni pericolose

- deve restare al di fuori dello spazio confinato monitorando gli operatori ma senza interferire con le operazioni che stanno effettuando all'interno: mantiene una comunicazione bidirezionale costante con i lavoratori nello spazio ristretto.
- deve ordinare l'immediata evacuazione nel caso in cui venga rilevato un potenziale pericolo che non era stato previsto nella valutazione dei rischi
- deve richiedere immediata assistenza in caso di emergenza ma deve essere in grado di fornirla senza compromettere in ogni caso la sua sicurezza
- deve essere in grado di portare in salvo l'operatore solo dopo aver preso le opportune misure di precauzioni possibili per non compromettere anche la propria salute
- deve assicurarsi che, prima di richiudere gli accessi allo spazio confinato e abbandonare la propria postazione di lavoro, non vi siano ancora all'interno operatori

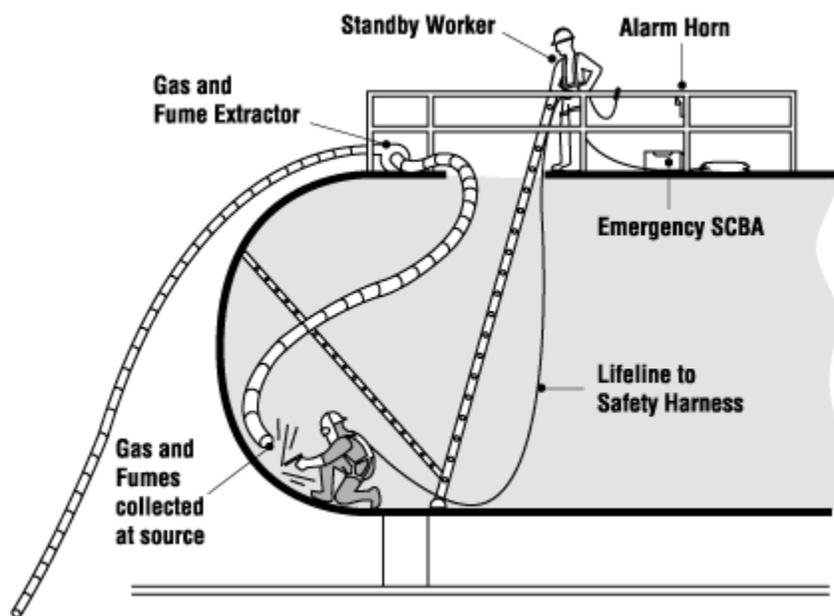


Figura 10 - Esempio di monitoraggio dell'operatore esterno verso l'operatore interno al reattore

Tutti gli operatori, che lavorano all'interno ma anche chi deve supervisionare dall'esterno, devono essere completamente formati e addestrati su:

- riconoscere e identificare i potenziali pericoli associati agli spazi confinati in cui dovranno andare a lavorare
- conoscere le procedure di valutazione e di controllo per i rischi identificati o potenziali
- essere a conoscenza delle installazioni, uso e limitazioni di tutte le attrezzature come quelle di emergenza ma anche altre apparecchiature di controllo che verranno utilizzate nello spazio confinato
- essere a conoscenza dell'uso e delle limitazioni di tutti i dispositivi di protezione individuale (ad es. imbracatura per il corpo intero, respiratori) nonché dei sistemi di comunicazione con l'esterno e dei sistemi di recupero
- conoscere tutte le procedure di lavoro sicure per entrare nello spazio confinato indicate nel documento di valutazione dei rischi redatto prima della lavorazione
- conoscere le procedure da seguire in caso di emergenza
- conoscere la lavorazione che devono andare ad eseguire all'interno dello spazio confinato;
- lavorare in modo tale da non mettere in pericolo vite umane.

I lavoratori con responsabilità di soccorso in caso di emergenza avranno bisogno di ulteriore formazione specializzata. L'addestramento per lo spazio confinato deve includere una formazione pratica con le attrezzature di sicurezza, compresi i dispositivi di protezione individuale e le cinture di sicurezza; inoltre, le procedure di salvataggio dovrebbero essere praticate frequentemente.

## Capitolo 3 - La nuova tecnologia

In questo capitolo vengono presentati gli strumenti che possono essere utilizzati per l'addestramento degli operatori, quali il *Building Information Modeling* e *digital twin*. Nonostante siano strumenti utilizzati per la progettazione e costruzione di opere civili, possono essere utilizzati anche per spazi che possono essere considerati confinati, in modo tale da preparare al meglio l'operatore che vi deve andare a lavorare per opere di manutenzione ordinaria o straordinaria.

### 3.1 BIM

Il BIM è l'acronimo per *Building Information Modeling*, una metodologia orientata all'ottimizzazione della pianificazione, realizzazione e gestione di costruzioni nel loro ciclo di vita.



Figura 11 - Ciclo di vita di un edificio utilizzando la metodologia BIM

La metodologia BIM si basa sui principi della modellazione informativa (*Information Modeling*), la quale consente di gestire in modo integrato la variabilità spaziale e temporale delle informazioni nel tempo. Da un punto di vista metodologico, il BIM offre la possibilità di una gestione centralizzata, puntuale e dinamica delle informazioni. Dal punto di vista operativo, il BIM è costituito in genere da una piattaforma per la modellazione digitale parametrica delle componenti di una costruzione, alla quale è associato un database per la registrazione e gestione delle informazioni – statiche (ad esempio il numero di mattoni che compongono un muro) e dinamiche (ad esempio l'umidità che varia per distribuzione sia spaziale che temporale) – utili a descrivere le loro caratteristiche fisiche e funzionali.

Gli strumenti BIM consentono di costruire modelli multidimensionali 3D, 4D, 5D, 6D e 7D che, superando la sola visualizzazione grafica tridimensionale, costituiscono una singola piattaforma per la gestione delle informazioni associate a una struttura.

Per cui si ha il modello:

- 3D = modello tridimensionale della struttura dal punto di vista puramente geometrico
- 4D = modello che considera la variazione nel tempo
- 5D = modello che analizza i costi
- 6D = modello che tiene in considerazione le manutenzioni ordinarie e straordinarie che devono essere effettuate sulla struttura in esame
- 7D = modello che si basa sulla sostenibilità analizzata sotto: ambientale, posta nei termini di capacità di riproduzione e mantenimento delle risorse naturali; economica, intesa come facoltà di generare reddito e lavoro; sociale, se la si guarda come generatrice di benessere per l'uomo



Figura 12 - Le dimensioni del BIM

La possibilità offerta dal BIM di gestire la quarta dimensione – il tempo – è favorita dalla possibilità di assegnare a ciascun componente modellata, all'interno della relativa scheda delle proprietà, uno specifico attributo che ne individua la collocazione nel tempo, e quindi la fase di realizzazione e quella di eventuale rimozione/sostituzione/demolizione.

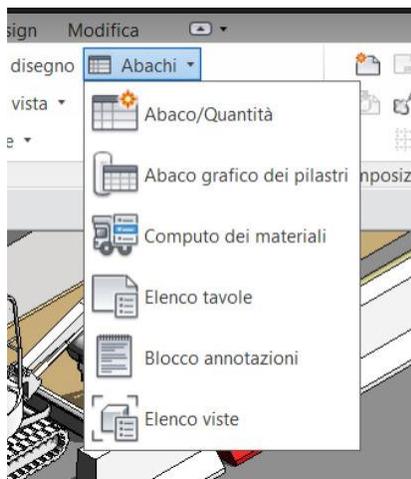


Figura 13 - Esempio di documenti che si possono ricavare dalla piattaforma

Da tale piattaforma è inoltre possibile produrre una serie di documenti (disegni, abachi, tabelle) ad essa dinamicamente collegati, i quali vengono aggiornati in modo coerente e coordinato ogni qual volta venga registrata una nuova informazione (o intervenga una variazione in una informazione esistente).

Tramite gli strumenti BIM, tutti i dati rilevanti di una costruzione possono essere raccolti, combinati e collegati digitalmente a un modello tridimensionale.

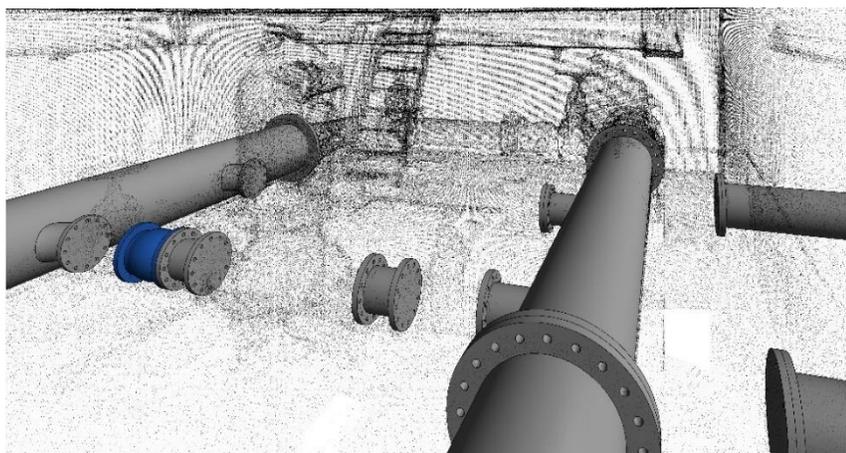
Il modello tridimensionale, che ricrea la costruzione virtuale, racchiude informazioni riguardanti volume, dimensioni, materiale, aspetto e caratteristiche tecniche. La tecnologia BIM offre quindi molteplici vantaggi come:

- maggiore efficienza e produttività
- meno errori
- meno tempi morti
- meno costi
- massima condivisione delle informazioni
- maggiore controllo più puntuale e coerente del progetto

Il BIM è nato per essere utilizzato nel settore edile per la progettazione e nuova costruzione (architettura, ingegneria, impianti tecnici), ma può essere impiegato anche per edifici e manufatti esistenti.



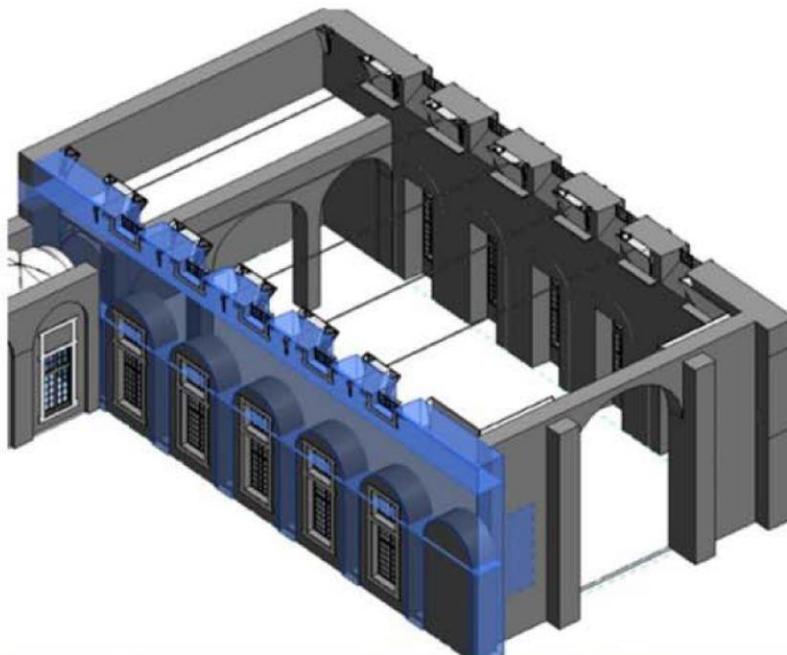
*Figura 14 - Foto di una stazione di pompaggio di un impianto di depurazione*



*Figura 15 - Nuvola di punti di una stazione di pompaggio di un impianto di depurazione*

Nella costruzione del modello BIM di un edificio esistente, un ruolo fondamentale è svolto dalla fase preliminare di raccolta delle informazioni, necessarie a caratterizzare il modello e permettergli di restituire le caratteristiche morfologiche e costruttive dell'edificio reale. Questa fase preliminare viene svolta mediante l'uso integrato di strumenti di rilievo come, ad esempio, l'uso di laser scanner, fotogrammetria digitale tridimensionale (cioè una metodologia che permette di elaborare un modello tridimensionale partendo da fotografie digitali) e tecniche topografiche. In particolare, uno degli strumenti più efficienti è il laser scanner, poiché consente di acquisire rapidamente e con estrema precisione nuvole di punti che forniscono una base metricamente affidabile per la modellazione dei singoli elementi costruttivi (approfondimento al 3.1.1 Il laser scanner e la nuvola di punti).

Poiché l'orizzonte delle informazioni gestibili in un modello BIM non è limitato alle sole geometrie, a ciascun elemento costruttivo modellato possono essere associate le informazioni – di diversa natura e scala – utili a descriverne in modo approfondito le caratteristiche fisiche e funzionali. Queste informazioni non geometriche vengono inserite all'interno di una apposita scheda – associata a ciascun oggetto modellato – nella quale sono presenti famiglie di attributi organizzate in campi editabili. Nel caso ad esempio dei diversi tipi di muri presenti in un edificio, per ciascuno di essi è possibile organizzare la stratigrafia, associando ad ogni strato il relativo materiale, lo spessore, le proprietà meccaniche e termiche.



*Figura 16 - Esempio di edificio ad uso civile con metodologia BIM*



Figura 17 - Tabella che si genera selezionando un muro di un edificio



Figura 18 - Tabella con le caratteristiche del muro che viene selezionato

Infine, la possibilità di incorporare anche informazioni di processo, riferendole anch'esse ai singoli elementi costruttivi, consente al modello BIM di supportare efficacemente la programmazione, la gestione e il controllo – anche in termini di tempi e costi – degli interventi di manutenzione preventiva e programmata.

### *3.1.1 Il laser scanner e la nuvola di punti*

I laser scanner sono strumenti in grado di misurare ad altissima velocità la posizione di centinaia di migliaia di punti i quali definiscono la superficie degli oggetti circostanti. Il risultato dell'acquisizione è un insieme di punti molto denso, comunemente denominato "nuvola di punti". Essa rappresenta un modello tridimensionale dell'oggetto rilevato in cui sono note le coordinate di ciascun punto misurato. La densità dei punti è proporzionale al tempo di acquisizione. La nuvola di punti è visualizzabile mediante software specifici e racchiude con sé tutte le informazioni del rilievo. In termini di costi e di tempi i vantaggi nell'utilizzo della nuvola di punti sono i seguenti:

- visualizzazione in 3D dell'area rilevata
- misurazione delle distanze tra punti
- confronti tra modelli

Prima di avviare la scansione per ottenere la "nuvola di punti" occorre impostarne i parametri. Infatti è necessario impostare manualmente la velocità e il passo delle rotazioni che vanno a determinare la soluzione della scansione, ovvero la densità della griglia di punti rilevati ad una certa distanza, e la qualità del dato acquisito, tipicamente più alta per rotazioni più lente. I due parametri determinano quindi anche la durata della scansione che può variare da circa trenta secondi fino a varie decine di minuti per scansioni complete a 360°. Durante l'acquisizione lo strumento archivia, per ciascun punto rilevato, la distanza calcolata e gli angoli orizzontale e verticale in base alla posizione del corpo e dello specchio. Oltre a queste informazioni, viene acquisito anche il valore di riflettanza della superficie colpita dal laser che sarà tanto più alto quanto la superficie tenderà al colore bianco (=la riflettanza è un termine utilizzato in ottica e indica la capacità di riflettere parte della luce incidente su una data superficie o materiale. È data dal rapporto tra intensità del flusso radiante riflesso e intensità del flusso radiante incidente).

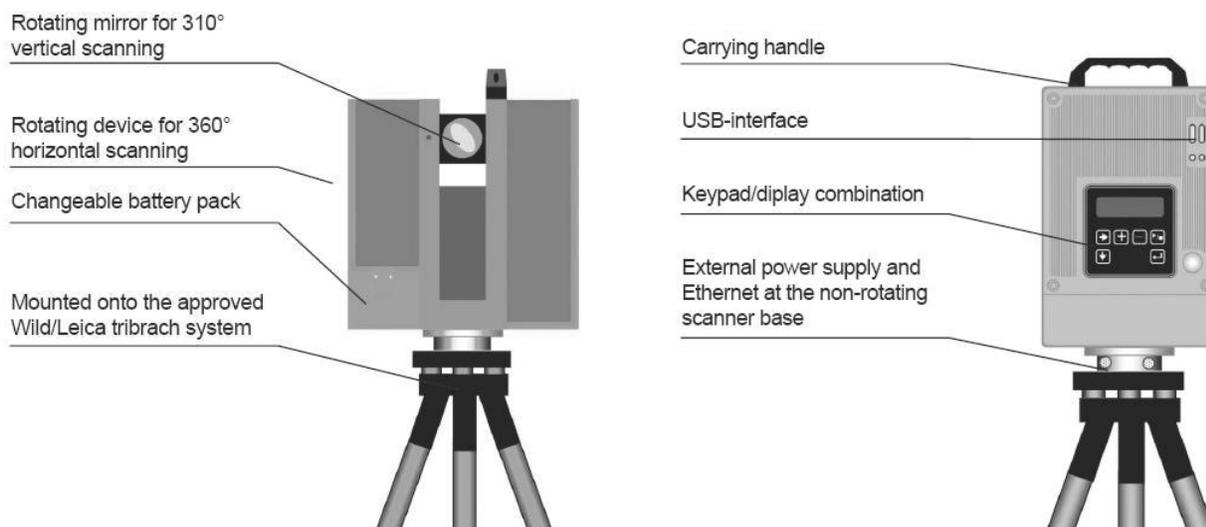


Figura 19 - Il laser scanner

## 3.2 Digital Twin

Il *digital twin* è il risultato che si ottiene dal software in cui viene inserita la nuvola di punti da analizzare. Il software, con opportune modellazioni, crea il gemello digitale di beni fisici, processi, luoghi, sistemi o dispositivi. La rappresentazione digitale fornisce sia gli elementi che le dinamiche di come funziona l'oggetto riprodotto durante il suo ciclo di vita. Il database da cui prende i dati corrisponde al database che è stato creato, appunto, con il metodo BIM.

La tabella 2 riporta le sei definizioni che esistono in letteratura per quanto riguarda il gemello digitale:

Tabella 2 - Definizioni del gemello digitale

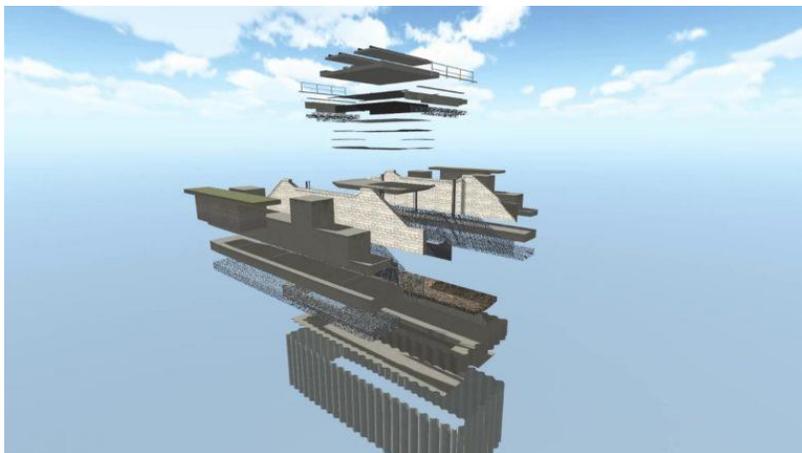
Definizione	Autori
Il gemello digitale è una simulazione multi-fisica integrata, multi-scala e probabilistica di un veicolo o di un sistema as-built <sup>1</sup> che utilizza i migliori modelli fisici disponibili, aggiornamenti di sensori, ecc., per rispecchiare la vita del suo corrispondente gemello volante.	Glaessgen & Stargel, (2012)
Il gemello digitale è un modello accoppiato della macchina reale che opera nella piattaforma cloud e simula le condizioni di salute con una conoscenza integrata sia degli algoritmi analitici basati sui dati che di altre conoscenze fisiche disponibili.	Lee, Lapira, Bagheri, an Kao, (2013)
Il gemello digitale è una vera mappatura di tutti i componenti del ciclo di vita del prodotto utilizzando dati fisici, dati virtuali e dati di interazione tra di loro.	Tao, Sui, Liu, Qi, Zhang, Song, Guo, Lu & Nee, (2018)
Il gemello digitale è una rappresentazione virtuale dinamica di un oggetto fisico o di un sistema lungo il suo ciclo di vita, utilizzando dati in tempo reale per consentire la comprensione, l'apprendimento e il ragionamento.	Bolton, McColl-Kennedy, Cheung, Gallen, Orsingher, Witell & Zaki, (2018)
Il gemello digitale permette l'utilizzo di una copia digitale del sistema fisico per eseguire l'ottimizzazione in tempo reale.	Söderberg, R., Wärmefjord, K., Carlson, JS, & Lindkvist, L. (2017)
Un gemello digitale è una replica digitale in tempo reale di un dispositivo fisico.	Bacchiega (2017)

Un esempio di infrastruttura italiana oggetto di studio con il BIM e creazione del relativo modello digitale è la stazione di Milano. Qui, grazie al digital twin, è stato possibile creare un modello digitale ricco di informazioni, non solo grafiche ma anche informazioni relative agli elementi che caratterizzano l'edificio, partendo da un rilievo fotografico.

---

<sup>1</sup> Il modello as built è un modello BIM, ovvero è un disegno che descrive in maniera esaustiva e completa l'opera nella maniera in cui è stata effettivamente costruita. Questo modello contiene tutte le modifiche e le varianti che sono state eseguite al progetto originario durante la fase di realizzazione.

Le immagini seguenti mostrano il gemello digitale di un tratto di ferrovia con sottopasso e la scomposizione nelle varie componenti.



*Figura 20 - Scomposizione nelle varie componenti nel gemello digitale di un sottopasso ferroviario*



*Figura 21 - Gemello digitale di un sottopasso ferroviario*



## Capitolo 4 - Ambienti confinati

In questo capitolo si elencano quali attività vengono considerate come ambienti confinati, viene effettuato un approfondimento sul digestore anaerobico e un focus sul digestore dell'impianto del quartiere Prè di Bassano del Grappa. Per il digestore anaerobico si descrivono le caratteristiche geometriche e strutturali, il funzionamento e le procedure operative.

### 4.1 Tipologie di attività considerate come ambienti confinati

Riprendendo la definizione di ambiente confinato: *“luogo/ambiente circoscritto, totalmente o parzialmente chiuso, che non è stato progettato e costruito per essere occupato da persone, né destinato normalmente ad esserlo, ma che all'occasione può essere impegnato per l'esecuzione di interventi lavorativi quali l'ispezione, la manutenzione o la riparazione, la pulizia, l'installazione di dispositivi tecnologici”*, in questo paragrafo verranno illustrati alcuni esempi di attività che possono essere considerate come attività/lavori in aree confinate.

I principali rischi che si possono verificare all'interno dello spazio confinato sono i seguenti:

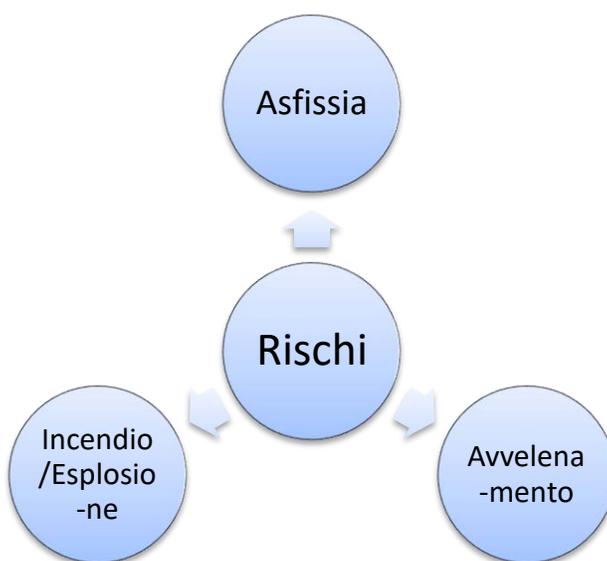


Figura 22 - Principali rischi all'interno di uno spazio confinato

1. asfissia, cioè la mancanza di ossigeno all'interno dell'area, dovuto a diversi fattori tra cui:
  - a. permanenza prolungata nello spazio confinato
  - b. sovraffollamento che comporta una riduzione nel ricambio dell'aria
  - c. reazioni chimiche di ossido riduzione (come per esempio combustione con rilascio di anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, ammoniaca, NH<sub>3</sub>, acido cianidrico, HCN, acido solfidrico, H<sub>2</sub>S)
  - d. luogo chiuso da un lungo periodo, per cui non vi è ricircolo d'aria da diverso tempo
  - e. luogo comunicante con zone in cui vi è la presenza di gas e non opportunamente isolato

- f. luogo che abitualmente viene utilizzato come deposito o uso di gas, liquidi o solidi
  - g. presenza di acque che sono in grado di assorbire l'ossigeno presente, come le acque di tipo carboniche, e che hanno un alto contenuto di anidride carbonica, CO<sub>2</sub>
2. avvelenamento per inalazione o per contatto epidermico dovuto a:
    - a. gas, fumi, vapori nocivi o tossici che sono normalmente presenti nello spazio confinato (come i residui che vi possono essere all'interno di recipienti di stoccaggio o di trasporto di gas) o che possono provenire da ambienti circostanti a causa di infiltrazioni (come rilascio di monossido di carbonio, CO) o che possono improvvisamente riempire spazi o rilasciare gas quando agitati o spostati (come per l'acido solfidrico, H<sub>2</sub>S, l'acido cloridrico, HCl, zolfo solido, S)
    - b. decomposizione di sostanze organiche con relativo rilascio di metano, CH<sub>4</sub>, o altri biogas
  3. incendio o esplosione dovuti alla presenza di:
    - a. gas o vapori infiammabili (metano, CH<sub>4</sub>, acetilene, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, propano, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, butano, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, xilolo, C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>, benzene, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
    - b. polveri disperse in aria in alte concentrazioni (solitamente all'interno di silos è possibile trovare farine, segatura)
    - c. eccesso di ossigeno, O<sub>2</sub>
    - d. decomposizione di sostanze organiche con auto-riscaldamento della sostanza stessa fino ad arrivare alla temperatura di autoaccensione (definita come *"la minima temperatura alla quale la sostanza organica inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza apporto di calore o di energia dall'esterno"*)

Oltre a queste tre grandi categorie di rischi, ve ne possono essere presenti degli altri e di seguito elencati:

- seppellimento
- annegamento
- elevate temperature
- scariche elettriche
- cadute
- scariche elettrostatiche
- parti meccaniche in moto accessibili
- assenza di luce
- assenza di comunicazioni con l'esterno
- presenza di sostanze corrosive
- presenza di agenti biologici

Alcune delle sopracitate condizioni che possono causare danni alla persona anche in maniera irreversibile possono già esistere in origine all'interno dello spazio confinato, mentre altre possono verificarsi durante l'esecuzione dei lavori.

Ecco perché risulta essere di fondamentale importanza effettuare in maniera esaustiva una corretta valutazione dei rischi, andando a considerare che, nello stesso spazio confinato, potrebbero verificarsi una combinazione di rischi associati alla presenza singola o simultanea di pericoli che possono avere effetti concomitanti, sequenziali o indipendenti tra loro.

Inoltre, come viene definito nel D. Lgs. 81/08 all'art 18, lettera (e) comma 1, nel DPR 177/2011 all'art 2 e come questa tesi vuole sottolineare, assume una rilevante importanza l'informazione, la formazione e l'addestramento specifico per quei lavoratori che andranno a lavorare all'interno degli spazi confinati.

*Tabella 3 - Ambienti confinati in normativa*

<p>Art. 66 D. Lgs. 81/08 - Lavori in ambienti sospetti di inquinamento</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pozzi neri</li><li>• Fogne</li><li>• Camini</li><li>• Fosse</li><li>• Gallerie</li><li>• Ambienti in cui è possibile il rilascio di gas deleteri</li></ul>
<p>Art. 121 D. Lgs. 81/08 - Presenza di gas negli scavi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pozzi</li><li>• Fogne</li><li>• Cunicoli</li><li>• Camini</li><li>• Fosse</li></ul>
<p>Punto 3 All. IV D. Lgs. 81/08</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vasche</li><li>• Canalizzazioni</li><li>• Tubazioni</li><li>• Serbatoi</li><li>• Recipienti</li><li>• Silos</li></ul>

Gli esempi degli spazi confinati considerati di seguito sono solo alcuni tra gli ambienti sospetti di inquinamento o ambienti confinati che vengono citati in normativa (elencati nella tabella 3).

#### 4.1.1 Autobotte e cisterne

Le cisterne sono nate per accumulare e conservare nel tempo beni, in genere alimentari, che altrimenti si deteriorerebbero o si disperderebbero inutilmente sul suolo, come l'acqua piovana. Col passare del tempo, le cisterne si sono evolute ed adattate alle più diverse utilizzazioni, adeguandosi sia in termini di dimensioni e di materiali usati per realizzarle, sia in termini di sostanze in esse contenute. Soprattutto con l'avvento della civiltà del petrolio e dell'industria chimica, con la necessità del trasporto dei combustibili e dei prodotti chimici, si sono diffuse le cisterne mobili, su ruote (auto-cisterne) o su rotaie (per il trasporto su ferrovia) oppure galleggianti sulle acque dei mari o fiumi navigabili e degli oceani del mondo quelle ricavate nelle stive delle cosiddette navi-cisterna. Il materiale utilizzato in questi casi è generalmente lamierino di acciaio di spessore opportunamente dimensionato. In taluni casi si tende ad utilizzare anche resine sintetiche o vetroresina, che però, rispetto all'acciaio, accanto a proprietà positive, presentano alcune caratteristiche peggiorative come la maggiore fragilità in caso di urto.



Figura 23 - Esempio di autocisterna

#### 4.1.2 Fogne

Per fogna o fognatura si intende il complesso di canalizzazioni, generalmente sotterranee, per raccogliere e smaltire lontano da insediamenti civili e/o produttivi le acque superficiali (meteoriche, di lavaggio, ecc.) e quelle reflue provenienti dalle attività umane in generale.

Sono le condizioni “al contorno” che determinano che gli interventi che si possono effettuare all’interno delle fogne e che appartengono alla categoria di lavori in ambienti in spazi confinati o sospetti di inquinamento. Infatti, il poco

ricircolo dell’aria, l’ambiente salubre che si crea all’interno e “ricco di sostanza tossiche”, la difficoltà di recupero del personale in caso di emergenza sono solo alcuni dei problemi che devono essere considerati per progettare correttamente il piano di intervento in questi ambienti.



Figura 24 - Esempio di accesso ai condotti della fognatura

### 4.1.3 Gallerie

La galleria è uno scavo a sezione trasversale costante, mediante il quale si assicura la continuità di una via di comunicazione, o di una via d'acqua, attraverso una massa montagnosa o altro ostacolo che non sia possibile o non convenga superare direttamente. Una buona definizione di galleria può essere la seguente: *“ambiente chiuso ove risulta difficoltoso realizzare un efficace ricambio dell’aria. L’utilizzo dei mezzi d’opera (generalmente diesel) peggiora la qualità dell’aria e le condizioni d’igiene del lavoro, già di per sé problematiche”*. Per cui, uno dei problemi principali dei lavori in galleria riguarda la salubrità dell’aria, sottolineando l’importanza che si deve porre nella riduzione che deve essere effettuata dei gas di scarico dei mezzi d’opera. Vi è anche un altro elemento importante che deve essere valutato per poter effettuare i lavori in galleria: il microclima (temperatura e umidità).



Figura 25 - Esempio di lavoro in galleria

### 4.1.4 Impianti di depurazione – Serbatoi e vasche

In ingegneria ambientale e chimica si definisce trattamento delle acque reflue (o depurazione delle acque reflue) il processo di rimozione dei contaminanti da un'acqua reflua di origine urbana o industriale. Le acque reflue non possono essere reimmesse nell'ambiente tali e quali poiché i recapiti finali come il terreno, il mare, i fiumi e i laghi non sono in grado di ricevere una quantità di sostanze inquinanti superiore alla propria capacità auto-depurativa. Il ciclo depurativo è costituito da una combinazione di più processi di natura chimica, fisica e biologica. I fanghi provenienti dal ciclo di depurazione sono spesso contaminati con sostanze tossiche e pertanto devono subire anch'essi una serie di trattamenti necessari a renderli idonei allo smaltimento ad esempio in discariche speciali o al riutilizzo in agricoltura tal quale o previo compostaggio.



Figura 26 - Esempio di lavoro all'interno di un digestore

Gli impianti di depurazione sono costituiti da una serie di manufatti (in genere in calcestruzzo armato) e apparecchiature, ognuno con specifiche funzioni, nei quali viene attuata la depurazione degli scarichi di origine civile e industriale. Questi sono gli spazi oggetto dell'applicazione del DPR 177/2011 in quanto sono da considerarsi ambienti sospetti di inquinamento o ambienti confinati quando vi viene effettuata la manutenzione.

#### 4.1.5 Piscine

La piscina viene considerata uno spazio confinato quando deve essere effettuata la manutenzione al suo interno e quindi viene svuotata dell'acqua.

La problematica che si riscontra nel caso di emergenza può ricondursi al recupero del personale che si trova in emergenza al suo interno.



*Figura 27 - Esempio di piscina vuota*

#### 4.1.6 Silos

I silos sono recipienti cilindrici verticali con fondo svasato, come una sorta di torre, o orizzontale, destinati a deposito per merci e prodotti granulari sfusi che hanno forma o consistenza di polvere, come ad esempio i cereali.

Numerosi sono gli interventi che si possono effettuare all'interno e che possono essere considerati come lavori in ambienti in spazi confinati: bonifica, svotamento, pulizia, lavaggio, sanificazione, disinfezione, ristrutturazione e verniciatura.



*Figura 28 - Esempio di lavoro all'interno di un silos*

## 4.2 Digestore Anaerobico

### 4.2.1 Cos'è la digestione anaerobica

La digestione anaerobica costituisce uno dei processi maggiormente impiegati nel trattamento dei fanghi di depurazione a causa dell'importanza del recupero energetico; è una tecnica che permette:

- l'abbattimento ecologico del carico inquinante e stabilizzazione del rifiuto
- il recupero dell'acqua contenuta nella biomassa digerita a fini irrigui.

Attraverso la digestione anaerobica si ottiene, oltre al biogas, l'abbattimento del carico inquinante, dovuto al fatto che una flora microbica selezionata è in grado di utilizzare le sostanze organiche e inorganiche presenti nei residui vegetali e animali per moltiplicarsi e trasformarle quindi in nuova sostanza vivente, cioè in biomasse microbiche controllate.

I processi con microrganismi anaerobici si basano sul fatto che alcuni microrganismi sono capaci di vivere e riprodursi in assenza di ossigeno disciolto; essi vengono generalmente chiamati organismi anaerobici. A questa categoria appartengono i metanobatteri che si trovano comunemente nei digestori anaerobici, nelle lagune anaerobiche, negli stagni e nell'intestino di molti animali domestici. I batteri metanigeni sono un gruppo di batteri che rappresenta l'anello finale della catena di degradazione della materia organica.

Le sostanze organiche di partenza sono sostanze complesse come ad esempio i carboidrati, le proteine e i lipidi, che non sono assimilabili direttamente dai batteri metanigeni. È per cui necessario che intervengano ulteriori microrganismi in grado di iniziare la degradazione del substrato. Un primo gruppo di questi microrganismi trasforma le sostanze organiche complesse (carboidrati, proteine, lipidi, cellulosa) in sostanze organiche solubili (zuccheri, amminoacidi, acidi grassi). Un secondo gruppo converte gli acidi grassi a lunga catena e gli alcoli in acido acetico, idrogeno e anidride carbonica: queste reazioni sono endotermiche e sono associate alla riduzione esotermica dell'anidride carbonica a metano.

Il processo di trasformazione delle sostanze organiche complesse in metano avviene attraverso quattro differenti fasi, nelle quali agiscono tre gruppi distinti di microrganismi che si differenziano sia per i substrati che per i prodotti del loro metabolismo:

1. la prima fase è l'idrolisi, un processo attraverso il quale le sostanze organiche complesse, particolati o solubili, quali proteine, grassi e carboidrati, vengono trasformate in composti solubili, quali acidi grassi volatili, chetoni ed alcoli.

2. una parte dei composti solubili può essere ulteriormente idrolizzata a monomeri semplici dai batteri che fanno uso di questi stessi prodotti e che operano la fermentazione. Questa fase è chiamata acidogenesi e coinvolge circa il 75% della sostanza organica solubile.
3. la terza fase è chiamata acetogenesi e comporta la degradazione degli amminoacidi, degli zuccheri e di alcuni acidi grassi volatili. I principali prodotti della fermentazione sono acido acetico, l'idrogeno, l'anidride carbonica; i prodotti finali della fermentazione sono alla base della produzione di metano che ha luogo nella fase successiva.
4. la quarta e ultima fase è la metanogenesi, ovvero la formazione di metano a partire dall'acido acetico o attraverso la riduzione del biossido di carbonio utilizzando l'idrogeno come co-substrato. Questa fase viene attivata da un gruppo di batteri metanigeni che si suddividono in metanigeni acetoclastici e metanigeni idrogenotrofi (ovvero batteri utilizzatori di idrogeno).

Lo schema seguente (figura 29) riassume il processo biologico di digestione anaerobica.

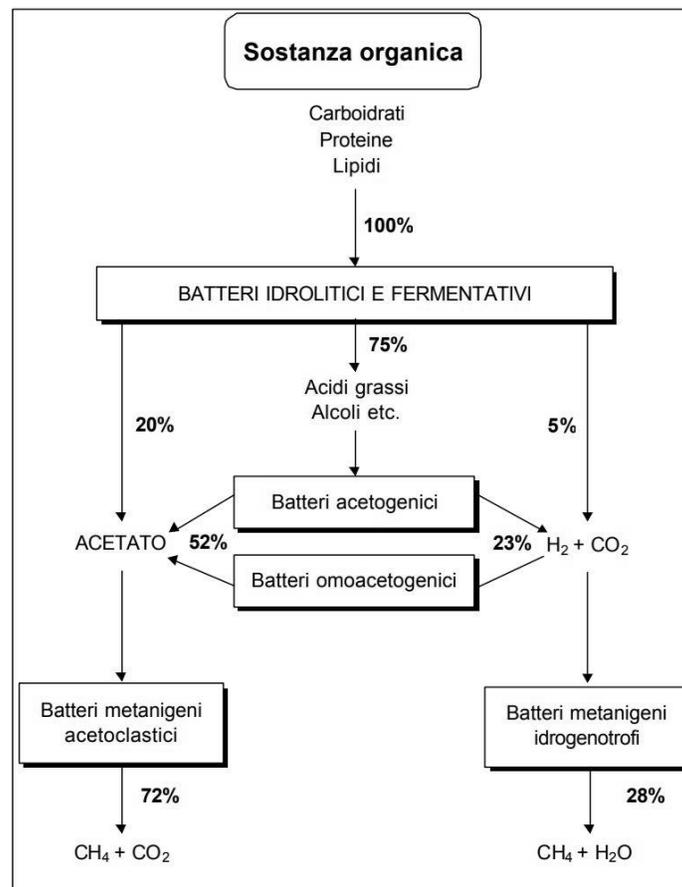


Figura 29 - Processo biologico di digestione anaerobica

#### 4.2.2 Condizioni operative della digestione anaerobica

I processi di digestione anaerobica possono avvenire in condizioni operative molto differenti, in base a:

- condizioni termiche di reazione: i batteri mesofili lavorano a temperature comprese tra 20-45 °C, con un intervallo ottimale di 37-41 °C; i batteri termofili hanno come condizioni di esercizio ottimale un intervallo di temperatura compreso tra i 50-52 °C, con temperature che possono anche essere relativamente elevate e superare i 70 °C.
- contenuto di solidi: processo umido (frazione solida di 5-8%), semisecco (frazione solida 8-20%), secco (frazione solida > 20%);
- fasi biologiche: unica (un solo reattore), fase di idrolisi e metanogenesi separate (reattori distinti).

I principali processi che possono limitare le cinetiche in condizioni anaerobiche risultano essere: l'idrolisi e l'utilizzazione del substrato solubile nelle fasi di fermentazione e di metanogenesi.

L'idrolisi delle sostanze particolate non influenza direttamente la stabilità e l'evoluzione del processo, ma la quantità complessiva di solidi che vengono convertiti in materia solubile. Per esempio nei processi di digestione anaerobica del fango di spurgo, il tempo di residenza deve essere superiore ai 30 giorni affinché si possa conseguire la completa trasformazione dei solidi presenti. Le cinetiche di consumo del substrato solubile condizionano in maniera significativa la possibilità di sviluppare un processo anaerobico che sia stabile. Il processo anaerobico risulta stabile quando la concentrazione degli acidi grassi volatili si mantiene intorno ad un livello minimo: tale condizione, infatti viene considerata indicativa del fatto che la popolazione di batteri metanigeni è sufficientemente sviluppata e che il tempo a disposizione è tale da consentire una continua rimozione di idrogeno.

I processi anaerobici sono sensibili al pH: è preferibile adottare valori prossimi alla neutralità, mentre a 6,8 di pH la metanogenesi è inibita. A causa della elevata concentrazione di anidride carbonica nel gas che si sviluppa in seguito al processo di digestione (circa il 30-35%), è necessario assicurare la presenza di una quantità sufficiente di alcalinità per assicurare il mantenimento dei valori di pH intorno alla neutralità.

Il controllo degli acidi volatili e dell'ammoniaca, utilizzato solitamente nelle fosse di stoccaggio a monte dell'impianto per la produzione di biogas, consente un abbattimento considerevole della quantità di ammoniaca presente nei materiali/rifiuti favorendo un più rapido innesco dei processi microbiologici di degradazione della sostanza.

Durante tutto il processo anaerobico non fuoriescono dall'impianto odori sgradevoli. L'unico punto in cui si possono produrre odori molesti è nella fase di scarico, preparazione e carico delle miscele di rifiuti organici che si trovano in ambiente ossidativo.

Il principio utilizzato per il dimensionamento dei digestori anaerobici si basa sulla necessità di assicurare un tempo di residenza all'interno di un comparto a miscelazione completa sufficientemente elevato da garantire un consistente grado di rimozione dei solidi sospesi volatili. I criteri di dimensionamento fanno riferimento all'età del fango che rappresenta il tempo medio in cui il fango permane all'interno del comparto di digestione e al tempo di residenza idraulica che rappresenta il tempo medio di residenza del liquido all'interno del comparto di digestione. Nel caso di substrati solubili l'età del fango può essere determinata come rapporto tra la massa di fango presente all'interno del reattore e la massa di fango spurgata giornalmente dal sistema. Il tempo di residenza idraulica è invece dato dal rapporto tra volume di liquido presente all'interno del reattore e la portata volumetrica di fanghi estratti dal sistema.

Ognuna delle reazioni del processo di digestione è caratterizzata da un valore minimo dell'età del fango per il quale essa può effettivamente avere luogo. La temperatura, oltre ad influenzare l'attività metabolica delle diverse popolazioni microbiche, esercita anche effetti significativi su altri fenomeni quali la velocità di trasferimento dei gas e le caratteristiche di sedimentazione dei fanghi di natura biologica. Nei processi di digestione anaerobica la temperatura costituisce un parametro rilevante in quanto influenza la cinetica del processo, in particolare delle fasi di idrolisi e produzione del biogas. Il valore della temperatura di progetto determina il valore minimo del tempo di residenza cellulare richiesto per ottenere una determinata efficienza per la rimozione dei solidi sospesi volatili.

Per quanto la scelta della temperatura operativa risulti importante, è necessario porre maggior attenzione all'aspetto relativo la stabilità della temperatura nel corso del processo; le specie batteriche, in particolare i batteri metanigeni, sono sensibili alla variazione della temperatura.

Le sostanze presenti nel fango che sono in grado di esercitare una capacità tampone durante il processo di digestione anaerobica (è una misura della capacità di opporsi a una variazione di pH) sono rappresentate da bicarbonati di sostanze quali calcio, magnesio e ammonio. Il bicarbonato di ammonio viene prodotto durante la digestione anaerobica per scissione delle molecole delle proteine presenti nel fango in alimentazione, mentre i bicarbonati di altro tipo si trovano di regola già in tale forma nel fango da trattare. La concentrazione di alcalinità del digestore è grosso modo proporzionale alla concentrazione in secco del fango da trattare.

### 4.2.3 Struttura del digestore anaerobico

Un impianto di digestione anaerobica è solitamente caratterizzata dalle seguenti tre sezioni:

1. sezione di ricezione e pretrattamento: in questa fase il rifiuto va inizialmente stoccato, in attesa di trattamento in fossa o in piazzale (in base alla natura del rifiuto). La presenza di un certo quantitativo di rifiuti garantisce la continuità del processo di digestione anaerobica anche nel caso di occasionale interruzione nel flusso di ingresso dei rifiuti. Il pretrattamento prevede innanzitutto la rottura, tramite appositi mulini, dei contenitori usati per la raccolta e il conferimento dei rifiuti. Seguono poi operazioni di preparazione, quali l'eliminazione della frazione non degradabile (metalli, inerti, plastiche) e l'omogeneizzazione della granulometria, con eventuale triturazione nel caso la pezzatura iniziale risulti eccessiva.
2. sezione di preparazione del substrato, digestione anaerobica, produzione di biogas: questa fase consiste nell'ottenimento delle caratteristiche fisico-chimiche ottimali per l'immissione nel digestore. La regolazione del contenuto di umidità, viene effettuata tramite agitatori e miscelatori; può essere eseguita anche un'eventuale diluizione con fanghi e acqua, in base al contenuto dei solidi previsto per il processo (umido, semisecco, secco). La regolazione della temperatura può essere operata all'esterno o all'interno del digestore, in base al regime termico previsto per l'impianto. Nei reattori mesofili la durata del processo (tempo di residenza) è di 14-30 giorni; nei termofili il tempo è circa 14-16 giorni. La digestione avviene in reattori, alimentati in continuo (fase continua di alimentazione) o in batch (fase unica di alimentazione), dotati di sistemi di captazione del biogas. Il materiale deve essere miscelato, al fine di favorire il contatto tra batteri e substrato, evitando la presenza di zone morte, di omogeneizzare la temperatura e il rilascio del biogas e di evitare la sedimentazione del fango e la formazione di pellicole superficiali. Il biogas ottenuto nel processo può essere utilizzato per la produzione di energia termica, tramite combustione in caldaia, oppure anche per la produzione di energia elettrica, attraverso gruppi di cogenerazione. In base all'utilizzo, va sottoposto a depurazione: per aumentare il potere calorifico della miscela gassosa, si deve abbassare la presenza di anidride carbonica, azoto ed acqua; per evitare la corrosione degli impianti si deve limitare l'eventuale presenza di idrogeno solforato ed i composti organici alogenati. Parte dell'energia prodotta può essere utilizzata per il fabbisogno energetico dell'impianto stesso, e l'eventuale energia rimanente può essere venduta sotto forma di combustibile o energia elettrica.
3. sezione di disidratazione, biossificazione, post-maturazione, stoccaggio prodotti e scarti: in questa fase finale, il materiale in uscita dal digestore è un fango liquido (Frazione Solida: 5-25%) che non è completamente stabilizzato (la materia organica non è completamente degradata). Deve essere sottoposto a stabilizzazione aerobica, e per questo deve essere disidratato (serve una FS del 45% circa) mediante tecnologie quali pressa a vite, nastropressa, centrifuga. La frazione liquida può essere

sottoposta a trattamento di depurazione, o essere ricircolata nel processo di digestione. La stabilizzazione del fango pressato avviene attraverso i due stadi di bioossidazione accelerata e post-maturazione. Il materiale così bio-stabilizzato può essere ulteriormente raffinato ad esempio per l'utilizzo in agricoltura (vengono rimossi eventuali inerti, metalli) e appositamente stoccato.

#### ***4.2.4 Struttura dell'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa***

L'impianto preso in considerazione per lo sviluppo di questa tesi è *l'impianto di digestione anaerobica e compostaggio* del Quartiere Prè, che fa parte del "Polo Rifiuti" di Bassano del Grappa (VI) e gestito dal gruppo ETRA Spa. Questo impianto comprende anche un impianto di pre-trattamento del rifiuto secco non riciclabile, un centro di stoccaggio di rifiuti riciclabili, speciali e pericolosi denominato CISP, una discarica ricomposta e il centro di raccolta, aperto ai cittadini. Il digestore è stato concepito alla fine degli anni '80 e costruito negli anni dal 2000 al 2003. L'impianto riceve il rifiuto organico domestico (umido), il rifiuto verde e rifiuti dell'industria agroalimentare, che sono sottoposti a digestione anaerobica. Dalla digestione del rifiuto organico si ottengono una frazione solida che va al compostaggio e una liquida, il percolato, che viene avviata al depuratore di Bassano del Grappa. Il trattamento del rifiuto secco consiste invece in una selezione meccanica, finalizzata ad ottenere un rifiuto idoneo al recupero energetico.

L'immagine seguente mostra le componenti che strutturano, appunto, l'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa.

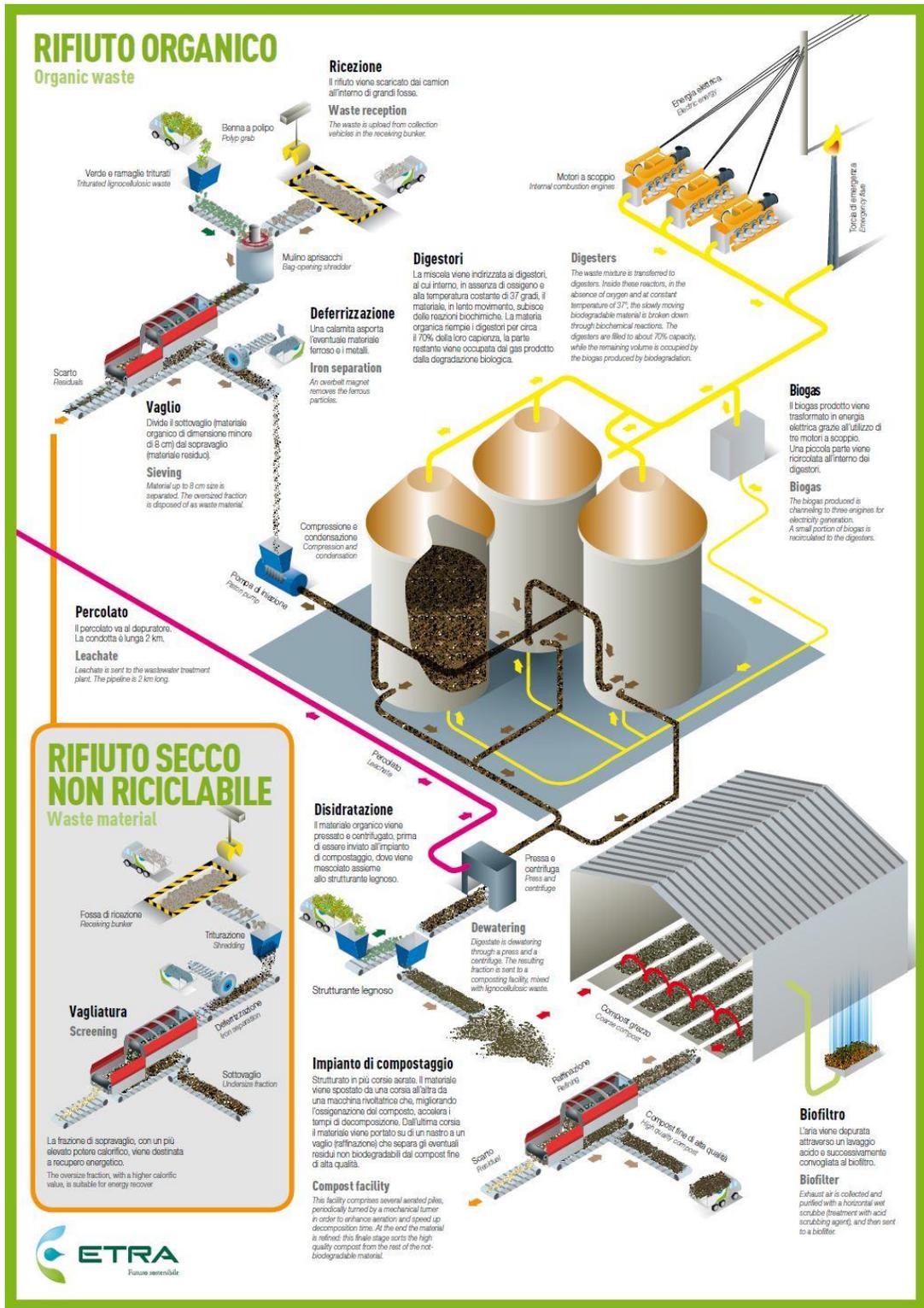


Figura 30 - Impianto di digestione anaerobica e di compostaggio del quartiere Prè di Bassano del Grappa (VI)

L'impianto di digestione anaerobica e compostaggio è suddiviso in quattro sezioni:

1. vagliatura
2. digestione anaerobica
3. compostaggio
4. produzione di energia

Una volta scaricato il rifiuto organico, questo viene miscelato con il verde triturato, per ottimizzare il successivo processo di trasformazione. La miscela è quindi vagliata, con separazione del materiale di piccole dimensioni (sottovaglio), che entrerà nel processo di digestione, dal sopravaglio. Prima della digestione, dal sottovaglio sono recuperati i metalli presenti. Il sopravaglio può essere trattato assieme al rifiuto secco non riciclabile oppure avviato a impianti terzi. Dopo la fase di vagliatura, la miscela viene indirizzata ai digestori, tre grandi cilindri alti 20 m, del diametro di 15 m, con una capacità di circa 2400 m<sup>3</sup>. Il processo è anaerobico in quanto avviene grazie al metabolismo di batteri specifici, che vivono in assenza d'aria. Dentro a questi reattori il materiale subisce delle reazioni biochimiche che portano alla formazione di biogas (metano e anidride carbonica), acqua e digestato. Il digestato, disidratato e miscelato con materiale legnoso, viene avviato al compostaggio, processo aerobico che, per mezzo di microrganismi, completa la trasformazione del rifiuto organico. Dopo la maturazione, il materiale viene raffinato per eliminare gli eventuali scarti ancora presenti. Si ottiene così compost fine di alta qualità. Il biogas prodotto nei digestori, dopo purificazione e deumidificazione, viene convogliato a tre motori a scoppio, accoppiati ad alternatore, generatori di energia elettrica. La quantità di energia generata è tale da sostenere i consumi energetici dell'impianto e da permettere la vendita del surplus.



Figura 31 - Ortofoto dell'impianto di gestione anaerobica e di compostaggio del quartiere Prè a Bassano del Grappa

#### 4.2.5 Procedure operative

Per poter accedere all'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa, è necessario leggere e firmare un documento che attesta la presa visione del regolamento che si deve tenere all'interno dell'impianto (in Allegato 4 - Regolamento aziendale di accesso al polo rifiuti di Bassano del Grappa viene riportato in formato word il documento scaricato dal sito di ETRA Spa). Invece, prima di effettuare qualsiasi intervento nel digestore, è assolutamente necessario procedere come segue:

- fare propria la procedura di lavoro
- ottenere il Permesso di Lavoro in ambienti confinati
- effettuare una attenta e accurata analisi al fine di individuare potenziali rischi presenti
- individuare le misure finalizzate a prevenire incidenti e/o infortuni
- individuare i Dispositivi di Protezione Individuali da utilizzarsi durante le operazioni
- compilare l'apposita modulistica autorizzativa.

Le procedure operative che devono essere compiute nel caso di manutenzione del digestore, svuotamento e pulizia dello stesso, comprendono quattro lavorazioni principali, ognuna delle quali suddivisa in sottofasi.

1. inertizzazione

- a. isolamento digestore: questa fase prevede sia l'isolamento fisico dell'impianto mediante l'utilizzo di new jersey per la viabilità, sia l'isolamento dei servizi e sotto-servizi.



*Figura 32 - Isolamento area limitrofa al reattore con new jersey*



*Figura 33 - Isolamento per prevenire eventuali fuoriuscite di gas*



*Figura 34 - Isolamento dei sottoservizi con teli in nylon*

- b. inertizzazione: avviene mediante l'utilizzo di azoto fino alla percentuale di  $\text{CH}_4$  inferiore al 5% e il valore del livello di esplosività  $L_{el}$  inferiore al 8%.



Figura 35 - Inertizzazione

- c. apertura laterale: in questa fase viene aperto il passo d'uomo laterale e successivamente viene inserito il tubo di collegamento con l'escavatore a risucchio posto immediatamente fuori l'area considerata di cantiere. L'escavatore a risucchio può essere considerato anche un 'salvavita' perché, oltre a risucchiare il materiale, porta all'interno del digestore aria pulita ed elimina eventuali sacche di  $\text{H}_2\text{S}$  che si potrebbero formare)
  - d. controllo atmosfera interna (mediante controllo in remoto)
2. realizzazione foro per passo d'uomo
- a. controllo dell'atmosfera (in alto)
  - b. foro circolare in copertura: è necessario effettuare il carotaggio di un'area posta in copertura in modo tale far accedere all'interno i mezzi necessari per poter procedere alla pulizia del reattore. Questa fase è importante sia per l'inserimento dei mezzi all'interno ma anche recupero di operatori che si trovano in emergenza all'interno. Questo aspetto verrà poi approfondito successivamente (4.2.7 Comportamenti in caso di emergenza).



Figura 36 - Carotaggio per la creazione del foro in copertura



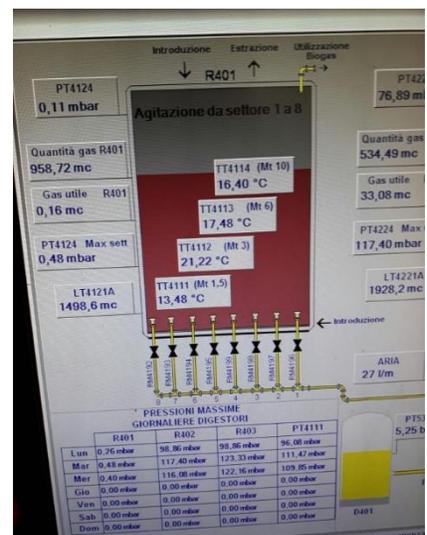
Figura 37 - Installazione cavalletta a protezione del foro in copertura



Figura 38 - Inserimento mini escavatore all'interno del reattore

- c. verifica stratigrafica dei depositi di materiali all'interno del digestore: questa fase è importante per tenere sotto controllo tutti gli aspetti relativi al digestore; per cui, non solo la stratigrafia ma anche la temperatura e la pressione. Questo controllo viene effettuato da remoto.

Figura 39 - Controllo interno del reattore



### 3. svuotamento

- a. controllo dell'atmosfera (in alto) mediante l'inserimento del rilevatore multigas che rileva i livelli di O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e il livello di esplosività (Lel).
- b. svuotamento del pozzo: è la fase chiave di tutta l'operazione ed è anche la più pericolosa in quanto vi è l'entrata di una persona all'interno del digestore, considerato come ambiente confinato.



Figura 41 - Svuotamento del reattore



Figura 40 - Operatore all'interno del reattore

### 4. lavori edili di completamento

- a. verifica di ogni apprestamento contro la caduta dall'alto per la chiusura del foro superiore e ripristino del pozzo

#### 4.2.6 Dispositivi di protezione individuale per il lavoro all'interno del digestore anaerobico

L'accesso agli spazi confinati deve avvenire in maniera sicura per coloro che vi devono lavorare; perciò è necessario che vengano forniti di idonei e opportuni dispositivi di protezione individuale, di seguito richiamati per semplicità con l'acronimo DPI.

Secondo quanto viene riportato dal comma 2 dell'art. 76 del D. Lgs. 81/08, "i DPI devono:

- a) essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore
- b) essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro
- c) tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore
- d) poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità".

Inoltre, il comma 3 del sopracitato articolo riporta che "in caso di rischi multipli che richiedono l'uso simultaneo di più DPI, questi devono essere tra loro compatibili e tali da mantenere, anche nell'uso simultaneo, la propria efficacia nei confronti del rischio e dei rischi corrispondenti".

Ecco perché, sulla base di quanto viene riportato in Normativa, è necessario che i DPI previsti per i lavori effettuati all'interno di digestori per la bonifica dello stesso siano pensati ad hoc.

Di seguito vengono riportate tabelle in cui vengono riassunti i principali DPI che si devono adottare con un focus agli apparecchi di protezione delle vie respiratorie.

Gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie (APVR) possono essere suddivisi nel seguente modo:

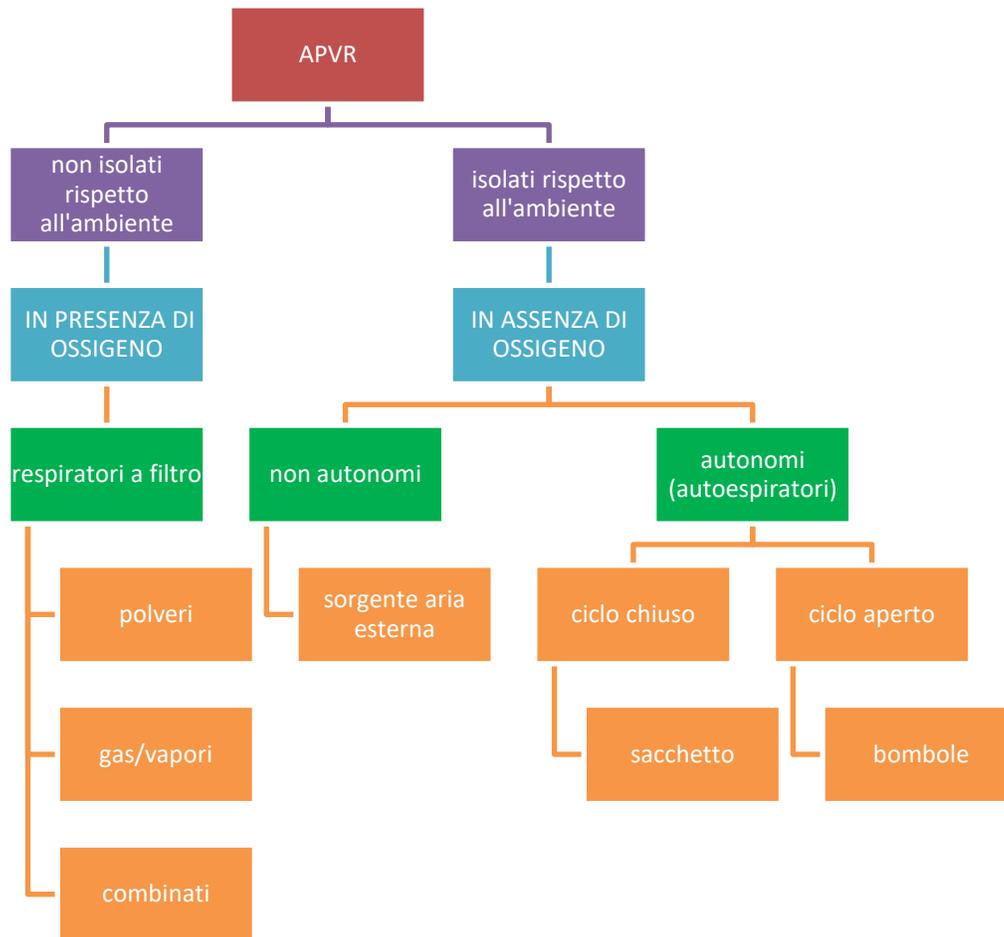


Figura 42 - Tipologie di APVR

Nel caso di lavori in spazi confinati, vengono utilizzati APVR isolati rispetto all'ambiente, in assenza di ossigeno e non autonomi – con sorgente di aria fresca dall'esterno.

Tabella 4 - DPI APVR

<b>Dispositivo</b>	Maschera con filtro ABEK																																																																									
<b>Normativa riferimento</b>	<b>di</b>	UNI EN 148-1 - Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filettature per facciali - Raccordo filettato normalizzato UNI EN 14387 (ex UNI EN 141-1) - Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antigas e combinati - Requisiti, prove, marcatura UNI EN 143 - Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antipolvere - Requisiti, prove, marcatura																																																																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASSE FILTRO</th> <th>COLORE</th> <th>PROTEZIONE</th> <th>ARTICOLO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P3</td> <td></td> <td>Fumi, nebbie e polveri tossiche</td> <td>100 P3</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td>Vapori organici P. E. &gt; 65%</td> <td>200 A2</td> </tr> <tr> <td>A2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>202 A2 P3</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td></td> <td>Gas inorganici, gas acidi</td> <td>201 B2</td> </tr> <tr> <td>B2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>203 B2 P3</td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td>Anidride solforosa</td> <td>201 E2</td> </tr> <tr> <td>E2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>203 E2 P3</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td></td> <td>Ammoniac</td> <td>200 K2</td> </tr> <tr> <td>K2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>201 K2 P3</td> </tr> <tr> <td>A2 B2</td> <td></td> <td>Vapori organici, gas inorganici e gas acidi</td> <td>202 A2 B2</td> </tr> <tr> <td>A2 B2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>203 A2 B2 P3</td> </tr> <tr> <td>AX</td> <td></td> <td>Vapori organici P. E. &lt; 65%</td> <td>202 AX</td> </tr> <tr> <td>AX P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>203 AX P3</td> </tr> <tr> <td>A2 B E K Hg NO CO P3</td> <td></td> <td>Tutti i gas, vapori + polveri fumi e nebbie incluso CO</td> <td>204 U P3</td> </tr> <tr> <td>A2 B2 E2 K2</td> <td></td> <td>Filtro polivalente antigas</td> <td>202 A B E K</td> </tr> <tr> <td>A2 B2 E2 K2 P3</td> <td></td> <td>Idem + polveri fumi e nebbie</td> <td>203 A B E K2 P3</td> </tr> <tr> <td>A2 B2 E2 K2 Hg P3</td> <td></td> <td>Idem + mercurio</td> <td>203 ABEK2HGP3</td> </tr> </tbody> </table>	CLASSE FILTRO	COLORE	PROTEZIONE	ARTICOLO	P3		Fumi, nebbie e polveri tossiche	100 P3	A2		Vapori organici P. E. > 65%	200 A2	A2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	202 A2 P3	B2		Gas inorganici, gas acidi	201 B2	B2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 B2 P3	E2		Anidride solforosa	201 E2	E2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 E2 P3	K2		Ammoniac	200 K2	K2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	201 K2 P3	A2 B2		Vapori organici, gas inorganici e gas acidi	202 A2 B2	A2 B2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 A2 B2 P3	AX		Vapori organici P. E. < 65%	202 AX	AX P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 AX P3	A2 B E K Hg NO CO P3		Tutti i gas, vapori + polveri fumi e nebbie incluso CO	204 U P3	A2 B2 E2 K2		Filtro polivalente antigas	202 A B E K	A2 B2 E2 K2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 A B E K2 P3	A2 B2 E2 K2 Hg P3		Idem + mercurio	203 ABEK2HGP3
CLASSE FILTRO	COLORE	PROTEZIONE	ARTICOLO																																																																							
P3		Fumi, nebbie e polveri tossiche	100 P3																																																																							
A2		Vapori organici P. E. > 65%	200 A2																																																																							
A2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	202 A2 P3																																																																							
B2		Gas inorganici, gas acidi	201 B2																																																																							
B2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 B2 P3																																																																							
E2		Anidride solforosa	201 E2																																																																							
E2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 E2 P3																																																																							
K2		Ammoniac	200 K2																																																																							
K2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	201 K2 P3																																																																							
A2 B2		Vapori organici, gas inorganici e gas acidi	202 A2 B2																																																																							
A2 B2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 A2 B2 P3																																																																							
AX		Vapori organici P. E. < 65%	202 AX																																																																							
AX P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 AX P3																																																																							
A2 B E K Hg NO CO P3		Tutti i gas, vapori + polveri fumi e nebbie incluso CO	204 U P3																																																																							
A2 B2 E2 K2		Filtro polivalente antigas	202 A B E K																																																																							
A2 B2 E2 K2 P3		Idem + polveri fumi e nebbie	203 A B E K2 P3																																																																							
A2 B2 E2 K2 Hg P3		Idem + mercurio	203 ABEK2HGP3																																																																							
<b>Caratteristiche del DPI</b>																																																																										
<p>I respiratori a filtro proteggono da gas e/o vapori e/o polveri, fumi, nebbie in quanto dotati di speciali filtri che trattengono per azione chimico-fisica le sostanze inquinanti presenti nell'aria da inspirare. A seconda della protezione fornita, i filtri sono suddivisi in antigas, antipolvere e combinati, essendo questi ultimi una combinazione dei due primi. Nelle norme EN 14387 e EN 143, i filtri antigas vengono divisi in tipi A, B, E, K a seconda del gruppo di sostanze da cui proteggono e classificati in classi 1, 2, 3 a seconda della loro capacità di protezione. I filtri antipolvere sono contraddistinti dalla lettera P seguita da uno dei numeri 1, 2, 3 a seconda della loro efficienza filtrante. Ciascun tipo di filtro è contraddistinto da un colore di riconoscimento. Accanto alla serie fondamentali illustrate sono disponibili i filtri cosiddetti polivalenti, che forniscono cioè la protezione di più classi fondamentali contemporaneamente (ad es. AB, BK, ABEK). I respiratori a filtro possono essere utilizzati solo in ambienti in cui il contenuto di ossigeno nell'aria sia almeno del 17% in volume. Quando tale condizione viene a mancare (il che si verifica in presenza di gas pesanti e in tini, serbatoi e pozzi), l'uso dei respiratori a filtro è controindicato. In tali casi si deve ricorrere all'uso di autorespiratori isolanti ad aria compressa oppure ad apparecchi ad immissione di aria fresca dall'esterno.</p>																																																																										

<b>Sostituito con:</b> APVR isolante non autonomo

<b>Caratteristiche del DPI</b>
<p>L'APVR isolante non autonomo è appunto isolato rispetto all'ambiente esterno e viene utilizzato in atmosfere prive di ossigeno.</p> <p>I vantaggi dell'utilizzo dell'APVR isolante non autonomo sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• immissione di aria fresca su tutto il viso (in quanto la maschera copre tutto il volto) dall'esterno mediante un tubo di diametro pari a 5 cm</li> <li>• l'operatore all'esterno controlla a vista chi è dentro e fa da garante sul corretto funzionamento del DPI.</li> </ul>

Tabella 5 - DPI casco

<b>Dispositivo</b>	Casco	<b>Normativa riferimento</b>	<b>di</b> EN 397 - Elmetti di protezione per l'industria, requisiti e specifiche.
			
<b>Caratteristiche di scelta del DPI</b>			
<p>Il caschetto, di cui gli operatori devono essere dotati, è lo stesso che viene adoperato per i lavori in quota. E' sprovvisto di frontino, in quanto l'operatore è già dotato di maschera che gli copre il viso, ed è dotato di sottogola che deve sganciarsi ad una forza compresa tra 15 e 25 daN.</p>			

Tabella 6 - DPI imbragatura

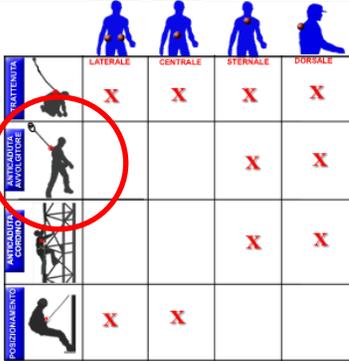
Dispositivo	Imbragature di sicurezza a 2 punti di ancoraggio con attacco dorsale e sternale	Normativa di riferimento	UNI EN 361 – Imbragature per il corpo UNI EN 358 – Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro																									
		 <table border="1" data-bbox="1068 569 1417 930"> <thead> <tr> <th></th> <th>LATERALE</th> <th>CENTRALE</th> <th>STERNALE</th> <th>DORSALE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ANTICADUTA PER ALTITUDINE</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ANTICADUTA A VOCE UGUALE</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ANTICADUTA COMBINO</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>POSIZIONAMENTO</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		LATERALE	CENTRALE	STERNALE	DORSALE	ANTICADUTA PER ALTITUDINE	X	X	X	X	ANTICADUTA A VOCE UGUALE			X	X	ANTICADUTA COMBINO			X	X	POSIZIONAMENTO	X	X			
	LATERALE	CENTRALE	STERNALE	DORSALE																								
ANTICADUTA PER ALTITUDINE	X	X	X	X																								
ANTICADUTA A VOCE UGUALE			X	X																								
ANTICADUTA COMBINO			X	X																								
POSIZIONAMENTO	X	X																										
<b>Caratteristiche di scelta del DPI</b>																												
<p>L'imbragatura deve essere dotata di due punti di ancoraggio: dorsale e sternale. L'operatore è considerato come un operatore in fune perché l'uomo scende in sospensione (deve aver fatto il corso di operatore in fune). Vengono utilizzate tre funi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fune di lavoro</li> <li>2. fune di sicurezza (con sistema anti-caduta di tipo guidato su corda con funzione di bloccaggio – ASAP: è progettato per facilitare le manovre dell'utilizzatore nelle risalite su corda. In condizioni di normale utilizzo, il dispositivo scorre liberamente sulla corda, senza alcun intervento manuale, per accompagnare l'utilizzatore nei suoi spostamenti. In caso di urto o brusca accelerazione, l'anti-caduta si blocca sulla corda e arresta l'utilizzatore. La funzione bloccante integrata consente all'utilizzatore di arrestare il dispositivo per ridurre l'altezza della caduta)</li> <li>3. fune di servizio.</li> </ol> <p>Nell'immagine centrale è rappresentato un distanziatore per imbragature che permette la calata/recupero dell'operatore in posizione eretta.</p>																												



Tabella 7 - DPI tuta TYVEK

<b>Dispositivo</b>	Tuta TYVEK		
<b>Normativa riferimento</b>	<b>di</b>	EN ISO 13982-1 – Indumenti di protezione per l'utilizzo contro particelle solide - Parte 1: Requisiti prestazionali per indumenti di protezione contro prodotti chimici che offrono protezione all'intero corpo contro particelle solide disperse nell'aria (indumenti tipo 5) EN 1149-1 – Indumenti di protezione - Proprietà elettrostatiche - Parte 1: Metodo di prova per la misurazione della resistività di superficie	
			
<b>Caratteristiche del DPI</b>			
Questa tuta dà la possibilità di essere protetti dai liquidi in cui ci si trova a lavorare. Inoltre, è a perdere.			

Tabella 8 - DPI guanti

<b>Dispositivo</b>	Guanti	<b>Normativa riferimento</b>	<b>di</b> EN 420 – Guanti di protezione EN 388 – Guanti di protezione da rischi di natura meccanica
			
<b>Caratteristiche di scelta del DPI</b>			
È necessario che vengano utilizzate due tipologie di guanti a protezione da rischi biologici e rischi meccanici. Per quanto riguardano i rischi biologici, vengono utilizzati guanti in lattiche che sono a perdere; per quanto riguardano i rischi meccanici, vengono utilizzati guanti in nylon che possono essere utilizzati per più giorni.			

Tabella 9 - DPI stivali

Dispositivo	Stivali	Normativa riferimento	di EN 345-S5 – norme scarpe antinfortunistiche
			
<b>Caratteristiche del DPI</b>			
<p>Oltre alle caratteristiche descritte nell'immagine a fianco, gli stivali devono essere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in gomma</li> <li>• alti fino al ginocchio</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> </div>			

I rischi a cui sono esposti gli operatori e che vengono considerati per poter adottare opportune misure di prevenzione e protezione sono i seguenti:

- rischio meccanico
- rischio elettrico
- esplosione ed incendio
- asfissia
- rischio chimico
- rischio biologico
- seppellimento
- rischio di caduta di materiale dall'alto
- rischio di caduta di persone dall'alto
- investimento

#### *4.2.7 Comportamenti in caso di emergenza*

Se si verifica una situazione in cui vi è una condizione pericolosa e il lavoratore non è in grado di lasciare lo spazio confinato, le procedure di salvataggio dovrebbero iniziare immediatamente. Il piano dettagliato per la risposta di emergenza a un infortunio o un'altra emergenza all'interno dello spazio confinato viene descritto dettagliatamente nel programma di valutazione e controllo dei pericoli dello spazio confinato (Capitolo 6 – Gestione delle emergenze dell'Allegato 3 – DUVRI).

Deve essere sempre presente un operatore qualificato alle procedure di salvataggio in spazi confinati immediatamente al di fuori dall'ambiente confinato stesso che sia in grado di fornire i primi soccorsi in caso di emergenza. L'operatore in questione dovrebbe avere familiarità con il progetto strutturale dell'ambiente confinato in modo tale da essere a conoscenza degli aspetti geometrici ma soprattutto dei rischi e condizioni di pericolo che si dovrebbe trovare ad affrontare. L'operatore deve essere in costante comunicazione con il lavoratore all'interno dello spazio confinato e controllarlo sempre a vista.

Il lavoratore che si trova ad operare dall'interno del digestore deve:

- essere dotato di un rilevatore multigas che ha come vantaggi l'SMS alert e il motion alert. Le caratteristiche di questa strumentazione è che resiste a una colonna d'acqua di due metri per 60 minuti, è IP 68 (cioè è resistente alla polvere e protetto dall'acqua) e può essere utilizzato fino a temperature comprese tra un range di -40°C e +60°C.

Il rilevatore deve essere posto sopra la spalla dell'operatore in modo tale che anche chi è all'esterno possa vedere l'eventuale alert (colorato) che si verifica.

- essere dotato di opportuni DPI (elencati e descritti al paragrafo 4.2.6 Dispositivi di protezione individuale per il lavoro all'interno del digestore anaerobico).

Il lavoratore in questione, solitamente, viene calato all'interno del digestore attraverso il passo d'uomo situato in copertura e viene tenuto in sicurezza mediante funi collegato alla cavalletta posta immediatamente sopra il passo d'uomo.



*Figura 43 - Cavalletta di supporto per l'ingresso/uscita dall'alto*



*Figura 44 - Recupero dall'alto dell'operatore*

Le misure di salvataggio che si devono attuare in caso di emergenza e che si vogliono maggiormente analizzare al fine di questa tesi sono relative a differenti misure di evacuazione dal digestore. Innanzitutto è importante sottolineare quanto una corretta formazione e un corretto addestramento, nonché una corretta documentazione sulla gestione delle emergenze in ogni fase, fa variare il tipo di evacuazione che gli operatori devono mettere in pratica. Relativamente alle fasi e sottofasi delineate al paragrafo precedente (4.2.5 Procedure operative), si può considerare la fase più pericolosa quella relativa allo svuotamento del digestore. Anche se solitamente si cerca di evitare che gli operatori entrino all'interno di spazi confinati, questo tipo di lavorazione richiede che almeno un operatore entri. È quindi necessario prendere in considerazione diverse tipologie di misure di soccorso in relazione allo stato di avanzamento di pulizia del digestore.

Come già accennato, solitamente è consigliabile evitare l'entrata di ulteriori operatori all'interno dello spazio confinato, in quanto possono diventare non soccorritori ma vittime dell'ambiente stesso. Ciò può essere causato da una insufficiente formazione e addestramento oppure una sottovalutazione dei rischi a cui possono andare in contro. Ecco perché è necessario considerare in maniera esaustiva la metodologia di evacuazione migliore in funzione allo stato di avanzamento di pulizia del digestore.

Lo schema seguente mostra una matrice in cui vengono combinate:

- ingresso dal passo d'uomo inferiore, uscita dal passo d'uomo superiore;
- ingresso dal passo d'uomo superiore, uscita dal passo d'uomo superiore;
- ingresso dal passo d'uomo inferiore, uscita dal passo d'uomo inferiore;
- ingresso dal passo d'uomo superiore, uscita dal passo d'uomo superiore.

Sull'asse X della matrice viene letto l'ingresso del digestore, mentre sull'asse Y viene letta l'uscita dal digestore.

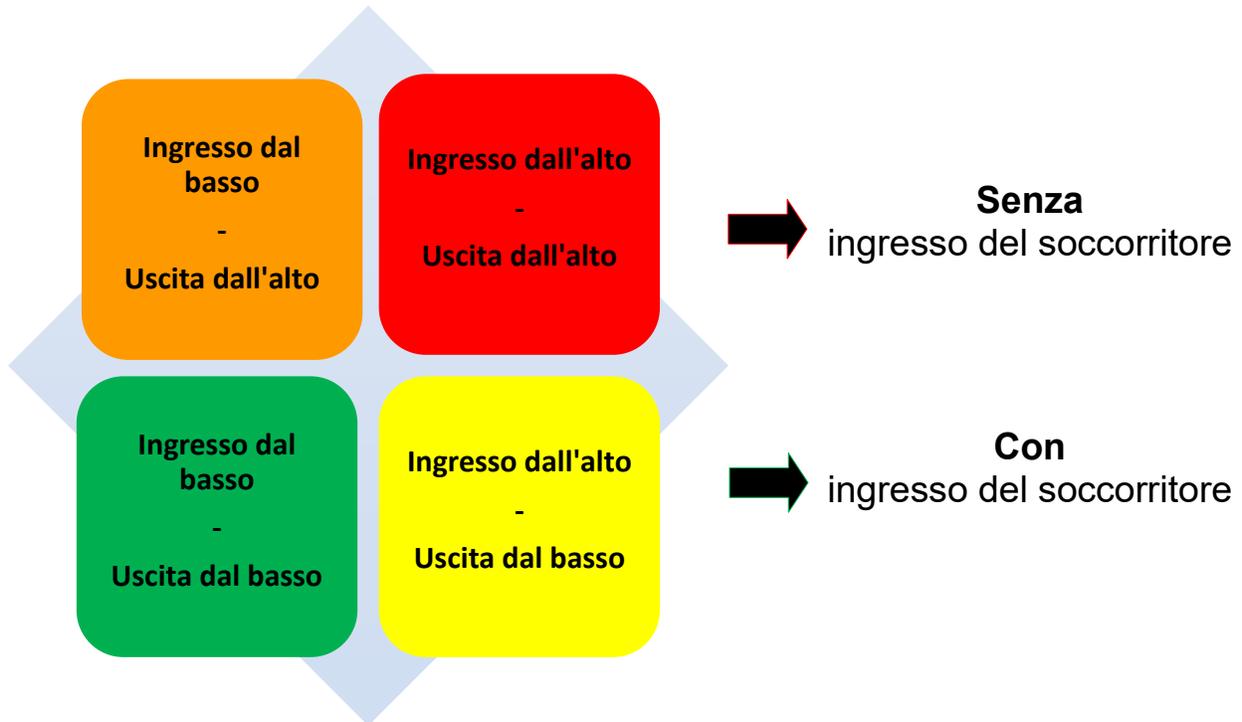


Figura 45 - Matrice per la gestione del recupero dell'operatore

La riga in alto della matrice rappresenta la situazione in cui non vi è mai l'ingresso del soccorritore. La riga in basso rappresenta la situazione in cui vi è l'ingresso del soccorritore.

L'ingresso dall'alto – uscita dall'alto rappresenta la situazione migliore per il recupero di operatori all'interno del digestore; infatti, non vi è l'entrata del soccorritore perché l'operatore in emergenza viene fatto evacuare utilizzando l'imbragatura e la cavalletta e fatto passare attraverso il passo d'uomo superiore. Nonostante ciò, nella matrice viene indicata con il colore rosso in quanto risulta essere, allo stesso tempo, la misura di evacuazione che si attua nella fase critica di lavoro perché è quella iniziale della bonifica del digestore, ovvero quando ancora pieno.

L'ingresso dal basso – uscita dal basso è la misura di evacuazione che prevede il recupero dell'operatore mediante l'entrata del soccorritore attraverso il passo d'uomo inferiore e utilizzando un carrello sotto auto per il trasporto all'esterno della persona.

È importante tenere in considerazione non solo la gestione delle emergenze degli operatori, che deve avvenire in maniera autonoma e autosufficiente, ma considerare anche le emergenze di tipo ambientale.

Tre sono i punti da analizzare maggiormente:

1. il problema degli odori deve essere eliminato ponendo una valvola sull'aspiratore in modo tale che ciò che si genera non venga disperso nell'ambiente
2. nel rifiuto si possono formare delle lenti d'acqua che, appena riescono, cercano di trovare il modo di disperdersi all'esterno: per minimizzare il problema, è necessario che vengano chiusi nel minor tempo possibile i pozzetti in modo tale da non caricare troppo l'impianto di trattamento. L'eventuale spurgo esterno deve essere raccolto dalla squadra a cui è stato affidato il lavoro ma anche dalla squadra dell'impianto
3. per quanto riguarda il rischio esplosione, questo è possibile gestirlo solamente con l'intervento dei Vigili del Fuoco, i quali sono collegati direttamente con l'impianto biogas.



## Capitolo 5 - Formazione e addestramento per i digestori anaerobi

Questo ultimo capitolo è il cuore della tesi in cui viene descritta la tipologia di formazione e addestramento per i digestori che può essere effettuata tramite l'applicazione della nuova tecnologia del BIM e digital twin. In primis, verranno descritte le tipologie di realtà simulate esistenti, poi verrà spiegato come creare questa realtà utile, appunto, come supporto per poter fare l'addestramento.

### 5.1 Tipologia di realtà

La realtà virtuale (VR – Virtual Reality) è il termine che comunemente viene utilizzato per indicare una realtà simulata; infatti la VR simula la realtà effettiva. Si parla di realtà virtuale immersiva (RVI) quando si parla di un sistema in cui tutti i sensi dell'uomo possono essere utilizzati.

La RVI può essere utilizzata attraverso:

- visori o occhiali che permettono all'utente di annullare il mondo reale esterno per essere "catapultati" all'interno della nuova realtà
- auricolari che permettono all'utente di percepire al meglio i suoni
- tute che permettono all'utente di provare la sensazione di tatto
- guanti che permettono all'utente di impartire comandi

La differenza tra realtà virtuale immersiva e realtà virtuale non immersiva consiste nel fatto che quest'ultima prevede che l'utente si ritrovi davanti ad un monitor (smartphone o computer) che ha la funzione di 'finestra' sul mondo tridimensionale con cui può interagire attraverso l'utilizzo di tastiera o joystick appositi. È ovvio che la percezione dell'utente è completamente diversa perché nella RVI l'utente è completamente coinvolto e distratto del tutto dalla realtà.

La realtà aumentata (AR) è l'arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, in genere manipolate e convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi. Un esempio di realtà aumentata nell'uso quotidiano è l'esplorazione della città puntando lo smartphone sull'ambiente circostante l'utente stesso.

Gli elementi che aumentano la realtà possono essere aggiunti alla percezione umana attraverso un dispositivo come lo smartphone, PC, auricolari, occhiali, guanti; tutti questi dispositivi permettono di aggiungere informazioni multimediali alla realtà già normalmente percepita.

Ad esempio, per creare la realtà aumentata su dispositivo mobile, questo deve essere dotato di collegamento internet per ricevere i dati online, di GPS e di bussola e deve permettere la visualizzazione

di un flusso video in tempo reale. Lo smartphone inquadra l'ambiente circostante che viene sovrapposto con le informazioni aggiuntive di interesse.

La differenza tra realtà virtuale e realtà aumentata consiste nel fatto che nella realtà virtuale le informazioni aggiuntive/sottratte elettronicamente sono preponderanti al punto che gli utenti si trovano completamente immersi nella situazione nella quale le percezioni sensoriali dei cinque sensi non sembrano presenti, nella realtà aumentata invece la persona continua a vivere la realtà fisica ma usufruisce di informazioni aggiuntive della realtà stessa.

In conclusione, la realtà virtuale e realtà aumentata sono elementi complementari e non sovrapponibili: da una parte c'è una visione alternativa alla realtà, dall'altra c'è una visione potenziata della realtà.



*Figura 46 - Confronto tra realtà virtuale e realtà aumentata*

La realtà virtuale immersiva e la realtà aumentata possono essere applicate anche agli spazi confinati ponendo però una differenza sostanziale:

- la realtà virtuale immersiva deve essere utilizzata come supporto per effettuare l'addestramento (ad esempio, appunto, per preparare gli operatori ad accedere e/o gestire emergenze nei digestori). Si usa questa tecnologia perché i digestori non sono ambienti accessibili sempre, per cui, una volta che viene creato il modello digitale, è possibile effettuare il pre-addestramento

- la realtà aumentata deve essere utilizzata quando si effettuano le manutenzioni ad un impianto perché fornisce non solo informazioni grafiche ma anche altre informazioni che sono raccolte nel database creato con la metodologia BIM e costantemente aggiornate.

## 5.2 Utilizzo della nuova tecnologia

Perché utilizzare una nuova tecnologia quando le procedure messe in atto fino adesso funzionano bene? La risposta è semplice e consiste nel fatto che è sempre meglio basarsi sul concetto di prevedibilità (ciò che può essere previsto, può essere gestito di conseguenza): il modello digitale, infatti, ha come scopo quello di anticipare eventuali modifiche, deformazioni, anomalie presenti nella realtà.

Il pre-addestramento che viene effettuato il giorno prima dell'inizio dei lavori nello spazio confinato ha appunto come obiettivo quello di simulare quanto più possibile la realtà in cui si andrà a lavorare; grazie alla realtà virtuale e al modello digitale non ci saranno più eventi inaspettati quando si effettueranno i lavori.

### 5.2.1 Schema illustrativo per la creazione del modello digitale



Figura 47 - Processo per la creazione del modello digitale

Per poter applicare questa nuova tecnologia ad un impianto di digestione anaerobica in cui il modello digitale non esiste ancora, è necessario procedere con lo svuotamento del digestore stesso. I passaggi da eseguire per compiere la bonifica dello stesso sono descritti al 4.2.5 Procedure operative.

Una volta svuotato il digestore, è possibile procedere con il laser scanner che, attraverso numerosi fotogrammi, raccoglie tutte le caratteristiche del digestore. Nel caso di coni d'ombra dovuti alla presenza di strutture interne (come un setto separatore nel caso del digestore di Bassano), è possibile spostare la strumentazione che acquisirà i dettagli mancanti.

Quella che si genera è una nuvola di punti, ovvero un modello tridimensionale dell'interno del digestore in cui sono note le coordinate di ciascun punto misurato. La densità dei punti è proporzionale al tempo di acquisizione. La nuvola di punti è visualizzabile mediante software specifici e racchiude con sé tutte le informazioni del rilievo.

Tramite la metodologia BIM è possibile produrre una serie di documenti (disegni, abachi, tabelle) ad essa dinamicamente collegati, i quali vengono aggiornati ogni qual volta venga registrata una nuova informazione (o intervenga una variazione in una informazione esistente). Tutte le informazioni che sono state raccolte vengono inserite in un database sempre aggiornato e permettono la creazione del modello digitale del reattore in questione.

Si crea così il gemello digitale del reattore che ha, appunto, le stesse caratteristiche del reattore reale. Ora, è possibile procedere con il pre-addestramento attraverso la simulazione virtuale immersiva. Attraverso questo nuovo approccio, è possibile:

- ricreare esperienze di addestramento realistiche
- migliorare in modo significativo le capacità degli operatori
- simulare come gestire nel migliore dei modi la possibile situazione di emergenza che si può verificare



Figura 48 - Realtà virtuale per l'accesso allo spazio confinato

Attraverso la simulazione è possibile ricreare ambienti complessi, come il digestore che non è sempre accessibile, nei quali l'emergenza evolve proprio come avviene nella realtà, incluso le conseguenti ripercussioni su:

- struttura stessa
- impianto
- operatori che lavorano

Il pre-addestramento con questa nuova tecnologia può essere utilizzato per persone che operano a diversi livelli quali: l'operatore che entra all'interno del digestore, l'operatore che sorveglia chi è all'interno e che deve gestire le emergenze, la squadra di emergenza, le squadre esterne all'azienda che operano come i Vigili del Fuoco e gli operatori del 118.



*Figura 49 - Simulazione di gestione di un'emergenza*



## Conclusioni

Gli infortuni all'interno degli spazi confinati rappresentano tutt'ora un'alta percentuale di morti sul lavoro in Italia e all'estero. Ciò può essere dovuto a diverse cause quali, ad esempio, mancata considerazione dell'area come spazio confinato, errata valutazione dei rischi, insufficiente o scarsa formazione e addestramento per gli operatori (sia in condizioni di manutenzione ordinaria sia in condizioni di emergenza), non conoscenza delle procedure di lavoro e procedure di emergenza, mancato addestramento sull'uso dei dispositivi di protezione individuale.

Il presente lavoro di tesi ha voluto mostrare come la formazione e l'addestramento giochino un ruolo importante alla riduzione degli infortuni negli spazi confinati; inoltre questa tesi ha dato la possibilità di mostrare come applicare una nuova metodologia per digitalizzare tutte le informazioni dello spazio confinato e creare un gemello digitale attraverso il quale, con la realtà simulata immersiva, è possibile effettuare un addestramento cercando di ricreare tutti i possibili scenari che si possono verificare, non solo per operazioni ordinarie ma anche di gestione delle emergenze. Si cerca, quindi, di basarsi sul concetto di prevedibilità in modo tale da "prepararsi" sempre ad affrontare ogni possibile scenario, sia di attività normale sia di emergenza, a cui gli operatori si possono trovare di fronte. L'unica cosa imprevedibile, che neanche con la realtà virtuale è possibile simulare, consiste nell'aspetto emotivo della persona: infatti quando qualcuno vede in pericolo un amico o un familiare, solitamente, si dimentica delle nozioni che ha imparato nonostante abbia acquisito nei migliori dei modi le conoscenze che vengono fornite nei corsi.

Nei mesi successivi, verrà creato un gemello digitale del reattore R402 dell'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa; purtroppo, ai fini di questa tesi, si è potuto solamente mostrare quale sarà il procedimento per la creazione del gemello digitale, in quanto non è stato possibile procedere con la creazione della nuvola di punti perché non ancora svuotato del liquame contenuto all'interno. In ogni caso, si vuole sottolineare che i vantaggi nell'utilizzare questa nuova metodologia per gestire le operazioni di svuotamento del digestore sono molteplici: forse il più importante consiste nel fatto che permette agli operatori di simulare non solo le operazioni ordinarie da effettuare ma anche le situazioni di emergenza, come la diversa tipologia di recupero dell'operatore in funzione alla fase di svuotamento a cui si è arrivati.

In generale, la realtà virtuale e la realtà virtuale immersiva possono essere usate non solo per l'addestramento agli spazi confinati ma anche in diversi ambiti, quali ad esempio:

- cantieri civili ed edili = per la formazione e l'addestramento degli operai sui dispositivi di protezione individuale, rischi e gestione delle eventuali emergenze (uso uguale dell'ambito degli spazi confinati)

- architettura = per poter mostrare come arredare un appartamento senza effettivamente comprare i mobili o essere all'interno della stanza stessa
- operazioni militari = come le simulazioni di volo o simulazioni di scontri a fuoco
- campo medico = per prepararsi ad una difficile e complicata operazione è possibile ricreare il modello del corpo e/o organo interessato. Molto più semplicemente, si crea in campo dentistico la copia dell'arcata dentale per poter costruire gli apparecchi di ortodonzia
- shopping = si può simulare su noi stessi oggetti che sono in vendita nel sito del negozio, senza essere fisicamente presenti all'interno del negozio.

Ritornando agli spazi confinati, nel futuro sarebbe opportuno creare dei dataset per gli ambienti che vengono considerati spazi confinati in modo da fare formazione e addestramento in maniera sempre più vicina alla realtà in cui si dovrà operare. Inoltre, un altro vantaggio che si può ricavare dalla digitalizzazione degli ambienti potrebbe essere usufruito per la manutenzione da effettuare. Ciò consisterebbe nella realtà aumentata in cui l'operatore si trova ad effettuare manutenzione ordinaria.

In conclusione, questo lavoro di tesi può essere visto come un "trampolino" per creare un mondo digitale degli ambienti confinati e prevenire quanto più possibile gli infortuni all'interno di essi.

## Allegati

### Allegato 1 – DPR 177/11

Nell'articolo 1 del DPR 177/11 si elencano le finalità e l'ambito di applicazione del Decreto:

1. *“[...] il presente regolamento disciplina il sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi destinati ad operare nel settore degli ambienti confinati, quale di seguito individuato”.*
2. *“Il presente regolamento si applica ai lavori in ambienti sospetti di inquinamento di cui agli articoli 66 e 121 del D. Lgs. 81/08, e negli ambienti confinati di cui all'allegato IV, punto 3, del medesimo D. Lgs.”.*
3. *“Le disposizioni di cui agli articoli 2, comma 2, e 3, comma 1 e 2, operano unicamente in caso di affidamento da parte del datore di lavoro di lavori, servizi e forniture all'impresa appaltatrice o a lavoratori autonomi all'interno della propria azienda o di una singola unità produttiva, [...]”.*
4. *“Restano altresì applicabili, [...], i criteri di verifica della idoneità tecnico-professionale prescritti dall'articolo 26, comma 1, lettera a), del medesimo D.Lgs.”.*

Nell'articolo 2 del DPR 177/11 vengono elencati i requisiti che devono essere in possesso alle imprese e ai lavoratori autonomi qualificati che vanno ad effettuare attività lavorative nel settore degli ambienti sospetti di inquinamento. Di seguito vengono riportati i requisiti in parte o totalmente riproposti:

- a. *“integrale applicazione delle vigenti disposizioni in materia di valutazione dei rischi, sorveglianza sanitaria e misure di gestione delle emergenze”;*
- b. *“integrale e vincolante applicazione anche del comma 2 dell'articolo 21 del D. Lgs. 81/08, nel caso di imprese familiari e lavoratori autonomi”;*
- c. *“presenza di personale, in percentuale non inferiore al 30 per cento della forza lavoro, con esperienza almeno triennale relativa ai lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, [...]”;*
- d. *“avvenuta effettuazione di attività di informazione e formazione di tutto il personale, [...]”;*
- e. *“possesso di dispositivi di protezione individuale, strumentazione e attrezzature di lavoro idonei alla prevenzione dei rischi propri delle attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati e avvenuta effettuazione di attività di addestramento all'uso corretto di tali dispositivi, strumentazione e attrezzature, [...]”;*
- f. *“avvenuta effettuazione di attività di addestramento di tutto il personale impiegato per le attività lavorative in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, [...]”;*
- g. *“rispetto delle vigenti previsioni, ove applicabili, in materia di Documento unico di regolarità contributiva”;*

- h. *“integrale applicazione della parte economica e normativa della contrattazione collettiva di settore, [...]”*

L'articolo 3 del DPR 177/11, invece, contiene le linee guida di una corretta gestione in ambito di sicurezza degli ambienti sospetti di inquinamento o confinati. Di seguito vengono riportati i requisiti in parte o totalmente riproposti:

1. *“Prima dell'accesso nei luoghi nei quali devono svolgersi le attività lavorative di cui all'articolo 1, comma 2, tutti i lavoratori impiegati dalla impresa appaltatrice, compreso il datore di lavoro ove impiegato nelle medesime attività, o i lavoratori autonomi, devono essere puntualmente e dettagliatamente informati dal datore di lavoro committente sulle caratteristiche dei luoghi in cui sono chiamati ad operare, su tutti i rischi esistenti negli ambienti, ivi compresi quelli derivanti dai precedenti utilizzi degli ambienti di lavoro, e sulle misure di prevenzione e emergenza adottate in relazione alla propria attività. [...]”*
2. *“Il datore di lavoro committente individua un proprio rappresentante, [...]”*
3. *“Durante tutte le fasi delle lavorazioni in ambienti sospetti di inquinamento o confinati deve essere adottata ed efficacemente attuata una procedura di lavoro specificamente diretta a eliminare o, ove impossibile, ridurre al minimo i rischi propri delle attività in ambienti confinati, comprensiva della eventuale fase di soccorso e di coordinamento con il SSN e VVF. [...]”*
4. *“Il mancato rispetto delle previsioni di cui al presente regolamento determina il venir meno della qualificazione necessaria per operare, direttamente o indirettamente, nel settore degli ambienti sospetti di inquinamento o confinati”*.

L'articolo 4 del DPR 177/11 contiene la clausola di invarianza finanziaria. Questa sottolinea come dall'applicazione del DPR *“non derivano nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica”*.

## Allegato 2 – Allegato IV, punto 3 del D. Lgs. 81/08

Di seguito si riporta l'allegato IV – punto 3 del D. Lgs. 81/08

- 3.1. *“Le tubazioni, le canalizzazioni e i recipienti, quali vasche, serbatoi e simili, in cui debbano entrare lavoratori per operazioni di controllo, riparazione, manutenzione o per altri motivi dipendenti dall'esercizio dell'impianto o dell'apparecchio, devono essere provvisti di aperture di accesso aventi dimensioni tali da poter consentire l'agevole recupero di un lavoratore privo di sensi”*.
- 3.2. Per quanto riguarda l'entrata:
  - 3.2.1. *“Prima di disporre l'entrata di lavoratori nei luoghi di cui al punto precedente, chi sovrintende ai lavori deve assicurarsi che nell'interno non esistano gas o vapori nocivi o una*

*temperatura dannosa e deve, qualora vi sia pericolo, disporre efficienti lavaggi, ventilazione o altre misure idonee.*

- 3.2.2. *Colui che sovrintende deve, inoltre, provvedere a far chiudere e bloccare le valvole e gli altri dispositivi dei condotti in comunicazione col recipiente, e a fare intercettare i tratti di tubazione mediante flange cieche o con altri mezzi equivalenti ed a far applicare, sui dispositivi di chiusura o di isolamento, un avviso con l'indicazione del divieto di manovrarli.*
- 3.2.3. *I lavoratori che prestano la loro opera all'interno dei luoghi predetti devono essere assistiti da altro lavoratore, situato all'esterno presso l'apertura di accesso.*
- 3.2.4. *Quando la presenza di gas o vapori nocivi non possa escludersi in modo assoluto o quando l'accesso al fondo dei luoghi predetti è disagiata, i lavoratori che vi entrano devono essere muniti di cintura di sicurezza con corda di adeguata lunghezza e, se necessario, di apparecchi idonei a consentire la normale respirazione.*
- 3.3. *Qualora nei luoghi di cui al punto 3.1 non possa escludersi la presenza anche di gas, vapori o polveri infiammabili od esplosivi, oltre alle misure indicate nell'articolo precedente, si devono adottare cautele atte ad evitare il pericolo di incendio o di esplosione, quali la esclusione di fiamme libere, di corpi incandescenti, di attrezzi di materiale ferroso e di calzature con chiodi. Qualora sia necessario l'impiego di lampade, queste devono essere di sicurezza".*
- 3.4. Per quanto riguardano gli impianti:
  - 3.4.1. *"Le vasche, i serbatoi ed i recipienti aperti con i bordi a livello o ad altezza inferiore a cm 90 dal pavimento o dalla piattaforma di lavoro devono, qualunque sia il liquido o le materie contenute, essere difese, su tutti i lati mediante parapetto di altezza non minore di cm 90, a parete piena o con almeno due correnti. Il parapetto non è richiesto quando sui bordi delle vasche sia applicata una difesa fino a cm 90 dal pavimento.*
  - 3.4.2. *Quando per esigenze della lavorazione o per condizioni di impianto non sia possibile applicare il parapetto di cui al punto 3.4.1, le aperture superiori dei recipienti devono essere provviste di solide coperture o di altre difese atte ad evitare il pericolo di caduta dei lavoratori entro di essi.*
  - 3.4.3. *Per le canalizzazioni nell'interno degli stabilimenti e dei cantieri e per quelle esterne limitatamente ai tratti che servono da piazzali di lavoro non adibiti ad operazioni di carico e scarico, la difesa di cui al punto 3.4.1 deve avere altezza non minore di un metro.*
  - 3.4.4. *Quanto previsto ai punti 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3 non si applica quando le vasche, le canalizzazioni, i serbatoi ed i recipienti, hanno una profondità non superiore a metri uno e non contengono liquidi o materie dannose e sempre che siano adottate altre cautele.*
- 3.5. *Nei serbatoi, tini, vasche e simili che abbiano una profondità di oltre 2 metri e che non siano provvisti di aperture di accesso al fondo, qualora non sia possibile predisporre la scala fissa per*

*l'accesso al fondo dei suddetti recipienti devono essere usate scale trasportabili, purché provviste di ganci di trattenuta".*

3.6. Per quanto riguardano le tubazioni:

3.6.1. *"Le tubazioni e le canalizzazioni e le relative apparecchiature accessorie ed ausiliarie devono essere costruite e collocate in modo che:*

3.6.1.1. *in caso di perdite di liquidi o fughe di gas, o di rotture di elementi dell'impianto, non ne derivi danno ai lavoratori;*

3.6.1.2. *in caso di necessità sia attuabile il massimo e più rapido svuotamento delle loro parti.*

3.6.2. *Quando esistono più tubazioni o canalizzazioni contenenti liquidi o gas nocivi o pericolosi di diversa natura, esse e le relative apparecchiature devono essere contrassegnate, anche ad opportuni intervalli se si tratta di reti estese, con distinta colorazione, il cui significato deve essere reso noto ai lavoratori mediante tabella esplicativa.*

3.7. *Le tubazioni e le canalizzazioni chiuse, quando costituiscono una rete estesa o comprendono ramificazioni secondarie, devono essere provviste di dispositivi, quali valvole, rubinetti, saracinesche e paratoie, atti ad effettuare l'isolamento di determinati tratti in caso di necessità.*

3.8. *I serbatoi tipo silos per materie capaci di sviluppare gas o vapori, esplosivi o nocivi, devono, per garantire la sicurezza dei lavoratori, essere provvisti di appropriati dispositivi o impianti accessori, quali chiusure, impianti di ventilazione, valvole di esplosione".*

3.9. Per serbatoi e vasche contenenti liquidi o materie tossiche:

3.9.1. *"I serbatoi e le vasche contenenti liquidi o materie tossiche, corrosive o altrimenti pericolose, compresa l'acqua a temperatura ustionante, devono essere provvisti:*

3.9.1.1. *di chiusure che per i liquidi e materie tossiche devono essere a tenuta ermetica e per gli altri liquidi e materie dannose essere tali da impedire che i lavoratori possano venire a contatto con il contenuto;*

3.9.1.2. *di tubazioni di scarico di troppo pieno per impedire il rigurgito o traboccamento.*

3.9.2. *Qualora per esigenze tecniche le disposizioni di cui al punto 3.9.1.1 non siano attuabili, devono adottarsi altre idonee misure di sicurezza.*

3.10. *I recipienti adibiti al trasporto dei liquidi o materie infiammabili, corrosive, tossiche o comunque dannose devono essere provvisti:*

3.10.1. *di idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del contenuto;*

3.10.2. *di accessori o dispositivi atti a rendere sicure ed agevoli le operazioni di riempimento e svuotamento;*

3.10.3. *di accessori di presa, quali maniglie, anelli, impugnature, atti a rendere sicuro ed agevole il loro impiego, in relazione al loro uso particolare;*

3.10.4. *di involucro protettivo adeguato alla natura del contenuto*”.

3.11. Stoccaggio dei recipienti:

3.11.1. *“I recipienti di cui al punto 3.10, compresi quelli vuoti già usati, devono essere conservati in posti appositi e separati, con l’indicazione di pieno o vuoto se queste condizioni non sono evidenti.*

3.11.2. *Quelli vuoti, non destinati ad essere reimpiegati per le stesse materie già contenute, devono, subito dopo l’uso, essere resi innocui mediante appropriati lavaggi a fondo, oppure distrutti adottando le necessarie cautele.*

3.11.3. *In ogni caso è vietato usare recipienti che abbiano già contenuto liquidi infiammabili o suscettibili di produrre gas o vapori infiammabili, o materie corrosive o tossiche, per usi diversi da quelli originari, senza che si sia provveduto ad una preventiva completa bonifica del loro interno, con la eliminazione di ogni traccia del primitivo contenuto o dei suoi residui o prodotti secondari di trasformazione”.*

## Allegato 3 – DUVRI

L’esempio di documento riportato di seguito fa riferimento alla bonifica di un digestore situato nell’impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bassano del Grappa.

### Capitolo 1 – Soggetti coinvolti nella sicurezza

#### **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Decreto Lgs. 09 aprile 2008, n.81 e successivi aggiornamenti Circolare del Ministero dell’Ambiente del 03/09/98, n. UL/98/16364;

D.P.R. 14 settembre 2011, n. 177, inerente il "Regolamento per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti”, entrato in vigore del provvedimento: 23/11/2011.

#### **DEFINIZIONI**

Spazi confinati : Si definiscono “spazi confinati” tutti quei luoghi, ad esempio fogne, scavi, cisterne, serbatoi, tombini, reattori, caldaie, vasche, depositi di combustibili, condutture, intercapedini di tetti e soffitti, canali di scolo, in cui vi è un pericolo derivante dalla potenziale presenza di gas o vapori tossici, infiammabili o esplosivi oppure dove la presenza di gas inerti (es. Azoto) può determinare una diminuzione della percentuale di ossigeno nell’aria con pericolo di asfissia (concentrazione di Ossigeno inferiore al 17 %) . Sono assimilabili agli “spazi confinati” tutti quei luoghi in cui vi sono condizioni dannose alla salute

delle persone come ad esempio celle frigorifere oppure in prossimità di macchinari posizionati in luoghi chiusi che diffondono calore per irraggiamento.

**AZIENDA COMMITTENTE:**

**RESPONSABILE PER LA SICUREZZA:**

**Sede della riunione di coordinamento per gli interventi di prevenzione e protezione:**

**AZIENDA INCARICATA DEL SERVIZIO:**

**PERSONALE ORARI DI LAVORO:** dalle 8:00 alle 12:00 e dalle 13:00 alle 17:00

**PREPOSTO E MAESTRANZE IMPIEGATE**

Preposto:

Lavoratori:

**ATTESTATI e IDONEITA':** Attestati utilizzo DPI III categoria e spazi confinati, idoneità alla mansione allegati.

## *Capitolo 2 – Descrizione degli impianti*

Impianto oggetto della lavorazione:

Descrizione e ubicazione:

- stradario
- ortofoto
- edifici e accessi
- individuazione dei digestori

Premessa per l'ingresso di imprese all'impianto – Regolamento (l'esempio specifico è riportato nell'Allegato 4 - Regolamento aziendale di accesso al polo rifiuti di Bassano del Grappa)

## *Capitolo 3 – Descrizione dettagliata dei lavori da eseguire sui digestori*

La presente procedura, atta a prevenire cause di incidenti e/o infortuni derivanti dall'accesso imprudente a spazi o luoghi confinati, viene realizzata per la bonifica di un digestore da svuotare situato nell'impianto di Etra Spa in Quartiere Prè a Bassano del Grappa (Vicenza).

Le operazioni vengono suddivise in due macro-fasi distinte a cura:

a) della Committenza per la chiusura e la riapertura del processo di digestione anaerobica.

In questa fase è compresa la posa di evaporatore criogenico e installazione dell'impianto al digestore (a cura dell'impresa sub-appaltatrice dell'impresa affidataria) e insufflaggio di Azoto Liquido all'interno del digestore (a cura della committenza).

Le fasi ulteriori sono:

- i) isolamento totale del digestore da tutti gli impianti collegati con il complesso
- ii) inertizzazione del digestore con azoto fornito dall'impresa affidataria del servizio fino alla percentuale di  $\text{CH}_4$  inferiore al 5% e il valore del livello di esplosività Lel inferiore al 8%
- iii) lieve rivestimento laterale del digestore per installazione ponteggio mobile
- iv) consegna dell'impianto alla impresa affidataria del servizio
- v) inertizzazione dell'atmosfera interna durante il carico per annullare la percentuale di ossigeno e carico del materiale.

b) dell'Impresa affidataria del servizio per lo svuotamento del digestore.

Le fasi sono le seguenti:

- i) isolamento dell'area di lavoro a terra con transenne mobili e nastro rosso e bianco
- ii) posizionamento della cartellonistica di sicurezza, rappresentata da un cartello unico posizionato all'ingresso dell'area di lavoro e ben visibile in cui sono riportati obblighi e divieti nello specifico: DPI "scarpe antinfortunistiche, caschetto, guanti, occhiali protettivi, tuta ad alta visibilità", divieti "divieto di fumare o usare fiamme libere, divieto uso cellulare, divieto di accesso a personale non autorizzato"
- iii) posizionamento dei presidi di cantiere
- iv) installazione ponteggio mobile (a cura di impresa subappaltatrice)
- v) predisposizioni attrezzature e impianti a terra e in quota di cantiere
- vi) apertura passo d'uomo superiore e inferiore con attrezzi antideflagrazione
- vii) rilevazione atmosfera interna con rilevatori 4X che rilevano la presenza di " $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , % COMB LEL"
- viii) creazione foro di ventilazione
- ix) ingresso dei mezzi all'interno del digestore per la movimentazione del materiale con aspirazione dal basso utilizzando l'escavatore a risucchio. Le operazioni devono essere eseguite mantenendo la ventilazione interna e garantendo l'accessibilità, la sicurezza e la salute del personale operante all'interno del digestore per smuovere il materiale.

Durante le operazioni che prevedono il permanere all'interno del digestore di uno o più operatori, dovrà essere sempre presente e disponibile, nei pressi del punto di introduzione al digestore stesso, un operatore quale guardia esterna.

Durante le operazioni di svuotamento del digestore è necessario provvedere alla captazione ed al successivo trattamento del flusso d'aria emesso dall'escavatore a risucchio. Il sistema di trattamento dell'aria deve essere sempre attivo durante il periodo di funzionamento dell'escavatore a risucchio.

#### *Capitolo 4 – Valutazione dei rischi*

La valutazione dei rischi è finalizzata all'individuazione e all'attuazione di misure di protezione e prevenzione da adottare per la salvaguardia della salute e della sicurezza dei lavoratori. Pertanto tale processo è legato sia al tipo di fase lavorativa in cantiere sia a situazioni determinate da sistemi quali ambiente di lavoro, strutture ed impianti utilizzati, materiali e prodotti coinvolti nei processi.

La valutazione dei rischi si articola nelle seguenti operazioni:

- individuare le lavorazioni/attività;
- individuazione dei lavoratori esposti al rischio;
- evidenziare gli aspetti significativi del contesto ambientale;
- identificare i fattori di rischio;
- individuare e mettere in atto le misure di prevenzione e protezione;
- organizzare le azioni di coordinamento;
- stimare il rischio.

La stima del rischio, pertanto, è determinata tenendo in considerazione della gravità del danno, della probabilità che tale danno si verifichi. Il fattore  $K_i$  (informazione, formazione e addestramento) è decisivo al fine di ridurre il grado di rischio:

*Equazione 2 - Formula per il calcolo del rischio*

$$R = \frac{P * D}{K_i}$$

I valori che il fattore  $K_i$  può assumere sono i seguenti:

Tabella 10 - Valori di  $K_i$

<b><math>K_i = 1</math></b>	Procedura di informazione, formazione e addestramento attivata e rispettata la periodicità di aggiornamento
<b><math>K_i = 0,9</math></b>	Procedura di informazione, formazione e addestramento attivata ma carente il programma di aggiornamento periodico
<b><math>K_i = 0,7</math></b>	Livello informativo, formativo ed addestramento appena sufficienti. Da rivedere i livelli formativi ed attivare la procedure di aggiornamento
<b><math>K_i = 0,5</math></b>	Il livello informativo, formativo e di addestramento non è sufficiente. Intervenire con un programma formativo ed attivare l'aggiornamento periodico.

Nelle tabelle sottostanti sono riportati i criteri di valutazione utilizzati:

Tabella 11 - Valori di probabilità

<b>Valore di probabilità (P)</b>	<b>Definizione</b>	<b>Interpretazione della definizione</b>
1	Improbabile	Il suo verificarsi richiederebbe la concomitanza di più eventi poco probabili. Non si sono mai verificati fatti analoghi. Il suo verificarsi susciterebbe incredulità.
2	Poco probabile	Il suo verificarsi richiederebbe circostanze non comuni e di poca probabilità. Si sono verificati pochi fatti analoghi. Il suo verificarsi susciterebbe modesta sorpresa.
3	Probabile	Si sono verificati altri fatti analoghi. Il suo verificarsi susciterebbe modesta sorpresa.
4	Molto probabile	Si sono verificati altri fatti analoghi. Il suo verificarsi è praticamente dato per scontato.

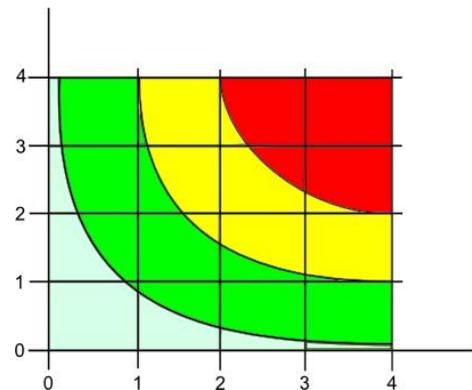
Tabella 12 - Valori di magnitudo

Valore di danno (D)	Definizione	Interpretazione della definizione
1	Lieve (L)	Danno lieve
2	Medio (M)	Incidente che non provoca ferite e/o malattie Le ferite/malattie sono di modesta entità (abrasioni, piccoli tagli)
3	Grave (G)	Le ferite/malattie sono gravi (fratture, amputazioni, debilitazioni gravi, ipoacusie)
4	Molto grave (MG)	Incidente/malattia mortale e multiplo.

La valutazione dell'entità del rischio viene ricavata dalla combinazione dei due precedenti fattori e mediante l'utilizzo della seguente matrice di valutazione, ottenuta a partire dalle curve iso-rischio.

P					
4	4	8	12	16	
3	3	6	9	12	
2	2	4	6	8	
1	1	2	3	4	
	L	M	G	MG	D

Figura 50 - Matrice del rischio



Molto basso	Basso	Medio	Alto
-------------	-------	-------	------

In funzione dell'entità del rischio, valutato mediante l'utilizzo della matrice, e dei singoli valori della probabilità e della magnitudo (necessari per la corretta individuazione delle misure di prevenzione e protezione, come indicato nella figura seguente), ciascuna impresa deve individuare adeguate misure preventive e protettive atte a ridurre i rischi connessi alle proprie lavorazioni in cantiere.

Ciascuna azione intrapresa deve tenere conto dei seguenti tre aspetti:

1. studio del cantiere di lavoro (requisiti degli ambienti di lavoro, vie di accesso, sicurezza delle attrezzature, microclima, illuminazione, rumore, agenti fisici e nocivi)
2. identificazione della attività eseguite in cantiere (per valutare i rischi derivanti dalle singole fasi)

3. conoscenza delle modalità di esecuzione del lavoro (in modo da controllare il rispetto delle procedure e se queste comportano altri rischi, compresi quelli determinati da interferenze tra le lavorazioni)

Le azioni individuate devono essere confrontate con criteri stabiliti al fine di garantire la sicurezza e la salute in base a:

- norme legali Nazionali ed Internazionali
- norme di buona tecnica.

I principi gerarchici della prevenzione dei rischi sono i seguenti:

- ridurre i rischi alla fonte
- sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non è pericoloso o lo è meno
- applicare provvedimenti collettivi di protezione piuttosto che individuali
- adeguarsi al progresso tecnico ed ai cambiamenti nel campo dell'informazione
- garantire un miglioramento del livello di protezione

Viene compilata una tabella contenente i rischi potenzialmente **previsti** nelle aree di lavoro per l'azienda incaricata del servizio.

Rischio	Valutazione del rischio	Misure di cautela da adottare
---------	-------------------------	-------------------------------

Viene compilata una tabella contenente i rischi potenzialmente **introdotti** nelle aree di lavoro per l'azienda incaricata del servizio.

Rischio	Valutazione del rischio	Misure di cautela da adottare
---------	-------------------------	-------------------------------

## Capitolo 5 – Dispositivi di prevenzione e protezione dei rischi

### Dispositivi di segnalazione area di lavoro a terra

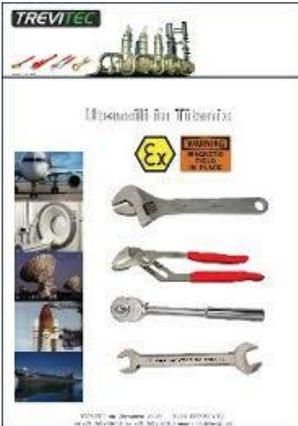
Tabella 13 - Dispositivi di segnalazione area di lavoro a terra

Dispositivo	Icona
Coni segnalatori	
Transenne o new jersey	

### Dispositivi per lavoro interno ai digestori

Tabella 14 – Dispositivi per lavoro interno ai digestori

Dispositivo	Icona	Controllo
Ricetrasmittente Atex II 3 G o equivalente sistema auricolare ricetrasmittente ATEX		Controllare che il numero disponibile sia adeguato: uno per ogni operatore sia all'interno della cisterna che all'esterno.
Rivelatore quadrivalente Multigas MSA Altair 4 o equivalente LeL – CO - H <sub>2</sub> S - O <sub>2</sub>		Controllare che il numero disponibile sia adeguato: uno per ogni operatore sia all'interno della cisterna che all'esterno.
Aspiratore anti-deflagrante ad aspirazione d'aria, con naspo RAMFAN ATEX		Controllare che i tubi non presentino rotture/screpolature

Lampada Atex		Controllare il funzionamento
Escavatore a risucchio		Durante le operazioni che prevedono il permanere all'interno del digestore di uno o più operatori, sarà sempre in funzione prima dell'ingresso degli operatori e dopo la loro uscita l'escavatore a risucchio
Attrezzi anti-deflagrazione		Controllare l'integrità degli attrezzi

### Dispositivi di protezione individuale in dotazione alla squadra - DPI

Tabella 15 - Dispositivi di protezione individuale

Dispositivo		Dispositivo	
Tuta TYVEK		Respiratore non automatico con sorgente di aria dall'esterno	

Guanti nitrilici (guanti chimici)		Guanti di protezione contro i rischi meccanici	
Casco		Rivelatore quadrivalente Multigas MSA Altair 4 o equivalente LeL – CO - H <sub>2</sub> S - O <sub>2</sub>	
Stivali in gomma alti con suola carro armato nera, con lamina e puntale in acciaio EN 345 S5		Dispositivi di protezione individuale anti-caduta o recupero: imbracature di sicurezza EN 361 / EN 358 a 2 punti di ancoraggio con attacco dorsale e sternale	

### Dispositivi di recupero ed emergenza o cavalletta

Tabella 16 - Dispositivi di recupero

Dispositivo	Icona	Controllo
Tripode		Controllare l'ancoraggio dei connettori.

Dispositivo di recupero		Controllare il funzionamento dell'organo
Cavalletta		Controllare sempre tutti i motori e meccanismi manuali di recupero e mantenere le barriere perimetrali. Il preposto deve essere sempre vincolato e dotato degli stessi DPI degli operatori all'interno del digestore
Cesta		Da tenere in quota per il recupero dell'infortunato per tutta la durata dei lavori

### Rischio Black Out

È necessario prevedere la presenza di un generatore autonomo in cantiere, da utilizzare in caso di black out o corto circuito del quadro elettrico. Il personale in cantiere, all'inizio di ogni turno di lavoro, deve verificare il funzionamento del generatore autonomo in dotazione al fine di constatarne l'efficienza e il buono stato per l'eventuale utilizzo.

## Capitolo 6 – Gestione delle emergenze

### Addetti alle emergenze

- Addetto al Primo Soccorso (APS)

Tabella 17 - Addetto al Primo Soccorso

Il lavoratore prescelto, addetto o preposto, non può rifiutare la designazione se non per giustificato motivo, come previsto dal D.Lgs 81/2008. In conseguenza è inviato, a cura e spesa dell'impresa esecutrice, frequentare uno specifico corso di formazione.

L'Addetto al Primo Soccorso deve accertare preventivamente, ad inizio cantiere, che la cassetta di medicazione a disposizione sia provvista dell'occorrente e che il contenuto sia non scaduto.

L'APS deve svolgere il compito di intervenire prontamente in maniera qualificata al verificarsi di un infortunio o di un malore ad un lavoratore.

Qualora si verifichi un'emergenza, avviserà immediatamente con telefono il Servizio Sanitario di emergenza al seguente numero: 118



- Addetto alla Prevenzione Incendi (API)

Tabella 18 - Addetto alla Prevenzione Incendi

È obbligo del datore di lavoro fornire ai lavoratori una adeguata informazione e formazione sui principi di base della prevenzione incendi e sulle azioni da attuare in presenza di un incendio.

L'informazione deve essere basata sulla valutazione dei rischi, essere fornita al lavoratore all'atto dell'assunzione ed essere aggiornata nel caso si verifichi un mutamento della situazione del luogo di lavoro che comporti una variazione della valutazione stessa.

Il lavoratore specificamente incaricato, per iscritto, della prevenzione incendi, lotta antincendio o gestione dell'emergenza, deve ricevere una formazione mirata. Per questo cantiere, l'API deve aver frequentato almeno un corso di tipo "A"; è responsabile della gestione dei mezzi antincendio in dotazione.

Qualora si verifichi un'emergenza, avviserà immediatamente con telefono i Vigili del Fuoco al seguente numero: 115



## **Piano di emergenza**

Il preposto deve sempre essere presente in cantiere per la gestione dell'emergenza

Per quanto riguarda l'organizzazione di primo soccorso, l'azienda incaricata del servizio deve controllare:

- la lista aggiornata degli operatori di pronto soccorso (APS)
- la lista aggiornata dei kit di primo soccorso e/o del materiale sanitario disponibile in cantiere.

## **Istruzioni per gli infortuni di minore entità**

Solo per interventi di lievissima entità l'APS può agire autonomamente senza richiedere l'intervento del 118. In questo caso deve seguire scrupolosamente quanto appreso nel corso di formazione, utilizzando con diligenza i presidi presenti nel pacchetto di medicazione. Gli addetti all'emergenza utilizzeranno gli strumenti di primo soccorso disponibili in cantiere in caso di incidenti lievi (graffi, sbucciature ecc). Questo tipo di assistenza deve essere annotata in un manuale di registrazione apposito.

## **Istruzioni in caso di infortuni di grave entità**

- contattare immediatamente i servizi di emergenza esterni
- se necessario, portare l'infortunato lontano da qualsiasi altra fonte di pericolo (elettricità, cadute, etc.)
- coprire l'infortunato, in modo da prevenirne il raffreddamento
- prima di prendere qualsiasi iniziativa, bisogna rendersi conto, nel modo più accurato possibile, delle lesioni riportate dall'infortunato
- agevolare l'arrivo di operatori esterni di primo soccorso posizionando personale all'ingresso, per un accesso più rapido (strade vuote, frecce per l'indicazione del percorso, etc.).

È opportuno che l'APS o un preposto segua l'ambulanza con il mezzo dell'impresa esecutrice o il proprio, al fine di accompagnare l'infortunato all'ospedale dando così ulteriori indicazioni su quanto accaduto.

## **Comportamento da tenere in caso di infortunio**

In caso di infortunio, dopo l'assistenza, le cure, e l'eventuale ricovero ospedaliero, vi è l'obbligo per il preposto di denunciare l'accaduto all'INAIL, alle Autorità Competenti, e di segnalare l'evento al coordinatore per la sicurezza che provvederà alla stesura della relazione sull'accaduto.

### **Emergenza incendi e esplosioni**

Gli operatori di primo soccorso devono adeguatamente essere formati dal proprio datore di lavoro come meglio specificato nella prima riunione di coordinamento tenuta dal CSE, prima dell'inizio di ogni lavoro. Gli addetti alle emergenze devono aver partecipato a un corso per addetti all'emergenza incendio per rischio medio come richiesto dal D.M. 10/03/1998.

L'Azienda incaricata del servizio deve:

- provvedere a fornire l'equipaggiamento per lo spegnimento degli incendi (estintori) per le attività di cantiere e devono prevedere a un certo numero di estintori fissi e mobili. L'ubicazione e il numero di estintori fissi deve essere riportato nel POS
- accertarsi che il proprio personale acquisisca familiarità con questo equipaggiamento, con l'allarme antincendio e le procedure di evacuazione. Gli addetti all'emergenza devono essere appositamente formati su come comportarsi in caso di emergenza incendi.

In caso di incendi di lieve entità i componenti della Squadra di Emergenza sono incaricati di intervenire per spegnere il focolaio tramite gli estintori presenti in cantiere.

In caso di incendi più estesi il Coordinatore dell'Emergenza provvederà ad attivare la procedura di evacuazione tramite l'apposito segnalatore acustico e a contattare i Vigili del Fuoco.

### **Informazione e formazione**

Tutto il personale viene informato sui contenuti del presente documento al momento del suo primo giorno lavorativo presso il cantiere dal preposto dell'azienda incaricata del servizio.

### ***Capitolo 7 – Firme per accettazione***

La Azienda assegnataria del servizio dichiara:

- di aver preso visione ed effettuato un sopralluogo e partecipato alla riunione del \_\_\_\_\_ in merito alle aree oggetto dei lavori e di essere a conoscenza dei rischi specifici e delle relative limitazioni (precauzioni, divieti, prescrizioni ecc.)
- di conoscere le misure di emergenza adottate dal Rappresentante del Committente per la sicurezza \_\_\_\_\_ e di quelle da adottare in relazione alla propria attività; in caso di emergenza prendere contatto al numero telefonico 112. Sarà seguito il piano di emergenza del permesso di lavoro; di ogni incidente dovrà essere informato il Rappresentante della sicurezza per il Committente

- di aver ricevuto adeguate informazioni sulle misure di prevenzione e protezione adottate dal Rappresentante per la sicurezza e di impegnarsi a rispettare le informazioni relative alle norme generali di prevenzione infortuni ricevute
- di impegnarsi a transitare lungo i percorsi indicati e concordati per raggiungere la postazione di lavoro ed a non percorrere o visitare altri luoghi dell'azienda committente
- che provvederà a fornire ai propri lavoratori i necessari dispositivi di protezione individuale in relazione ai rischi di cui sopra
- di utilizzare, per eseguire i lavori, attrezzature che rispettano le norme di sicurezza;
- di essere a conoscenza dei pericoli derivanti dall'operare all'esterno delle aree oggetto dei lavori;
- di impegnarsi ad informare e formare i propri dipendenti dei rischi presenti sollevando l'azienda committente dagli obblighi previsti a riguardo;
- di osservare e far osservare al proprio personale, durante l'esecuzione dei lavori, la vigente normativa riguardante la sicurezza sul lavoro ed ogni altra misura che si rendesse necessaria;
- di fornire indicazioni sulla prevenzione da eventuali rischi posti in essere nei confronti di eventuali lavoratori esterni alla azienda stessa.
- in caso di infortunio sul lavoro, la azienda affidataria lo comunicherà tempestivamente al Rappresentante della sicurezza dell'azienda committente con il quale dovrà verbalizzare l'accaduto.

Con la presente sottoscrizione esso si intende letto, compreso ed accettato in ogni sua parte.

Luogo e data

Il Rappresentante del Committente per la Sicurezza

Il Datore di Lavoro della Azienda affidataria del Servizio

## Capitolo 8 – Allegati

### *Allegato a – Permesso di lavoro per gli spazi confinati*

*Tabella 19 - Permesso di lavoro per gli spazi confinati*

<b>1. Attività lavorativa</b>	
Ubicazione dell'intervento:	
Descrizione del lavoro da fare	
Permesso di lavoro n°	valido da (ora/data) a
Nomina del responsabile dei lavori	
Nomina del responsabile della sicurezza in fase di esecuzione	
Nomina degli addetti all'intervento	

<b>2. Pericoli potenziali e lavori pericolosi</b>		
	SI	NO
Lavoro eseguito da imprese terze		
Possibilità di carenza o arricchimento di ossigeno		
Atmosfera potenzialmente infiammabile o esplosiva		
Ingresso in spazi confinati		
By-pass/rimozione/alterazione dispositivi di sicurezza e attrezzature		
Lavori in quota / o a rischio caduta nel vuoto		
Introduzione di sorgenti di innesco ove non sono normalmente consentite (permessi a caldo)		
Guasti elettrici / riparazione su circuiti in tensione		
Esposizione a macchine mobili/rotanti		
Presenza di traffico (strade/ferrovie)		
Scavi a mano o mezzi a motore		
Uso di gru semoventi		
Modifiche, variazioni temporanee o permanenti di apparecchiature o processi		
Uso di adattatori		
Conversione di prodotto in recipienti fissi, mobili o portatili		
Isolamento o manipolazione di catalizzatori		
Intervento in aree/apparecchiature/linee con presenza di materie/condizioni pericolose		
Possibile esposizione a sostanze chimiche pericolose		
Lavori in fosse o condotti sotterranei		
Altro		
<b>3. Misure di sicurezza</b>		
	SI	NO
Svuotamento		
Aiutante per emergenze            Nominativo .....		
Rimozione materiali pericolosi		
Protezione da cadute		
Ventilazione aria fresca		
Depressurizzazione		
Addestramento imprese terze		
•   Analisi atmosfera		
Ossigeno		
Infiammabili		
Tossici		
Altri		
Isolamento fisico		
Eliminazione sorgenti di innesco		
Isolamento elettrico		
Manichette antincendio		
Blocchi e cartelli		
Lavaggio con acqua/solventi		
Area bagnata/scivolosa		
Flussaggio con vapore		

Area delimitata/segnalata		
Allarmi ottici/acustici		
Bonifica con gas inerte/aria		
Area libera da combustibili		
Segnaletica di pericolo		
Normalizzazione temperatura		
Estintori n°..... tipo....		
Altro		
<b>4. Dispositivi di protezione individuale</b>		
	SI	NO
Capo		
Volto		
Vista		
Udito		
Mani		
Piedi		
Corpo		
Respiro		
Altro		
<b>5. Elenco attrezzature messe a disposizione dal Committente</b>		
....		
<b>6. Eventuali servizi che sono stati isolati</b>		
....		
<b>7. Misure in caso di emergenza</b>		
<p>Prima dell'inizio dell'attività, il personale deve verificare il segnale telefonico sul luogo di intervento: nel caso in cui non vi sia il segnale, deve essere individuato il luogo più prossimo in cui c'è presenza di segnale sufficiente e provvedere alla presenza di ulteriore personale in supervisione.</p> <p>In caso di emergenza il personale deve mantenere la calma ed allertare il soccorso (VVF e pronto soccorso) chiamando il 115 ed il 118.</p> <p>Le informazioni da trasmettere sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• luogo</li> <li>• percorso</li> <li>• scenario</li> <li>• stato dell'infortunato</li> </ul> <p>In caso di malore dell'operatore all'interno dello spazio confinato, gli operatori in supervisione non devono mai accedere all'interno, ma procedere all'estrazione del collega utilizzando il dispositivo di recupero.</p> <p>Altro</p>		
<b>8. Autorizzazione al lavoro</b>		
<p><u>Responsabile Emissione</u></p> <p>Si certifica di aver consultato tutte le funzioni/ personale competente, discusso lo scopo del lavoro, ispezionato il lavoro preparatorio e l'area di lavoro coperta da questo permesso. Si certifica quindi che il lavoro, come descritto nella sezione 1, può essere svolto:</p>		



L'addetto alla sorveglianza e recupero dell'infortunato deve mantenersi in continuo collegamento tramite ricetrasmittente con gli operatori all'interno dello spazio confinato, dotati ciascuno dei DPI previsti e di rilevatore quadrivalente Multigas.

*Allegato c – Verifica giornaliera degli accessi in spazi confinati*

*Tabella 21 - Verifica giornaliera degli accessi in spazi confinati*

<b>Data:</b>	
<b>Descrizione attività:</b>	
Accessibilità allo spazio confinato da:	
Impedimento caduta nel vuoto garantita da:	
Ventilazione garantita da:	
Illuminazione garantita da:	
Modalità di comunicazione ed allarme garantita da:	
Modalità di comunicazione con organizzazione al soccorso e addetti garantita da:	
Dispositivi di protezione individuale	
Fattori microclimatici	
Orari di ingresso e uscita	
Addetto alla sorveglianza e recupero	
Nominativi lavoratori in cavità	

Firma del preposto (dopo l'accettazione della check list "Ingresso Spazi confinati")

*Tabella 22 - Check list ingresso negli spazi confinati*

<b>Check list "Ingresso Spazi confinati"</b>		
	SI	NO
È stato verificato se lo spazio confinato è stato isolato mediante cecatura ed effettuata la bonifica?		
Conoscete le sostanze che erano contenute nel recipiente, anche durante la bonifica?		
Sono presenti all'interno del recipiente le seguenti sostanze:		
H <sub>2</sub> S		
CO		
O <sub>2</sub>		
È stata effettuata la verifica stratigrafica dei depositi di materiali all'interno dello spazio confinato?		
È presente il rischio di annegamento all'interno del recipiente?		
Sono stati eseguiti i controlli dell'atmosfera all'interno del contenitore, dopo la bonifica?		
Lo spazio confinato è adeguatamente ventilato (aerazione meccanica – naturale)?		
Gli accessi e l'illuminazione sono adeguati?		
E' stata designata una persona responsabile che resti all'ingresso dello spazio confinato?		
Sono state approntate misure per la comunicazione interno-esterno, sono stati concordati segnali di emergenza e le frequenze di comunicazione?		

Sono state definite le procedure di emergenza e di evacuazione e queste sono state recepite da tutto il personale coinvolto nell'operazione di ingresso?		
I lavoratori che devono entrare e quelli che devono svolgere le attività di guardia esterna hanno ricevuto idonea formazione?		
I DPI richiesti dal PSC e POS sono stati tutti indossati?		
Conoscete le attrezzature per la protezione delle vie respiratorie che devono essere usate?		
Tutto l'equipaggiamento di protezione da utilizzare è in buone condizioni di funzionamento ed è stato ispezionato prima di entrare?		
I lavoratori che devono entrare hanno ricevuto formazione per l'utilizzo delle attrezzature per la protezione delle vie respiratorie che sono state prescritte?		
Avete verificato che i rilevatori di gas siano in buono stato e quindi efficienti?		
Conoscete la data in cui è stata effettuata l'ultima taratura dei vostri rilevatori?		
Con quale frequenza deve essere effettuato il controllo dei parametri ambientali?		
Gli spazi lavorativi sono sufficienti a garantire l'esecuzione del lavoro in sicurezza?		
Tutto il personale entrante nello spazio confinato è stato equipaggiato con imbracature di sicurezza e, dove possibile, con cavi di sicurezza?		
Avete verificato l'idoneità e lo stato delle attrezzature e utensili per le lavorazioni da svolgere?		
Se dovete effettuare lavori in quota a rischi caduta nel vuoto, conoscete le prescrizioni da osservare?		

NB: una sola domanda con esito negativo vieta l'accesso allo spazio confinato. È permesso accedere solo quando tutte le domande hanno esito positivo.

#### *Allegato d – Verifica giornaliera delle aree di lavoro*

*Tabella 23 - Verifica giornaliera delle aree di lavoro*

<b>Data:</b>	<b>Ora:</b>	<b>Impresa:</b>
<b>n°</b>	<b>Descrizione attività:</b>	
<b>Area produttiva:</b>		
<b>Impianto:</b>	<b>Apparecchiatura:</b>	
<b>Lavori di:</b>		
<b>Preposto esecutore:</b>	<b>ASPP:</b>	
<b>Osservazioni e verifiche effettuate (a cura del Capo Squadra):</b>		
Check list ('Verifica Giornaliera Aree di Lavoro')		
Note:		
Preposto esecutore dei lavori:		
ASPP:		
<b>Firma per verifica</b> (avvenuta compilazione e congruenza del modulo):		
<b>CSE</b> (nome e cognome)		
<b>Data e ora della verifica:</b>	Data:	Ora:

La check list deve essere compilata preliminarmente a qualunque attività e alla fine del turno da parte del preposto.

Tabella 24 - Check list verifica giornaliera delle aree di lavoro

<b>Check list "Verifica Giornaliera Aree di Lavoro"</b>		
	SI	NO
I luoghi di lavoro sono sottoposti a regolare pulizia, onde assicurare condizioni igieniche soddisfacenti?		
Il pavimento dei luoghi di passaggio è mantenuto pulito, in particolare da sostanze sdrucchiolevoli?		
Le attrezzature minute sono mantenute in idonei contenitori?		
Le manichette ed i cavi di alimentazione sono disposti ordinatamente?		
Sono presenti materiali infiammabili lungo le vie di esodo (corridoi, scale, disimpegni) o dove possano entrare in contatto con sorgenti di ignizione? (Verificare le vie principali di transito)		
Sono presenti accumuli di scarti di lavorazione o di rifiuti? (Gli accumuli di scarti di lavorazione o rifiuti devono essere costantemente rimossi ogni giorno)		
Le attrezzature antincendio fisse o mobili di impianto sono libere da ingombri e facilmente raggiungibili?		
Durante le ore di lavoro, nella vostra area di cantiere, almeno un percorso viene lasciato sempre privo di qualunque ostacolo per permettere l'eventuale allontanamento del personale in emergenza?		
Sono presenti nella vostra area di lavoro materiali derivanti da lavorazioni di altre Imprese appaltatrici?		
Sono stati segnalati agli assistenti della Committenza e al CSE per sollecitarne la loro rimozione?		
Le condizioni rilevate nell'area di lavoro sono congruenti con quanto previsto nel POS, nel PSC e alle descrizioni riportate nel PdL?		
Il PdL è firmato da tutte le funzioni previste per l'attività da eseguire?		
Nel caso di esposizione a sostanze tossiche o nocive durante il lavoro, conoscete le prescrizioni da osservare?		
Avete verificato l'idoneità e lo stato delle attrezzature e utensili per le lavorazioni da svolgere (check list gru, automezzi e attrezzature)?		
Conoscete le vostre procedure per eseguire le attività in oggetto (lavori in quota, scavi)?		
Conoscete le Istruzioni Operative/procedure Etra previste per eseguire le attività in oggetto?		
Sapete quali rischi specifici sono presenti nell'area di lavoro?		
Sapete come comportarvi in caso di emergenza generale?		
Conoscete la differenza tra emergenza generale e limitata?		
Avete verificato dove sono le vie di fuga più vicine e se sono libere?		
Avete individuato la posizione dei pulsanti d'emergenza e/o dei telefoni per le chiamate d'emergenza?		
Sapete come comportarvi in caso di infortunio in cantiere?		
Nell'area in cui vi accingete a lavorare, o nelle vicinanze, si stanno effettuando altri lavori che possono causare interferenze?		

## Allegato 4 - Regolamento aziendale di accesso al polo rifiuti di Bassano del Grappa

In relazione alle disposizioni previste dall'art. 26 del D.Lgs. n. 81/2008 comma 1, il quale prevede che il datore di lavoro committente fornisca ai lavoratori delle ditte esterne dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui sono destinati ad operare e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate, con il presente documento si rende noto al personale esterno che accede all'impianto quanto segue:

### **ACCETTAZIONE:**

1. All'arrivo in impianto fermarsi nell'apposita corsia di sosta (a sinistra) nell'area esterna al cancello principale lasciando libero il passaggio dell'altra corsia (a destra). Suonare il campanello o utilizzare il dispositivo di lettura della tessera magnetica (badge) e attendere l'apertura del cancello.
2. Prima di entrare e/o uscire dalla zona di accettazione, assicurarsi che le sbarre poste in ingresso pesa e in uscita siano completamente alzate, verificare che i rispettivi semafori disposti a lato delle stesse siano verdi.
3. Dirigersi verso il locale pesa. Presentarsi all'operatore addetto all'accettazione per lo svolgimento delle verifiche tecnico-amministrative. Rispettare le indicazioni dell'addetto alla pesa e attendere la sua autorizzazione prima di avviarsi alle zone di lavoro. È severamente vietato, una volta posizionati nella zona pesa, effettuare manovre di retromarcia al fine di prevenire il rischio di investimento del personale a terra o urto contro altri mezzi.
4. Eventuali operatori, o altre persone che accompagnano l'autista, dovranno restare sempre sul mezzo durante l'attività lavorativa, se non specificatamente autorizzati.
5. I lavoratori sono autorizzati ad accedere solo alle aree assegnate per lo svolgimento delle specifiche attività di competenza.

### **CIRCOLAZIONE CON AUTOMEZZI ALL'INTERNO DELL'IMPIANTO:**

1. Entrati nel perimetro interno del Polo Rifiuti, tutti gli automezzi devono rispettare i percorsi obbligati e la segnaletica stradale orizzontale e verticale definita per gestire i flussi di persone e di mezzi evitando incidenti col personale a terra o con altri mezzi.
2. Durante la guida dei mezzi è inoltre d'obbligo procedere con la massima prudenza.
3. La velocità massima consentita è "a passo d'uomo" (salvo diverse indicazioni riportate su cartelli localmente esposti).
4. È assolutamente vietato parcheggiare i mezzi in aree non idonee, rendendo difficoltosa la circolazione; od ostruire le uscite di sicurezza e gli accessi ai presidi antincendio ed antinfortunistici.

5. Tutte le fasi di manovra, ed in particolare la retromarcia, devono essere eseguite prestando massima attenzione all'eventuale presenza di mezzi o personale a terra che possa subire lesioni a seguito di contatti o urti accidentali ed avendo cura di non intralciare altri mezzi in manovra.
6. È assolutamente vietato il transito con mezzi in precario stato di manutenzione o che possano arrecare danni all'ambiente (es. carichi sporgenti, spandimento di liquidi o solidi, sostanze che causino reazioni chimiche pericolose, ecc.), lanciare o scaricare a terra dall'alto materiale vario.

#### **CIRCOLAZIONE A PIEDI ALL'INTERNO DELL'IMPIANTO:**

1. Occorre prestare la massima attenzione durante il transito a piedi nelle aree di competenza, per la possibile presenza di materiali o liquidi che potrebbero causare inciampi, scivolamenti e cadute, o presenza di altri mezzi in manovra.
2. Nel transito a piedi muoversi all'interno dei percorsi pedonali stabiliti e rispettare la segnaletica esistente.
3. Prestare attenzione nel percorrere scale e passerelle, tenendosi saldamente sul corrimano. È vietato sporgersi oltre i parapetti.
4. È vietato correre su scale e corridoi.
5. L'accesso ad alcune parti di impianto avviene attraverso scale metalliche del tipo "alla marinara": durante la salita/discesa si deve avere ambedue le mani libere per tenersi saldi, non si devono afferrare i montanti ma aggrapparsi alternativamente ai pioli e non si deve saltare a terra dalla scala.
7. Non accedere ad aree non di pertinenza, se non accompagnati/autorizzati dal referente.

#### **NORME COMPORTAMENTALI GENERICHE:**

1. È obbligatorio indossare indumenti ad alta visibilità e scarpe antinfortunistiche durante la circolazione all'interno dell'impianto.
2. Non fumare, consumare cibi o bevande all'interno delle zone di lavoro.
3. Non accendere fiamme libere, effettuare lavori che possano provocare scintille, senza la dovuta autorizzazione.
4. È vietato entrare, sia con automezzi che a piedi, all'interno dei vari reparti aziendali o in aree non di specifica competenza.
5. È vietato, al personale non addetto, avvicinarsi nel raggio d'azione delle macchine operatrici, avvicinarsi alle linee e ai macchinari in movimento, toccare i quadri elettrici o di comando dei macchinari.
6. È vietato usare macchine od attrezzature non di proprietà, rimuovere o danneggiare le attrezzature antincendio ed il materiale antinfortunistico.

7. È vietato prelevare acqua dagli idranti antincendio, usufruire di qualsiasi servizio (energia elettrica, telefono, acqua) senza previa autorizzazione del personale che gestisce l'impianto.
8. È vietato intrattenersi all'interno dell'area oltre il tempo strettamente necessario allo svolgimento dei compiti o delle operazioni per le quali si è ottenuto il permesso di accesso e di transito.
9. Il lavoratore è responsabile dei rischi propri dell'arte o mestiere che esso esercita, nonché della propria e altrui sicurezza relativa all'impiego di idonei mezzi di lavoro e all'appropriato uso dei mezzi di protezione personale.
10. Il lavoratore è obbligato ad indossare i particolari indumenti o mezzi protettivi in relazione alla natura delle operazioni da svolgere (occhiali, maschere respiratorie, guanti, scarpe di sicurezza) con riferimento a quanto stabilito dal D.Lgs n. 81/2008 e successive modifiche.
11. Rispettare la segnaletica e la cartellonistica presente, ivi compresa quella di sicurezza relativa all'ubicazione di presidi antincendio, alle vie d'esodo e al punto di raccolta in caso di emergenza.
12. Gli impianti nei quali accedete possono presentare rischi specifici (quali ad esempio rischio biologico, esplosione, etc), prevedere precise procedure o avere dei locali in cui è necessario essere adeguatamente formati prima di accedere; è pertanto necessario attenersi scrupolosamente a quanto indicato nel presente regolamento e alle disposizioni degli operatori di ETRA Spa.
13. In circoscritte zone dell'impianto vi è rischio di esplosione (contrassegnate dal simbolo EX – triangolo di pericolo giallo con la scritta EX in nero); in dette zone è assolutamente vietato il transito senza permesso scritto da parte del responsabile dell'impianto.

#### **NORME SPECIFICHE PER I TRASPORTATORI DI RIFIUTI:**

##### **Centro Intercomunale di Selezione e Pretrattamento (CISP)**

1. Una volta entrato in impianto, l'autista deve obbligatoriamente presentarsi all'operatore addetto alla pesa per lo svolgimento delle verifiche tecnico-amministrative. Rispettare le indicazioni dell'addetto e attendere la sua autorizzazione prima di avviarsi alle zone di carico o scarico di rifiuti e/o materiali.
2. Rispettare i percorsi obbligati indicati nelle planimetrie allegate e la segnaletica stradale orizzontale e verticale.
3. Orari di accesso al CISP:
  - Per operazioni di carico: lunedì – venerdì: I turno dalle ore 7:00 alle 11:00 - II turno dalle ore 13:00 alle 14:00
  - Per operazioni di scarico: lunedì – venerdì: dalle ore 7:00 alle 11:30.
4. Fermarsi sul piazzale antistante il punto di accesso all'area CISP prima di procedere verso le aree di carico/scarico. Farsi riconoscere e fornire le informazioni sulle caratteristiche del rifiuto da caricare o da conferire al CISP. Attendere il segnale di via libera dall'addetto di ETRA SpA.

5. Prima di procedere alle operazioni di carico e/o scarico dei rifiuti/materiali, occorre avvisare sempre il personale che gestisce l'area per avere istruzioni in merito ai materiali da caricare o scaricare o al luogo di scarico all'interno dell'impianto.
6. Non sostare né transitare nella zona di lavoro delle pale meccaniche o di altre macchine che movimentano i rifiuti e non interferire con altre operazioni di carico/scarico;
7. È assolutamente vietato salire sui rifiuti caricati nei cassoni o accumulati a terra;
8. È vietato fare la cernita o prelevare qualsiasi cosa considerata rifiuto o materiale di recupero, presente nell'area di proprietà ETRA, anche se tale rifiuto è conferito dalla persona autorizzata allo scarico;
9. Durante la manovra di uscita, fermarsi alla linea di STOP in prossimità del semaforo e del punto "checkpoint informazioni").
10. Prima di uscire presentarsi all'addetto del locale pesa per concludere le operazioni tecnico-amministrative.

### **Impianto di Digestione Anaerobica**

1. Una volta entrato in impianto, l'autista deve obbligatoriamente presentarsi all'operatore addetto alla pesa per lo svolgimento delle verifiche tecnico-amministrative. Rispettare le indicazioni dell'addetto e attendere la sua autorizzazione prima di avviarsi alle zone di carico o scarico di rifiuti e/o materiali.
2. Rispettare i percorsi obbligati indicati nelle planimetrie allegate e la segnaletica stradale orizzontale e verticale.
3. Orari di accesso all'impianto:
  - Operazioni di scarico: lunedì – venerdì: ORE 7:00 – 15:00. Sabato: ORE 7:00 – 12:00.
  - Operazioni di carico: gli orari di accesso verranno concordati di volta in volta durante l'orario di presenza del personale dell'impianto.
4. Posizionare il mezzo in retromarcia davanti al portone individuato per lo scarico e con semaforo verde. Le norme di sicurezza destinata a tutti gli operatori che svolgono attività di scarico rifiuti (secco e umido) a bordo fossa sono dettagliate nella Istruzione Operativa di Sicurezza 305.30; è fatto obbligo a tutti gli operatori di prenderne visione e di rispettare quanto disposto dalla suddetta istruzione.
5. Si deve cercare di ridurre il più possibile la sosta dei mezzi carichi di rifiuti potenzialmente odorigeni all'interno delle aree del Polo Rifiuti: tutte le operazioni di carico / scarico devono essere eseguite, nel rispetto delle condizioni di sicurezza, nel minor tempo possibile, così da ridurre i tempi di apertura dei portoni delle zone in depressione.
6. Allontanarsi dalla zona di scarico e raggiungere l'uscita attraverso i percorsi obbligati ed il corretto senso di marcia.
7. Prima di uscire presentarsi all'addetto del locale pesa per concludere le operazioni tecnico-amministrative.

**NORME COMPORTAMENTALI IN CASO DI EMERGENZA:**

1. In caso segnalazioni di emergenza o per qualsiasi situazione di sospetto pericolo, non effettuare manovre/azioni di propria iniziativa ma sospendere immediatamente il lavoro, spegnere eventualmente il motore del proprio automezzo, ed avvertire il personale ETRA S.p.A. che gestisce gli impianti. In caso di allarme portarsi subito al punto di raccolta (vedi planimetria) rimanendo a disposizione ed attenendosi alle indicazioni del coordinatore delle emergenze.
2. Attenersi in ogni caso alle istruzioni impartite dal personale di ETRA S.p.A.

**NORME GENERALI PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE:**

1. È assolutamente vietata la sosta dei mezzi con il motore acceso.
2. Eventuali rifiuti prodotti durante le attività lavorative devono essere regolarmente asportati al termine del lavoro e/o depositati negli appositi contenitori presenti nel sito, previa autorizzazione di ETRA SpA.
3. È fatto assoluto divieto di versare nei pozzetti di raccolta delle acque qualunque tipo di liquido e/o altro prodotto o sostanza.
4. Eventuali perdite di liquidi inquinanti (oli, solventi, carburanti, ecc..) devono essere prontamente contenuti ed assorbiti per evitarne lo sversamento in fognatura. In questi casi è obbligatorio avvertire immediatamente il personale di ETRA SpA.

Il presente documento è archiviato in originale presso l'Unità Organizzativa "Sistema di Gestione Integrato" ed è scaricabile dal sito di ETRA SpA.

LA DITTA/AZIENDA \_\_\_\_\_ SI IMPEGNA A TRASMETTERE LE INFORMAZIONI CONTENUTE NEL PRESENTE REGOLAMENTO A TUTTI I LAVORATORI CHE ACCEDONO ALLE AREE DI COMPETENZA DI ETRA S.P.A.

A TALE SCOPO IL SOTTOSCRITTO DATORE DI LAVORO DICHIARA:

- CHE IL PROPRIO PERSONALE È STATO INFORMATO IN MERITO AI RISCHI SPECIFICI ESISTENTI NELL'AMBIENTE IN CUI SI È DESTINATI AD OPERARE E SULLE MISURE DI PREVENZIONE ED EMERGENZA ADOTTATE DA ETRA S.P.A. IN RELAZIONE ALLA PROPRIA ATTIVITA'
- CHE AGGIORNERA', NEL CORSO DEI LAVORI, L'INFORMAZIONE, LA FORMAZIONE E L'ADDESTRAMENTO AL PERSONALE IN FUNZIONE DELL'EVOLUZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E DELLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE COMUNICATE DA ETRA

- CHE TRASMETTERÀ TUTTE LE INFORMAZIONI CONTENUTE NEL PRESENTE DOCUMENTO AI LAVORATORI DELLE DITTE SUBCONTRAENTI NEL CASO DI LAVORI AFFIDATI IN SUBAPPALTO A LAVORATORI AUTONOMI O DITTE TERZE.

FIRMA DEL DATORE DI LAVORO PER ACCETTAZIONE  
(OVVERO DEL LAVORATORE AUTONOMO)

- Timbro e Firma -

DATA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

IL LAVORATORE SOTTOSCRIVENDO IL PRESENTE DOCUMENTO DICHIARA DI ESSERE INFORMATO IN MERITO AI RISCHI SPECIFICI ESISTENTI NELL'AMBIENTE DI LAVORO OVE È DESTINATO AD OPERARE E SI IMPEGNA A RISPETTARE I DIVIETI E LE PRESCRIZIONI SOPRA INDICATI.

FIRMA DEL LAVORATORE PER ACCETTAZIONE -

Timbro e Firma -

DATA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rev. Numero	Data emissione o ultima modifica	Emessa da (R.S.P.P)	Approvata da (datore di lavoro)



## Indice immagini

Figura 1 - Misure di tutela secondo l'art. 15 del D. Lgs. 81/08.....	5
Figura 2 - Curve di isorischio e tipologie di azioni da intraprendere.....	10
Figura 3 - La formazione secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08 .....	11
Figura 4 - L'informazione secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08 .....	11
Figura 5 - L'addestramento secondo l'art. 2 del D. Lgs. 81/08.....	12
Figura 6 - Esempio di attrezzatura per effettuare l'addestramento .....	13
Figura 7 - L'esperienza secondo l'art. 2, comma c, del D. Lgs. 81/08.....	14
Figura 8 - La valutazione dei rischi .....	15
Figura 9 - Cartellonistica "ambiente confinato" .....	20
Figura 10 - Esempio di monitoraggio dell'operatore esterno verso l'operatore interno al reattore.....	21
Figura 11 - Ciclo di vita di un edificio utilizzando la metodologia BIM.....	23
Figura 12 - Le dimensioni del BIM .....	24
Figura 13 - Esempio di documenti che si possono ricavare dalla piattaforma.....	24
Figura 14 - Foto di una stazione di pompaggio di un impianto di depurazione.....	25
Figura 15 - Nuvola di punti di una stazione di pompaggio di un impianto di depurazione .....	25
Figura 16 - Esempio di edificio ad uso civile con metodologia BIM .....	26
Figura 17 - Tabella che si genera selezionando un muro di un edificio .....	27
Figura 18 - Tabella con le caratteristiche del muro che viene selezionato .....	27
Figura 19 - Il laser scanner.....	29
Figura 20 - Scomposizione nelle varie componenti nel gemello digitale di un sottopasso ferroviario .....	31
Figura 21 - Gemello digitale di un sottopasso ferroviario .....	31
Figura 22 - Principali rischi all'interno di uno spazio confinato.....	33
Figura 23 - Esempio di autocisterna .....	36
Figura 24 - Esempio di accesso ai condotti della fognatura .....	36
Figura 25 - Esempio di lavoro in galleria .....	37
Figura 26 - Esempio di lavoro all'interno di un digestore .....	37
Figura 27 - Esempio di piscina vuota.....	38
Figura 28 - Esempio di lavoro all'interno di un silos.....	38
Figura 29 - Processo biologico di digestione anaerobica .....	40
Figura 30 - Impianto di digestione anaerobica e di compostaggio del quartiere Prè di Bassano del Grappa (VI) .....	45
Figura 31 - Ortofoto dell'impianto di digestione anaerobica e di compostaggio del quartiere Prè a Bassano del Grappa .....	47
Figura 32 - Isolamento area limitrofa al reattore con new jersey.....	48

Figura 33 - Isolamento per prevenire eventuali fuoriuscite di gas.....	48
Figura 34 - Isolamento dei sottoservizi con teli in nylon.....	48
Figura 35 - Inertizzazione .....	49
Figura 36 - Carotaggio per la creazione del foro in copertura .....	50
Figura 37 - Installazione cavalletta a protezione del foto in copertura .....	50
Figura 38 - Inserimento mini escavatore all'interno del reattore .....	50
Figura 39 - Controllo interno del reattore.....	50
Figura 41 - Operatore all'interno del reattore .....	51
Figura 40 - Svuotamento del reattore.....	51
Figura 42 - Tipologie di APVR .....	52
Figura 43 - Cavalletta di supporto per l'ingresso/uscita dall'alto.....	59
Figura 44 - Recupero dall'alto dell'operatore.....	59
Figura 45 - Matrice per la gestione del recupero dell'operatore .....	60
Figura 46 - Confronto tra realtà virtuale e realtà aumentata .....	64
Figura 47 - Processo per la creazione del modello digitale .....	65
Figura 48 - Realtà virtuale per l'accesso allo spazio confinato.....	66
Figura 49 - Simulazione di gestione di un'emergenza.....	67
Figura 50 - Matrice del rischio.....	80

## Bibliografia

1. Appunti del corso di *Analisi del Rischio nell'Industria di Processo*, Università degli Studi di Padova, Anno Accademico 2016-2017
2. Appunti del corso di *Ingegneria Sanitaria Ambientale*, Università degli Studi di Padova, Anno Accademico 2017-2018
3. Appunti del corso di *Sistemi di Gestione Ambiente e Sicurezza*, Università degli Studi di Padova, Anno Accademico 2014-2015
4. Architetto Bizzotto Marco, 2018-2019, *Comunicazione personale*
5. Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n.81, *Testo Unico per la Salute e la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro*
6. Decreto del Presidente della Repubblica 14 settembre 2011, n. 177, *Regolamento recante norme per la riqualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2011, n.81*
7. Occupational Health and Safety Assessment 29, part 1910.146, *Permit – Required confined spaces*
8. Occupational Health and Safety Assessment 29, part 1915.11 - subpart B, *Confined and enclosed spaces and other dangerous atmosphere in shipyard employment*
9. Occupational Health and Safety Assessment 29, part 1917.2, *Marine terminals*
10. Occupational Health and Safety Assessment 29, part 1918.2, *Safety and health regulations for longshoring*
11. Occupational Health and Safety Assessment 29, part 1926.1202 - subpart AA, *Confined spaces in construction*
12. National Fire Protection Association, 2017, n. 1006, *Standard for Technical Rescue Personnel Professional Qualifications*
13. National Fire Protection Association, 2017, n. 1670, *Standard on Operations and Training for Technical Search and Rescue Incidents*
14. UNI 11337-1:2017, *Edilizia e Opere di Ingegneria Civile – Gestione Digitale dei Processi Informativi delle Costruzioni – Parte 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi*
15. UNI EN 148-1:200, *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie – Filettature Facciali – Raccordo filettato normalizzato*
16. UNI EN 14387:2008, *Dispositivi di protezione delle vie respiratorie – Filtri antigas e filtri combinati – Requisiti, prove, marcatura*
17. UNI EN 143:2007, *Apparecchi di protezione delle vie respiratorie – Filtri antipolvere – Requisiti, prove, marcatura*
18. UNI EN 397:2013, *Elmetti di protezione per l'industria*

19. UNI EN 361:2003, *Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto – Imbragature per il corpo*
20. UNI EN 358:2001, *Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto – Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro*
21. UNI EN ISO 13982-1:2011, *Indumenti per l'utilizzo contro particelle solide – Parte 1: Requisiti prestazionali per indumenti di protezione contro prodotti chimici che offrono protezione all'intero corpo contro particelle disperse nell'aria (indumenti tipo 5)*
22. UNI EN 1149-1:2006, *Indumenti di protezione – Proprietà elettrostatiche – Parte 1: Metodo di prova per la misurazione della resistività di superficie*
23. UNI EN 420:2010, *Guanti di protezione – Requisiti generali e metodi di prova*
24. UNI EN 388:2017, *Guanti di protezione contro rischi meccanici*
25. UNI EN 345:1994+A1:1998, *Specifiche per calzature di sicurezza per uso professionale*
26. C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston, *Il BIM. Guida completa al Building Information Modeling per committenti, architetti, ingegneri, gestori*, Hoepli, 2016
27. R. Babbetto, (2018) *Il Building Information Modeling (BIM) per il processo di conservazione del patrimonio costruito*, pp. 164-169
28. R. Babbetto (2017), *Strumenti BIM per il processo di conservazione del costruito*
29. ASS n. 3 “Alto Friuli”, (2013), *Informazioni sui principali pericoli presenti negli ambienti (spazi-luoghi) confinati*
30. A. Parrino, (2012), *Gestione delle emergenze negli spazi confinati e coordinamento con il Sistema di Soccorso Nazionale*, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
31. Gruppo di lavoro “ambienti confinati” – Regione Emilia Romagna, *Indicazioni operative in materia di sicurezza ed igiene del lavoro per i lavori in ambienti confinati*
32. M. Maldotti, (2013), *I lavori negli ambienti confinati o sospetti di inquinamento*
33. Laboratorio Salute e Sicurezza sul Lavoro, (2012), *Il lavoro negli spazi confinati*
34. S. Piccinini, (2004), *La digestione anaerobica dei rifiuti organici e di altre biomasse: situazione e prospettiva in Europa e in Italia*
35. S. Verma (2002), *Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes*, Master of Science Degree in Earth Resources Engineering, Columbia University (U.S.A.)
36. R. Laganà, *Rischi in galleria*, Corso di progettazione, organizzazione e sicurezza nel cantiere, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria
37. A. P. Bacchetta, (2014), *Spazi confinati: l'accesso negli apparecchi a pressione*
38. A. P. Bacchetta, (2014), *Ruoli operativi nelle attività negli spazi confinati*
39. Metcalf & Eddy, *Ingegneria delle acque reflue, trattamento e riuso*, ed. McGraw Hill, 2006

40. Punto Sicuro, (2014), *La sicurezza nei lavori in sotterraneo: l'ambiente di lavoro*
41. Punto Sicuro, (2013), *Ambienti confinati e DPR 177/2011: le responsabilità e gli obblighi*
42. Punto Sicuro, (2012), *Ambienti confinati: valutazione, procedure e permessi di lavoro*
43. Punto Sicuro (2013), *Spazi confinati: chi può lavorarci e con quali requisiti*

Siti consultati:

1. [https://www.lifegate.it/persone/stile-di-vita/sapere\\_saper\\_fare\\_saper\\_essere](https://www.lifegate.it/persone/stile-di-vita/sapere_saper_fare_saper_essere)
2. <https://www.etraspa.it/>
3. <https://www.autodesk.it/products/revit/overview>
4. <https://it.wikipedia.org/wiki/Cisterna>
5. <https://it.wikipedia.org/wiki/Fognatura>
6. <https://it.wikipedia.org/wiki/Silo>
7. <https://www.webnews.it/speciale/realta-virtuale/>
8. [https://it.wikipedia.org/wiki/Realt%C3%A0\\_virtuale](https://it.wikipedia.org/wiki/Realt%C3%A0_virtuale)
9. <https://www.webnews.it/speciale/realta-aumentata/>
10. [https://it.wikipedia.org/wiki/Realt%C3%A0\\_aumentata](https://it.wikipedia.org/wiki/Realt%C3%A0_aumentata)
11. <http://www.cal-tek.eu/soluzioni/realta-virtuale-mixed-reality/>
12. [http://www.cal-tek.eu/soluzioni/realta-virtuale-mixed-reality/#av\\_section\\_4](http://www.cal-tek.eu/soluzioni/realta-virtuale-mixed-reality/#av_section_4)
13. <https://www.fastweb.it/web-e-digital/progetti-realta-virtuale-in-via-di-sviluppo/>
14. <http://biblus.acca.it/focus/le-7-dimensioni-del-bim/>
15. <http://biblus.acca.it/focus/progettazione-architettonica-bim-realta-aumentata-e-realta-virtuale-come-cambia-il-modo-di-progettare-con-levoluzione-tecnologica/>
16. <https://www.bimportale.com/bim-italy-digital-twin-della-stazione-centrale-milano-digitalizzazione-delle-infrastrutture/>
17. <https://www.microgeo.it/it/che-cos%C3%A8-e-come-funziona-un-laser-scanner-3d.aspx>
18. [https://www.vegaformazione.it/corso\\_lavoro\\_spazi\\_confinati\\_teorica-partica-cid383.html](https://www.vegaformazione.it/corso_lavoro_spazi_confinati_teorica-partica-cid383.html)
19. [https://www.vegaformazione.it/training\\_room\\_lavori\\_alto\\_rischio-p20.html](https://www.vegaformazione.it/training_room_lavori_alto_rischio-p20.html)



## Ringraziamenti

Desidero ringraziare l'Ing. Chiara Vianello, relatrice di questa tesi, per la grande disponibilità, cortesia e supporto fornitomi durante la stesura della tesi. Un particolare ringraziamento anche all'Arch. Marco Bizzotto per l'aiuto e per il tempo che mi ha dedicato, sia durante il periodo di tirocinio sia per il materiale che mi ha fornito per la tesi stessa.

Un ringraziamento molto speciale alla nonna Dorina, che ha sempre creduto in me. Un ringraziamento molto speciale va anche ai miei genitori, Lucia e Severino, che mi hanno sempre sostenuto moralmente, supportato e sopportato in questi anni e che mi hanno permesso di raggiungere questo secondo importante traguardo. Un ringraziamento a Mattia, che mi è sempre stato accanto credendo in me, sostenendomi e spronandomi nonostante i miei momenti di ansia e stress.

Un ringraziamento a tutti i miei amici che mi sono sempre stati vicini e che mi sopportano da tanti anni, in particolare Camilla, Gloria, Erika, Alberto e Sara.

Un ringraziamento a tutti i miei compagni di corso, in particolare Francesca, Luca, Chiara, Federica, Giuseppe, Silvia e Giorgio, che hanno saputo rendere ogni giorno di lezione piacevole e che sono sempre stati disponibili a studiare e preparare gli esami insieme.

