

Università degli Studi di Cagliari - Facoltà d'Ingegneria

A.A. 2008-2009

Dispense del corso di

Sicurezza del Lavoro e Difesa Ambientale 1

Prof. ing. Giorgio Massacci

Fascicolo n. 1

Principi generali di sicurezza

1 - LA SICUREZZA DEL LAVORO NELLA SOCIETÀ DI IERI E DI OGGI

1.1 - Origine della Sicurezza del Lavoro

Lo studio dei possibili danni alla salute derivanti dall'attività lavorativa ha avuto inizio nella prima metà del '500 con Georgius Agricola (1494-1555) e Paracelso (1493-1541), entrambi medici e ritenuti i precursori della Medicina del Lavoro.

Il primo, in particolare, può essere considerato il precursore anche della Sicurezza del Lavoro in senso ingegneristico. Nel *De Re Metallica*, pubblicato postumo nel 1556, Agricola descrisse il lavoro in miniera denunciando la possibilità di infortuni e malattie professionali determinate dall'inalazione di polvere. Oltre alla descrizione del quadro clinico della silicosi associato a tubercolosi e probabilmente a neoplasia polmonare, Agricola propose misure di protezione come la ventilazione delle miniere e l'uso di maschere antipolvere con filtro di cotone.

Paracelso si occupò dei danni derivanti dalla lavorazione dei metalli (in particolare del mercurio); anch'egli studiò, inoltre, la patologia da polveri in miniera, intuendo che le malattie professionali da polveri dovevano essere presenti già in epoca antichissima (per esempio a causa della lavorazione del frumento con pietre quarzifere).

Sin dall'inizio quindi le problematiche di Sicurezza del Lavoro sono state legate alle attività minerarie e metallurgiche. In miniera l'incidenza degli infortuni era altissima a causa dei primitivi sistemi di lavoro svolto spesso da donne e fanciulli.

1.2 - Evoluzione storica del lavoro umano

Nell'evoluzione storica del lavoro umano le tappe più importanti sono state:

- il fiorire delle manifatture artigianali, nel Medio Evo, con l'uso di strumenti manuali sempre più razionali anche in agricoltura, il conio di monete, lo sviluppo dei commerci, il proliferare di mestieri;
- la rivoluzione industriale, con le innovazioni tecnologiche e lo spostamento di tutto il ciclo lavorativo dalle abitazioni alla fabbrica;
- i progressi tecnologici dell'ultimo dopoguerra, legati all'automazione e all'informatica.

Negli anni recenti si è assistito ad una profonda trasformazione dei rischi lavorativi. I nuovi criteri tecnologici e preventivi hanno condotto a riduzioni più o meno sostanziali e qualche volta all'eliminazione completa delle cause di rischio professionale tradizionale, di tipo sia chimico sia fisico. Si è verificata però, parallelamente, una frantumazione dei rischi (aumento numerico dei rischi anche se a potenziale aggressivo singolarmente ridotto), un incremento del carico psichico e un aumento dei rischi dell'ecosistema extralavorativo indipendentemente dal fatto che il loro sviluppo sia all'interno o all'esterno dei luoghi di lavoro. Si parla a riguardo di osmosi dei rischi tra ambiente lavorativo e ambiente esterno.

1.3 - La Sicurezza del Lavoro nella società di oggi

La legislazione in materia di sicurezza ha conosciuto nel passato un'evoluzione soprattutto di tipo reattivo, cioè conseguente al clamore pubblico determinato dai disastri di grandi proporzioni.

A prescindere dall'esistenza di aziende modello, l'emanazione di norme legislative è stata in gran parte ricollegabile alla generalizzata deficienza di autoregolamentazione da parte delle imprese.

Al trascorrere degli anni è progressivamente aumentata l'attenzione rivolta verso le aree della sicurezza e della salubrità dei luoghi di lavoro.

A proposito di quest'ultima si è riconosciuto che le conseguenze delle malattie professionali sono anch'esse estremamente rilevanti, anche se i casi di malattia professionale denunciati sono quasi venti volte meno numerosi dei casi di infortunio. Infatti:

- gli infortuni sul lavoro sono in netta riduzione, mentre per le malattie professionali non si verifica un'analogia tendenza;
- le conseguenze invalidanti delle malattie professionali sono mediamente più gravi di quelle derivanti dagli infortuni. Il costo sociale delle malattie professionali è quindi rilevantissimo e superiore a quello degli infortuni.

Si è altresì riconosciuto che le condizioni di sicurezza e di salubrità dei luoghi di lavoro hanno un'incidenza diretta sulla produttività.

Numerosi sono i fattori che hanno più influito, negli anni recenti, nel determinare l'attuale concezione di sicurezza e prevenzione. Tra essi si citano i seguenti.

- **Attività delle organizzazioni sindacali.** Tale attività si è esplicata attraverso azioni come le pressioni politiche, il finanziamento di studi e ricerche indipendenti finalizzati all'adeguamento della legislazione, sostenendo anche economicamente le richieste di indennizzo ecc.
- **Mutamento della giurisprudenza.** Nel tempo si può passare da interpretazioni restrittive a interpretazioni estensive di una medesima norma. Per esempio in Italia è aumentata notevolmente, negli ultimi anni, la tendenza da parte dei magistrati di addebitare al datore di lavoro il reato di lesioni colpose nei confronti del lavoratore dipendente che abbia subito un infortunio. Sempre in Italia, in virtù di numerose sentenze in tal senso, buona parte degli infortuni in itinere ottengono attualmente il risarcimento.
- **Sviluppo scientifico.** Sono state approfondite notevolmente le conoscenze scientifiche specifiche sia nell'area medica sia nell'area tecnologica. Occorre osservare tuttavia che al progresso tecnologico non sempre si accompagna una riduzione dei rischi. L'aumento della potenza installata e della produttività dei macchinari, per esempio, ha in certi casi determinato il peggioramento degli indici di frequenza e gravità infortunistica. Si verifica talvolta anche l'insorgere di rischi diversi da quelli precedentemente associati a quella data attività lavorativa.
- **Legislazione.** L'emanazione di nuove norme ha comportato, negli ultimi decenni, significativi miglioramenti dei macchinari, della tecnologia e della stessa gestione della sicurezza. In seno all'Unione Europea, soprattutto negli anni '80, si è verificata una notevole produzione di nuove norme specifiche successivamente recepite nelle legislazioni nazionali dei paesi membri. La direttiva 391/89 (*direttiva quadro*), in particolare, recepita in Italia mediante il D. Lgs. 626/94, detta i principi generali della nuova filosofia della sicurezza sul lavoro. All'atto della sua emanazione la direttiva quadro fu accompagnata da numerose direttive particolari dedicate ad argomenti specifici: luoghi di lavoro, attrezzature di lavoro, dispositivi di protezione individuale (DPI), movimentazione manuale dei carichi (MMC), videoterminali (VDT), agenti cancerogeni e mutageni, agenti biologici. Tali direttive furono recepite in Italia insieme alla direttiva quadro e confluirono nel D.

Lgs. 626/94, che negli anni successivi fu più volte integrato per accogliere varie direttive particolari che nel frattempo venivano emanate, relative ad agenti chimici, atmosfere esplosive, agenti fisici (rumore), amianto. Si pervenne infine all'emanazione del D. Lgs. 81/08 (il cosiddetto *Testo Unico* sulla sicurezza del lavoro) il quale riunisce e armonizza le disposizioni precedenti.

Occorre inoltre sottolineare che il miglioramento generale della sicurezza ha permesso di dedicare attenzione non più solo agli infortuni più gravi o alle patologie con esito mortale o fortemente invalidante, ma anche a quelle con esiti meno gravi, all'inquinamento ambientale, alla prevenzione degli incendi, al controllo dei danni alle cose, alle assicurazioni ecc.

In passato la gestione della sicurezza era orientata verso l'indennizzo e l'attenzione era concentrata sulle persone durante il servizio; l'obiettivo era quindi la prevenzione degli infortuni sul lavoro e la sicurezza era definita come *inesistenza di una condizione di rischio per l'uomo*.

Si ispirano a questo principio le definizioni legali, finalizzate a individuare le condizioni di risarcimento. In Italia, dal punto di vista dell'indennizzabilità da parte dell'INAIL, l'infortunio è definito come *evento avvenuto per causa violenta in occasione di lavoro, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro, assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta che importi l'astensione dal lavoro indennizzabile per più di tre giorni*. La definizione è tratta dal D.P.R. 1124/65 (testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.).

Il punto di vista attuale ha carattere globale e definisce la sicurezza come *assenza di situazioni derivanti da interazioni tra persone, macchine, materiali e ambiente che possano causare danni a persone o al sistema, perdita di tempo o qualunque deviazione dagli obiettivi dell'impresa*. Ha contribuito all'affermazione di tale punto di vista anche la constatazione del fatto che in seguito a un infortunio l'impresa soffre di danni diretti e collaterali importanti.

La gestione della sicurezza è sempre meno di tipo reattivo e sempre più orientata verso la prevenzione. Questo orientamento richiede che, accanto agli studi infortunistici ed epidemiologici a posteriori, si sviluppino metodi di valutazione a priori del rischio e della sicurezza.

Scopi degli studi infortunistici ed epidemiologici

- identificazione di nuovi rischi;
- controllo di rischi conosciuti;
- definizione di standard igienistici per il controllo o l'eliminazione dei rischi;
- definizione di priorità nel controllo di una varietà di rischi;
- valutazione dei presidi progettati per la protezione della salute e della sicurezza sul lavoro.

2 - SICUREZZA ED IGIENE DEL LAVORO: PRINCIPI FONDAMENTALI

2.1 - Finalità

Scopo primario della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro è evitare – o almeno limitare – gli infortuni e le malattie professionali.

Infortuni e malattie professionali

- **Infortunio**: evento verificatosi per causa violenta in occasione di lavoro, da cui derivi la morte o l'inabilità permanente o temporanea.
- **Malattia professionale (tecnopatia)**: è il risultato di azioni nocive prolungate nel tempo sull'organismo del lavoratore, che evolvono lentamente e progressivamente verso una forma morbosa.

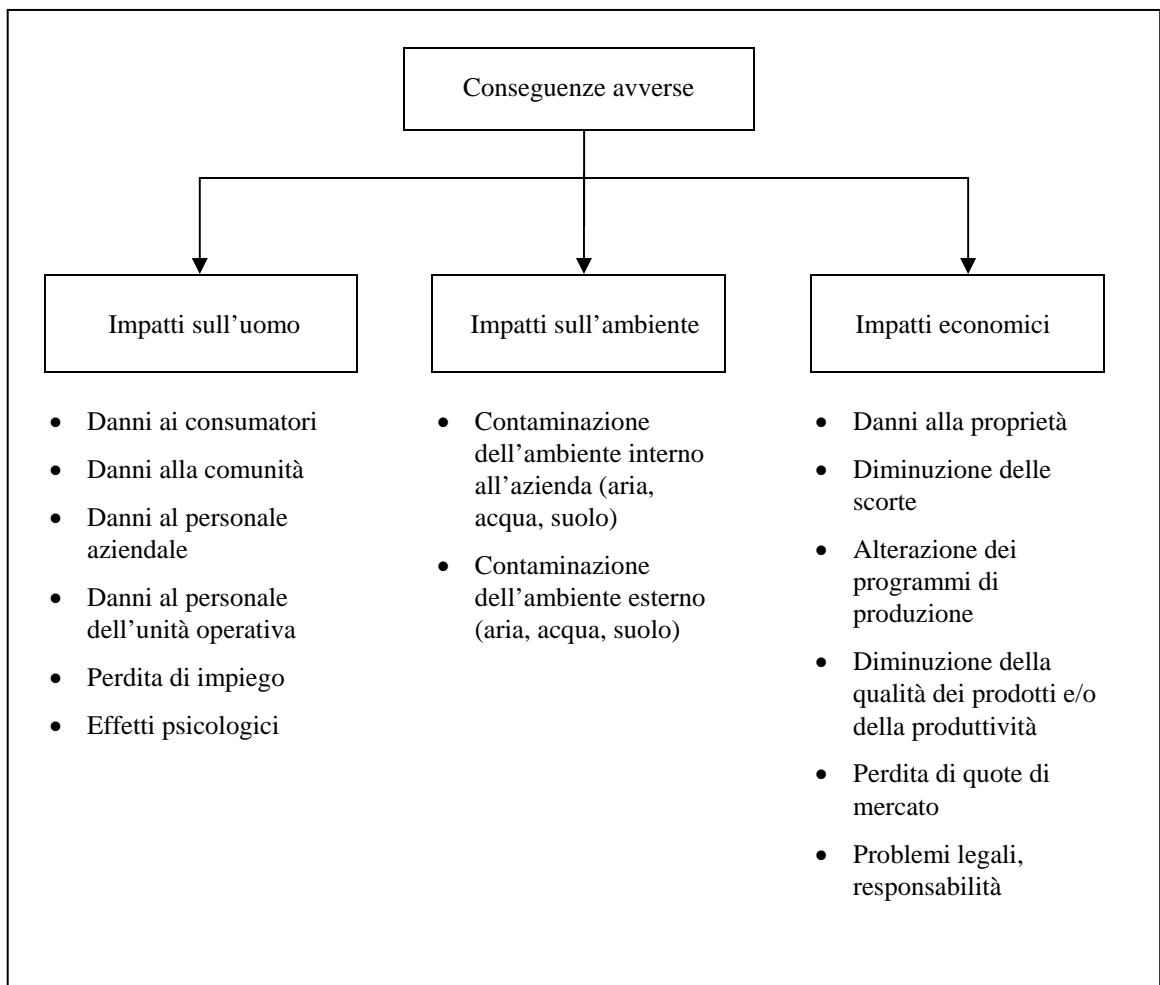
In realtà i concetti di sicurezza e di salute oggi non si riferiscono esclusivamente allo stato fisico della persona.

Il concetto di salute infatti, nel suo significato più ampio, non va inteso come assenza di malattia, ma si riferisce al mantenimento di una condizione di benessere psichico, fisico e sociale della persona (Organizzazione Mondiale della Sanità, 1946).

Secondo la moderna concezione prevenzionistica, inoltre, la sicurezza è definita come la condizione in cui sono evitate le interazioni tra persone, attrezzature e macchinari, materiali e ambiente che possono causare danni a persone o al sistema, o anche solo perdite di tempo o qualunque deviazione dagli obiettivi dell'impresa. Un evento indesiderato che comporta una deviazione dagli obiettivi dell'attività è un incidente che può comportare molteplici conseguenze avverse e non solo impatti sull'uomo.

Un incidente sul lavoro è accompagnato da infortunio quando agli eventuali danni materiali si aggiunge il coinvolgimento di una o più persone che subiscono menomazioni più o meno gravi. Gli infortuni, quindi, sono una particolare categoria di incidenti.

È dimostrato che gli incidenti senza danno per le persone si verificano con frequenza multipla rispetto agli infortuni minori e sono più numerosi, secondo un multiplo ancora più ampio, degli infortuni più gravi.



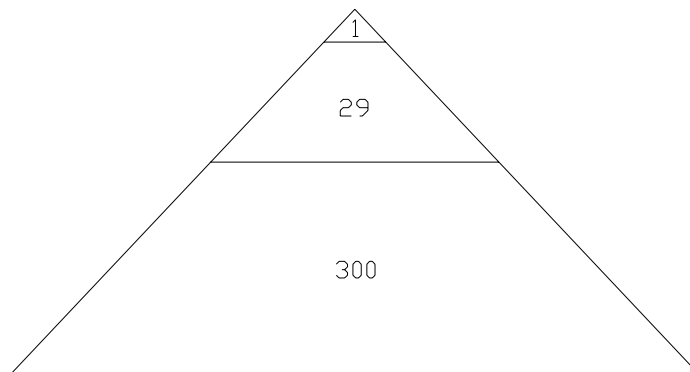
- Immagine negativa

Il moderno concetto di sicurezza riflette una cultura prevenzionistica. Si ritiene preferibile, infatti, prevenire gli infortuni e le malattie professionali ed ogni genere di incidente, cioè evitare a priori – o almeno limitare la probabilità - che essi si verifichino, piuttosto che mitigarne le conseguenze con misure di protezione. La lotta più efficace contro gli infortuni e le malattie professionali si attua evitando o limitando anche le situazioni che, in una concomitanza meno favorevole di circostanze, avrebbero anche potuto dar luogo ad episodi di danno alle persone.

L'incidente – e in particolare l'infortunio - è un episodio legato ad una sequenza di eventi e fattori talora numerosi e concatenati in maniera più o meno complessa, alcuni dei quali evidenti (mancanza di dispositivi di sicurezza; impiego di attrezzi inadatti o guasti o di materiali avariati; metodo di lavoro inadatto; inosservanza delle procedure operative sicure; imperizia, disattenzione e imprudenza nello svolgimento del lavoro; condizioni di lavoro stressanti o ripetitive), altri meno evidenti ma comunque anch'essi importanti (mancanza di formazione e addestramento; mancanza di attitudine mentale alla sicurezza; condizione di stress derivante da cause extralavorative).

Categorie di incidenti

- Infortuni con esito mortale
- Infortuni che comportano invalidità permanente
- Infortuni che comportano inabilità temporanea
- Infortuni minori, risolvibili immediatamente con medicazione
- Incidenti che comportano esclusivamente danni materiali
- Quasi-incidenti (o evenienze pericolose o atti insicuri)

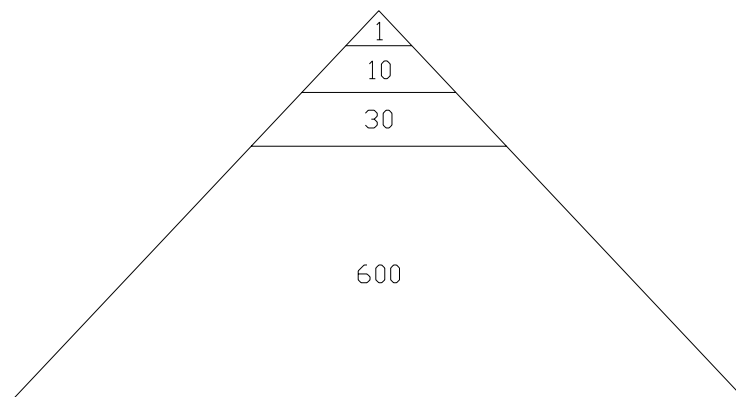


Triangolo di Heinrich (analisi condotta su 1500 imprese americane nel 1931)

Ad ogni infortunio grave corrispondono:

29 casi di infortuni lievi;

300 casi di incidenti senza infortunio.



Triangolo di Bird (analisi condotta su 297 imprese americane nel 1969)

Ad ogni incidente che causa infortuni gravi corrispondono:

10 incidenti che causano infortuni lievi,

30 incidenti che causano danni materiali,

600 incidenti senza infortuni e senza danni materiali.

PROCEDURE OPERATIVE

Sono strumenti in forma di testo scritto che descrivono le modalità operative per realizzare un'attività integrando i fattori di produzione, qualità, sicurezza e tutela ambientale. Possono essere predisposte sia per le attività ordinarie, sia per quelle straordinarie e in particolare per la gestione delle emergenze.

Contenuti

- dati e istruzioni per massimizzare la qualità e la resa del prodotto (bene o servizio) e il regolare funzionamento di macchine e impianti;
- conoscenze e indicazioni sui rischi e sulle misure di prevenzione, protezione e controllo.

Obiettivi

- standardizzare le modalità ed i comportamenti operativi;
- definire un'organizzazione esecutiva del lavoro in cui siano integrati gli aspetti della produzione, qualità, sicurezza e tutela ambientale;
- evidenziare i rischi presenti nelle attività produttive, prevenirli e controllarli;
- costituire una documentazione scritta che testimoni l'ottemperanza agli adempimenti, a tutela, in particolare, del datore di lavoro, dei dirigenti e dei preposti.

Oltre che esaminare nel dettaglio ogni fattore determinante, singolarmente considerato, occorre riflettere sull'insieme delle cause. Infortuni e malattie professionali – e comunque le alterazioni allo stato di benessere psicofisico di un lavoratore per cause riconducibili al lavoro - sono la conseguenza di un rapporto sbagliato tra l'uomo, la macchina e l'ambiente.

Sistema "uomo - macchina - ambiente"

UOMO

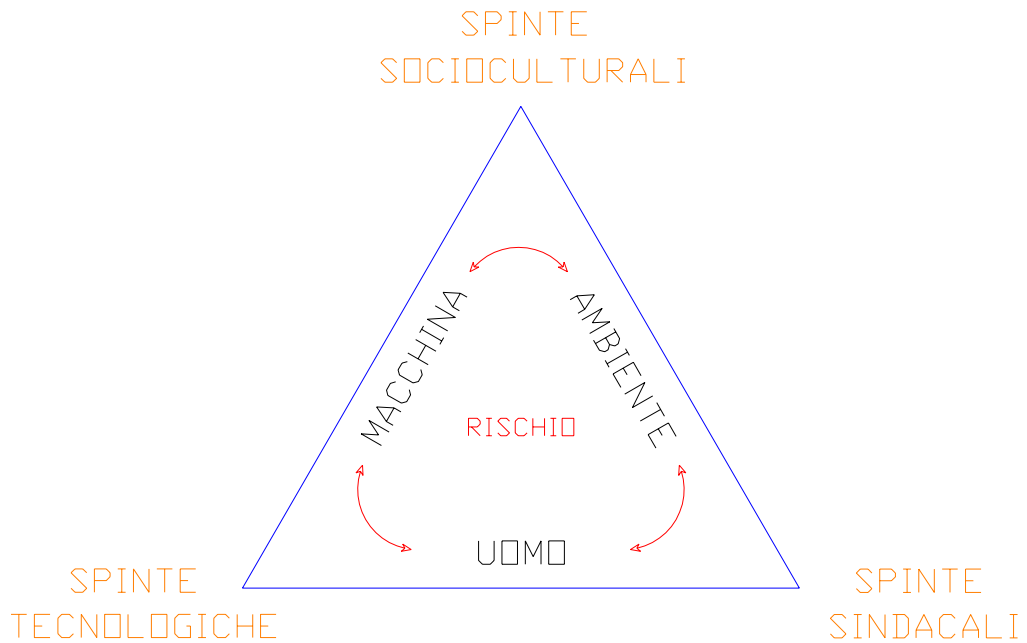
⇒ caratteristiche fisiologiche, intellettive, professionali, esperienziali.

MACCHINA

⇒ caratteristiche costitutive, tecniche, funzionali.

AMBIENTE

⇒ caratteristiche chimiche, fisiche, organizzative, relazionali.



Gli incidenti che interessano un sistema sono il risultato dell'interazione tra cause multiple

L'uomo, la macchina e l'ambiente sono le tre componenti di un sistema – sottoposto anche a spinte e azioni esterne - che deve funzionare in modo equilibrato, senza errori e senza inaffidabilità, perché sia garantita la tutela del benessere dei lavoratori oltre che il buon andamento dell'attività.

In riferimento a ciascuna delle tre componenti uomo, macchina e ambiente può realizzarsi una causa di innesco di eventi negativi capaci di generare danno a persone e cose. Ogni attività lavorativa è quindi accompagnata da rischi, che non possono mai essere eliminati del tutto. Il livello di rischio può però essere ridotto agendo sul sistema nel suo complesso a partire da un'analisi delle cause e della catena:

attività ⇒ rischio ⇒ incidente ⇒ infortunio

sulla quale si può incidere efficacemente attraverso la prevenzione, indirizzata verso l'insieme delle cause piuttosto che verso fattori singolarmente considerati.

2.2 - Il rischio nelle attività lavorative

Nel linguaggio comune numerose parole sono usate indifferentemente, come sinonimi. In materia di sicurezza si attribuiscono significati differenti e specifici ai termini pericolo e rischio.

Pericolo e rischio: definizioni

- **PERICOLO:** proprietà o qualità intrinseca di una determinata entità (per esempio materiali o attrezzature di lavoro, metodi o procedure di lavoro) avente il potenziale di causare un danno; il danno può consistere nella morte, in un'invalidità, in un infortunio con perdita di ore lavorative, in una malattia o in perdite economiche per uno o più individui o per la società.
- **RISCHIO:** comprende sia la probabilità che un evento sfavorevole si verifichi, sia le conseguenze dell'evento stesso (entità del danno).

In riferimento a una materia prima, a un macchinario, ad una procedura di lavoro ci si può chiedere: *è pericoloso?* La risposta è di tipo binario (SÌ o NO). Il rischio può essere invece quantificato con gradualità.

Per esempio un utensile o un'attrezzatura non alimentati elettricamente e non costituiti da parti metalliche che possano andare in tensione non comportano un pericolo di natura elettrica.

Un utensile alimentato elettricamente, invece, comporta sempre un pericolo di natura elettrica. Il rischio elettrico determinato dall'uso di quell'utensile potrà essere da trascurabile a molto elevato in relazione a come l'utensile è costruito, al suo stato d'uso e manutenzione, alla tensione a cui viene alimentato, al fatto che sia correttamente utilizzato, al fatto che venga usato a lungo o sporadicamente, a certe caratteristiche rilevanti dell'ambiente in cui viene adoperato (umidità, stillicidi, pavimenti bagnati) ecc.

I rischi sul lavoro sono molto vari. Una classificazione fondamentale distingue tra rischi per la sicurezza e rischi per la salute.

Vengono definiti rischi per la sicurezza o rischi infortunistici i rischi di eventi la cui conseguenza è un infortunio. Vengono definiti rischi per la salute o rischi igienistici i rischi di eventi la cui conseguenza è una malattia professionale. In questo caso si parla anche di rischi da esposizione.

Nel caso di un infortunio, il danno alle persone coinvolte è un effetto che si manifesta come conseguenza pressoché immediata o in tempi estremamente rapidi rispetto alla causa che lo ha determinato. Si pensi per esempio all'investimento di un operaio da parte di un mezzo mobile oppure alla caduta da un ponteggio.

Perché una malattia professionale si manifesti occorre invece che il soggetto sia stato esposto per un tempo prolungato all'agente di rischio che ne è la causa. In molti casi la malattia può manifestarsi a seguito di un tempo di esposizione molto prolungato, oppure con ritardo rispetto alla cessazione dell'esposizione (si pensi per esempio a certi tumori, il cui tempo di latenza è di decenni).

Vi sono casi intermedi tra quelli descritti, nei quali il danno si manifesta in tempi relativamente brevi ma non immediati rispetto alla causa che lo ha determinato, per i quali è incerta la classificazione tra infortuni e malattie professionali: un'intossicazione da benzolo è un infortunio nel caso di inalazione massiva della durata di pochi minuti, malattia professionale nel caso di inalazione diluita e prolungata per più giornate.

È allora necessaria una distinzione convenzionale o legale tra infortunio e malattia professionale: si parla di infortunio quando la relazione di dipendenza tra causa e effetto si compie entro un normale turno lavorativo di 8 ore, mentre si parla di malattia professionale quando trascorrono più di 8 ore tra la causa e l'effetto.

Esempi del primo caso sono non solo gli infortuni meccanici, l'elettrocuzione, le esplosioni, le ustioni, ma anche l'asfissia e le intossicazioni acute. Un esempio del secondo caso sono invece le intossicazioni croniche.

AGENTE: agente chimico, fisico, biologico o cancerogeno presente durante il lavoro e potenzialmente dannoso per la salute.

Il concetto di esposizione comprende due aspetti:

- la **durata temporale dell'esposizione**: per quanto tempo il soggetto è esposto al rischio, cioè per quanto tempo il soggetto si trova in una situazione di interazione con l'agente di rischio, durante la quale l'agente può determinare (o contribuire a determinare) effetti sul soggetto;
- l'**intensità dell'agente**: il livello di rumore, la concentrazione di una polvere o di un vapore dispersi in aria, la dose di una sostanza assunta per ingestione ecc.

Si può parlare di esposizione anche nel caso di rischi infortunistici: per esempio, l'esposizione al rischio di caduta dall'alto per un operaio edile è tanto più alto quanto maggiore è il suo tempo di permanenza in prossimità del ciglio di un dislivello (su un ponteggio, su un tetto, sul bordo di uno scavo profondo ecc.) e quanto peggiore è la situazione in cui egli si trova ad operare in relazione al posto di lavoro (assenza di parapetti, appoggio scivoloso e/o irregolare, vento forte, carenza di illuminazione ecc.), al tipo di lavoro ed alle modalità di esecuzione (posizione di lavoro, sforzo richiesto ecc.).

Il concetto di esposizione, tuttavia, è usato soprattutto in riferimento ai rischi igienistici, che infatti vengono anche denominati **rischi da esposizione**.

Per i rischi igienistici l'entità del rischio dipende dalla combinazione tra la durata temporale dell'esposizione e l'intensità dell'agente secondo modalità diverse a seconda del tipo di agente e dei suoi effetti sull'uomo.

Vi sono agenti per i quali si può ipotizzare un legame di semplice proporzionalità, altri per i quali esistono effetti di soglia ecc. Per alcuni agenti le modalità di azione e gli effetti sull'uomo in funzione dell'esposizione sono ben conosciuti (è il caso dell'esposizione al rumore), per altri sono solo ipotizzati.

Bisogna tener presente, in ogni caso, che gli effetti degli agenti di rischio possono essere molto diversi da persona a persona in relazione alla diversa sensibilità soggettiva sia intrinseca (età, sesso, deficit particolari quali asma, allergie, ipersensibilità ecc.) sia legata alle abitudini di vita (fumo, alcool, esercizio regolare di attività sportiva ecc.) sia derivante da un particolare e momentaneo stato (assunzione di farmaci, malattie in atto, gravidanza ecc.).

Gli effetti di un agente di rischio in relazione all'esposizione, quand'anche siano ben conosciuti, lo sono su base statistica.

La tutela della sicurezza e della salute deve essere assicurata a tutti. La sorveglianza sanitaria ha, tra gli altri, l'importantissima funzione di individuare i soggetti ipersensibili a determinati rischi e di suggerire per essi cautele particolari.

Alcuni fattori di rischio sono potenzialmente dannosi sia per la salute sia per la sicurezza e vengono classificati in una terza categoria: quella dei cosiddetti rischi trasversali. Si tratta in genere di rischi legati ad aspetti organizzativi o ad ambienti e situazioni di lavoro molto particolari. Si pensi per esempio ad un lavoro organizzato in turni che possono determinare una situazione di eccessivo affaticamento e stress: il rischio per la salute è accompagnato da un rischio per la sicurezza in quanto la diminuita capacità di concentrazione e di attenzione e la minore prontezza di reazione conseguenti ad uno stato di affaticamento e stress possono facilitare il verificarsi di un infortunio.

Classificazione dei rischi

Rischi infortunistici

(rischi per la sicurezza)

- Strutture
- Macchine
- Impianti elettrici
- Sostanze pericolose
- Incendio/esplosioni

Rischi igienico-ambientali

(rischi per la salute)

- Agenti chimici
- Agenti fisici
- Agenti biologici
- Agenti cancerogeni
- Agenti mutageni

Rischi di tipo trasversale

(rischi per la sicurezza e la salute)

- Organizzazione del lavoro
- Fattori psicologici
- Fattori ergonomici
- Condizioni di lavoro difficili

Rischi per la sicurezza

Rischi da carenze strutturali dell'ambiente di lavoro relativamente a:

- Altezza dell'ambiente
- Superficie dell'ambiente
- Volume dell'ambiente
- Illuminazione (normale e in emergenza)
- Pavimenti (lisci o sconnessi)
- Pareti (semplici o attrezzate: scaffalature, apparecchiature)
- Solai (stabilità)
- Soppalchi (destinazione, praticabilità, stabilità, portata)
- Botole (visibili e con chiusura di sicurezza)
- Uscite (in numero sufficiente in funzione del personale)
- Locali sotterranei (dimensioni, ricambi d'aria)
- Lavori in quota (dislivelli)
- Ostacoli fissi
- Viabilità esterna e interna

Rischi da carenze di sicurezza su macchine e apparecchiature relativamente a:

- Organi di avviamento, organi di trasmissione, organi di comando
- Macchine con marchio CE (riferimento Direttiva Macchine 89/392CEE emendata)
- Macchine prive di marchio CE (riferimento DPR 547/55)
- Apparecchi di sollevamento (carichi sospesi)
- Ascensori e montacarichi
- Apparecchi a pressione (bombole e circuiti)
- Accesso a vasche, serbatoi, piscine e simili)
- Uso di attrezzature portatili (pneumatiche, a motore ecc.)
- Uso di saldatrici
- Uso di utensili a mano

Rischi per la sicurezza

Rischi da manipolazione di sostanze pericolose:

- Sostanze infiammabili
- Sostanze corrosive
- Sostanze comburenti
- Sostanze esplosive

Rischi da carenza di sicurezza elettrica connessa a:

- Idoneità del progetto
- Idoneità d'uso
- Impianti a sicurezza intrinseca in atmosfere a rischio di incendio e/o esplosione
- Impianti speciali a caratteristiche di ridondanza

Rischi da incendio e/o esplosione per:

- Presenza di materiali infiammabili d'uso
- Presenza di armadi di conservazione (caratteristiche strutturali e di aerazione)
- Presenza di depositi di materiali infiammabili (caratteristiche strutturali di ventilazione e di ricambi d'aria)
- Carenza di sistemi antincendio
- Carenza di segnaletica di sicurezza

Rischi per la salute

Agenti chimici

Rischi da esposizione connessi con l'impiego di sostanze chimiche, tossiche o nocive, in relazione a:

- Ingestione
 - Contatto cutaneo
 - Inalazione di inquinanti aerodispersi sotto forma di:
 - aeriformi (gas e vapori)
 - liquidi (nebbie)
 - particolato solido (fumi, polveri, fibre)
- e, in generale, di aerosoli

Agenti fisici

Rischi da esposizione a grandezze fisiche che interagiscono in vari modi con l'organismo umano:

- Rumore (presenza di apparecchiature rumorose)
- Vibrazioni (presenza di apparecchiature e strumenti vibranti)
- Radiazioni non ionizzanti (presenza di apparecchiature che impiegano radiofrequenze, microonde, radiazioni infrarosse, radiazioni ultraviolette, luce laser ecc.)
- Microclima (carenze nella climatizzazione dell'ambiente per quanto attiene a temperatura, umidità relativa, ventilazione, calore radiante, condizionamento)
- Illuminazione (carenze di livelli di illuminamento ambientale e dei posti di lavoro, in relazione alla tipologia più o meno fine della lavorazione) e VDT (posizionamento, illuminazione, postura, microclima)

Rischi per la salute

Agenti biologici

Rischi da esposizione (ingestione, contatto cutaneo, inalazione) a organismi e microrganismi patogeni o non, colture cellulari, endoparassiti umani, presenti nell'ambiente a seguito di emissione e/o trattamento e manipolazione:

- Emissione involontaria (impianto di condizionamento, emissioni di polveri organiche ecc.)
- Emissione incontrollata (impianti di depurazione delle acque, manipolazione di materiali infetti in ambiente ospedaliero, impianti di trattamento e smaltimento di rifiuti ospedalieri ecc.)
- Trattamento o manipolazione volontaria, a seguito di impiego sperimentale in vitro (impiego di microrganismi: batteri, virus, rickettsie, alghe, funghi e miceti, protozoi ecc.; colture cellulari; conservazione dei ceppi; campioni biologici infetti; DNA ricombinante) o in vivo (impiego di agenti infettanti o infestanti) o in sede di vera e propria attività produttiva (biotecnologie)

Agenti cancerogeni

Rischi da esposizione ad agenti cancerogeni:

- Sostanze menzionate R45 (*può provocare il cancro*)
- Sostanze menzionate R49 (*può provocare il cancro per inalazione*)
- Sostanze e preparati di cui all'allegato XLII D. Lgs. 81/08

Agenti mutageni

Rischi da esposizione ad agenti mutageni:

- Sostanze menzionate R46 (*può provocare alterazioni genetiche ereditarie*)

Rischi trasversali o organizzativi

Organizzazione del lavoro:

- Processi di lavoro usuranti (lavori in continuo, sistemi di turni, lavoro notturno)
- Pianificazione degli aspetti attinenti alla sicurezza e la salute (piani di sicurezza, programmi di controllo e monitoraggio)
- Manutenzione degli impianti, comprese le attrezzature di sicurezza
- Procedure adeguate per far fronte agli incidenti e a situazioni di emergenza
- Movimentazione manuale dei carichi
- Lavoro ai VDT (per es. immissione dati)

Fattori psicologici:

- Intensità, monotonia, solitudine, ripetitività del lavoro
- Carenze di contributo al processo decisionale e situazioni di conflittualità
- Complessità delle mansioni e carenza di controllo
- Reattività anomala a condizioni di emergenza

Fattori ergonomici:

- Sistemi di sicurezza e affidabilità delle informazioni
- Conoscenze e capacità del personale
- Norme di comportamento
- Soddisfacente comunicazione e istruzioni corrette in condizioni variabili

Condizioni di lavoro difficili:

- Lavoro con animali
- Lavoro in atmosfere a pressione superiore o inferiore al normale
- Condizioni climatiche esasperate
- Lavoro in acqua: in superficie (per esempio su piattaforme) e in immersione
- Conseguenze di variazioni ragionevolmente prevedibili dalle procedure di lavoro in condizioni di sicurezza
- Ergonomia delle attrezzature di protezione personale e del posto di lavoro
- Carenza di motivazione alle esigenze di sicurezza

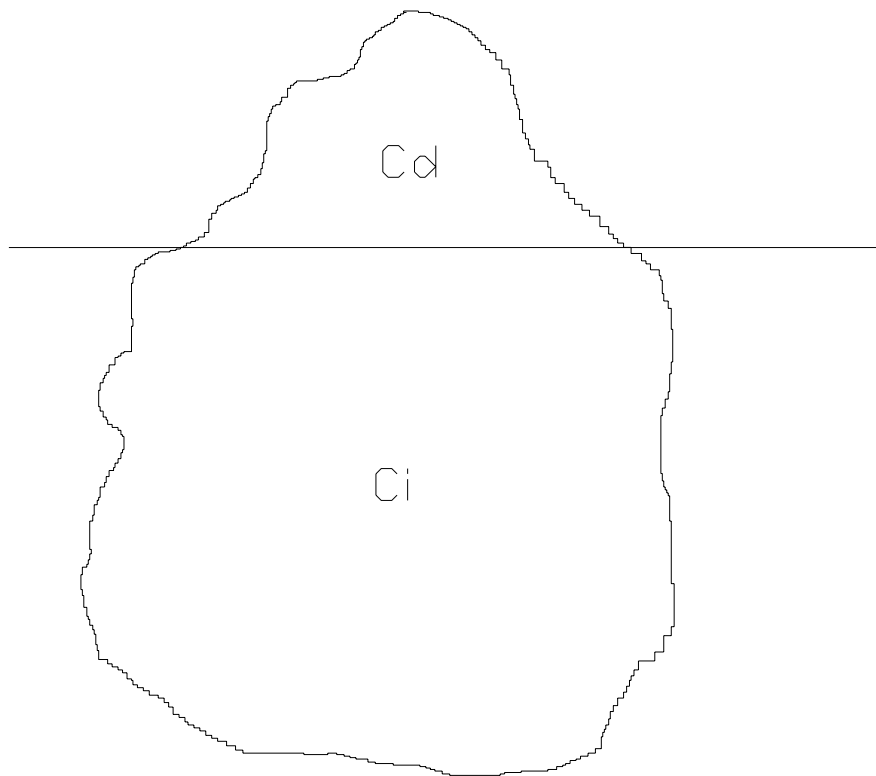
2.3 – Costo degli infortuni e delle malattie professionali

Una gestione non corretta della sicurezza può comportare costi elevati. In particolare, i costi connessi agli infortuni e alle malattie professionali comprendono:

- una quota definibile *costo diretto* (o costo assicurato), che a livello di aggregato economico può essere valutato, per un dato settore, come il totale ammontare delle rendite e degli indennizzi pagati dagli istituti assicuratori in quel settore;
- una quota definibile *costo indiretto*, che include tutti i costi più o meno espliciti sostenuti dalle imprese in relazione al verificarsi degli infortuni o delle malattie professionali:
 - costo per il primo soccorso, il trasporto e l'ospedalizzazione delle vittime;
 - costo per la sostituzione sul lavoro dei lavoratori assenti per infortunio o malattia professionale (che continuano a dover essere retribuiti), con eventuale retribuzione di ore di lavoro straordinario;
 - costo per il ripristino dei mezzi di produzione danneggiati;
 - costi legati alle perdite di produzione e profitto dovute all'interruzione dell'attività lavorativa da parte delle vittime e di altri dipendenti intervenuti in soccorso, comprendenti anche la quota dei costi generali sostenuti indifferentemente dalla diminuzione di produzione;
 - costo delle pratiche burocratiche (compilazione del rapporto sull'infortunio, denuncia alle autorità competenti e all'INAIL, trasmissione dati ecc.);
 - costo per eventuali sequestri di impianti e macchinari disposti dalla magistratura per appurarne la rispondenza alle norme di sicurezza vigenti;
 - costi di assistenza legale;
 - costi dovuti all'aumento dei premi assicurativi (maggiorazione del tasso medio applicato dall'INAIL dovuta al peggioramento degli indici infortunistici aziendali);
 - costi per la ricerca e formazione di nuovo personale;
 - costi derivanti dalle reazioni sindacali e dai possibili scioperi (cui consegue una mancata produzione);

- costi connessi alla perdita di immagine aziendale (a cui può far seguito, per esempio, una perdita di quote di mercato o che può comportare la necessità di una campagna promozionale per la correzione dell'immagine negativa).

Costo degli infortuni e delle malattie professionali



Iceberg di Heinrich

C_d = costo diretto; C_i = costo indiretto o costo occulto

$$C_i = 4 C_d$$

$$C_t = C_i + C_d = 5 C_d$$

I costi indiretti rappresentano una quota rilevante dei costi totali (si stima che i costi diretti rappresentino appena 1/5 dei costi totali e i costi indiretti i restanti 4/5). Nonostante ciò nelle valutazioni aziendali essi non sono, in genere, tenuti nella dovuta considerazione perché, proprio in virtù della loro natura indiretta, non sono facilmente identificabili e quantificabili con precisione.

Carenze culturali e difficoltà finanziarie sono i motivi principali che ostacolano nella pratica l'accettazione del punto di vista appena esposto e di conseguenza la sua attuazione pratica, in particolare nelle imprese di dimensioni piccole e medie e nei settori a basso contenuto tecnologico.

3 – GESTIONE DELLA PREVENZIONE

3.1 - La prevenzione come attività gestionale

Dal punto di vista aziendale la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro è ormai da considerare un'attività gestionale. La convenienza per l'impresa ad affrontare la gestione della prevenzione in modo sistematico e integrato nell'attività aziendale è legata a motivi diversi:

- i nuovi provvedimenti legislativi sono chiaramente orientati a richiedere tale tipo di impegno al vertice aziendale;
- la prevenzione è un'attività complessa che richiede il coinvolgimento, spesso contemporaneo, di più competenze tecniche e funzionali;
- la prevenzione è una materia potenzialmente conflittuale che deve essere gestita in modo tale da mantenere i livelli di conflittualità all'interno della normalità e in modo che l'organizzazione sia orientata alla motivazione e alla valorizzazione delle risorse umane;
- una gestione non corretta della sicurezza può comportare un aumento incontrollato dei costi, il peggioramento dei rapporti sindacali, una caduta dell'immagine aziendale.

L'impostazione di un modello organizzativo generale della prevenzione, imperniato su definiti soggetti e con precise funzioni, è una delle principali finalità della direttiva

quadro. La nuova normativa ha inoltre attivato dinamiche innovative anche sull'organizzazione aziendale delle imprese.

Gran parte dei principi sottostanti all'applicazione del D. Lgs. 81/08 (già previsti dal D. Lgs. 626/94), nonché l'integrazione con altri processi aziendali, sono riconducibili a una logica organizzativa. Tra i principi organizzativi sottostanti all'applicazione del D. Lgs. 81/08 si possono citare i seguenti:

- ruolo di attivazione e sostegno del vertice (*commitment*);
- coerenza nei processi di delega;
- coordinamento gestionale delle risorse tecniche;
- governo dei processi (*leadership*, motivazione, informazione, controllo);
- valorizzazione della linea e ruolo di supporto dello *staff*.

I principali elementi di organizzazione della prevenzione previsti dal D. Lgs. 81/08 sono i seguenti:

- costituzione di un Servizio di Prevenzione e Protezione aziendale (SPP) e nomina di un responsabile (RSPP) e di eventuali addetti (ASPP);
- nomina di addetti aziendali all'emergenza, pronto soccorso e prevenzione incendi;
- nomina di un medico competente, quando le tipologie e i livelli di rischio lo richiedono;
- designazione del (o dei) rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS);
- definizione di compiti precisi per tali soggetti;
- definizione di un sistema di comunicazione fra i diversi soggetti della prevenzione e loro integrazione, da concretizzarsi almeno nella riunione annuale.

Il successo del sistema di gestione della tutela della sicurezza e della salute durante il lavoro si basa su alcuni elementi fondamentali.

- **Strategia:** senza una strategia in termini di obiettivi stabiliti dall'alta direzione non può esservi un fondamento efficace per l'azione e l'allocazione delle risorse.
- **Organizzazione:** occorre definire la struttura organizzativa che consenta di collegare le azioni reali in materia di igiene e sicurezza agli obiettivi strategici.

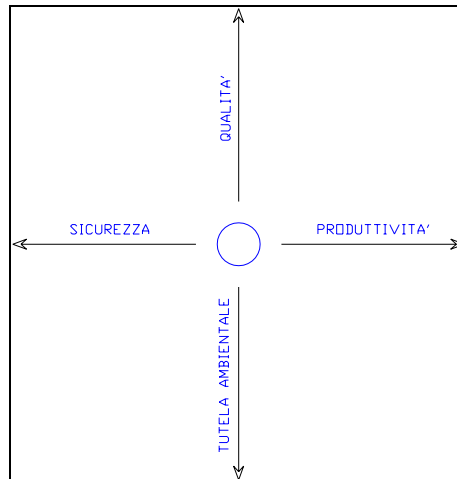
Nelle piccole imprese non si tratta di definire un'organizzazione troppo complicata; piuttosto è necessario che essa sia efficace in pratica.

- **Pianificazione e esecuzione:** è sempre proficuo il tempo dedicato alla pianificazione anticipata in materia di igiene e sicurezza. Per ottenere il massimo beneficio dalla pianificazione è necessario dedicare a tale attività tempo e altre risorse.
- **Misura delle prestazioni:** è una parte essenziale di ogni strategia. Un'indicazione della tendenza può essere data anche dal confronto tra i valori nuovi e i valori precedenti degli indici infortunistici, tra le nuove e le vecchie modalità di accadimento degli incidenti ecc. Tuttavia occorre individuare metodi di misura delle prestazioni più efficaci e che rappresentino meglio i cambiamenti.
- **Verifica delle prestazioni:** la verifica può essere condotta internamente, effettuando confronti con i risultati conseguiti dall'impresa nei periodi precedenti. Un sistema più efficace comporta la verifica dei risultati ottenuti confrontandoli con quelli di altre imprese dello stesso settore che operino con la stessa filosofia. Ciò consente tra l'altro di identificare nell'impresa che consegua i migliori risultati un modello di riferimento per il futuro.
- **Revisione:** l'azienda può rivedere e correggere gli obiettivi sia in relazione a fatti interni all'azienda (considerazione realistica dei risultati ottenuti in rapporto agli obiettivi, mutamenti del management, azione sindacale, ecc.) sia come conseguenza di sollecitazioni provenienti dall'esterno (introduzione di nuove leggi e norme, pressione dell'opinione pubblica, ecc.). In particolare tra le cause esterne può avere un ruolo di assoluto rilievo la definizione di nuovi sistemi di incentivo o sconto da parte dell'ente assicuratore. Una tale politica renderebbe esplicito e conseguibile con certezza il risparmio su una quota di costi diretti legati al verificarsi di infortuni e malattie professionali.

Non è quindi sufficiente che la sicurezza venga perseguita attraverso un impegno *una tantum*, cioè né che le attività finalizzate alla sicurezza vengano effettuate una volta per tutte né che vengano ripetute ma in maniera discontinua. Un'azienda infatti è un organismo dinamico nel quale più o meno rapidamente, ma con continuità, mutano le condizioni in cui l'attività si svolge.

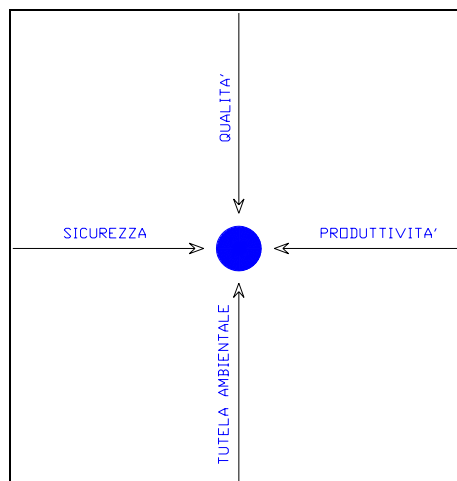
LA SICUREZZA IERI

Produttività, sicurezza, qualità e tutela ambientale come obiettivi antagonistici



LA SICUREZZA OGGI

Produttività, sicurezza, qualità e tutela ambientale come obiettivi integrati



I cambiamenti interessano:

- i mezzi materiali di produzione:
 - rinnovo o modifica di impianti, macchinari, attrezzature
 - modifiche al lay-out (variazioni della disposizione dei macchinari e quindi dei flussi di movimentazione di materie prime, semilavorati, prodotti finiti)
- le materie prime ed accessorie
- l'organizzazione del lavoro:
 - aggiornamento delle procedure operative
 - adeguamento dei tempi e dei metodi di lavoro
 - modifiche ai turni
- il personale:
 - cambiamenti e rotazione nelle mansioni
 - nuove assunzioni, abbandoni per licenziamenti e pensionamenti

In un'ottica radicalmente diversa da quella del passato, occorre considerare la sicurezza come intimamente connessa all'attività principale di produzione e non come qualcosa di aggiunto, spesso antagonista, e che rappresenta un costo extra. Gli obiettivi della produzione, della sicurezza e, oggi, anche della tutela ambientale e della qualità sono integrati e sinergici. In quest'ottica, la sicurezza diviene una funzione intimamente collegata alla funzione produttiva che costituisce l'oggetto fondamentale dell'attività e non ad essa sovrapposta come una funzione indipendente e aggiunta.

3.2 – Sistemi di gestione della sicurezza

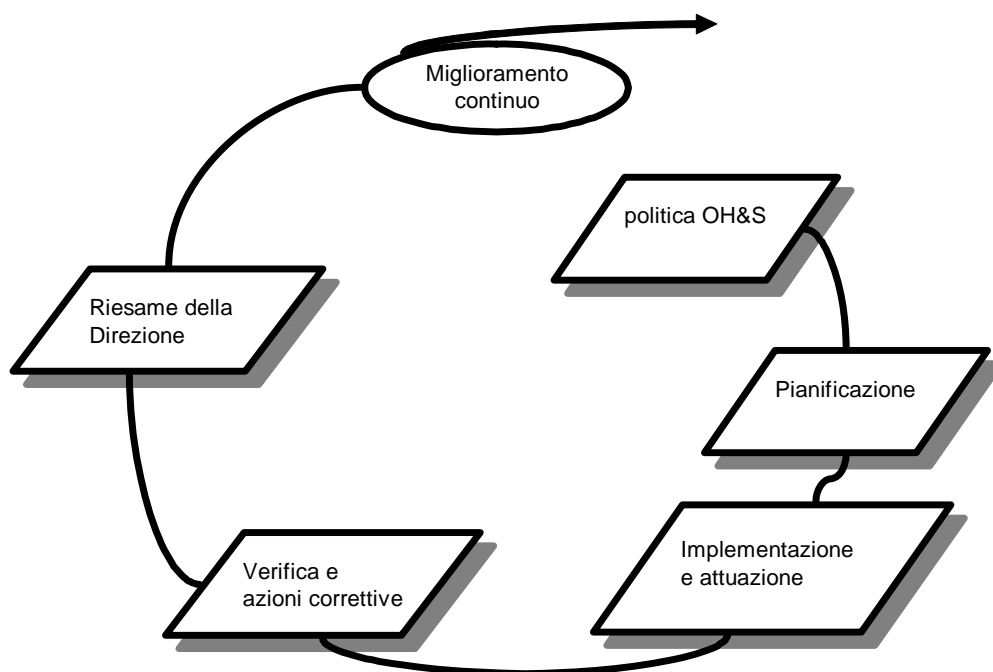
Comincia ad affermarsi in questi anni, anche in Italia, l'applicazione di un sistema di gestione per la sicurezza (SGS) con impostazione analoga a quella dei sistemi di gestione per la qualità (SGQ) e dei sistemi di gestione ambientale (SGA), realizzati secondo specifiche internazionalmente riconosciute. Sono tali le norme della serie UNI EN ISO 9000 (per gli SGQ) e della serie UNI EN ISO 14000 (per gli SGA) o lo schema europeo EMAS (Eco-Management and Audit Scheme, cioè sistema comunitario di ecogestione e audit, per gli SGA). Si tratta di strumenti a carattere volontario volti a

promuovere costanti miglioramenti della qualità o dell'efficienza ambientale delle attività industriali.

Non esiste ancora una norma ISO relativa ai sistemi di gestione della sicurezza. Il riferimento internazionale più importante in argomento è la norma OHSAS 18001 (Occupational Health & Safety Assessment Series), anche in questo caso di applicazione volontaria.

Tale specifica rappresenta uno strumento organizzativo che consente di gestire in modo organico e sistematico la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori senza sconvolgere la struttura organizzativa aziendale, puntando sui seguenti requisiti fondamentali:

- adozione di una **politica** per la gestione della sicurezza;
- definizione di programmi e obiettivi specifici attuando la logica del **ciclo di Deming** PDCA (Plan-Do-Check-Act, cioè pianificazione, esecuzione, verifica e azione di miglioramento);
- **riesame** della direzione e **miglioramento continuo**.



Elementi chiave per il successo della gestione della sicurezza e igiene del lavoro (OH&S = occupational health and safety)

Il sistema di gestione della sicurezza regolato dalla norma OHSAS è spesso realizzato in integrazione con il sistema di gestione della qualità e con il sistema di gestione ambientale ispirati alle norme ISO.

4 – ATTUAZIONE DEL D. LGS. 81/08

4.1 – Fasi e attività per l'attuazione del D. Lgs. 81/08

Il D. Lgs. 626/94 prevede fasi di attività coerenti con un'impostazione di tipo gestionale quale quella precedentemente descritta.

D. Lgs. 81/08: fasi e attività

Fase I - Identificazione

- Identificazione dei fattori di pericolo
- Identificazione dei lavoratori esposti
- Individuazione di norme e parametri di riferimento per i criteri di valutazione e per la definizione di rischio accettabile

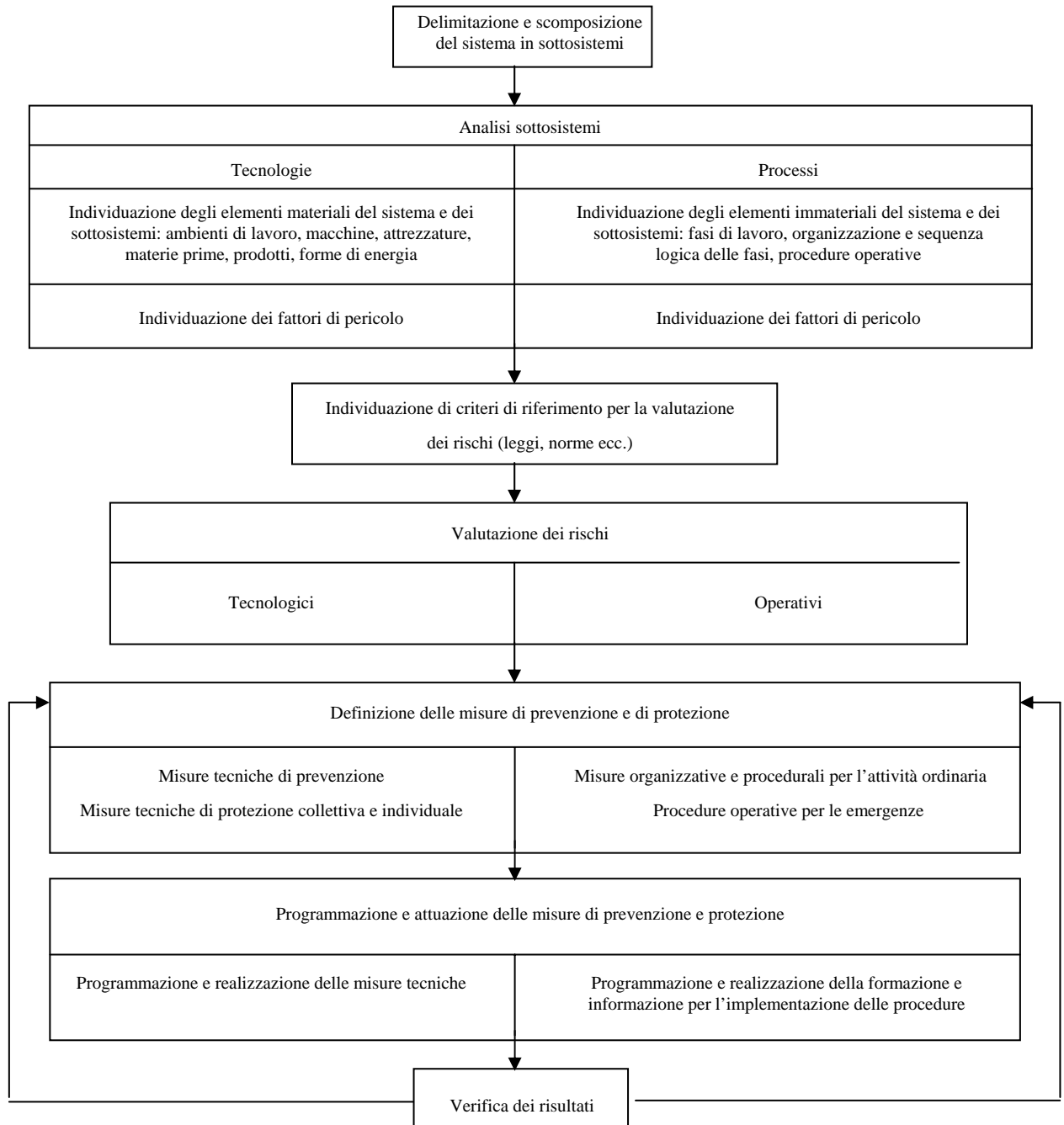
Fase II - Valutazione

- Stima dell'entità dell'esposizione
- Stima della gravità degli effetti che ne possono derivare
- Stima della probabilità che tali effetti si manifestino
- Confronto con rischio accettabile

Fase III – Controllo e gestione

- Ricerca di misure tecniche, organizzative, procedurali per eliminare o ridurre l'esposizione e/o il numero di esposti
- Definizione di un piano e cronogramma per mettere in atto le misure individuate

Schema di sequenza operativa del programma di sicurezza



4.2 - Identificazione dei pericoli

Al fine di identificare i pericoli è opportuno che le attività aziendali siano analizzate in dettaglio. Un'impresa è un sistema costituito da elementi materiali (reparti, macchine, attrezzature, sostanze, forme di energia) e immateriali (processi produttivi, organizzazione). Il sistema complessivo dell'impresa deve essere scomposto in sottosistemi, secondo una sistematica sequenza operativa.

Tenuto conto della numerosità e varietà dei fattori di rischio e dell'articolazione dell'attività, che può essere relativamente complicata anche nelle PMI, per attuare la fase di identificazione si è diffuso il metodo delle liste di controllo (*check lists*), reperibili sul mercato ma anche modificabili a cura dell'utente per un migliore adattamento ai casi specifici. Si tratta di lunghe liste di quesiti che aiutano l'analista a non trascurare nessuno degli aspetti da verificare.

4.3 - Valutazione dei rischi

Valutare i rischi significa attribuire loro un valore, quantificarli. A tal fine occorre effettuare uno sforzo di comprensione del rischio che richiede innanzitutto di riflettere su quali eventi o quali scenari incidentali possano verificarsi.

Per la valutazione del rischio connesso al verificarsi di un particolare evento sfavorevole occorre valutare sia la probabilità di quell'evento sia l'entità delle conseguenze dannose, quindi definire la relazione che intercorre tra quei due parametri e il rischio.

Rischio: espressione matematica

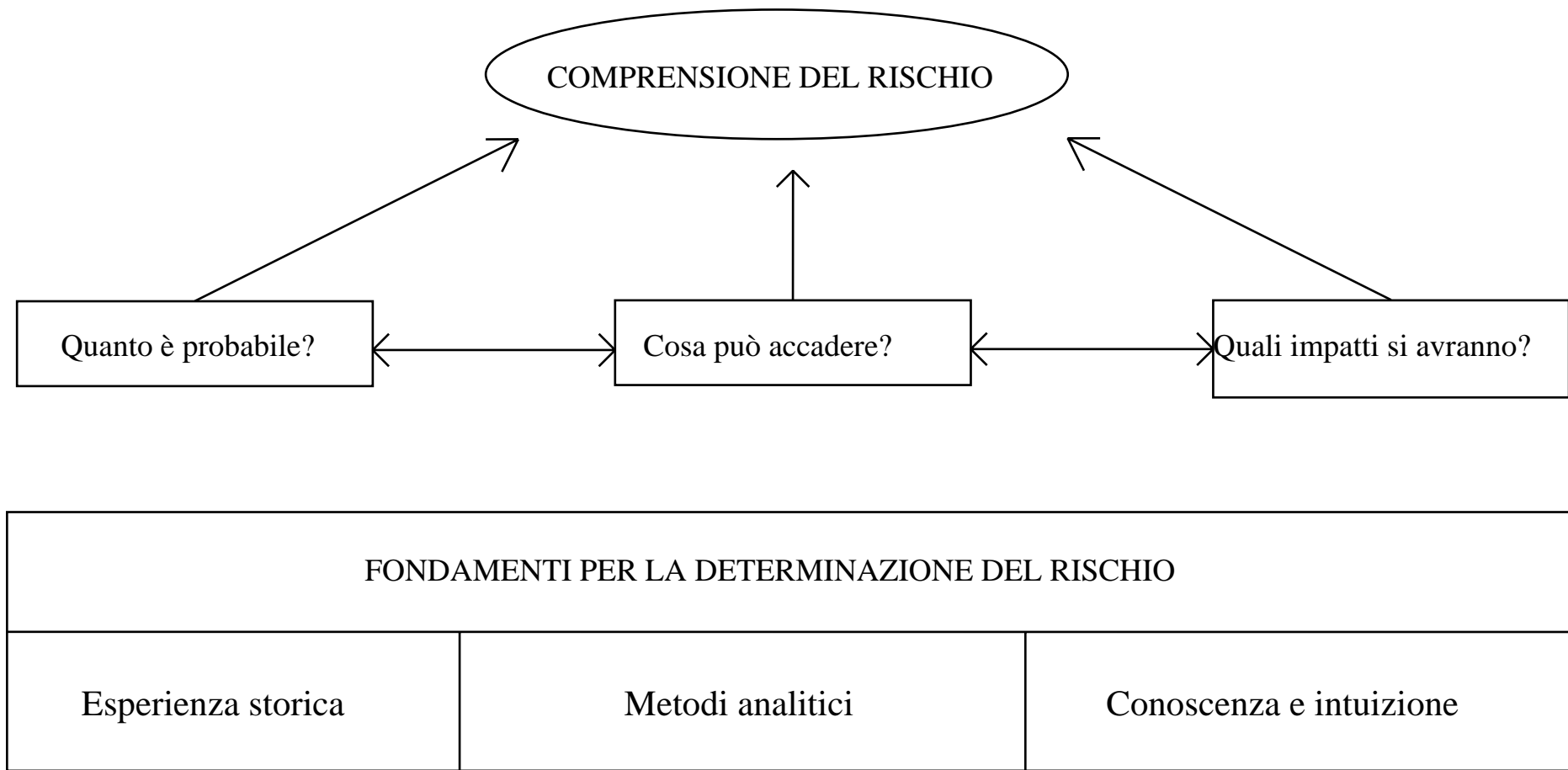
Il rischio è funzione di due parametri fondamentali: $R = f(P,D)$

oppure, per i rischi di natura igienistica: $R = f(E,D)$

P = probabilità di una fonte di pericolo di causare un effetto nocivo o un danno

D = dimensione, dose, gravità o entità del danno (*magnitudo*)

E = durata temporale dell'esposizione a un pericolo



Il significato appena illustrato di valutazione del rischio (intesa come attribuzione di un valore, quantificazione) corrisponde a quello del vocabolo inglese *evaluation*; con il termine *valutazione* in italiano si traduce anche il vocabolo inglese *assessment*, che invece si riferisce all'espressione di un giudizio di accettabilità. Una volta che il rischio è stato quantificato, occorre compararne l'entità con uno o più valori di riferimento o di soglia ed esprimere un giudizio.

Per numerosi fattori di rischio esistono criteri di valutazione diffusamente accettati e talvolta accolti da normative o addirittura dalla legislazione. Si parla in questo caso di ***rischio normato***, intendendo che esiste una legge o una norma o comunque un criterio di riferimento su cui basarsi e che indica sia le modalità di quantificazione del rischio, sia il livello di rischio accettabile, sia, eventualmente, le misure di prevenzione da adottare.

I criteri di riferimento debbono essere considerati secondo una scala gerarchica (nel senso che una legge nazionale prevale evidentemente, se esiste, su una norma tecnica nazionale, quest'ultima su una normativa estera e così via).

Criteri di riferimento per l'analisi e valutazione del rischio

1. Norme di legge nazionali e comunitarie
2. Normative tecniche nazionali (UNI, CEI)
3. Normative tecniche sovranazionali (CEN, ISO)
4. Normative tecniche internazionali e standard scientifici più accreditati (DIN, ACGIH, NIOSH ecc.)
5. Linee guida proposte a livello nazionale o regionale o di associazioni professionali di esperti
6. Pubblicazioni scientifiche
7. Procedure aziendali

Esempi di rischi normati

Per quanto riguarda il *rischio di esposizione al rumore* o il *rischio di esposizione alle vibrazioni trasmesse all'uomo*, la legge italiana (il D. Lgs. 81/08) specifica i criteri di valutazione, definisce le classi di rischio in relazione al livello di esposizione e prescrive gli adempimenti necessari.

Per il *rischio di esposizione agli agenti chimici aerodispersi* la legge italiana definisce i valori limite di concentrazione per poco più di cento sostanze. Per le altre sostanze è prassi consolidata, nel nostro Paese, riferirsi ai valori limite di soglia definiti da organismi esteri di autorevolezza riconosciuta a livello mondiale (ACGIH, NIOSH ecc.).

Esempio di rischio non normato

Si consideri il rischio di seppellimento a cui sono esposti gli operai che lavorano all'interno di una trincea per la posa di una condotta. In Italia esistono numerosi articoli di legge attinenti: essi però contengono prescrizioni generiche, almeno nel senso che esse non arrivano a dettare un criterio oggettivo di valutazione del rischio. Data la varietà delle situazioni possibili e la numerosità dei fattori da cui il rischio dipende, il legislatore preferisce lasciare ad un professionista competente la responsabilità di assumere, caso per caso, una decisione circa le modalità di esecuzione dello scavo, di sostegno delle pareti ecc.

Possono essere considerati rischi normati, nel senso descritto, i rischi di natura igienistica e alcuni rischi per la sicurezza. Molti tra i rischi infortunistici tuttavia devono essere considerati ***rischi non normati***.

Nel caso dei rischi non normati è diffuso il ricorso a criteri di valutazione discontinua basati su matrici di valutazione.

Secondo tali criteri a ciascuno dei parametri P e D (probabilità e danno) viene attribuito un punteggio secondo una scala ordinale (per esempio da 1 a 4). Il rischio R viene calcolato, molto semplicemente, come prodotto $P \times D$. In base al valore di R così ottenuto si stabilisce l'urgenza e la priorità dei provvedimenti da assumere.

L'applicazione del metodo conduce a risultati scarsamente oggettivi. Si ottiene un miglioramento notevole se i valori di P e D vengono attribuiti sulla base di una scala di riferimento predeterminata.

P	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4
		1	2	3	4
					D

Matrice di valutazione del rischio $R = P \times D$

$R > 8$	<i>Azioni correttive indilazionabili</i>
$4 \leq R \leq 8$	<i>Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza</i>
$2 \leq R \leq 3$	<i>Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine</i>
$R = 1$	<i>Azioni migliorative da valutare in fase di programmazione</i>

Scala di urgenza e priorità delle misure di prevenzione e protezione

Valore	Livello	Definizioni/Criteri
4	Altamente probabile	<ul style="list-style-type: none">• Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata e il verificarsi del danno per i lavoratori• Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata nella stessa azienda o in aziende simili o in situazioni operative simili• Il verificarsi del danno conseguente alla mancanza rilevata non susciterebbe alcuno stupore in azienda
3	Probabile	<ul style="list-style-type: none">• La mancanza rilevata può provocare un danno, anche se non in modo automatico o diretto• È noto qualche episodio in cui alla mancanza ha fatto seguito il danno• Il verificarsi del danno conseguente alla mancanza rilevata susciterebbe una moderata sorpresa in azienda
2	Poco probabile	<ul style="list-style-type: none">• La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi• Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi in cui alla mancanza ha fatto seguito il danno• Il verificarsi del danno conseguente alla mancanza rilevata susciterebbe grande sorpresa in azienda
1	Improbabile	<ul style="list-style-type: none">• La mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi poco probabili indipendenti• Non sono noti episodi già verificatisi• Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità in azienda

Scala di riferimento della probabilità P

Valore	Livello	Definizioni/Criteri
4	Gravissimo	<ul style="list-style-type: none">• Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti letali o di invalidità totale (elettrocuzioni, cadute dall'alto, investimenti da parte di veicoli ecc.)• Esposizione cronica con effetti letali e/o totalmente invalidanti (esposizione ad agenti cancerogeni ecc.)
3	Grave	<ul style="list-style-type: none">• Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale (fratture multiple, perdite anatomiche ecc.)• Esposizione cronica con effetti irreversibili parzialmente invalidanti (sensibile abbassamento dell'udito o della vista, sensibilizzazioni, intossicazioni ecc.)
2	Medio	<ul style="list-style-type: none">• Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità reversibile (schiacciamenti, tagli che richiedono suture, fratture, infortuni di natura elettrica senza conseguenze gravi, ustioni di 1° e 2° grado ecc.)• Esposizione cronica con effetti reversibili (intossicazioni, irritazioni ecc.)
1	Lieve	<ul style="list-style-type: none">• Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità rapidamente reversibile (escoriazioni, contusioni, tagli curabili con medicazioni, scottature con dolore senza bruciature ecc.)• Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili (irritazioni cutanee, arrossamenti oculari, congiuntiviti ecc.)

Scala di riferimento dell'entità del danno D

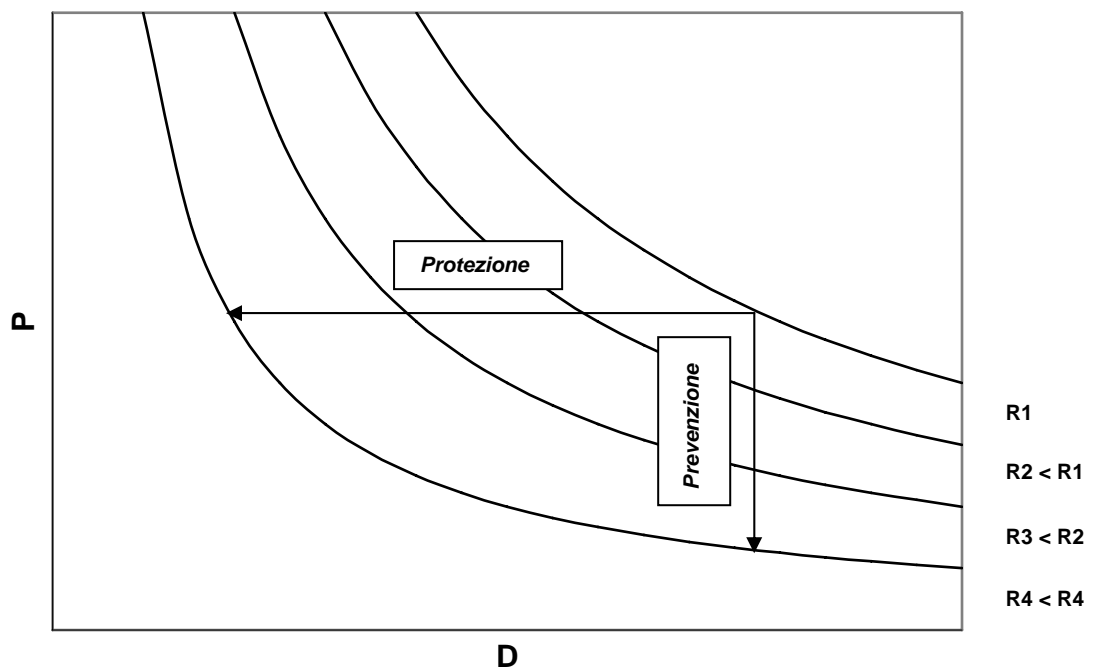
4.4 - Controllo e gestione: pianificazione e attuazione delle misure di prevenzione e protezione

Sulla base della valutazione dei rischi occorre definire gli interventi di prevenzione e di protezione da attuare per conseguire le finalità seguenti:

1. ricondurre il rischio a valori accettabili, nel caso in cui la valutazione abbia evidenziato una situazione inaccettabile;
2. mantenere, nel tempo, il livello di sicurezza raggiunto;
3. migliorare, nel tempo, la tutela sicurezza e della salute dei lavoratori.

Occorre a tal proposito definire un **cronogramma**, cioè un programma delle misure che ne specifichi i tempi di attuazione.

Mediante le misure di prevenzione si riduce il rischio connesso al verificarsi di un determinato evento diminuendo la probabilità che quell'evento si verifichi. Mediante le misure di protezione si ottiene una riduzione del rischio limitando l'entità delle conseguenze di quell'evento.



Misure di prevenzione e di protezione

ESEMPI DI MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Nel caso specifico di rischio di incendio le misure di prevenzione sono volte ad eliminare o ridurre la probabilità che i tre componenti della combustione (combustibile, comburente e sorgente d'innesco) siano contemporaneamente presenti nello stesso ambiente. In questo modo si agisce sulla probabilità che l'evento incidentale (formazione di fuoco non controllato) abbia luogo, a prescindere dall'entità delle conseguenze che il verificarsi dell'evento potrebbe determinare.

Una misura di prevenzione è, per esempio, il divieto di usare fiamme libere in locali in cui si fa uso di sostanze combustibili i cui vapori possono dar luogo, con l'aria, a una miscela infiammabile.

Misure di protezione in caso di incendio sono l'intervento di estinzione sul fuoco tramite sistemi manuali o automatici (misura di protezione attiva), oppure la compartimentazione di un locale a rischio (per esempio un locale caldaia) con muri tagliafuoco che impediscano o ritardino la propagazione di un eventuale incendio ai locali adiacenti (misura di protezione passiva).

In altri casi la distinzione tra misure di prevenzione e misure di protezione è meno evidente.

Si consideri il rischio di caduta di materiali dall'alto. Dalle impalcature o dai posti di lavoro sopraelevati, per esempio, possono cadere attrezzi o materiali che possono colpire chi si trovi in posizione soggiacente.

Far indossare l'elmetto ad una persona che lavori sotto o in prossimità di posti di lavoro sopraelevati è una misura di **protezione individuale** che non modifica la probabilità che cadano oggetti e che la persona ne possa essere colpita, ma limita le conseguenze di tale evenienza.

Collocare mantovane che impediscano agli oggetti di raggiungere il suolo è una misura che **non previene** il rischio di caduta di materiali dall'alto ma che **previene** il rischio che i materiali in caduta colpiscano persone.

Relativamente all'evento *caduta di materiali dall'alto* le mantovane rappresentano una misura di **protezione collettiva**; rispetto all'evento *urto di oggetti in caduta contro persone* le mantovane rappresentano invece una misura di prevenzione.

Le misure di prevenzione sono spesso più economiche di quelle di protezione, considerando l'economicità come rapporto tra costi e benefici valutati anche nel medio/lungo termine.

Ferma restando l'opportunità di adottare, in numerosi casi, misure sia di prevenzione sia di protezione, le misure di prevenzione sono da preferire rispetto a quelle di protezione perché più efficaci. Infatti:

- le misure di prevenzione hanno efficacia collettiva piuttosto che individuale;
- le misure di prevenzione intervengono automaticamente, a prescindere dalla volontà o dagli errori degli interessati;
- l'efficacia delle misure di protezione è fortemente condizionata dagli errori umani.

L'errore umano può essere determinato da un comportamento deliberato o del tutto inconsapevole. Un errore deliberato può consistere nel manomettere le protezioni di una macchina, nel non indossare un dispositivo di protezione individuale nelle situazioni in cui è prescritto, ecc. Un errore inconsapevole può consistere nell'indossare in maniera non corretta un dispositivo di protezione individuale: per esempio, se una persona indossa una cuffia per la protezione dell'udito senza allontanare i capelli, o se introduce in maniera non appropriata gli inserti, la protezione ottenuta è inferiore a quella garantita dal fabbricante.

Gli errori umani sono molto probabili. L'esperienza dice che essi si verificano con frequenza alta, e comunque tanto più elevata quanto più complesse sono le attività richieste. Gli errori umani possono essere ridotti attraverso la formazione e l'informazione. È necessario in particolare che la formazione induca una nuova attitudine mentale rispetto al problema della sicurezza e dell'igiene del lavoro e che determini il coinvolgimento degli interessati a tutti i livelli.

Frequenza degli errori umani (Dati dell'U.S. National Safety Council)

Serraggio di una vite	1 errore ogni 9600 operazioni corrette
Controllo di uno schema elettrico e azionamento di un interruttore su un pannello di controllo	1 errore ogni 890 operazioni corrette
Lettura di un manometro	1 errore ogni 200 operazioni corrette
Lettura di un manuale di istruzioni e adozione della procedura indicata	1 errore ogni 16 operazioni corrette

Secondo i principi della prevenzione – e quindi secondo la legge che li ha fatti propri – gli interventi riferiti a un particolare fattore di rischio vanno considerati secondo una scala gerarchica di preferibilità che va dagli interventi alla fonte (da preferire quando essi sono concretamente attuabili ed efficaci) agli interventi sul percorso di trasmissione, agli interventi di protezione collettiva sino, infine, agli interventi di protezione individuale.

Gerarchia o sequenza di preferibilità delle misure di sicurezza

1. **Misure dirette o primarie** (interventi alla fonte): misure tecniche e organizzative volte alla completa eliminazione dei pericoli presenti.
2. **Misure indirette o secondarie**: poiché la completa eliminazione dei pericoli non può essere ottenuta, devono essere attuati provvedimenti secondari per far sì che non vi sia il coinvolgimento di persone in situazioni di pericolo. Ciò può essere conseguito interponendo tempo e/o spazio tra l'individuo e l'agente di rischio.
3. **Misure direttive o terziarie**: se, nonostante le misure di sicurezza indirette, sussiste ancora un rischio significativo, un successivo provvedimento consisterà nell'uso dei DPI (dispositivi di protezione individuale), nell'uso di respiratori, nella misura delle concentrazioni delle sostanze pericolose, nell'impiego di formatori qualificati, nella posa di segnaletica e nell'insistenza sull'osservazione dei regolamenti e delle istruzioni. Si tratta di misure procedurali; esse sono efficaci raramente, perché non sono automatiche ma richiedono la cooperazione delle persone coinvolte. Frequentemente esse sono semplicemente ignorate, per esempio quando il personale non fa uso degli appropriati DPI.

Gerarchia delle misure di prevenzione e protezione dai rischi

Un esempio: il rischio di esposizione al rumore

Il processo secondo il quale un agente di rischio si origina, si propaga ed arriva ad interagire con uno o più soggetti esposti può essere paragonato al processo di trasmissione di un segnale: c'è un'emittente che genera il segnale (la *sorgente* o *fonte*), un mezzo e un percorso di trasmissione, uno o più riceventi (o *bersagli*: i soggetti esposti).

Nel caso del rumore, per esempio, la sorgente può essere un macchinario rumoroso. Le regole della prevenzione - e le norme di legge - impongono di privilegiare gli interventi alla fonte: essi possono consistere nella sostituzione del macchinario con altro che svolga la medesima funzione produttiva senza generare un rumore eccessivo.

A volte questo risultato può essere ottenuto perché l'azione del macchinario è di tipo statico piuttosto che dinamico (cioè comporta un'azione di spinta continua e regolare piuttosto che un'azione d'urto). In numerose situazioni è possibile ottenere un risultato analogo con semplici modifiche su un macchinario esistente, senza che sia necessario sostituirlo.

Gli interventi di manutenzione sono anch'essi da considerare interventi alla fonte.

Se gli interventi alla fonte sono inattuabili o non del tutto sufficienti, si può pensare di realizzare intorno alla macchina una cappatura fonoisolante. Non si tratta più di un intervento alla fonte, ma di un intervento sul percorso di trasmissione del rumore, anche se realizzato nell'immediata prossimità del macchinario rumoroso. In ordine di preferibilità decrescente, sono ancora interventi sul percorso di trasmissione:

- gli interventi di bonifica acustica generale del locale in cui è installato il macchinario rumoroso, mediante pannelli fonoassorbenti a soffitto e/o a parete;
- l'interposizione di schermi fonoisolanti/fonoassorbenti tra il macchinario e le aree frequentate dal personale;
- la realizzazione di cabine in cui permangano gli operatori, nelle quali installare la strumentazione di comando e controllo.

Qualora infine nessuna delle misure precedenti sia risultata praticabile o comunque soddisfacente, non resta che fornire i DPI (cuffie, inserti ecc.) al personale esposto.

4.5 - Misura delle prestazioni riguardanti la sicurezza: il problema degli infortuni

Dal punto di vista aziendale si pone oggi il problema della misura delle prestazioni dell'impresa non più solo in termini di produttività, ma anche in riferimento alla tutela della sicurezza e della salute. Per un'impresa, la conoscenza delle prestazioni in relazione alla sicurezza è necessaria per l'allocazione delle risorse finanziarie, umane e di altra natura, fondata su basi razionali e finalizzata alla risoluzione dei problemi più urgenti.

Misurare le prestazioni relative alla sicurezza è particolarmente difficile per i rischi infortunistici. L'infortunio infatti è un episodio particolare, legato al verificarsi concomitante di eventi talora numerosi e concatenati in maniera più o meno complessa che dovrebbero essi stessi essere tenuti sotto controllo.

Soprattutto per un'impresa media o piccola, per la quale la casistica è estremamente limitata, il riferimento agli indici infortunistici aziendali costituisce una base inaffidabile per esprimere un giudizio positivo sull'efficacia del sistema di gestione della sicurezza.

Il problema della misura delle prestazioni d'impresa in rapporto alla tutela della sicurezza e della salute si pone anche in un'ottica esterna all'azienda. Dal punto di vista degli enti assicuratori la valutazione del rischio è necessaria per istituire una correlazione tra premi (o incentivi) e livello di rischio (o di sicurezza) aziendale. In questo caso, tuttavia, l'analisi del fenomeno infortunistico si rivela estremamente utile, perché gli indici infortunistici sono calcolati su una base di dati molto ampia e quindi statisticamente significativa.