



## DECOMMISSIONING CIVILE E INDUSTRIALE

INGEGNERIA CIVILE - AMBIENTALE  
A.A. 2019 - 2020

**eRWorx.**



**DE** Department of  
Engineering  
Ferrara

# IL RISCHIO BIOLOGICO NEGLI AMBIENTI CIVILI E INDUSTRIALI



**DE** Department of  
Engineering  
Ferrara

I microrganismi patogeni sono onnipresenti negli ambienti di vita e di lavoro.

Può essere definito agente biologico **“qualsiasi microrganismo anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni”**, dove per microrganismo si intende quella “entità microbiologica, cellulare o non cellulare, in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico”.



In modo meno rigoroso, può essere definito agente biologico qualsiasi organismo vivente, o parte di esso, che può essere causa di infezione, allergia o intossicazione; sono compresi in questa definizione virus, batteri, funghi, endotossine e micotossine, spore fungine, parassiti, acari, insetti, allergeni, ecc.



Tali microrganismi **non sono visibili né percepibili in alcun modo** e rappresentano per i lavoratori e per l'uomo in generale, un rischio occulto non facilmente identificabile e valutabile.

I microrganismi proliferano ovunque, indipendentemente dall'area geografica e dalla temperatura ambientale; molti di essi fanno parte della normale flora cutanea e intestinale di tutti gli esseri viventi e appartengono alla specie **mesofila** che vive tra i 20 e i 40 °C; quelli che vivono a temperature più alte sono detti **termofili**, quelli che vivono a temperature più basse sono detti **psicrofili**.

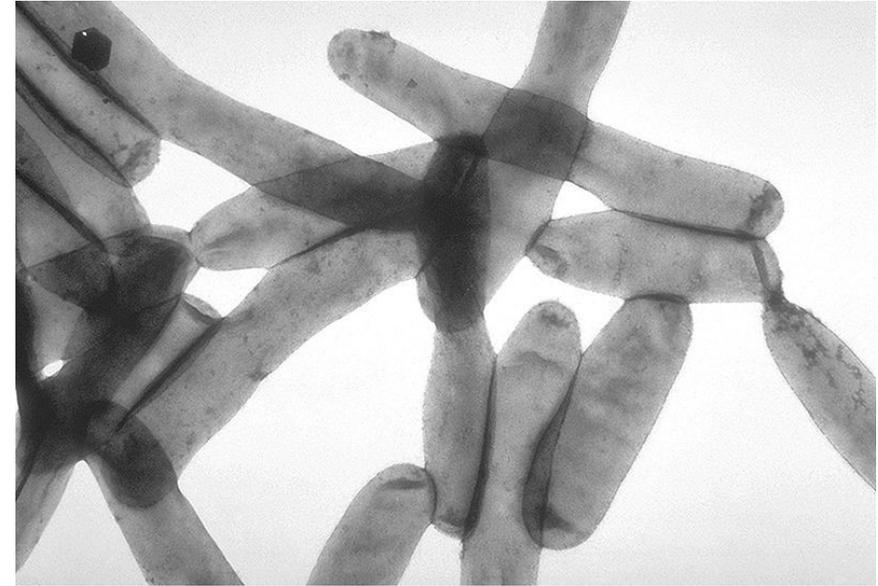


Numerosi agenti patogeni hanno avuto un impatto sulla storia dell'uomo essendo stati la causa di decimazioni epidemiche: tra questi la lebbra, il vaiolo, la peste, la malaria, la febbre gialla, la tubercolosi e in tempi più recenti anche la BSE, l'Ebola, la Zika, la SARS, la MERS, la COVID 19 (sebbene con diffusioni non sempre comparabili alle pandemie del passato).

Gli effetti sulla salute determinati dai numerosi agenti patogeni possono essere i più vari e soprattutto di diversa entità, ma in generale sempre riconducibili a infezioni, intossicazioni e allergie.



Tra le più diffuse patologie si possono elencare: listeriosi, tubercolosi, legionellosi, brucellosi, dermatomicosi, leptospirosi, salmonellosi, parassitosi varie, enterocoliti.



Allergie e infezioni alle vie respiratorie, costituiscono in genere patologie non gravi, ma abbastanza frequenti.

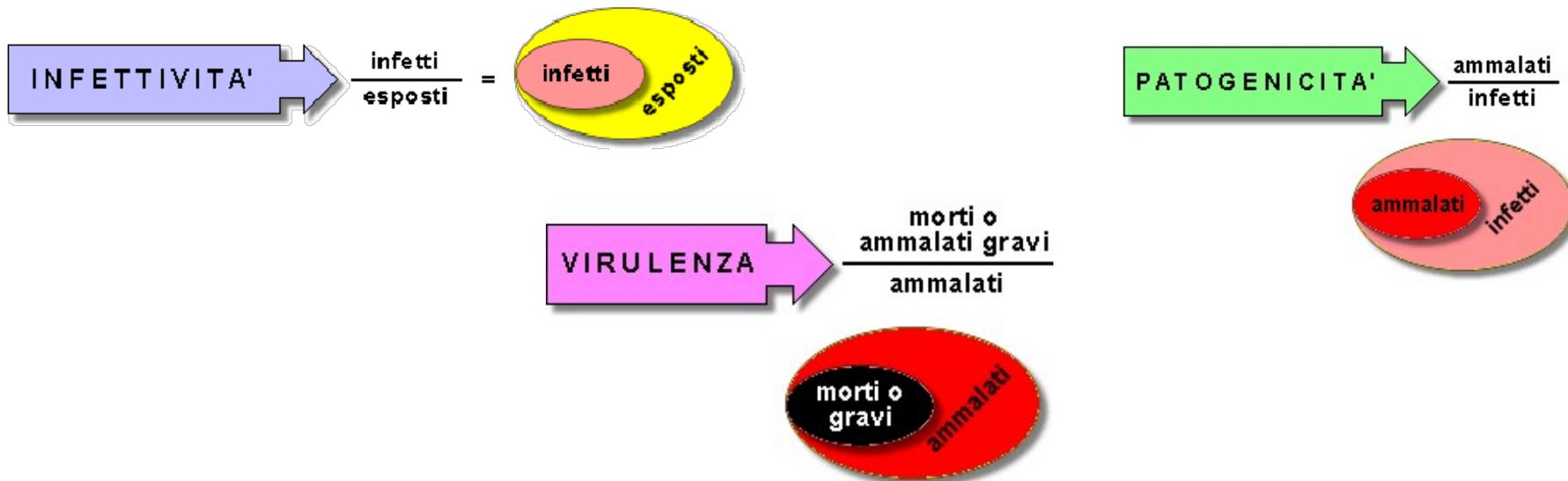


L'infezione prende corso quando i microrganismi divengono attivi e si moltiplicano all'interno dell'organismo umano; gli agenti biologici vengono anche classificati in base alla loro pericolosità nei confronti dell'uomo correlabile, nel complesso, alle seguenti caratteristiche:

- **Infettività** (facilità di infettare l'ospite)
- **Patogenicità** (capacità di provocare una malattia nell'ospite);
- **Trasmissibilità** (facilità di trasmissione attraverso un vettore esterno);
- **Stabilità** (capacità di sopravvivenza dell'agente infettante);
- **Neutralizzabilità** (disponibilità di efficaci misure di profilassi).



L'insieme delle caratteristiche di infettività e patogenicità viene anche detto "virulenza".



Di seguito le principali famiglie di agenti biologici che possono interessare chi opera in ambiente lavorativo.



**Allergeni:** sono sostanze che possono causare una reazione allergica oppure ipersensibilità in persone predisposte.

Tra gli allergeni più frequenti vi sono: pollini, acari della polvere domestica, forfore di animali domestici, sostanze o prodotti chimici di sintesi oppure di origine vegetale o animale (es. lattice, cereali, farine, piante), veleno di alcuni insetti (api, vespe, ecc.).



**Batteri:** si tratta di organismi piccolissimi, lunghi da 1 a 10  $\mu\text{m}$  costituiti da una sola cellula.

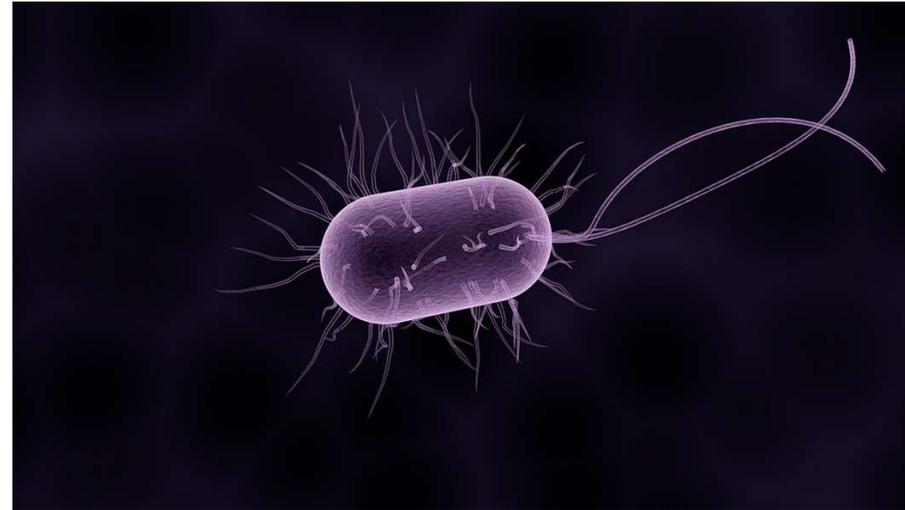
Si trovano in tutti gli ambienti di vita e di lavoro ed hanno bisogno della presenza di diversi fattori favorevoli (temperatura, umidità, sostanze nutritive) per potersi sviluppare e diffondere. Alcuni batteri vengono utilizzati in numerosi processi industriali quali ad esempio: produzione di formaggi, yogurt, tabacco, fibre tessili, farmaci, enzimi, detergenti, concia delle pelli.



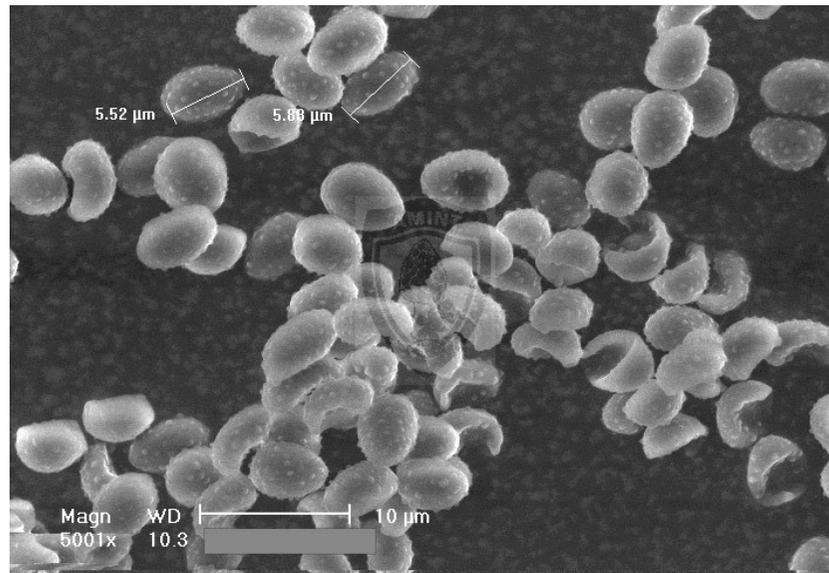
I batteri patogeni possono provocare malattie nell'uomo.

La capacità di produrre una malattia e la sua gravità variano a seconda della virulenza della specie batterica e delle condizioni generali dell'organismo infettato.

Fra le malattie batteriche più gravi vi sono colera, tetano, gangrena gassosa, lebbra, dissenteria, tubercolosi, sifilide, febbre tifoide, difterite, brucellosi, polmonite.



**Funghi:** quelli che interessano l'uomo da un punto di vista infettivo, allergico o tossico negli ambienti di lavoro, si suddividono genericamente in lieviti (unicellulari) e muffe (pluricellulari). Tra le specie più comunemente implicate in patologie occupazionali si trovano gli aspergilli responsabili di aspergilloma polmonare, aspergillosi polmonare o sistemica, aspergillosi broncopolmonare allergica.



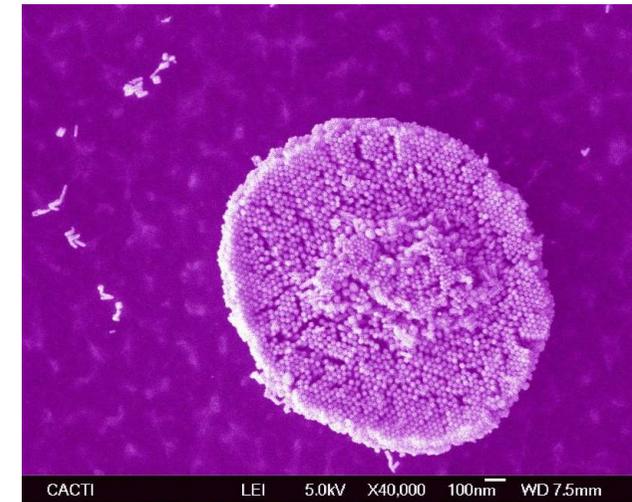
**Parassita:** si tratta di un organismo che vive a spese di un altro organismo (ospite). Il parassita trae vantaggio (nutrimento, protezione) a spese dell'ospite creandogli un danno.



**DE** Department of  
Engineering  
Ferrara

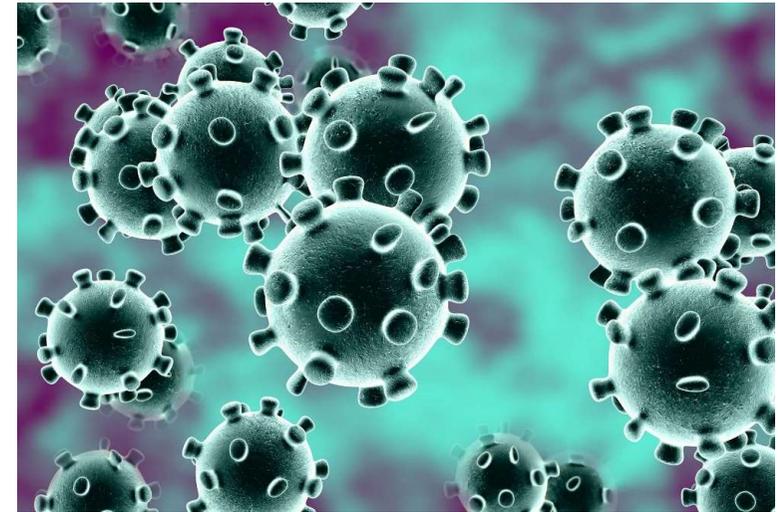
**Prion:** dall'inglese PRION (acronimo di PRoteinaceous Infective ONly particle ovvero “particella infettiva solamente proteica”), è il nome attribuito originariamente ad un “agente infettivo non convenzionale” di natura proteica. Non è considerabile a rigore un microrganismo, poiché privo di acidi nucleici. È considerato omologo ad un virus patogeno sebbene le sue proprietà biochimiche si discostino dalla classica definizione di virus, dove l'informazione genetica viene veicolata da acidi nucleici.

I prioni sono causa di una serie di malattie in una varietà di organismi, tra cui l'encefalopatia spongiforme bovina (BSE nota anche come "malattia della mucca pazza") in bovini e la malattia di Creutzfeldt-Jakob (CJD) negli esseri umani.



**Virus:** è un organismo privo di struttura cellulare, di dimensioni variabili tra 17 e 300 nanometri, contenente acido nucleico (DNA o RNA) racchiuso in un involucro proteico (capside). E' capace di moltiplicarsi soltanto mediante infezione di un organismo ospite, in base all'organismo infettato.

Si distinguono virus veri e propri, che parassitano cellule eucariote (animali e piante) e batteriofagi che infettano cellule procariote (batteri).



Le principali cause di contaminazione per i lavoratori sono costituite da liquami, acqua contaminata, escrementi e in generale materiale organico di origine animale; per quanto riguarda gli ambienti confinati, tipici sono i casi dei **collettori fognari**, degli **impianti di depurazione**, degli **impianti di trattamento dei rifiuti solidi urbani**; anche **condotte di sottoservizi**, **pozzi**, **gallerie** e **scavi** possono essere facilmente contaminate a causa della presenza di animali (roditori, felini, volatili, ecc.) portatori di agenti patogeni; anche in numerose industrie del settore agroalimentare (allevamenti, ecc.) è possibile che avvenga il contatto con agenti patogeni.



**DE** Department of  
Engineering  
Ferrara

La legionella potrebbe essere contratta, ad esempio, operando all'interno di condotte di ventilazione di impianti HVAC.



L'ingresso all'interno di condotte di ventilazione può costituire un rischio per i lavoratori a causa della potenziale presenza di numerosi agenti patogeni.



Casi di infezione da agenti patogeni sono però state rilevate anche in molti altri settori, dall'agricoltura, alla cantieristica, dallo shipping alla meccanica fino, ovviamente, al settore sanitario.

Molti agenti patogeni possono essere contratti indifferentemente per **contatto cutaneo, ingestione e inalazione**; alcuni batteri o virus quali antrace, tubercolosi, tetano, scarlattina, tifo, colera o l'oramai debellato vaiolo, possono trasmettersi anche dopo periodi di inattività molto lunghi; le spore del tetano, ad esempio, possono rimanere attive anche per periodi di 40 anni e oltre.



La veicolazione degli agenti patogeni può avvenire per contatto con liquidi (spesso tramite schizzi sulle labbra o sugli occhi) o solidi (per ferita o contatto con le labbra) contaminati; molto spesso la veicolazione avviene per contatto delle mucose (occhi, naso, bocca) con il cosiddetto “bioaerosol”, ovvero con particelle aerodisperse composte da microrganismi patogeni; non infrequente in ambiente confinato anche l’inoculazione diretta **tramite vettore** (morso o puntura di un animale).



La valutazione del rischio biologico a carico dei lavoratori può risultare in molti casi complessa; anche in questo caso, come accade per i rischi di natura fisica e chimica, la valutazione passa attraverso la stima della relazione dose-effetto che frequentemente risulta incerta; si tenga però presente che attualmente, tranne poche eccezioni, per gli agenti patogeni non sono in vigore (né in Europa né altrove) valori limite di soglia condivisi ed accettati.



La ACGIH ha da tempo emanato una linea guida in merito alle corrette procedure di determinazione dei bioaerosol senza proporre alcun TLV. Uno dei motivi fondamentali e insuperabili per cui è in definitiva impossibile proporre dei valori limite di soglia accettabili, è dato dal fatto che l'uomo risponde ad una medesima concentrazione di bioaerosol in modo assai differenziato in base alla suscettibilità individuale.



In molti casi un campanello d'allarme relativo alla presenza di cariche microbatteriche è dato dalla presenza all'interno di un ambiente confinato di cattivi odori; idrogeno solforato ( $H_2S$ ), ammoniaca, aldeidi, chetoni, mercaptani e molti altri gas sono i tipici prodotti della decomposizione di materiale organico e tutti sono caratterizzati da odori caratteristici e fastidiosi; riscontrare la presenza di una atmosfera maleodorante può senz'altro essere sintomo di presenza di agenti patogeni di varia natura.



Determinata la presenza di microrganismi patogeni all'interno di un ambiente confinato occorrerà quindi procedere in due direzioni principali: la prima costituita dalla completa bonifica ambientale, la seconda dall'adozione di adeguati DPI per gli operatori.

Per quanto riguarda la bonifica dell'ambiente di lavoro si può procedere a seconda della necessità effettuando una o più delle seguenti azioni.



***Derattizzazione:*** si tratta nel suo complesso di procedimenti e operazioni di disinfestazione volti specificatamente alla distruzione o alla riduzione del numero della popolazione dei ratti o dei topi al di sotto di una certa soglia; in spazi confinati ristretti l'eliminazione della popolazione deve risultare totale; una volta derattizzato l'ambiente si dovrà procedere alla sigillatura di tutte le possibili vie d'accesso dei roditori.



**Disinfestazione:** si tratta di procedimenti e operazioni atti a distruggere piccoli animali (spesso si tratta di volatili o artropodi quali ragni, scorpioni, zecche, mosche, zanzare, formiche, mantidi, cavallette, api, vespe, blatte, termiti, ecc), sia perché parassiti, vettori o riserve di agenti infettivi, sia perché molesti; in alcuni casi la disinfestazione si riferisce all'eliminazione di specie vegetali non desiderate. La disinfestazione può essere integrale se rivolta a tutte le specie infestanti oppure selettiva se rivolta a una singola specie.



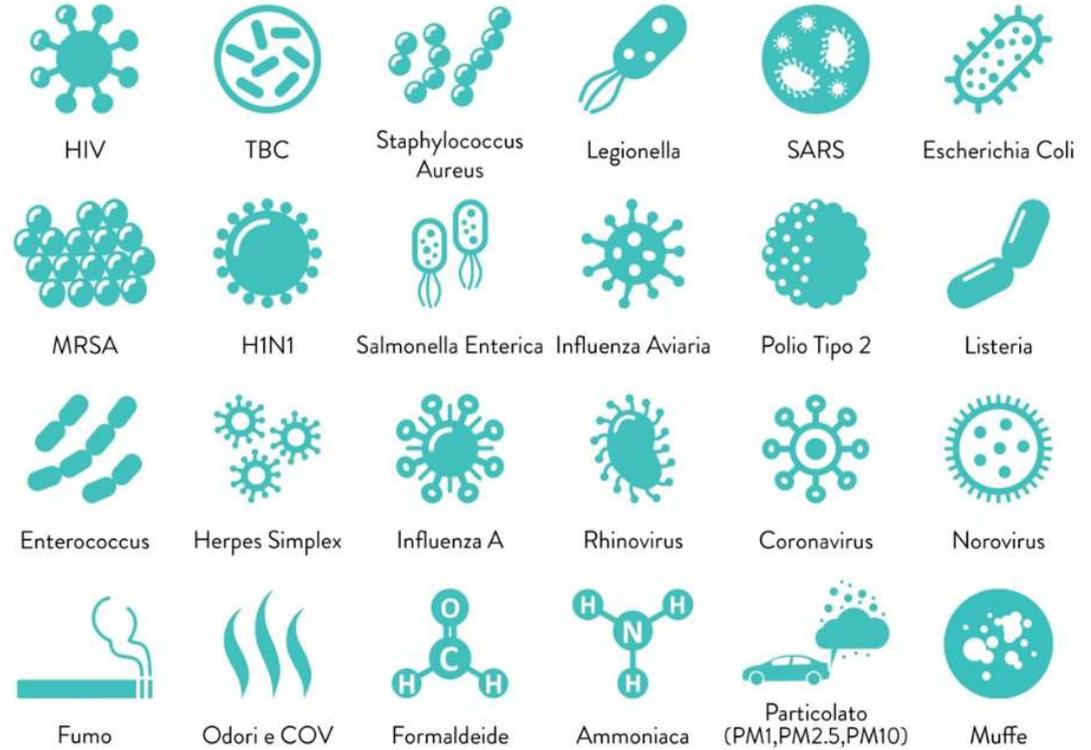
***Disinfezione:*** con questo termine si intende l'attività (generalmente successiva alle precedenti) che riguarda il complesso di procedimenti e operazioni atti a rendere sani determinati ambienti confinati attraverso la distruzione o l'inattivazione di microrganismi patogeni; si realizza usualmente attraverso mezzi chimici o fisici e porta generalmente ad una significativa riduzione (non alla totale eliminazione) del rischio biologico.



Uno degli agenti disinfettanti più frequentemente utilizzati è una soluzione di acqua e cloro (sotto forma di ipoclorito di sodio o di biossido di cloro); in alcuni Paesi è ancora legale l'utilizzo della formaldeide (in soluzione acquosa), ma essendo comunque classificata come cancerogeno dalla IARC occorre in questi casi procedere ad una successiva accurata ventilazione e al monitoraggio atmosferico. Trattandosi in tutti i casi di riduzioni della popolazione batterica, ma non della totale distruzione, il processo di disinfezione deve essere ripetuto ciclicamente.



**Sterilizzazione:** si intende in questo caso la completa eliminazione di tutti i microrganismi patogeni mediante mezzi fisici; il vapore surriscaldato rappresenta il mezzo ideale poiché è in grado di portare gli ambienti a temperature anche oltre i 130 °C per il tempo necessario. Un altro metodo è costituito dalla saturazione con  $O_3$ .



In molti casi non è però possibile effettuare nessuna di queste procedure e l'ingresso in ambiente contaminato dovrà essere effettuato solamente sotto stretta sorveglianza adottando tute o mute integrali e DPI stagni, sottoponendosi poi, al termine dell'attività lavorativa, alle opportune procedure di decontaminazione.



Si tratta in questi casi quindi di attività operative che devono venire condotte esclusivamente da personale addestrato allo scopo, soggetto a speciali protocolli di sorveglianza sanitaria e dotato di attrezzature il cui impiego necessita di un addestramento specifico.

L'ingresso in ambienti ad elevata carica microbiologica deve avvenire sia in acqua che a terra indossando tute stagne

