



Piano Mirato di Prevenzione:
**prevenzione infortuni e tutela della salute
nelle aziende metalmeccaniche**

MANUALE DI BUONA PRATICA
per attività nel settore metalmeccanico

PIANO TRIENNALE STRAORDINARIO
ex dgr n. XI/164/2018

Motivazioni del Piano

- Il numero di infortuni mortali nell'ATS Brescia colloca il settore metalmeccanico al terzo posto, preceduto solamente dai settori agricolo ed edile.
- Durante le ispezioni nelle aziende metalmeccaniche è emerso la necessità di incrementare la conoscenza specifica delle norme generali che riguardano la sicurezza di macchine e impianti.
- Nei Documenti di Valutazione del Rischio il capitolo riguardante la sicurezza di macchine ed attrezzature è solitamente trattato in maniera superficiale, accomunando le macchine per tipologia di rischio (cesoiamento, schiacciamento, ecc.), anziché valutare, macchina per macchina, quali rischi palesi siano ancora presenti (anche in attrezzature di recente acquisto).

Misura generale disattesa da veicolare con il P.M.P.

- sicurezza di macchine/attrezzature di produzione, soprattutto riguardo i criteri di valutazione / scelta dei sistemi di segregazione (meccanici, elettrici e ottici) delle zone pericolose e riguardo i 'rischi palesi' che, nonostante la marcatura CE, le attrezzature di lavoro possono ancora presentare
- il rischio chimico dato dall'uso nelle metalmeccaniche degli olii lubro-refrigeranti.

Al fine di rispondere alle previsioni del Piano Mirato di Prevenzione in oggetto, viene predisposto un manuale di buona pratica.

Come previsto nel Piano Straordinario Triennale della Regione Lombardia, il **manuale** fa parte di un percorso strutturato di prevenzione che consente di **assistere e supportare** contemporaneamente più aziende virtuose, ma aventi un gap di capacità nell'applicazione di ulteriori misure di tutela, d'ordine tecnico, organizzativo e/o procedurale, per il miglioramento delle condizioni e dei requisiti di sicurezza sul lavoro.

Questo manuale, oggetto di presentazione sotto forma di slides nell'apposito incontro con le aziende del settore metalmeccanico, si basa sulla pluriennale esperienza maturata da alcuni operatori dell'ATS di Brescia nell'attività di verifiche e controlli nelle aziende afferenti.

Il manuale è suddiviso in varie sezioni che trattano specifici aspetti dell'attività legata alla sicurezza dei dispositivi a bordo macchina ed all'utilizzo di sostanze chimiche come lubrificanti, tutto in relazione alla sicurezza ed alla salute dei lavoratori:

- le norme tecniche europee
- l'analisi del rischio
- la sicurezza funzionale
- esempi pratici di attuazione della sicurezza funzionale: le categorie dei sistemi di comando
- la scelta dei ripari
- le distanze di sicurezza



- tipologia e impiego dei microinterruttori
- modalità di funzionamento a sicurezze sospese
- avviamenti intempestivi, guasti a massa
- i rischi per la salute generati dagli olii lubro-refrigeranti

Allegato:

- estratto dalla norma EN ISO 13849-1



CRITERI DI SCELTA DEI SISTEMI DI PROTEZIONE DEGLI ORGANI MOBILI E DI LAVORO DELLE MACCHINE

- *criteri di valutazione del rischio*
- *categorie di sicurezza per circuiti di comando (elettrici/idraulici/pneumatici)*
- *criteri di scelta dei ripari e tipologia dei dispositivi di interblocco*





Le Norme Tecniche Europee



La tipologia delle norme ed i livelli applicativi delle stesse: tipo A di carattere generale, applicabili a tutte le macchine; tipo B riguardano aspetti specifici di sicurezza (es. distanze di sicurezza, ecc.); tipo C sono specifiche per una tipologia di macchine (es. presse, torni, ecc.)





Analisi del rischio

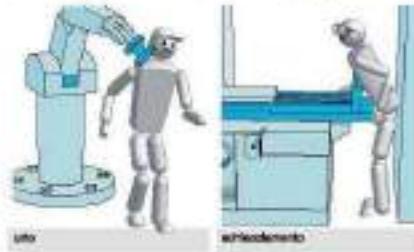


Individuazione dei pericoli

Pericoli meccanici

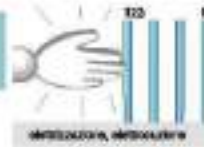


perforazione, taglio, tranciatura, schiacciamento, avvolgimento, frangimento, frangimento



urto schiacciamento

Pericoli elettrici



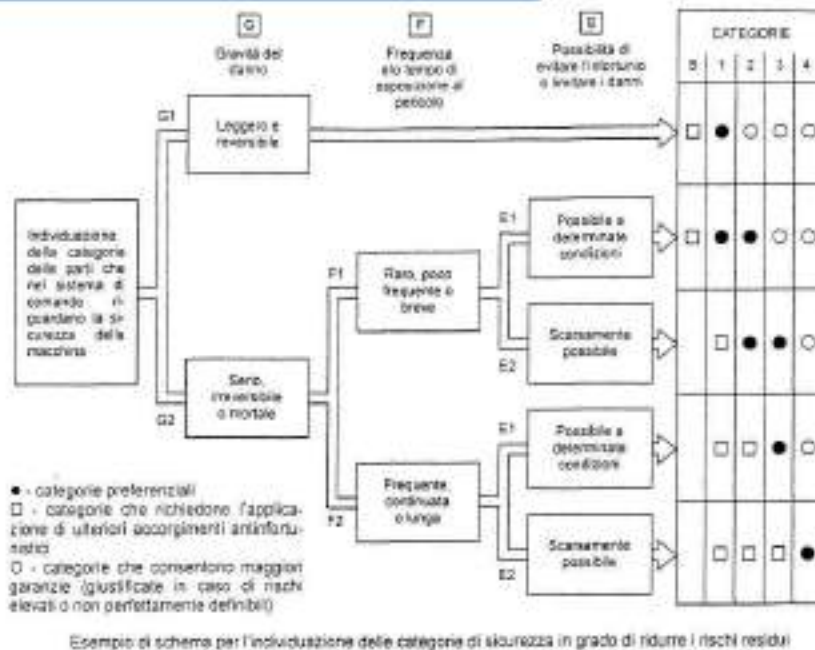
elettrificazione, elettrocuzione

Pericoli fisico-chimici



scoppie di esplosione pericolose ustioni

Individuazione delle categorie dei sistemi di comando – EN 954



La norma EN 954, ora superata dalla EN ISO 13849, utilizzando il suesposto flusso, indicava un percorso per determinare le categorie di sicurezza da applicare nella progettazione dei sistemi di comando, partendo da fattori abbastanza facilmente quantificabili (gravità del danno, frequenza e tempo di esposizione al pericolo e possibilità per il lavoratore di accorgersi del pericolo e quindi evitarlo).

Procedimento pratico che consente:

- Di definire il grado di rischio su una macchina, in funzione dei fattori precedentemente stimati: S, F, P.
- Di scegliere una categoria del sistema di comando appropriata (categorie B, 1, 2, 3 o 4)

S Risultato dell'incidente

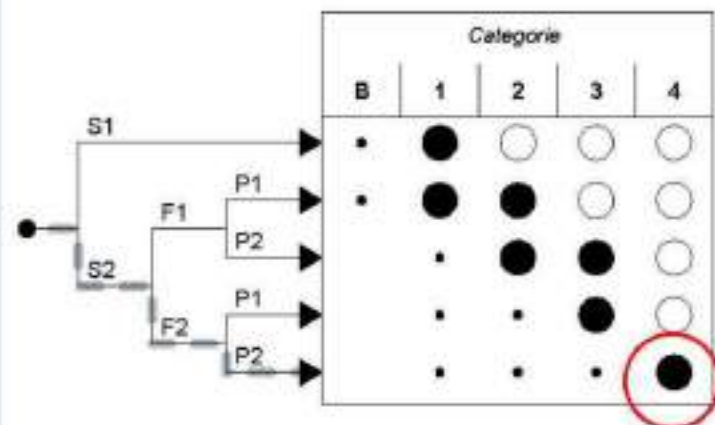
S2 Lesione seria ed irreversibile

F Presenza nella zona pericolosa

F2 Da spesso a permanente

P Possibilità di prevenzione dell'incidente

P2 Quasi impossibile



— La stima del rischio impone la scelta della categoria 4 del sistema di comando



Sicurezza funzionale



Di seguito la tabella che indica, per ogni categoria (B, ...,4), come si comporta il sistema di sicurezza in caso di guasto e quali sono le caratteristiche che deve avere il suo progetto.

Esemplificando: se, applicando la norma EN 954 ad una situazione reale di rischio (es. lavoratore alla pressa con caricamento manuale), abbiamo individuato la categoria 4, la tabella ci indica che il ns. sistema di sicurezza dovrà garantire che, in caso di guasto, questo venga **sempre** rilevato e la pressa venga messa in sicurezza (fermata). Per ottenere questo, il sistema di sicurezza dovrà possedere i requisiti di ridondanza ed autocontrollo.


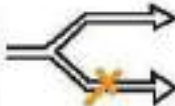
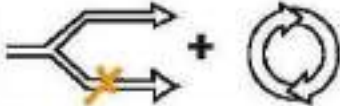
	Comportamento del sistema	Principi per ottenere la sicurezza
B	Un guasto può portare ad una perdita della funzione di sicurezza.	Scelta del componente adatto
1	Stesso risultato di B ma con l'esigenza di una maggior affidabilità della funzione di sicurezza.	Scelta del componente adatto
2	Un guasto può portare ad una perdita della funzione di sicurezza tra due ispezioni periodiche; questa perdita viene rilevata dal controllo (ad ogni test).	Autocontrollo 
3	Se il guasto è unico, la funzione di sicurezza è sempre garantita. Possono essere rilevati solo alcuni guasti. L'accumulo di guasti non rilevati può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Ridondanza 
4	Quando si verificano dei guasti la funzione di sicurezza è sempre garantita. I guasti verranno rilevati in tempo per non perdere la funzione di sicurezza.	Ridondanza + autocontrollo 



Tabella dei requisiti per categoria secondo la norma EN 954-1

Cat	Elenco dei requisiti	Comportamento del sistema	Principi per la sicurezza
B	Le parti rilevanti per la sicurezza dei sistemi di controllo e/o le loro attrezzature di protezione, nonché le loro componenti devono essere progettate, costruite, selezionate e combinate in conformità alle norme pertinenti in modo da poter resistere agli infussi previsti.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Caratterizzato principalmente dalla selezione dei componenti
1	Si applicano i requisiti della categoria B. Devono essere usati dei componenti ben provati e dei principi di sicurezza ben provati.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza però la probabilità del verificarsi di un errore è inferiore a quello della categoria B.	
2	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. La funzione di sicurezza deve essere controllata a adeguati intervalli di tempo dal sistema di controllo o almeno ad ogni accensione della macchina e prima di qualsiasi situazione pericolosa.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza fra i controlli. La perdita della funzione di sicurezza viene rilevata dal controllo.	
3	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. Le parti rilevanti per la sicurezza devono essere progettate in modo che: - un singolo errore in una di queste parti non porti alla perdita della funzione di sicurezza; - laddove ragionevolmente fattibile il singolo errore venga rilevato.	Quando si verifica un singolo errore la funzione di sicurezza viene sempre svolta. Non tutti gli errori vengono rilevati. L'accumulo di errori non rilevati può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Caratterizzato principalmente dalla struttura
4	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. Le parti rilevanti per la sicurezza devono essere progettate in modo tale che: - un singolo errore in una di queste parti non porti alla perdita della funzione di sicurezza; - il singolo errore venga rilevato nel momento o prima della successiva richiesta della funzione di sicurezza. Se questo non è possibile allora l'accumulo di errori non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Quando si verificano gli errori la funzione di sicurezza viene svolta sempre. Gli errori vengono rilevati in tempo per evitare la perdita della funzione di sicurezza.	

La tabella ribadisce le caratteristiche che il sistema di sicurezza deve avere in base alla categoria che è stata inizialmente individuata.

Questo passo iniziale in alcuni casi può essere ritenuto sufficiente per rendere più sicura una macchina vetusta.

Come detto, la norma EN 954 è stata sostituita dalla EN ISO 13849 in quanto, con l'avvento dei sistemi di sicurezza elettronici, la prima non risultava più sufficiente.

In allegato a fine manuale, sono riportati alcuni concetti piuttosto complicati introdotti dalla nuova norma, ovviamente da applicarsi integralmente da parte delle aziende produttrici di macchine ed attrezzature.



Esempi pratici di applicazione



Circuiti elettrici; idraulici e pneumatici secondo le
categorie indicate dalla norma EN 954

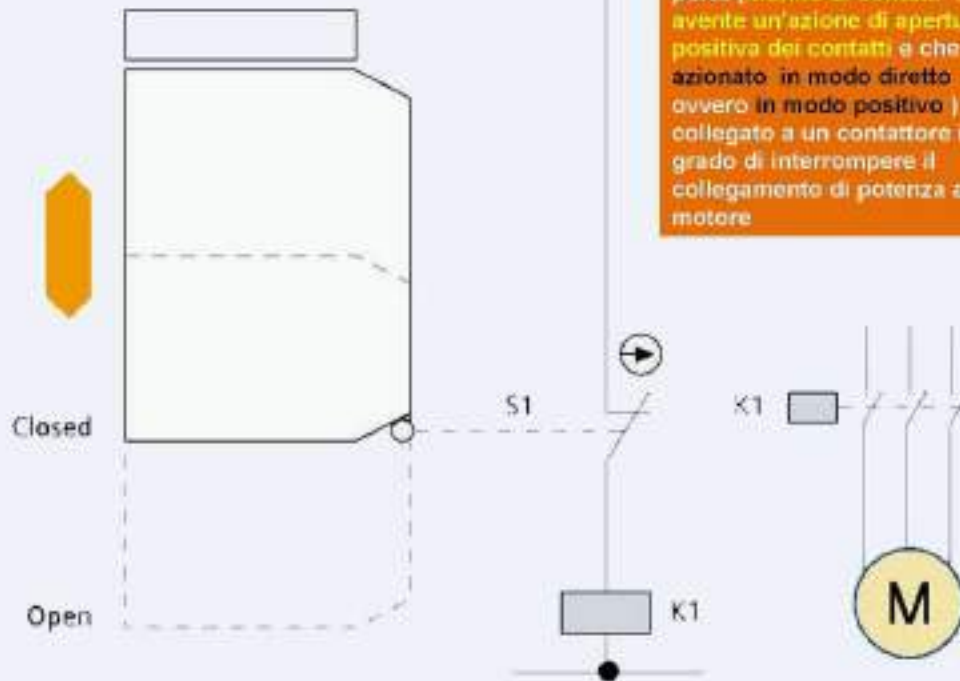


CATEGORIA 1





CAT. 1

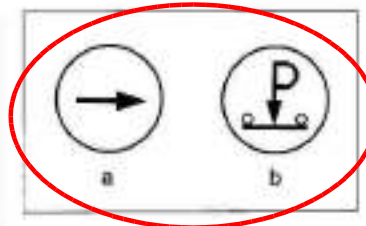




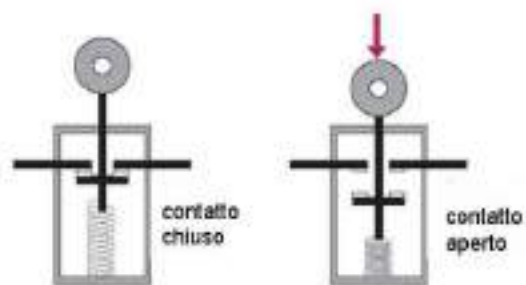
OPERAZIONE DI APERTURA POSITIVA DI UN ELEMENTO DI CONTATTO

Raggiungimento della separazione dei contatti come risultato diretto di un movimento specifico dell'attuatore tramite elementi non elastici (per esempio, non dipendenti da molle).

Cfr. punto 2.2 del capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991



Simboli che identificano la conformità di un comando ad apertura positiva alla Norma CEI EN 60947-5-1 (a), oppure alla Norma BG-05-ET-15 (b).



contatto a manovra di apertura positiva



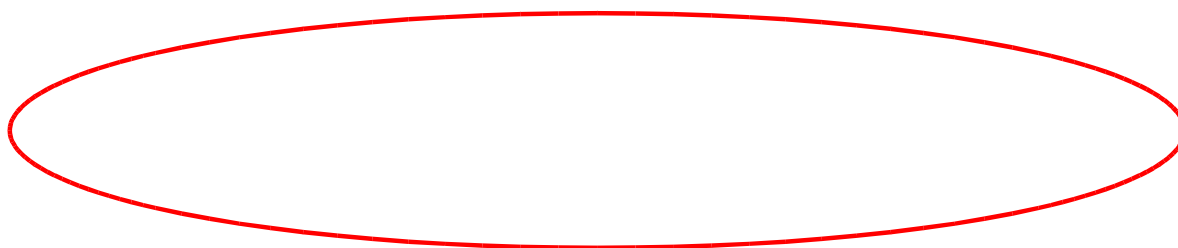
MICROINTERRUTTORI PER APPLICAZIONI DI SICUREZZA

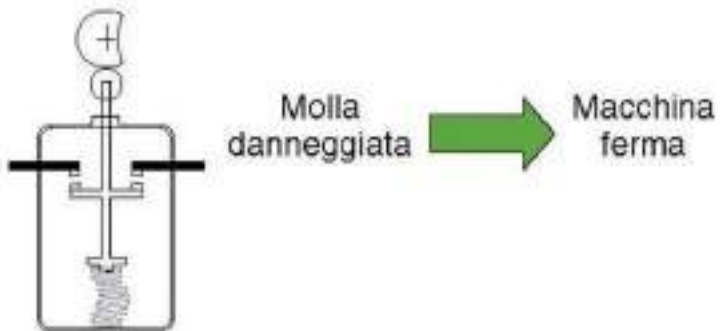
Tale microinterruttore deve essere del tipo a "manovra di apertura positiva". Si deve utilizzare il contatto d'apertura (NC normalmente chiuso).



"apertura positiva": nessun collegamento elastico tra i contatti mobili e l'elemento sul quale viene applicata la forza di azionamento.

Di seguito la spiegazione del perché un dispositivo con funzionamento positivo presenta un grado di sicurezza maggiore rispetto ad un normale attuatore.





Con il modo positivo i guasti interni del componente (molla guasta o incollaggio dei contatti) consentono comunque l'apertura dei contatti e l'arresto della macchina



MODALITA' DI AZIONAMENTO DEI RIPARI

UNI EN 1088:2008 - Pagina 21

6.2.1 Dispositivi di interblocco che comprendono un singolo interruttore di posizione a comando meccanico

6.2.1.1 L'interruttore di posizione deve essere azionato in modo positivo (vedere punto 3.5 della EN 292-2:1991 e punti 3.6 e 5.1 della presente norma).

6.2.1.2 Il contatto di apertura dell'interruttore di posizione deve essere del tipo "operazione di apertura positiva" (**azionamento diretto – EN ISO 14119**) in conformità con il capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991 (vedere anche punto 3.7 della presente norma).

Vedere gli esempi nelle appendici A, B.



UTILIZZO DEGLI INTERRUTTORI NELLE APPLICAZIONI DI SICUREZZA

Quando è impiegato un solo interruttore per svolgere funzioni di sicurezza, esso deve essere azionato in modo positivo, cioè ad **AZIONE MECCANICA DIRETTA**. Tale microinterruttore, su unico, deve essere del tipo ad "apertura positiva". Si deve, poi, utilizzare il contatto d'apertura (**NC** normalmente chiuso).

AZIONE MECCANICA DIRETTA



RIPARO
~~**MICRO**~~
ATTIVATO

RIPARO
~~**MICRO**~~
RILASCIATO

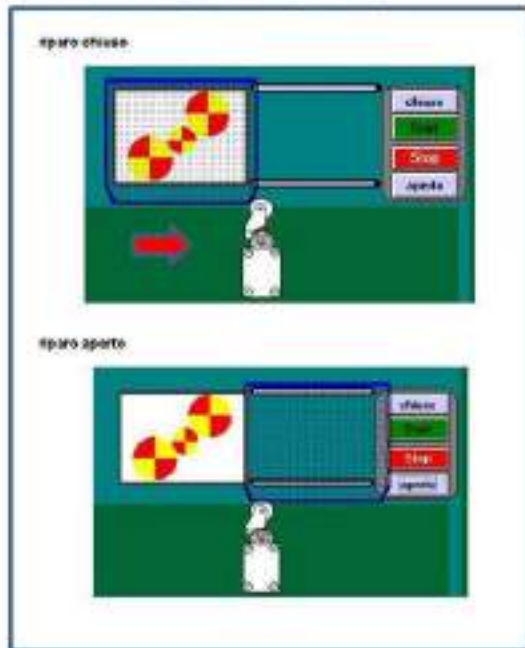
RIPARO
~~**MICRO**~~
ATTIVATO

RIPARO
~~**MICRO**~~
RILASCIATO

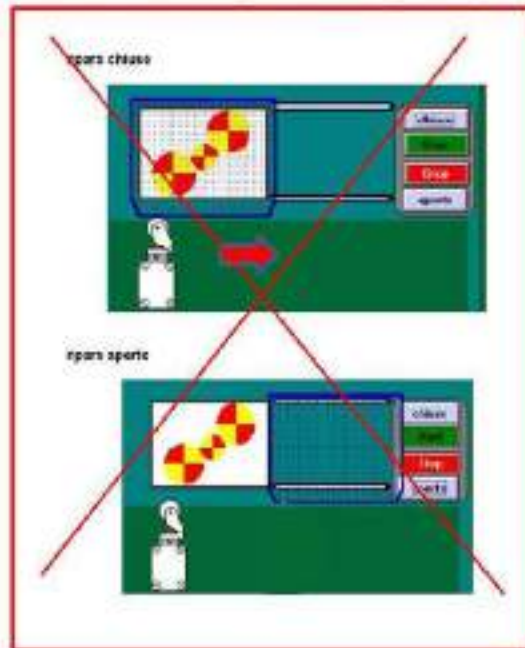


L'azionamento diretto è una prima misura, in favore della sicurezza, contro guasti o manomissioni. Rende i primi meno probabili e/o meno gravosi come conseguenze. Aumenta le difficoltà di porre in atto manomissioni o azionamenti intempestivi.

Esempio di azionamento del sensore in modo diretto (ovvero positivo)

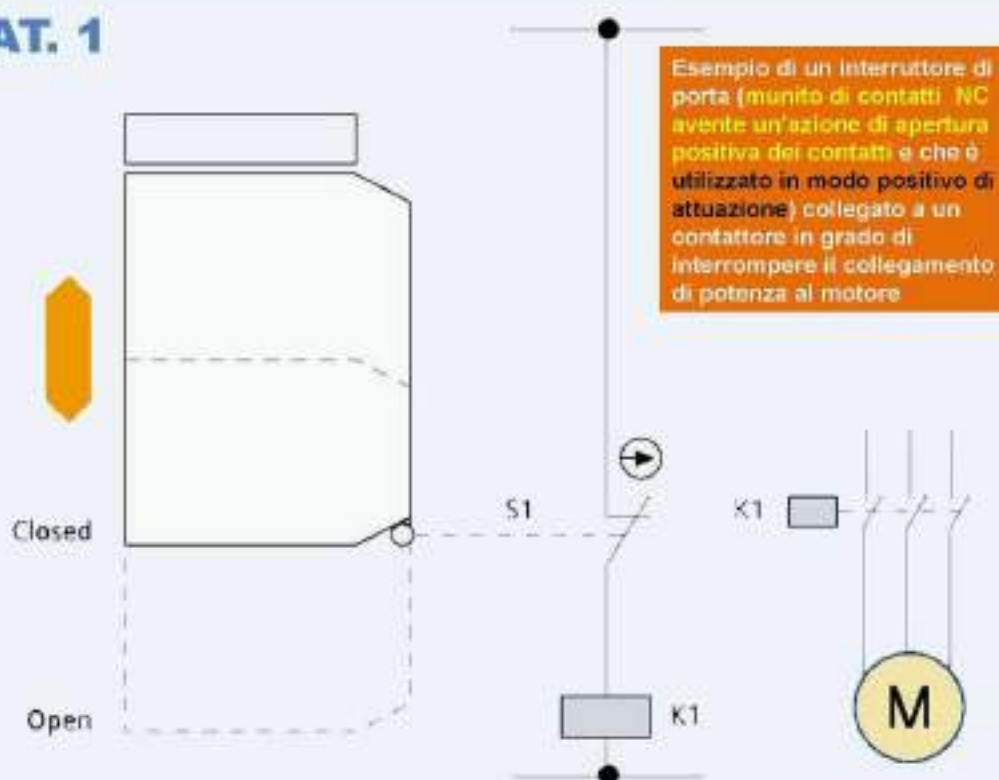


Esempio di azionamento del sensore in modo non diretto (ovvero non positivo)





CAT. 1



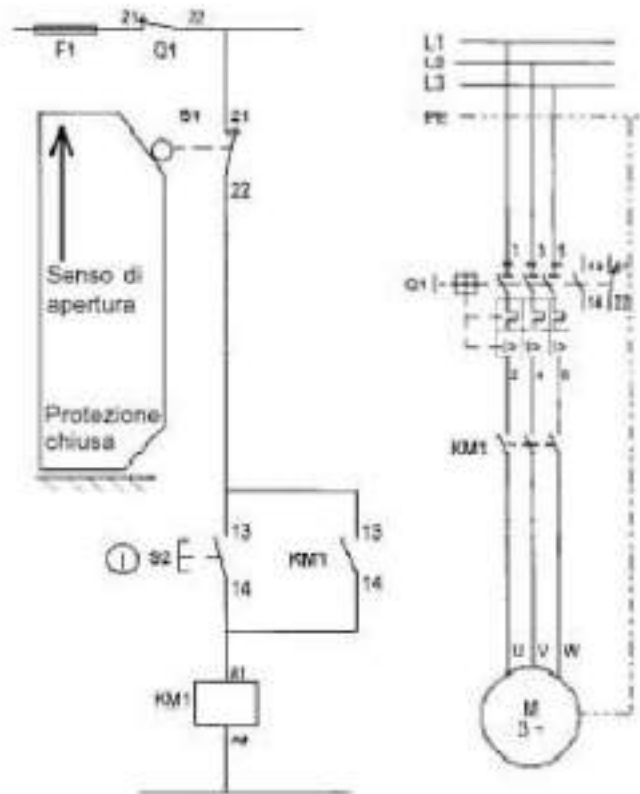


Controllo di una protezione - categoria 1 secondo EN 954-1

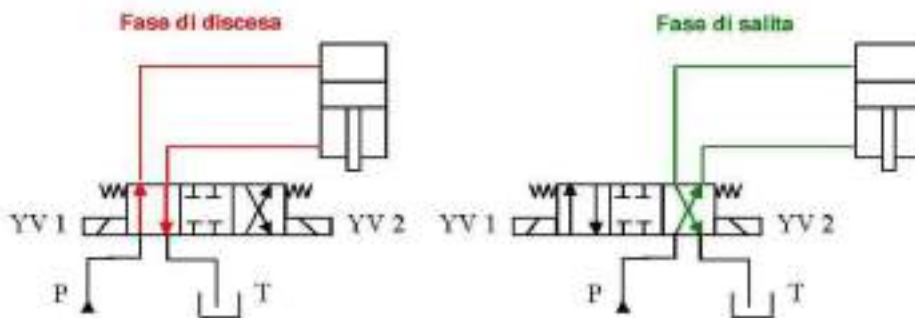
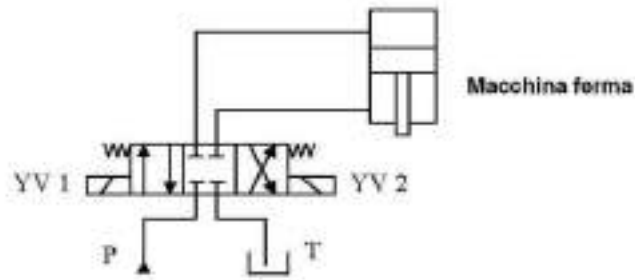
La categoria 1 prescrive che i componenti impiegati siano affidabili, concepiti per svolgere funzioni di sicurezza ed i circuiti rispettino i principi base della sicurezza oltre alla conformità alle regole dell'arte.

il finecorsa cui è affidato il controllo della protezione impiega un contatto ad apertura positiva e quindi garantisce l'interruzione del circuito anche nell'eventualità di sua saldatura.

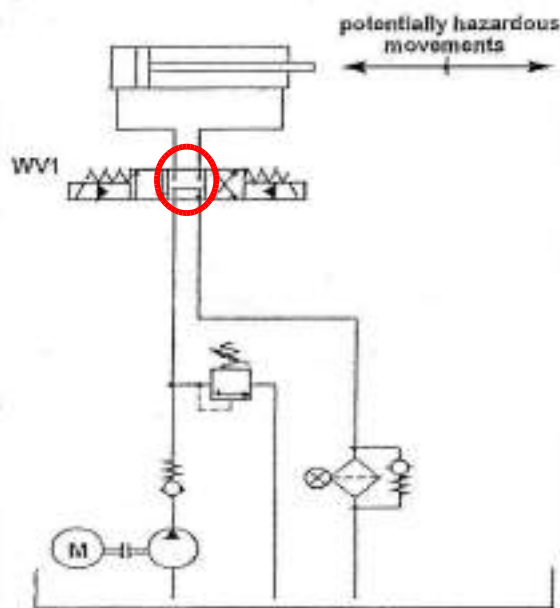
Il pulsante S2 permette l'avvio od il riavvio del movimento pericoloso (azione volontaria) ed è escluso quindi un avviamento intempestivo o automatico.



Circuito idraulico: principio di funzionamento.



CAT. 1



Nella categoria 1 la sicurezza è data dalla qualità del componente (cassetto di distribuzione) e dalla presenza della posizione centrale dello stesso che non permette il passaggio del fluido.

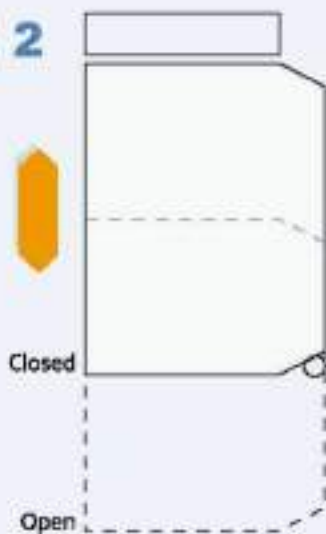
CATEGORIA 2



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità dei test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzate	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza. Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita



CAT. 2



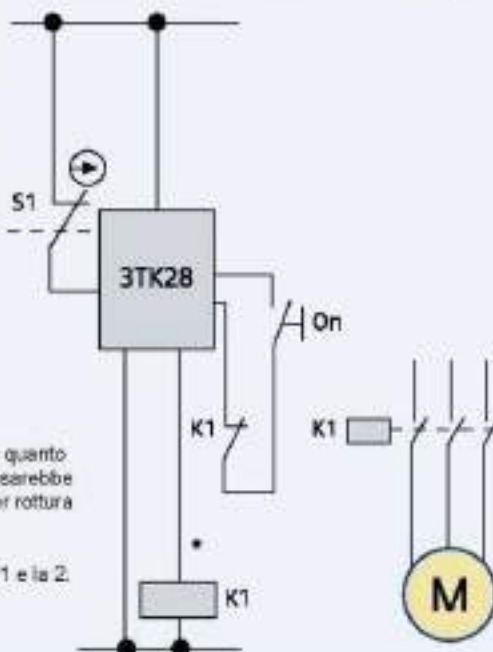
Il controllo sul microinterruttore è invece pleonastico, in quanto equipaggiato con un contatto ad apertura positiva, sarebbe sufficiente a garantire il sezionamento (se necessario, per rottura forzata) del circuito di alimentazione della bobina di K1.

Il sistema è classificato in una categoria compresa fra la 1 e la 2.

* Positively driven

Il circuito d'ingresso è in categoria 1; mentre quello in uscita è in categoria 2 (singolo canale autocontrollato).

Il controllo di funzionalità del contattore di potenza K1 è utile per fronteggiare un possibile "incollamento" dei contatti (verificandosi il quale il dispositivo non è in grado di arrestare il motore all'atto in cui viene aperto il riparo).





Controllo di una protezione - categoria 2 secondo EN 954-1

Le prescrizioni della categoria 2 si basano sulla maggiore affidabilità del sistema.

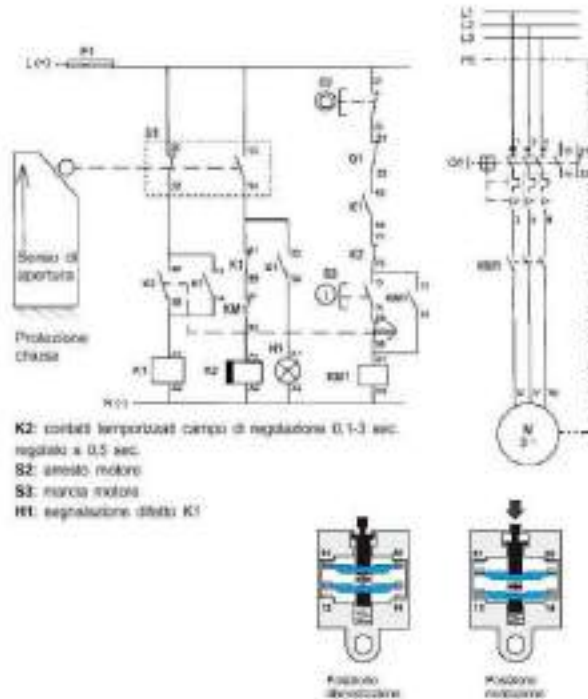
In tal caso, oltre a quanto richiesto nella categoria precedente, bisognerà prevedere un periodico controllo del sistema di sicurezza ad appropriati intervalli di tempo.

La periodicità del test deve essere adeguata alla funzionalità della macchina in quanto un guasto può pregiudicare la funzione di sicurezza e, tra un test e l'altro, non sarebbe rilevato.

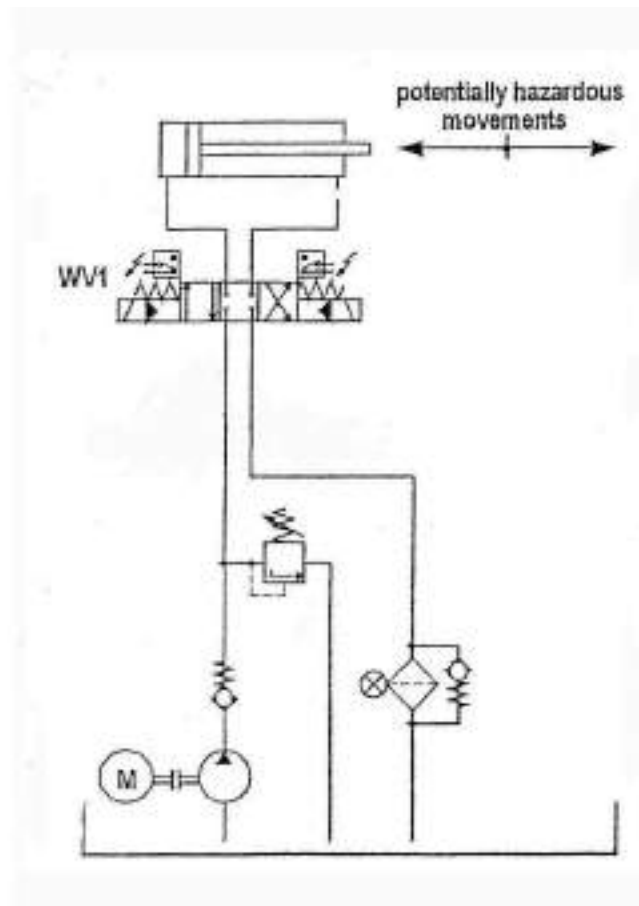
È opportuno quindi eseguire un controllo almeno prima d'ogni avviamento dei movimenti pericolosi.

Lo schema è un esempio di come ottemperare alle prescrizioni. Per attivare K1 e di conseguenza KM1 è necessario un ciclo di apertura/chiusura della protezione e dunque un test del sistema.

La lampada H segnala il difetto di K1 all'atto dell'apertura della protezione.



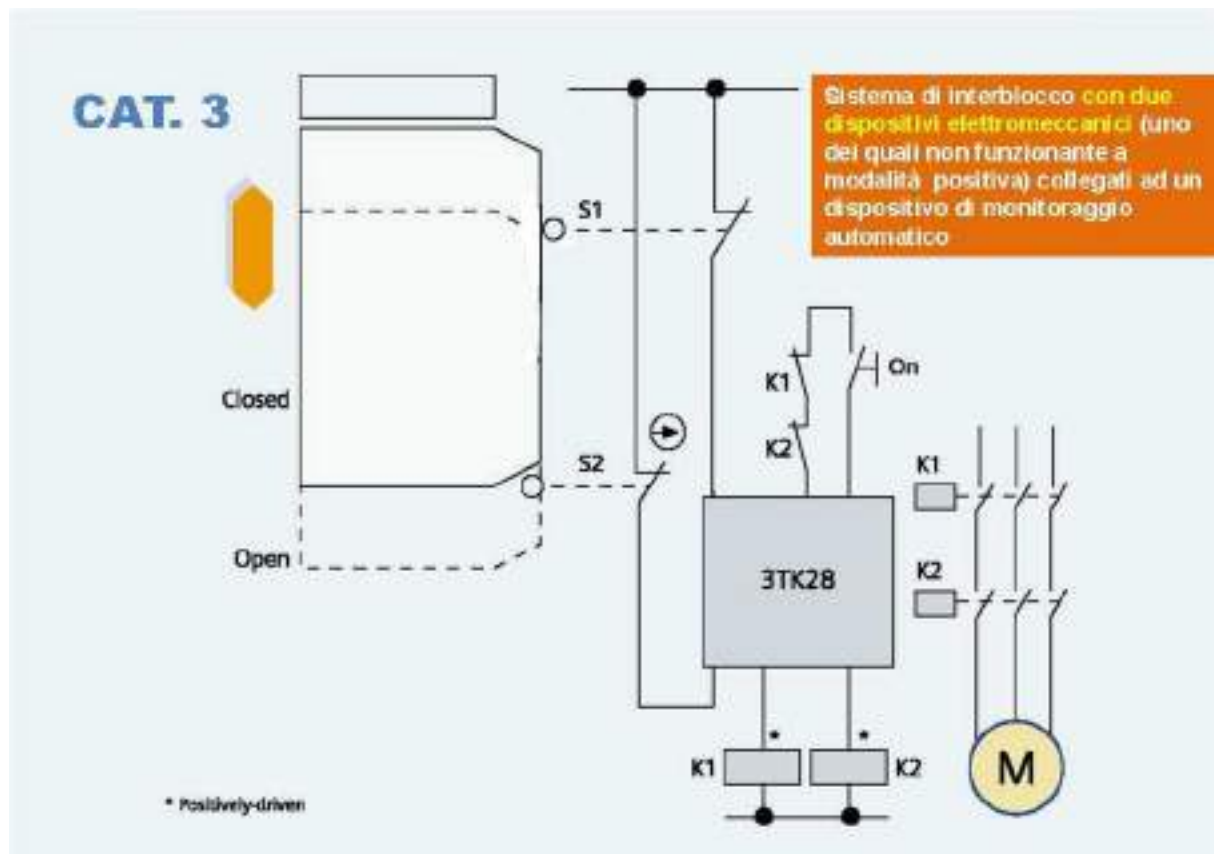
CAT. 2



CATEGORIA 3



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità dei test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzate	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del primo intervento della funzione di sicurezza. Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita





Controllo di una protezione - categoria 3 secondo EN 954-1

Nei sistemi di comando in categoria 3 è prescritto che un singolo guasto non deve condurre alla perdita della funzione di sicurezza e, se possibile, questo guasto deve essere rilevato.

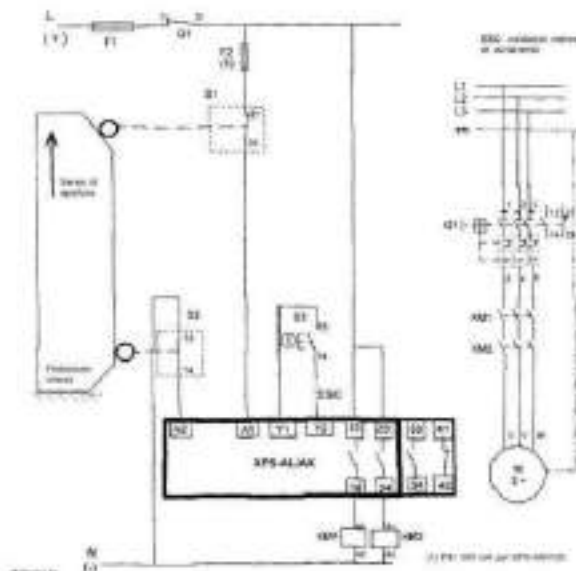
Bisogna porre attenzione nel verificare la possibilità di difetti di modo comune perché l'accumulo di singoli guasti non rilevati potrebbe far perdere la funzione di sicurezza. Questa possibilità è tollerata dalla norma ma è bene verificare che non sia facile che l'evento si manifesti con le ovvie gravi conseguenze.

Ridondanza (duplicazione dei componenti o circuiti) con i due sensori ed i due circuiti di comando dei movimenti pericolosi controllati da un modulo di sicurezza.

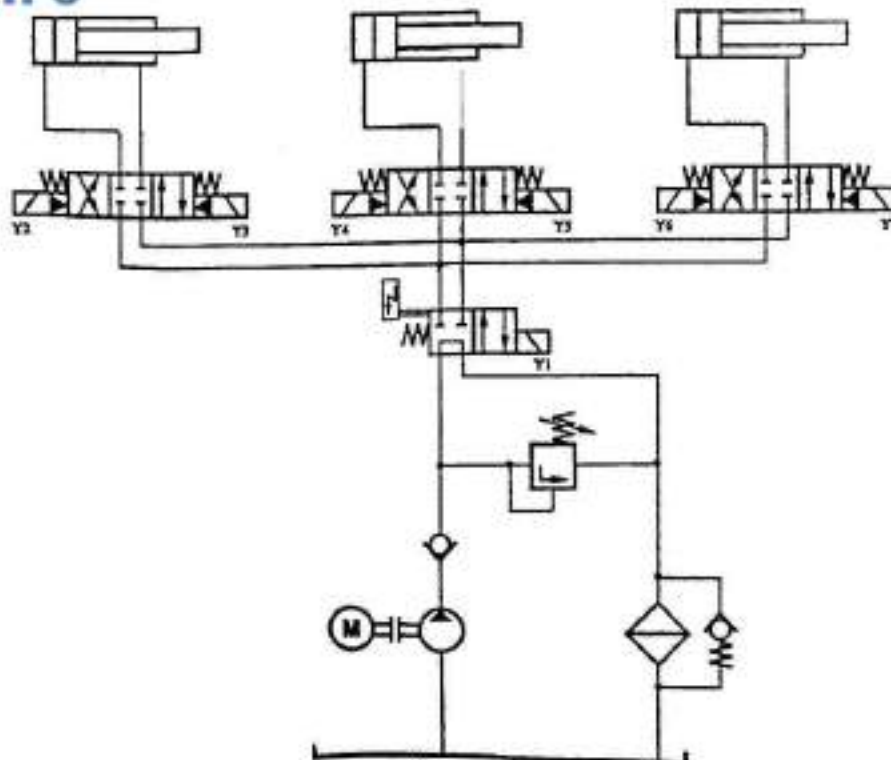
Abbiamo la certezza di interrompere il movimento pericoloso, anche se una parte del circuito non rispondesse al comando, e di aver segnalazione di eventuali guasti. Questa soluzione non rileva tutti i difetti possibili, ad esempio la mancata apertura del contatto 13-14, ma evita l'accumularsi di guasti di modo comune.

Il difetto del contatto potrebbe essere provocato dalla rottura delle molle che ne comandano l'apertura; ma questo guasto può presentarsi, prevalentemente, solo dopo un elevato numero di manovre.

Poiché tale evento è prevedibile per usura normale dei componenti, una soluzione può consistere nell'indicare chiaramente, nel manuale macchina, con quale frequenza verificare il funzionamento del prodotto, e con quale cadenza comunque sostituirlo.



CAT. 3



CATEGORIA 4

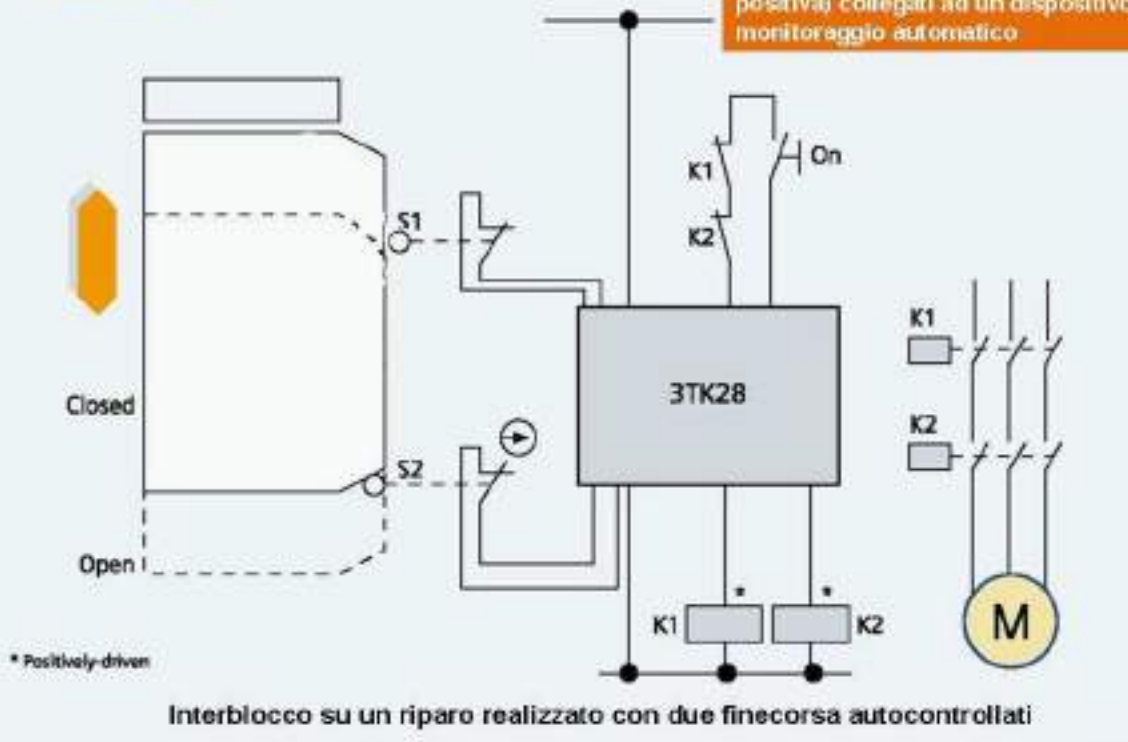


Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità dei test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzate	Difetto rilevato ed ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza. Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita



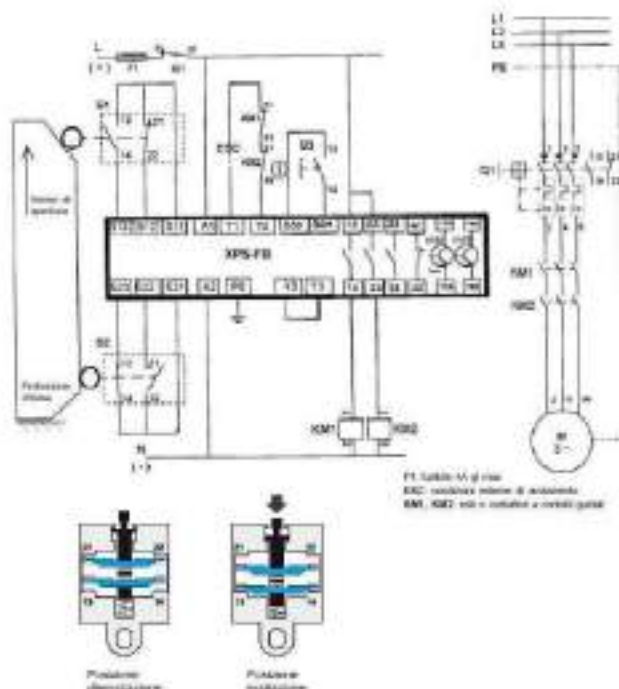
CAT. 4

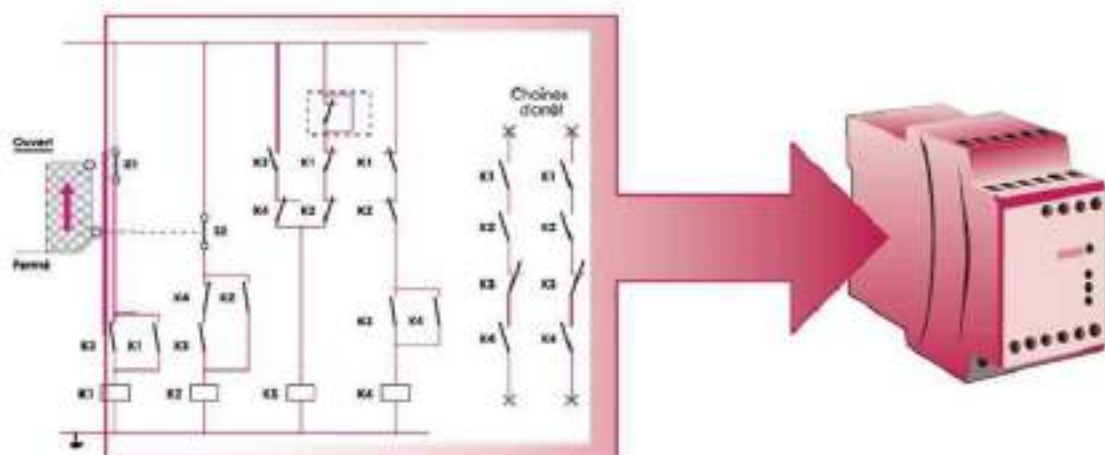
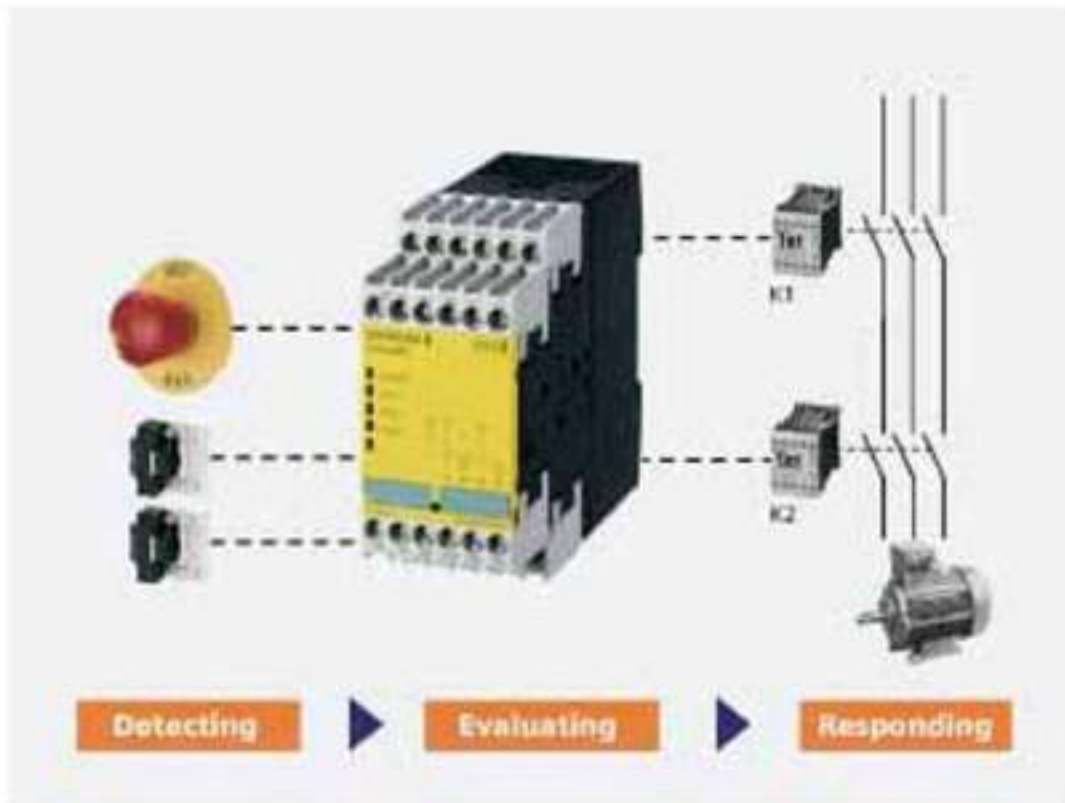
Sistema di interblocco con due dispositivi elettromeccanici (uno dei quali non funzionante a modalità positiva) collegati ad un dispositivo di monitoraggio automatico

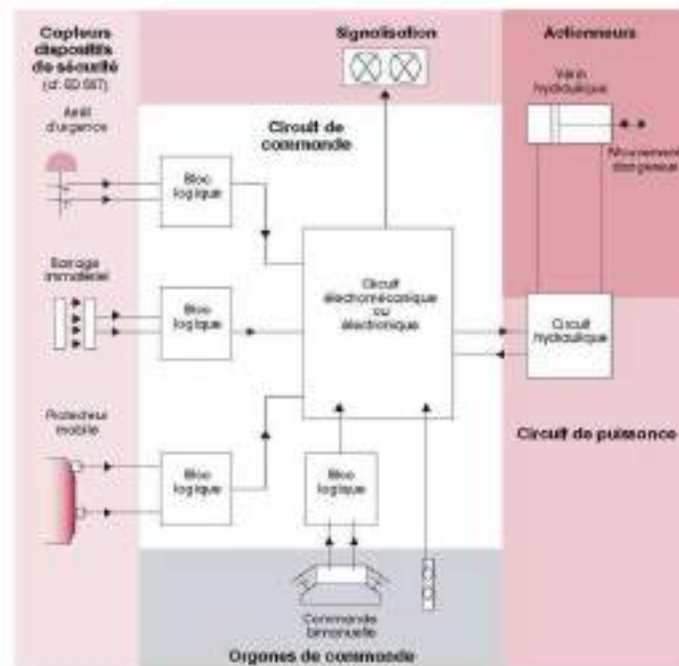


Controllo di una protezione - categoria 4 secondo EN 954-1

I sistemi di comando in categoria 4 sono simili ai precedenti ma la verifica del sistema, per rilevare eventuali guasti, deve essere metodica. Tale rilevazione deve avvenire appena si presenti il malfunzionamento o alla riattivazione del circuito di sicurezza dopo un suo intervento; in ogni caso né il guasto singolo né una serie di difetti può pregiudicare il funzionamento del sistema. Nello schema abbiamo una protezione mobile controllata da due finecorsa a loro volta collegati ad un modulo di sicurezza specifico per questa funzione; il sistema prevede le seguenti verifiche: riarmo manuale con test del pulsante di reset, ciclo obbligatorio di apertura-chiusura della protezione per controllare il sistema finecorsa-modulo, ridondanza dei circuiti di comando e potenza. Con questo schema s'ottiene una sicurezza totale contro difetti o manomissioni: il modulo infatti, nel ciclo test, verifica la contemporanea commutazione dei contatti dei finecorsa (1500 ms) rendendo improbabili i tentativi, deliberati o accidentali, di frode delle protezioni. Le ridondanze, interna ed esterna, mettono al riparo dalle conseguenze dei guasti singoli e l'autocontrollo assicura l'immediata segnalazione dei difetti. Il test del pulsante di riarmo, infine, garantisce contro il suo incollaggio, poiché, se ciò avvenisse, la conseguenza sarebbe un pericoloso avviamento automatico intempestivo.







- Le mouvement dangereux est commandé par la commande bimanuelle.
- La protection de l'opérateur est assurée par un barrage immobile et un protecteur mobile.
- La machine comporte un ailette d'urgence.

Figure 21 ■ Réalisation de l'architecture de blocs logiques de sécurité



Controllo arresto d'emergenza

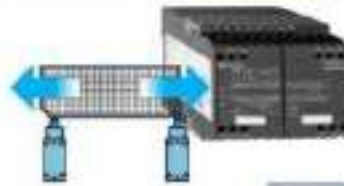


XPS-AC



XPS-AY

Controllo finecorsa



XPS-AB

Controllo comando a due mani



XPS-AD

Controllo velocità nulla



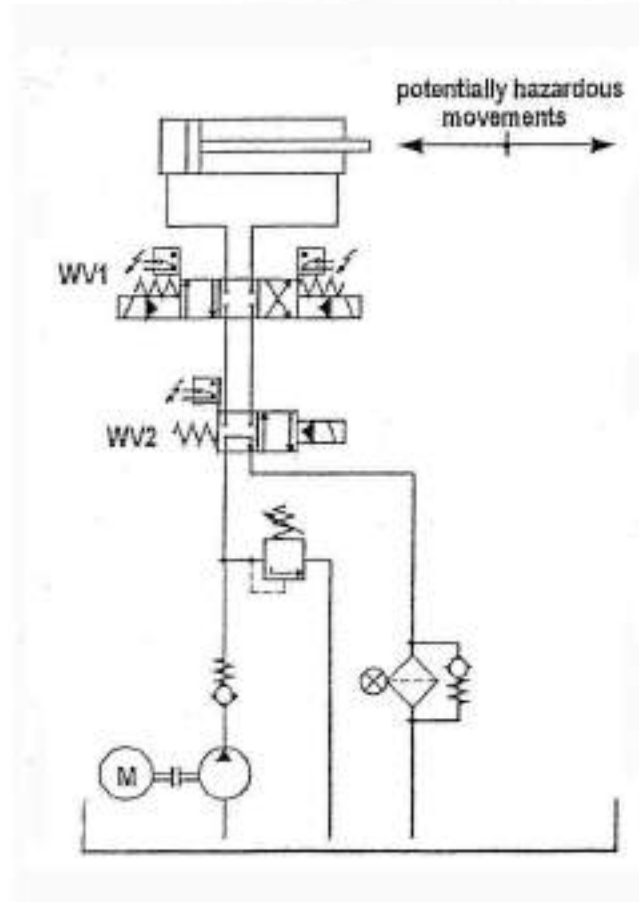
XPS-AM

Controllo barriera di sicurezza



XPS-AN

CAT. 4



Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia

ATS Brescia



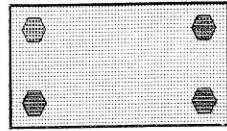
SCELTA DEI RIPARI



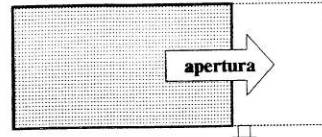




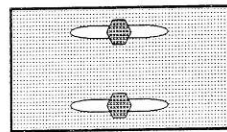
RIPARI



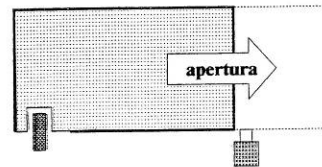
Fisso



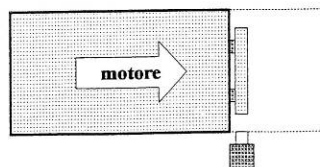
Mobile interbloccato



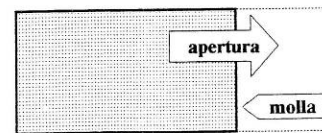
Fisso registrabile



Mobile interbloccato con blocco meccanico

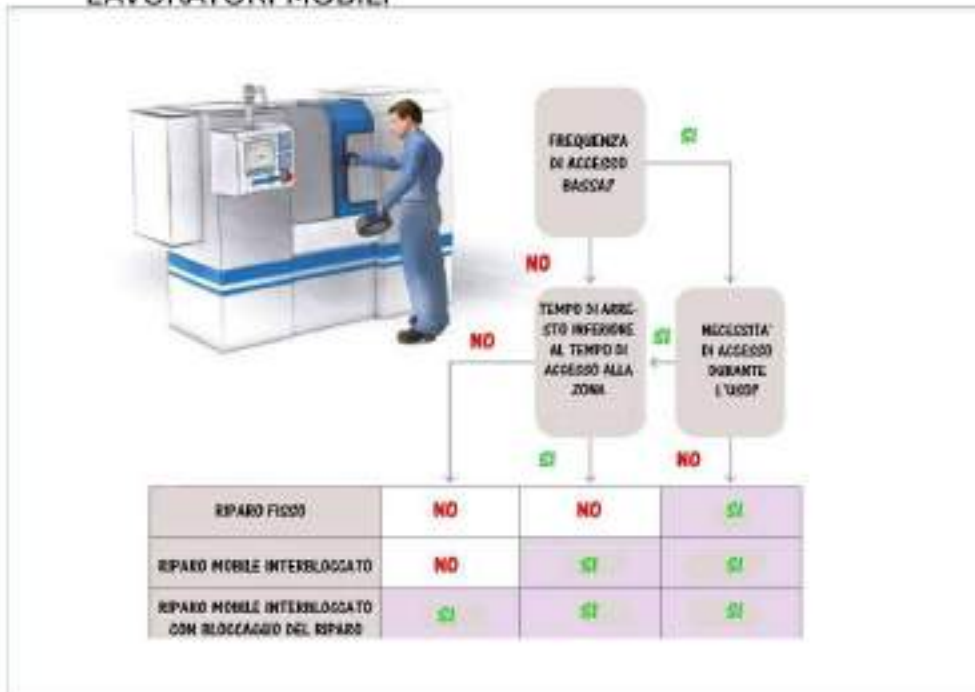


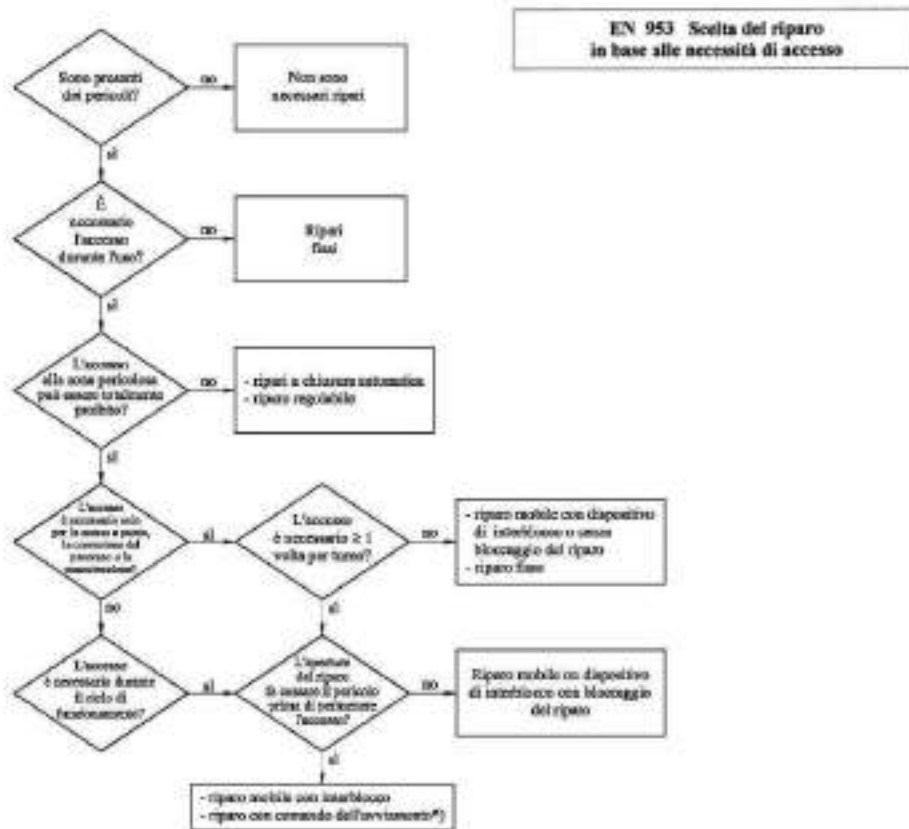
Motorizzato



Richiusura automatica

SCELTA DI UN RIPARO PER LA PROTEZIONE DI ORGANI LAVORATORI MOBILI





Nel D.Lgs n. 17 del 27 gennaio 2010, di recepimento nella legislazione italiana della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine, sono riportati i seguenti punti:



1.4 Caratteristiche richieste per le protezioni ed i dispositivi di protezione

1.4.1. Requisiti generali

Le protezioni e i dispositivi di protezione:

- devono essere di costruzione robusta,
- non devono provocare rischi supplementari,
- non devono essere facilmente elusi o resi inefficaci,
- **devono essere situati ad una distanza sufficiente dalla zona pericolosa,**
- non devono limitare più del necessario l'osservazione del ciclo di lavoro,
- devono permettere gli interventi indispensabili per l'installazione e/o la sostituzione degli attrezzi nonché per i lavori di manutenzione, limitando però l'accesso soltanto al settore in cui deve essere effettuato il lavoro e se possibile, senza smontare la protezione o il dispositivo di protezione.

1.4.2. Requisiti particolari per le protezioni

1.4.2.1. Protezioni fisse

Le protezioni fisse devono essere fissate solidamente.

Il loro fissaggio deve essere ottenuto con sistemi che richiedono l'uso di utensili per la loro apertura.

Per quanto possibile, esse non devono poter rimanere al loro posto in mancanza dei loro mezzi di fissaggio.



1.4.2.2. Protezioni mobili (A = bloccate; B = interbloccate)

A. Le protezioni mobili del tipo A devono:

- per quanto possibile, restare unite alla macchina quando siano aperte;
- essere munite di un dispositivo di bloccaggio che impedisca l'avviamento degli elementi mobili sino a quando esse consentono l'accesso a detti elementi e inserisca l'arresto non appena esse non sono pi in posizione di chiusura.

B. Le protezioni mobili del tipo B devono essere progettate ed inserite nel sistema di comando in modo che:

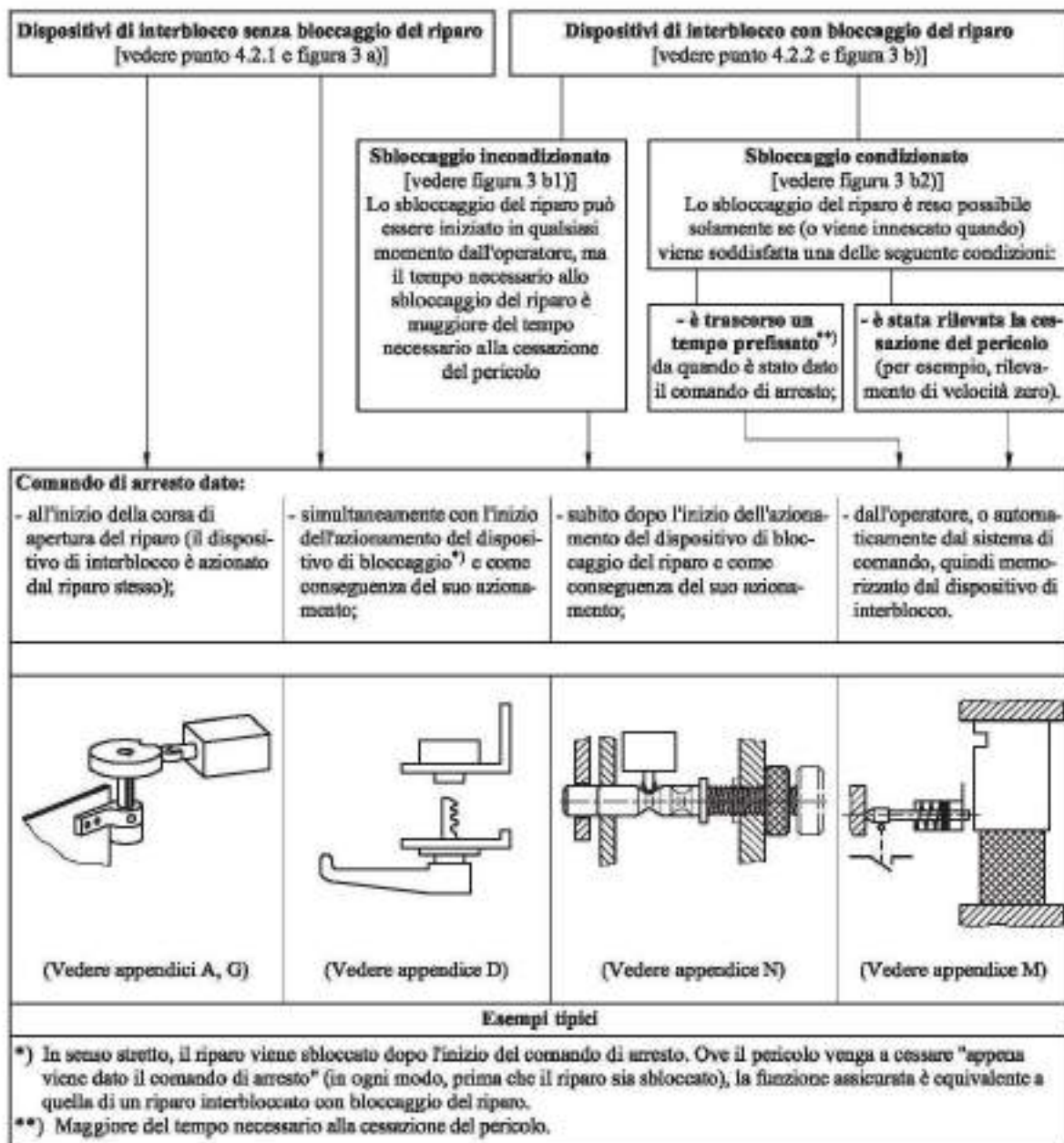
- la messa in moto degli elementi mobili non sia possibile fin tanto che l'operatore puó raggiungerli,
- la persona esposta non possa accedere agli elementi mobili in movimento,
- la loro regolazione richieda un intervento volontario, ad esempio, l'uso di un attrezzo, di una chiave, ecc.,
- la mancanza o il mancato funzionamento di uno dei loro elementi impedisca l'avviamento o provochi l'arresto degli elementi mobili,
- un ostacolo di natura adeguata garantisca una protezione in caso di rischio di proiezione.



1.4.2.3. Protezioni regolabili che limitano l'accesso

Le protezioni regolabili che limitano l'accesso alle parti degli elementi mobili indispensabili alla lavorazione devono:

- potersi regolare manualmente o automaticamente a seconda del tipo di lavorazione da eseguire;
- potersi regolare facilmente senza l'uso di un attrezzo;
- ridurre per quanto possibile il rischio di proiezione.



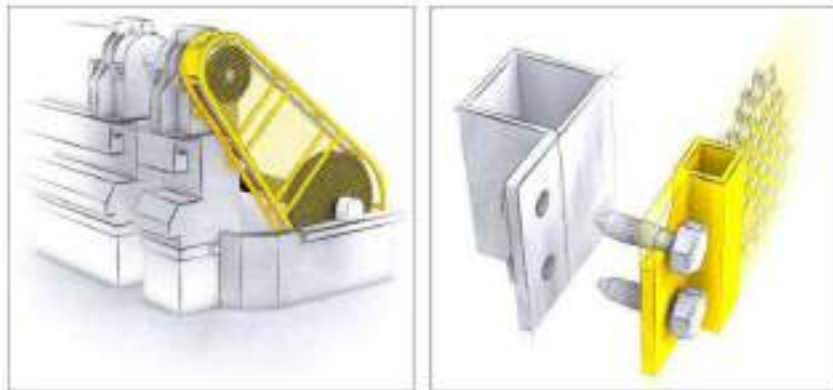
Esempi di ripari:



Riparo fisso

I ripari fissi, se da un lato richiedono d'essere tenuti in posizione con più viti o bulloni, per la cui rimozione è necessario l'impiego di un attrezzo, dall'altro non debbono comportare un eccessivo tempo di rimozione (pena l'eventualità che qualcuno si "dimentichi" di rimontare alcuni o tutti gli elementi di fissaggio).

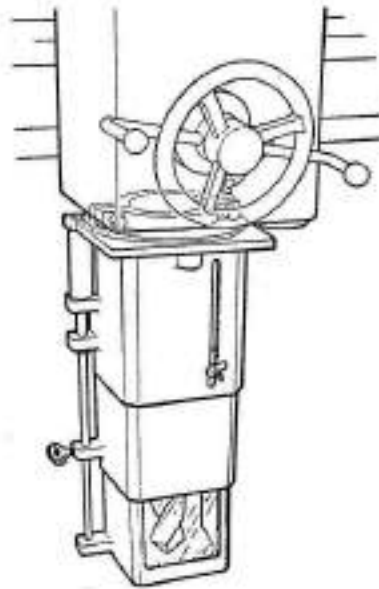
E' bene limitare l'impiego dei ripari fissi alla protezione degli organi di trasmissione del moto. Ed anche in questi casi occorre avere cura di garantire un minimo di visibilità degli organi interni, utilizzando grigliati o schermi trasparenti.



Riparo a richiusura automatica

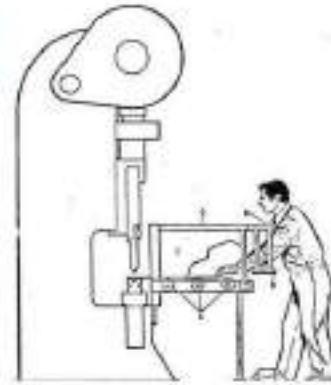


Riparo a registrabile



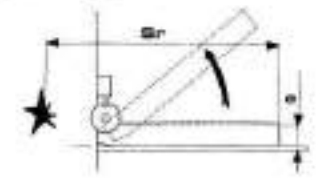
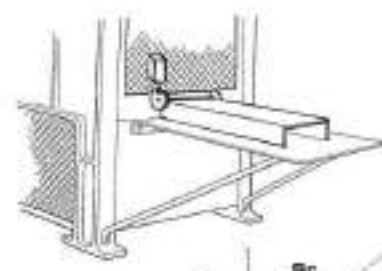


Barriere distanziatrici (fisse o interbloccate)





Riparo mobile interbloccato

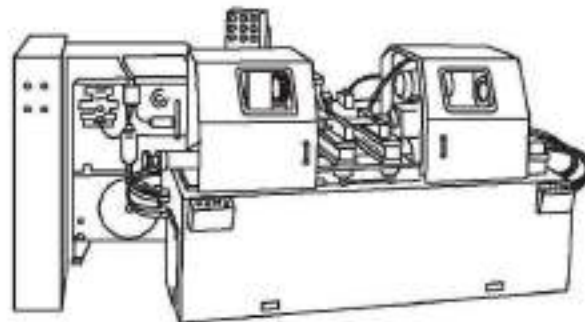




Riparo mobile interbloccato (con bloccaggio o meno del riparo)



incernierato



scorrevole

La presenza del blocco meccanico è una necessità nei casi in cui vi è una certa inerzia nell'arresto completo delle parti mobili pericolose o allorché si intende evitare che l'operatore possa aprire il riparo in momenti del ciclo lavorativo che comporterebbero difficoltà nella successiva rimessa in fase della macchina.

Sistema Socio Sanitario



Regione
Lombardia

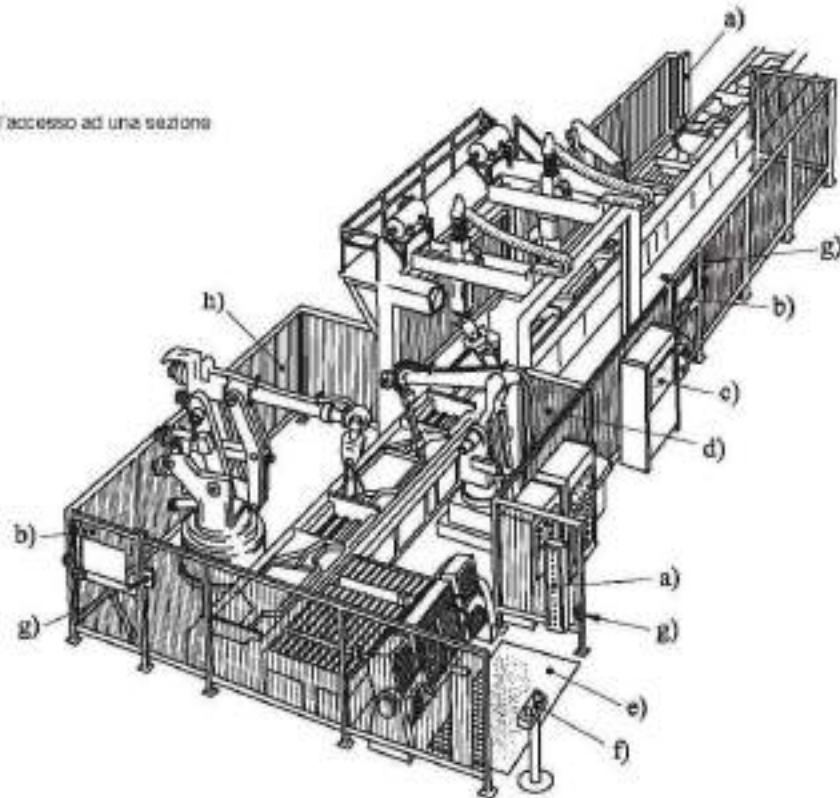
ATS Brescia



Esempio di combinazione di ripari diversi e di ripari con altri dispositivi di protezione

Legenda

- a) Barriera fotoelettrica
- b) Riparo interbloccato
- c) Armadio elettrico
- d) Recinzione interna che consente solo l'accesso ad una sezione
- e) Tappeto sensibile alla pressione
- f) Dispositivo di comando a due mani
- g) Attuatore del ripistino
- h) Barriera distanziatrice



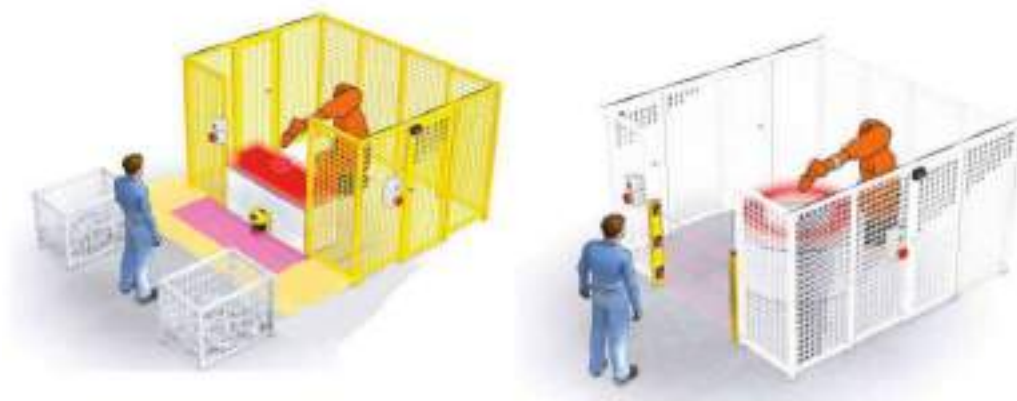


Barriera mobile a movimento automatico
(con costola sensibile agli ostacoli)

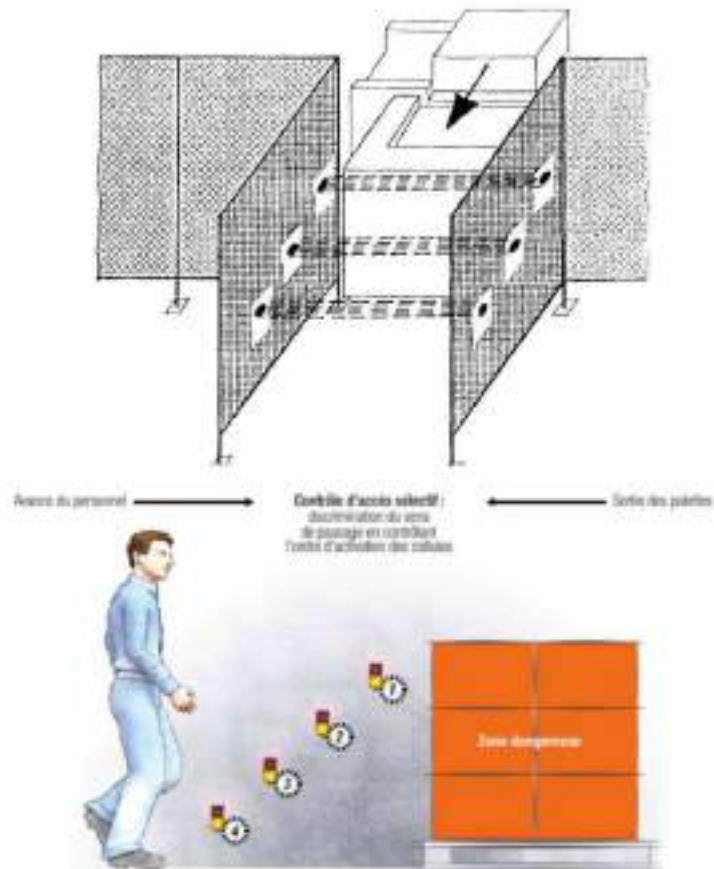


SE IL RIPARO NON È DOTATO DI UN DISPOSITIVO CHE NE PROVOKA AUTOMATICAMENTE LA RIAPERTURA NON SI DEVONO SUPERARE I VALORI N° 1

	VALORE 1	VALORE 2
FORZA MASSIMA APPLICABILE A PARTI DEL CORPO	75 N	150 N
ENERGIA CINETICA MAX DELLA PARTE MOBILE	4 J	10 J
PRESSIONE MASSIMA DI CONTATTO	50 N/cm ²	



E' possibilità di installare apparecchi di protezione elettrosensibili (Electro Sensitive Protective Equipment), che utilizzano dispositivi di protezione optoelettronici attivi (Active Opto-electronic Protective Devices), per esempio in forma di barriere ottiche multiraggio a protezione della zona di lavoro.



Secondo la direzione del movimento (pacco in uscita o lavoratore che tenta di accedere), la sequenza di interruzione delle fotocellule individua se l'azione è ammissibile o meno.



DISTANZE DI SICUREZZA





NORMA EUROPEA	Sicurezza del macchinario Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori e inferiori	UNI EN ISO 13857
		MAGGIO 2008

subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not
identifying any or all such patent rights.

This document supersedes EN 294:1992, EN 811:1996.

This document has been prepared under a mandate given
Commission and the European Free Trade Association,

Dimensionamento dei ripari e limiti di accessibilità

Utilizzando i dati antropometrici standard è possibile procedere ad un
dimensionamento dei ripari in relazione alle distanze di sicurezza, per
impedire alle persone il raggiungimento delle zone o delle parti pericolose.







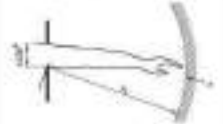
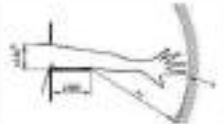

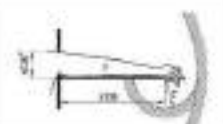
Area sede	Area assistenziale	Descrizione
	2000	
	2000	
	2000	
	2000	

Figura 1/25. Igiene delle mani da servizio/turno

Figura 2/25. Posizionamento delle braccia di servizio

Descrizione dell'attività

La posizione di servizio	Spazio richiesto (cm)	Immagine
Posizione di servizio per il servizio di notte	100	
Posizione di servizio per il servizio di giorno	100	
Posizione di servizio per il servizio di notte	100	
Posizione di servizio per il servizio di giorno	100	

1. Spazio di servizio di notte
 2. Spazio di servizio di giorno
 3. Spazio richiesto per il servizio di notte in caso di servizio di notte e di giorno



Accessibilità attraverso un riparo

La presenza sul riparo di aperture di forma regolare (circolari, quadrate od a feritoia) consente il passaggio sempre più in profondità degli arti superiori, man mano che l'apertura è ampia.

Di conseguenza la fonte di pericolo deve essere sempre più distanziata.

Le correlazioni fra le dimensioni delle aperture e le distanze minime di sicurezza a cui va posizionato il riparo rispetto al pericolo sono riportate nelle tabelle della norma

Partie du corps	Illustration	Ouverture Φ (mm)	Distances de sécurité Φ (mm)		
			Perle	Caré	Rond
Doigt		4 ± 0	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		4 ± 0	≥ 10	≥ 5	≥ 5
		4 ± 0		≥ 15	≥ 5
Doigt jusqu'à l'articulation à la base du doigt ou de la main		$8 \pm 0,5$	≥ 20		
		$8 \pm 0,5$	≥ 80	≥ 15	≥ 20
		$12 \pm 0,20$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 \pm 0,20$	≥ 120	≥ 100	≥ 120
		$20 \pm 0,20$		≥ 120	≥ 120
		$20 \pm 0,20$		≥ 200	≥ 120
Braz jusqu'à l'articulation de l'épaule		$30 \pm 0,20$	$\geq 100^*$		
		$30 \pm 0,20$	≥ 850		
		$30 \pm 0,20$	≥ 950	≥ 950	≥ 950



PRESCRIZIONE RIPARO FISSO

Installare un riparo fisso che realizzi una completa interdizione alla zona pericolosa o mediante segregazione o mediante distanziamento. Il riparo dovrà essere realizzato secondo i principi di sicurezza previsti dalla "Direttiva macchine" (Recepita dal D.P.R. 459/96); in linea, ad esempio, con quanto previsto dalle norme armonizzate EN 292, per i requisiti generali, e EN 294, per i requisiti geometrici relativi al distanziamento.

EN 13857

PRESCRIZIONE RIPARO MOBILE

Installare riparo mobile che realizzi una completa interdizione alla zona pericolosa mediante segregazione o mediante distanziamento. Il riparo dovrà essere realizzato secondo i principi di sicurezza previsti dalla "Direttiva macchine" (Recepita dal D.P.R. 459/96); in linea, ad esempio, con quanto previsto dalle norme armonizzate EN 292, per i requisiti generali, e EN 294, per i requisiti geometrici relativi al distanziamento.

La parte mobile o apribile del riparo dovrà essere dotata di dispositivo di interblocco tale da:

- far cessare il pericolo in caso di apertura;
- garantire il permanere delle condizioni di sicurezza (organo pericoloso fermo) a riparo aperto.

L'organo di comando che controlla la posizione di apertura e chiusura deve essere azionato "in modo positivo" dal riparo stesso controllato e, se costituito da microinterruttore elettrico, dovrà essere dotato di contatto "a manovra di apertura positiva" (come definito dalla norma CEI EN 60947) o possedere caratteristiche di pari efficacia.

L'inserimento del dispositivo elettrico di interblocco dovrà inoltre prevedere una verifica dell'equipaggiamento elettrico della macchina alla luce della norma EN 60204 o secondo principi equivalenti.

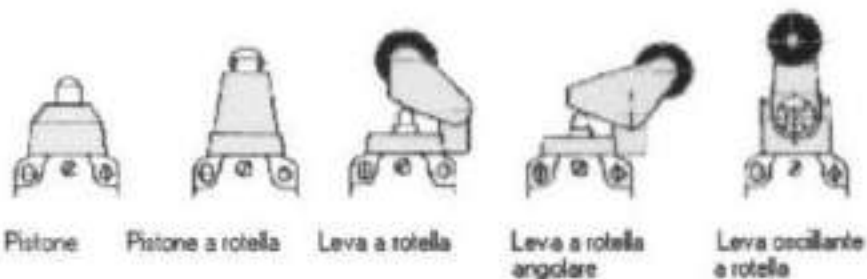


TIPOLOGIA ED IMPIEGO DEI MICROINTERRUTTORI





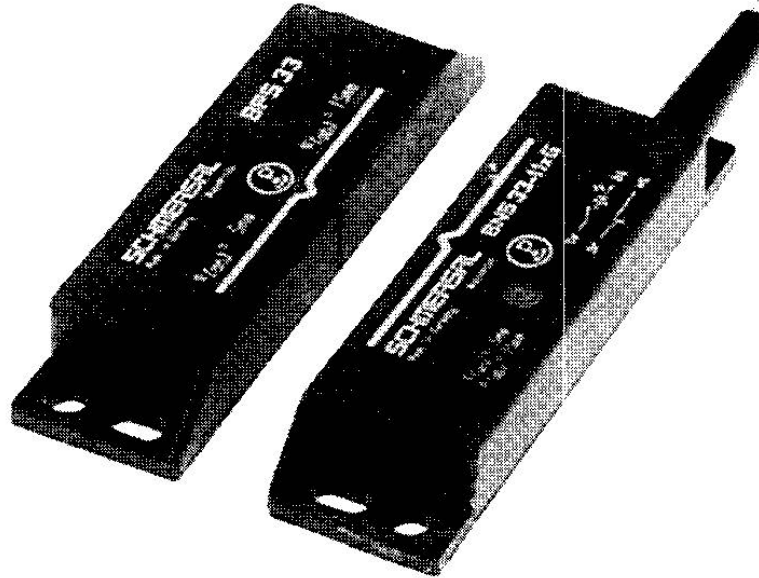
Esempio di forme dei sensori





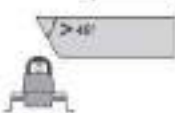
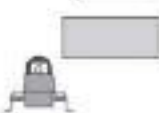
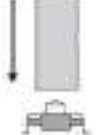

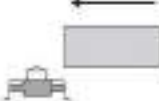


Esempi di azionatori sugli interruttori di posizione:



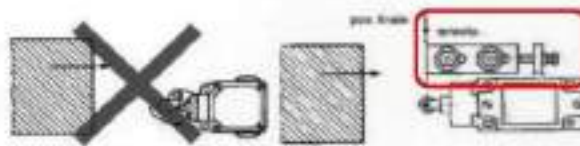
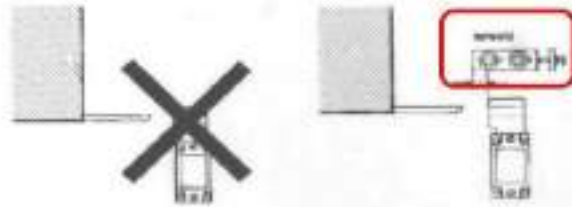




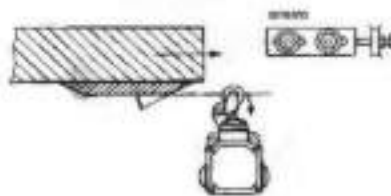
Applicazione consigliata	Applicazione da evitare <small>Applicazione possibile ma con sovrapposizione inaccessibile all'interuttore superiore al privato - durata incombusta non garantita</small>	Applicazione vietata
		
		
		



I dispositivi di bloccaggio vanno sistemati in modo che nell'urto non siano danneggiati o superati. Non devono venire usati come arresto meccanico.



Esempio per evitare la possibilità di oltrecorsa





MODALITA' DI AZIONAMENTO
DEI RIPARI





MODALITA' DI AZIONAMENTO DEI RIPARI

Norma UNI EN 1088:1997 - Pagina 21

6.2.1 Dispositivi di interblocco che comprendono un singolo interruttore di posizione a comando meccanico

6.2.1.1 L'interruttore di posizione deve essere azionato in modo positivo (vedere punto 3.5 della EN 292-2:1991 e punti 3.6 e 5.1 della presente norma).

6.2.1.2 Il contatto di apertura dell'interruttore di posizione deve essere del tipo "operazione di apertura positiva" in conformità con il capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991 (vedere anche punto 3.7 della presente norma).

Vedere gli esempi nelle appendici A, B.

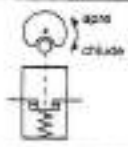
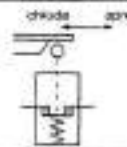

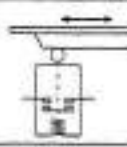
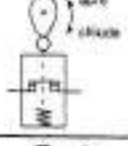
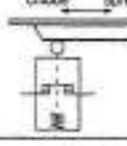
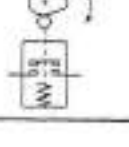
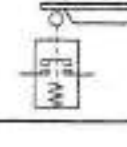
La UNI EN 1088:2008 è stata poi sostituita dalla EN ISO 14119

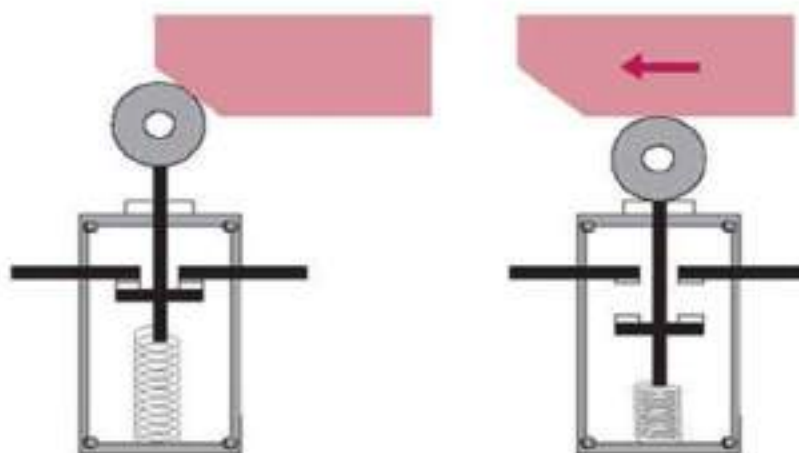


Azionamento dei sensori di posizione in modo positivo e non positivo

Modo di azionamento	Riparo chiuso	Riparo aperto	Modo di funzionamento
MODO POSITIVO MODO DIRETTO			<p>Il gambo del sensore (attuatore) viene mantenuto compresso da una camma per tutto il tempo in cui il riparo è aperto.</p> <p>Quando il riparo è chiuso, il sensore cambia il proprio stato sotto l'azione di una molla di ritorno.</p>
MODO NON POSITIVO MODO NON DIRETTO			<p>Il gambo del sensore (attuatore) viene mantenuto compresso da una camma finché il riparo è chiuso.</p> <p>Quando il riparo è aperto, il sensore cambia il proprio stato sotto l'azione di una molla di ritorno.</p>

Modalità d'azionamento di un sensore di sicurezza destinato a rilevare la posizione del riparo

Modalità azionam.	Posizione del riparo	Azionamento		Funzionamento
		camme rotativa	camme lineare	
POSITIVA DIRETTA	CHIUSO			La molla antagonista mantiene l'attuatore del sensore nella posizione di riposo. Il contatto elettrico è chiuso.
	APERTO (non completamente chiuso)			La camme aziona l'attuatore vincendo la forza della molla antagonista. Il contatto elettrico è aperto.
NON POSITIVA NON DIRETTA	CHIUSO			La camme aziona l'attuatore del sensore vincendo la forza della molla antagonista. Il controllo elettrico è chiuso.
	APERTO (non completamente chiuso)			La molla antagonista mantiene l'attuatore nella posizione di riposo. Il contatto elettrico è aperto.



riparo chiuso

riparo aperto

interruttore di posizione azionato in modo positivo

Azione meccanica DIRETTA



FD 615

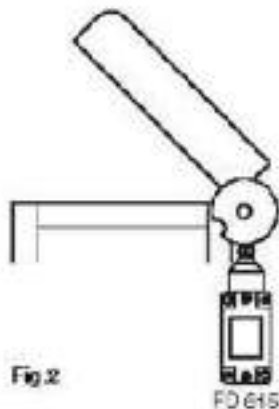
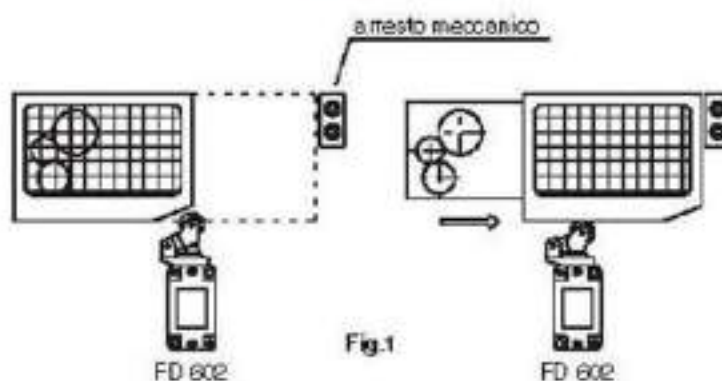


Fig.2

FD 615

Quando il riparo viene aperto a durante tutta la corsa di apertura il microinterruttore deve essere premuto direttamente (fig. 1) o tramite un collegamento rigido (fig.2)

Azione meccanica DIRETTA



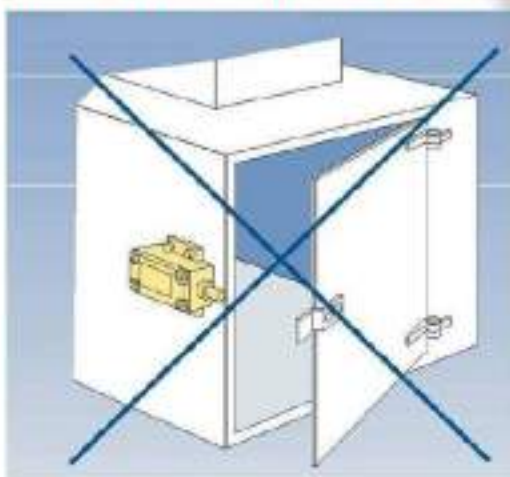
FD 602

Fig.1

FD 602



Azione meccanica NON DIRETTA

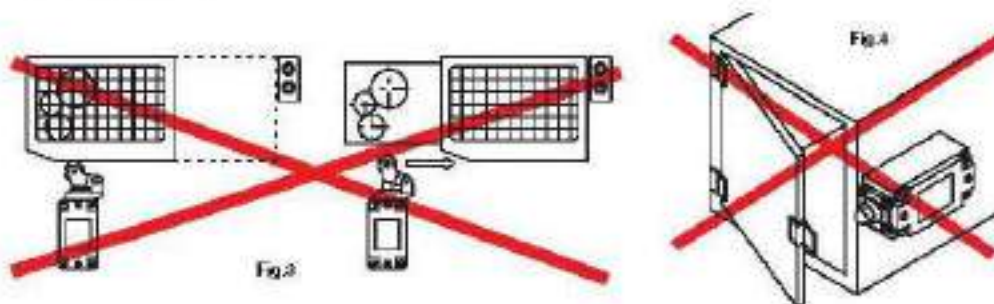


Azione meccanica DIRETTA





Questi interruttori non devono mai essere applicati in rilascio (Fig. 3 e 4) o azionati tramite un collegamento non rigido (es. una molla).





**Identificazione
dei componenti
non adatti ai circuiti
di sicurezza**



**Azione meccanica
NON DIRETTA**

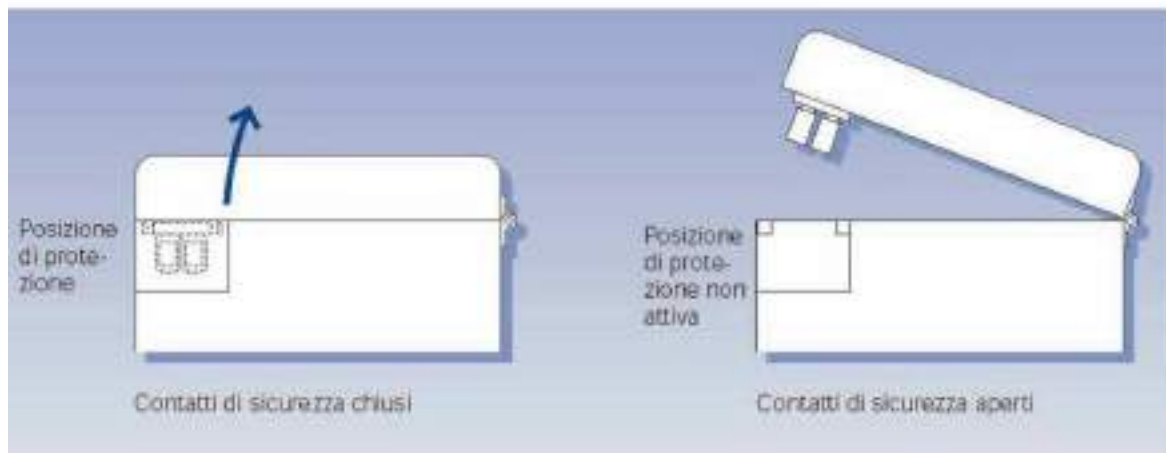
Contatto azionamento non positivo

**Identificazione
dei guasti
dei componenti
in grado
di compromettere
la sicurezza**



**Azione meccanica
NON DIRETTA**

Molla rotta, contatti saldati:
la macchina continua a funzionare



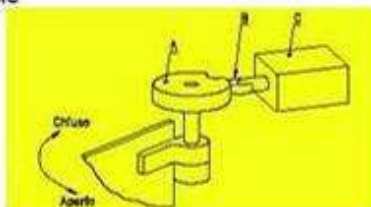


ATS Brescia

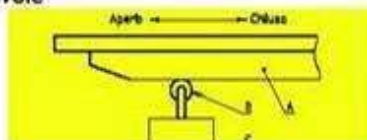
DISPOSITIVO DI INTERBLOCCO COMANDATO DAL RIPARO CON UN SOLO SENSORE DI POSIZIONE COMANDATO A CAMMA

Un singolo sensore, comandato in modo positivo, sorveglia la posizione del riparo

Con un riparo girevole



Con un riparo scorrevole



Vantaggi

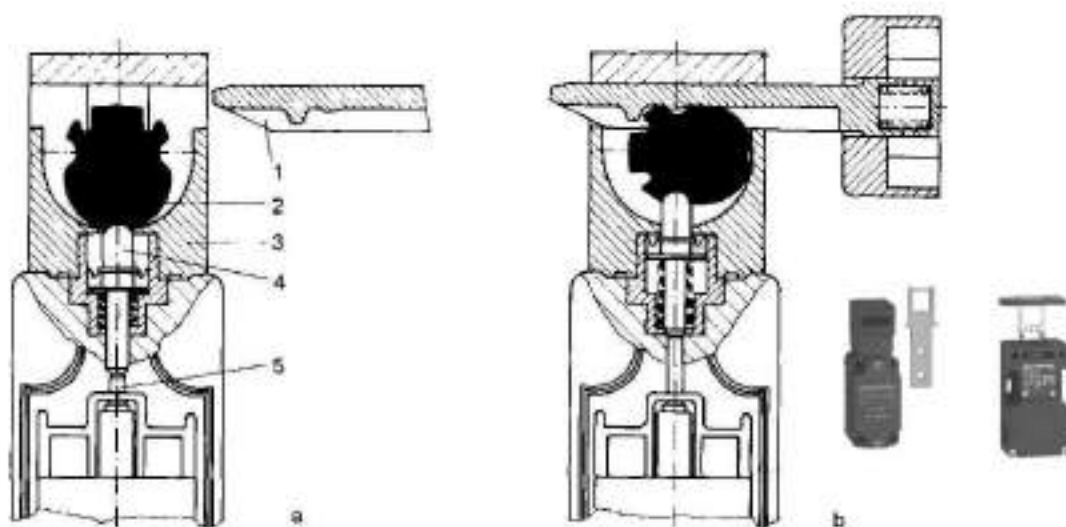
- Azione meccanica positiva della camma (A) sull'attuatore (B) del sensore di posizione (C).
- Impossibile da neutralizzare azionando manualmente l'attuatore senza muovere la camma o il sensore.

Svantaggio

- Guasto pericoloso in caso di:
 - consumo, rottura, ecc. che causano un cattivo funzionamento dell'attuatore;
 - sregolazione tra il sensore e la camma.

Osservazioni

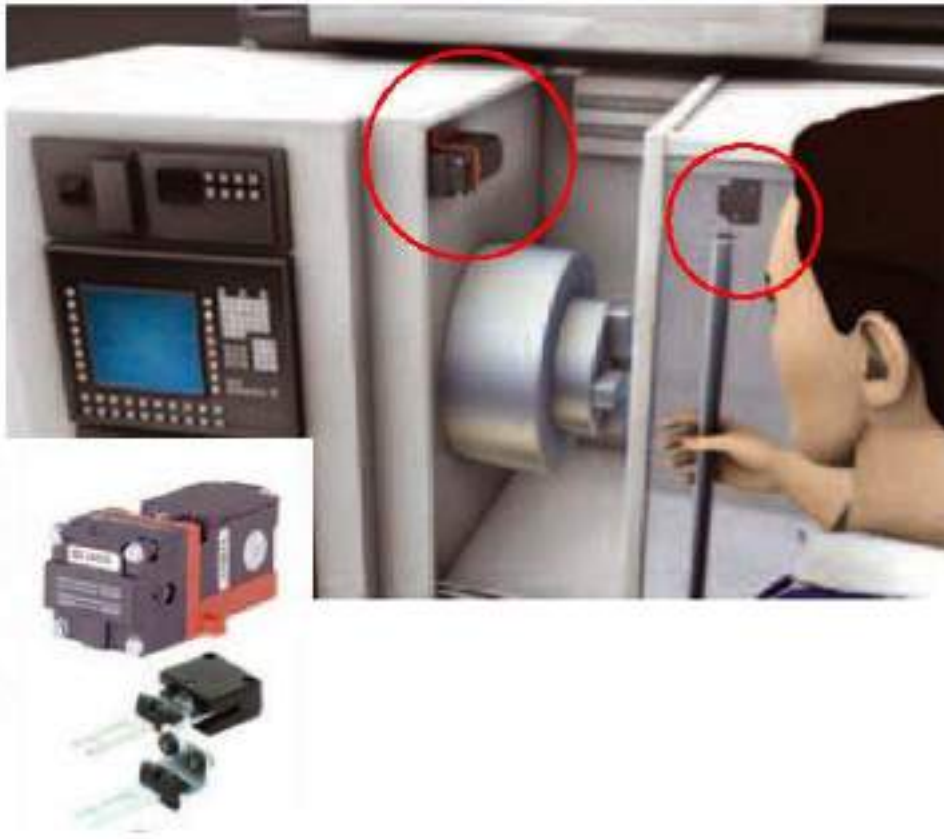
- Dato che l'assenza del riparo non è rilevata, è essenziale che il riparo non possa essere rimosso senza attrezzi.



a - attuatore interno azionato;

b - attuatore interno a riposo.

Particolare della torretta di azionamento di un finecorsa a linguetta sagomata.





Interruttori con comando a chiavetta

La progettazione dell'interruttore, e in particolare della combinazione chiavetta/meccanismo di commutazione, deve evitare la possibilità di "neutralizzare facilmente" minimizzando la possibilità di attuazione mediante attrezzi e oggetti diversi dalla chiavetta.

Nota: Per la definizione di "neutralizzare facilmente" vedere punto 5.7.1.

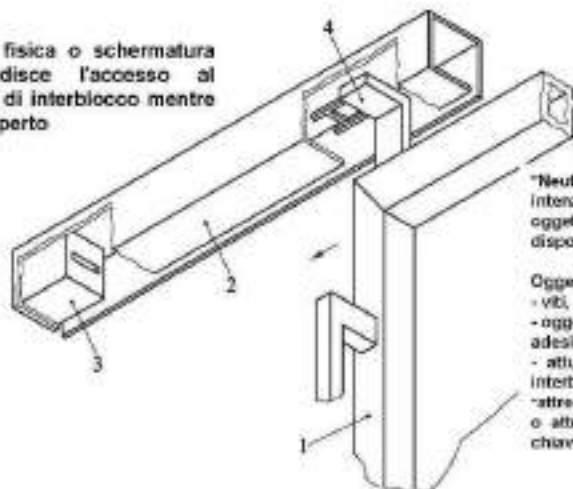
Per rendere più difficile la neutralizzazione mediante attuatori separati o smontati, oltre ai requisiti specificati al punto 5.7.1, l'insieme dell'attuatore deve essere costruito in modo tale da resistere allo smontaggio, per esempio mediante saldatura, rivestitura, viti unidirezionali, colla, teste di vite forate.

Tab. 5.7.1 Esempio di protezione contro la neutralizzazione di un interruttore con comando a chiavetta

Legenda

- 1 Riparo scorrevole (aperto)
- 2 Copertura (fissa)
- 3 Interruttore
- 4 Chiavetta

ostruzione fisica o schermatura che impedisce l'accesso al dispositivo di interblocco mentre il riparo è aperto



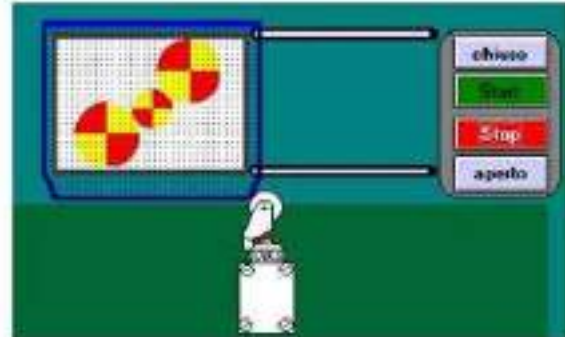
"Neutralizzare facilmente" significa "operazione intenzionale eseguita manualmente o con un oggetto facilmente disponibile per neutralizzare un dispositivo di interblocco".

- Oggetti facilmente disponibili possono essere:
- viti, aghi, pezzi di lamierino;
 - oggetti di uso comune come chiavi, monete, nastro adesivo, corde e filo metallico;
 - attuatori o chiavi di riserva per i dispositivi di interblocco a chiave;
 - attrezzi necessari per l'uso previsto della macchina o attrezzi d'uso comune (per esempio, cacciavite, chiavi, chiavi esagonali e pinze).



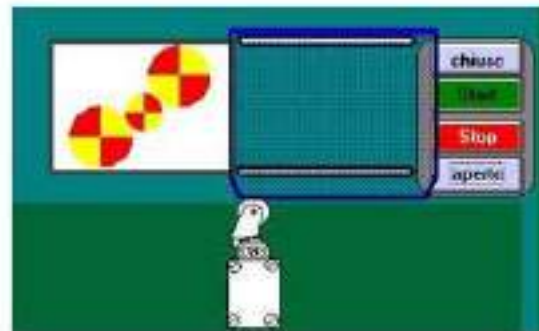
esempi di azionamento del sensore di posizione in modo positivo:

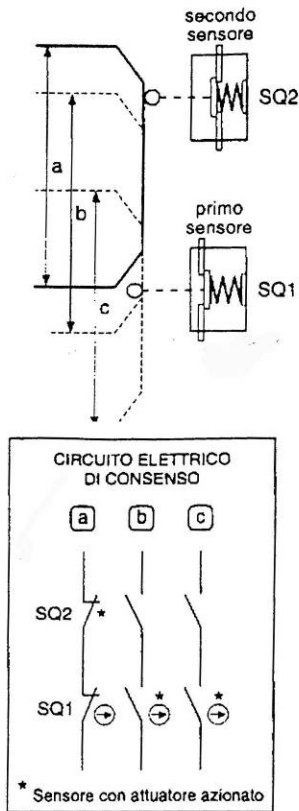
riparo chiuso



Quando viene impiegato un solo sensore per generare un comando di arresto, esso deve essere attivato in modo positivo cioè **ad azionamento diretto**.

riparo aperto





Rif. fig.	Stato del riparo	Primo sensore	Secondo sensore
a	Chiuso	- Non azionato - Contatti chiusi - Consenso ai movimenti pericolosi	- Azionato - Contatti chiusi - Consenso ai movimenti pericolosi
b	Fase iniziale di apertura	- Azionato - Contatti forzati ad aprirsi - Tolto il consenso ai movimenti pericolosi	- Rilasciato - Contatti si aprono - Tolto il consenso ai movimenti pericolosi
c	Aperto	- Azionato - Contatti aperti - Manca il consenso ai movimenti pericolosi	- Non azionato - Contatti aperti - Manca il consenso ai movimenti pericolosi

Il funzionamento corretto dei due sensori deve essere controllato almeno una volta durante ogni ciclo di movimento del riparo. In caso di guasto l'avviamento di tutti gli ulteriori movimenti pericolosi dev'essere impedito automaticamente.

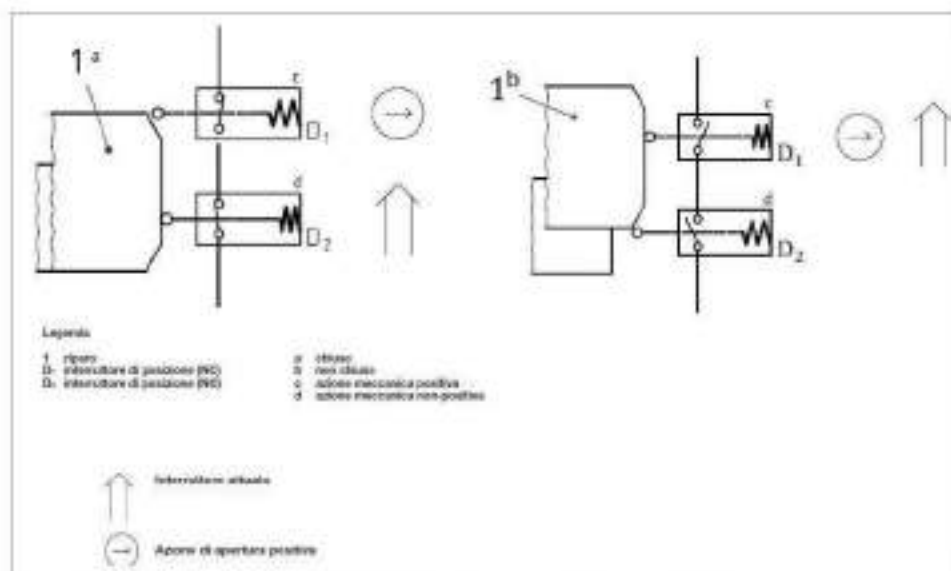
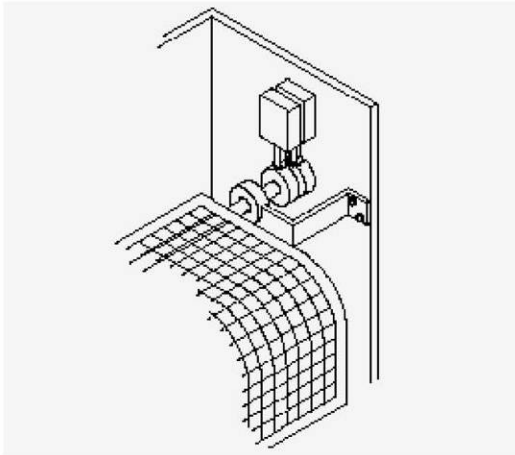


Figura 12: fig.12 della norma 14119:2013. Combinazione di interruttori di tipo 1 ad azione meccanica diretta e non diretta per evitare CCF*

DISPOSITIVO DI INTERBLOCCO COMANDATO DAL RIPARO CHE COMPRENDE DUE SENSORI DI POSIZIONE COMANDATI A CAMMA

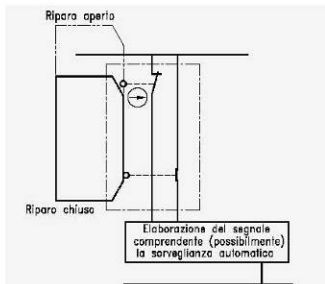


Un sensore viene comandato in modo positivo.

L'altro viene comandato in modo non positivo.

Vantaggi

- La duplicazione dei sensori evita guasti pericolosi in caso di guasto singolo.
- La diversificazione dei componenti ridondanti riduce il rischio di guasti determinati dalla stessa causa.
- Il sensore comandato in modo non positivo rileva l'assenza del riparo.



Osservazione

- Senza sorveglianza, un sensore guasto non viene rilevato finché un guasto nel secondo sensore genera un guasto pericoloso.

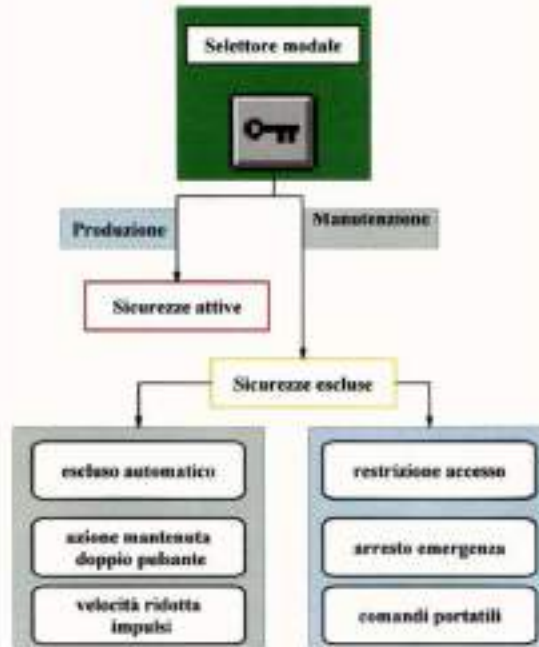


MODALITA' DI FUNZIONAMENTO A
SICUREZZE SOSPESE





EN 292 Modi di comando per manutenzione, regolazione





MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO A SICUREZZE SOSPESE

Condizioni antinfortunistiche minime da garantire su una
macchina funzionante con dispositivi di protezione neutralizzati

- 1) Comando di selezione della modalità sottoposto ad un blocco a chiave o ad un codice di accesso (per esempio una *password*).
- 2) Esclusione del comando automatico (vale a dire impartito direttamente da sensori o consecuzioni logiche).
- 3) Padronanza assoluta, da parte dell'operatore che si espone al pericolo, degli elementi sui quali agisce. Esclusione, quindi, degli altri posti di comando (fatta eccezione per i comandi di arresto d'emergenza).
- 4) Comandi manuali realizzabili solo tramite azione mantenuta sui pulsanti o sui selettori con ritorno a molla.
- 5) Inibizione del comando diretto da parte dei sensori (fincorsa, proximity, fotocellule ecc.).
- 6) Funzionamento in condizioni di "sicurezza migliorata" delle parti mobili pericolose; vale a dire, per esempio: a velocità ridotta; a forza ridotta; a intermittenza ecc.

**NORMA TECNICA****CEI EN 60204-1:1998-04**

Pagina 46 di 122

9.2.4

Suspension of safeguarding

Where it is necessary to suspend safeguarding, (e.g. for setting or maintenance purposes), a mode selection device or means capable of being secured (e.g. locked) in the desired mode shall be provided so as to prevent automatic operation. In addition, one or more of the following means should be provided:

- initiation of motion by a hold-to-run device or by a similar control device;
- a portable control station (e.g. pendant) with an emergency stop device and, where appropriate, an enabling device. Where a portable station is in use, motion may be initiated only from that station;
- limitation of the speed or the power of motion;
- limitation of the range of motion.

Sospensione delle misure di sicurezza

Se è necessario sospendere le misure di sicurezza (ad es. per necessità di regolazione o manutenzione) deve essere previsto un dispositivo di selezione del modo o un mezzo in grado di essere bloccato (ad es. mediante chiave) nel modo desiderato per impedire il funzionamento automatico. Inoltre, si devono prendere una o più delle seguenti misure:

- inizio del movimento mediante dispositivo di comando ad azione mantenuta o equivalente;
- una postazione di comando portatile (per es. pensile) con un dispositivo di arresto di emergenza e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione portatile, la partenza può essere comandata solo da questa postazione;
- limitazione della velocità o della potenza di movimento;
- limitazione dell'ampiezza del movimento.



NORMA ITALIANA CEI

Identificativo

CEI EN 60204-1

La sigla Normativa CEI EN 60204-1

Settore	Descrizione
2000-89	Macchine
44.8	2000-89

Titolo
Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine

9.2.4 Sospensione delle funzioni di sicurezza e/o delle misure di protezione

Se è necessario sospendere le funzioni di sicurezza e/o le misure di protezione (per es., per necessità di regolazione o manutenzione), la protezione deve essere assicurata mediante:

- disabilitazione di tutte le altre modalità di funzionamento (comando); e
- altri mezzi relativi (vedere 4.11.9 della ISO 12100-2: 2003) che possono comprendere, per es., una o più delle misure seguenti:
 - inizio del movimento mediante dispositivo di comando ad azione mantenuta o equivalente;
 - postazione di comando portatile con un dispositivo di arresto di emergenza e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione portatile, la partenza può essere comandata solo da tale postazione;
 - postazione di comando senza fili con un dispositivo per avviare le funzioni di arresto, in conformità a 9.2.7.3, e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione senza fili, la partenza può essere comandata solo da tale postazione;
 - limitazione della velocità o della potenza di movimento;
 - limitazione dell'ampiezza del movimento.



9.2.4 Sospensione delle misure di sicurezza

In base alla valutazione del rischio il costruttore della macchina definisce la zona pericolosa e le protezioni da adottare per ridurre o eliminare i rischi evidenziati; tali protezioni dovranno rimanere attive nei vari modi di funzionamento.

Esistono però situazioni in cui è indispensabile accedere alla zona pericolosa con le protezioni parzialmente escluse e le parti mobili della macchina in movimento; casi tipici sono alcune operazioni di manutenzione, regolazione, messa a punto, collaudo, ecc. In questi casi devono essere adottate misure alternative di sicurezza e devono essere fornite opportune istruzioni nel manuale di istruzione, evidenziando, ad esempio, la necessità che l'intervento sia eseguito da

persona qualificata oppure da personale addestrato ed autorizzato nell'esecuzione di questi interventi o, se del caso, da personale addestrato e supervisionato da persona qualificata.

Le misure alternative di sicurezza consistono nel:

- vincolare la selezione di tale modo di funzionamento a mezzi che limitino l'accesso a taluni operatori (ad es. selettore a chiave, codici di accesso, ecc.) e che permettano di bloccare il modo di funzionamento prescelto;
- impedire il funzionamento in automatico della macchina.

Inoltre, tali movimenti:

- devono poter essere comandati solo tramite dispositivi di comando che necessitano un'azione continua, ad es. comandi ad azione mantenuta, comandi di consenso, comandi a due mani (vedere anche i punti 9.2.5.6, 9.2.5.7, 9.2.5.8);
- devono poter avvenire solo in condizioni di sicurezza migliorate, ad es. a velocità ridotta, a potenza ridotta, a movimenti limitati, ecc., onde impedire le lavorazioni normali di produzione e permettere all'operatore di reagire prontamente alle eventuali situazioni di pericolo che possono venire a determinarsi;
- non devono poter essere attivati se possono creare situazioni di pericolo dovute ad azioni sui sensori interni della macchina (ad esempio, quando l'azione su di un sensore comporta l'avvio inatteso di movimenti pericolosi di parti della macchina).

In aggiunta a quanto sopra, l'operatore deve avere la padronanza del funzionamento degli elementi sui quali agisce; ciò può richiedere l'uso di postazioni di comando portatili dotate di pulsanti di emergenza.



Dal D.Lgs n. 17 del 27 gennaio 2010 di recepimento della Direttiva Macchine

1.2.5. Selettore modale di funzionamento

Il modo di comando selezionato deve avere la priorità su tutti gli altri sistemi di comando, salvo l'arresto di emergenza. Se la macchina è stata progettata e costruita per consentire il funzionamento o il comando multimodale e presenta diversi livelli di sicurezza (ad esempio: per consentire la regolazione, la manutenzione, l'ispezione, ecc.), essa deve essere equipaggiata di un selettore modale che possa essere bloccato in ciascuna posizione di funzionamento. A ciascuna posizione del selettore corrisponderà un solo modo di comando o di funzionamento. Il selettore può essere sostituito da altri mezzi di selezione che consentano di limitare l'utilizzazione di talune funzioni della macchina ad alcune categorie di operatori (ad esempio: codici di accesso a talune funzioni di comandi numerici, ecc.).

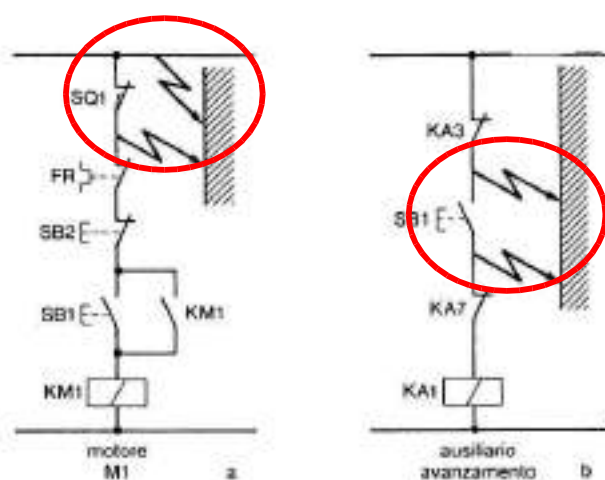
Se per alcune operazioni la macchina deve poter funzionare con i dispositivi di protezione neutralizzati, il selettore modale deve simultaneamente:

- escludere il comando automatico,
- autorizzare i movimenti soltanto mediante dispositivi di comando che necessitano un'azione continuata,
- autorizzare il funzionamento degli elementi mobili pericolosi soltanto in condizioni di sicurezza migliorate (ad esempio, velocità ridotta, sforzo ridotto, a intermittenza o altre disposizioni adeguate) evitando i rischi derivanti dalle sequenze collegate;
- vietare qualsiasi movimento che potrebbe presentare un pericolo, se volontariamente o involontariamente agisse sui sensori interni della macchina. Inoltre al posto di manovra, l'operatore deve avere la padronanza del funzionamento degli elementi sui quali agisce.



AVVIAMENTI INTEMPESTIVI
GUASTI A MASSA





Esempi di doppi guasti a massa che producono l'inibizione di una sicurezza (a) o il comando intempestivo di un contattore (b).

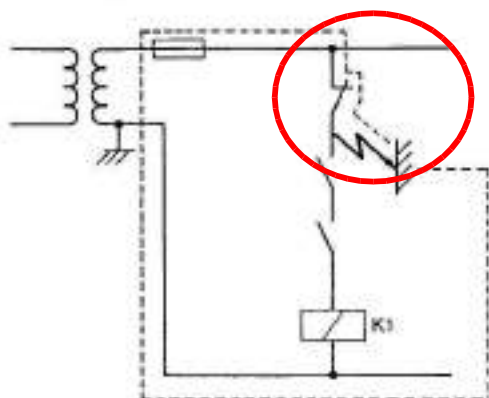
Il primo guasto a terra (contatto tra un filo sotto tensione e la carcassa metallica della macchina) non viene rilevato: la macchina continua a funzionare.

Due guasti provocano la circolazione di corrente nella bobina – il contattore si eccita spontaneamente

Il risultato, secondo i casi, è l'avvio intempestivo della macchina oppure il suo mancato arresto quando lo si comanda.



ATS Brescia



Circuito protetto: il primo guasto provoca un corto-circuito con intervento del fusibile che mette fuori servizio il circuito

Se una polarità del circuito comandi è collegata all'impianto di protezione equipotenziale ogni eventuale guasto a massa si produce un cortocircuito.

Tutte le bobine del circuito devono essere connesse direttamente al polo a massa



Bibliografia:

IL *DEFEATING* DI UN DISPOSITIVO DI
INTERBLOCCO ASSOCIATO AI RIPARI

INAIL

Norma EN ISO 14119:2013. Caso studio

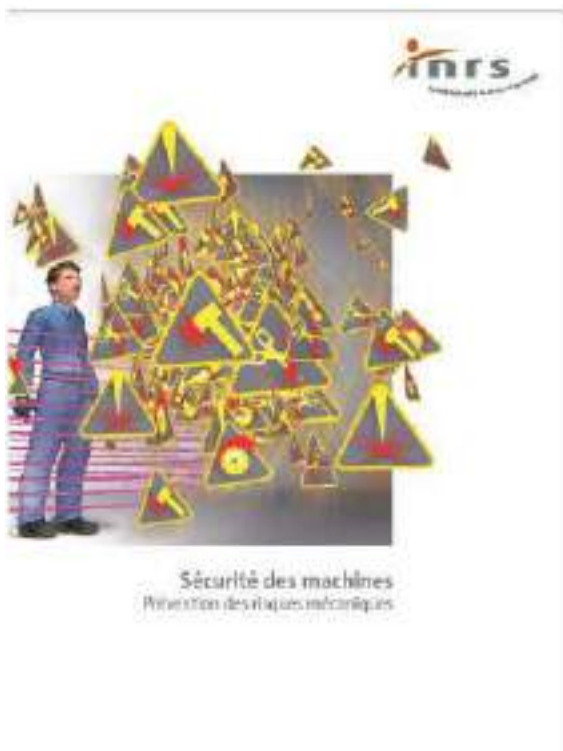
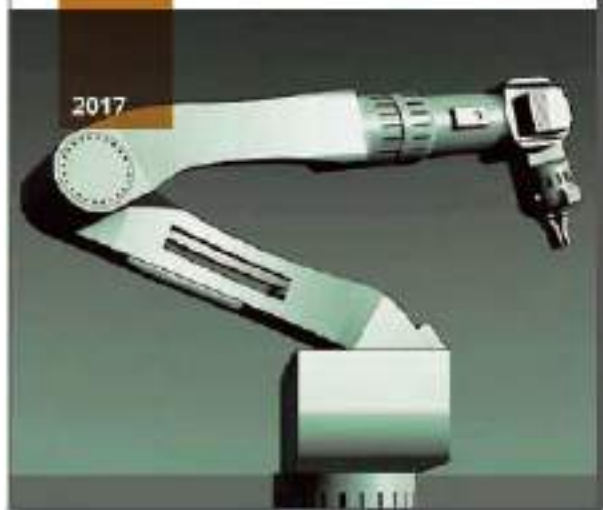
2016



INAIL

I SISTEMI DI COMANDO DELLE
MACCHINE SECONDO LE NORME
EN ISO 13849-1 E EN ISO 13849-2

2017





**I RISCHI PER LA SALUTE GENERATI
DAGLI OLII LUBROREFRIGERANTI
nel settore metalmeccanico**

IL RISCHIO DEGLI OLII/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

I fluidi lubrorefrigeranti sono molto utilizzati nell'industria metalmeccanica.

I rischi dovuti al contatto con olii da taglio, con gli agenti chimici pericolosi, le principali misure di prevenzione e i rischi da inquinamento microbico; la normativa di riferimento è il Capo I (protezione degli agenti Chimici) del Titolo IX del D.Lgs. 81/08 s.m.i. (Il Testo unico per la Sicurezza del Lavoro).

Il decreto Legislativo 81/08 s.m.i. stabilisce il modo in cui debbano essere obbligatoriamente effettuate una serie di azioni preventive ricordando che gli interventi di prevenzione nei luoghi di lavoro comprendono i controlli rivolti a minimizzare o meglio eliminare dall'ambiente gli agenti e le situazioni di rischio e i controlli sanitari preventivi di idoneità al lavoro specifico. Lo scopo fondamentale di questi ultimi consiste nell'individuazione dei soggetti portatori di ipersuscettibilità congenite o acquisite verso i rischi specifici e nella prescrizione delle misure più adeguate per una loro completa protezione. Il complesso di questi interventi costituisce la **prevenzione primaria**.

Esistono, poi, gli interventi medici essenzialmente rappresentati dalle visite periodiche che hanno, fra gli altri, lo scopo di effettuare diagnosi, il più possibile precoci, degli eventuali danni da lavoro; di informare e formare il lavoratore, di orientare ulteriori interventi ambientali se necessari oppure di allontanare temporaneamente il soggetto dalla mansione. Nel loro insieme questi interventi costituiscono la **prevenzione secondaria**.

Il riconoscimento dei danni alla salute causati o concausati da agenti connessi con il lavoro, la cura e le misure riabilitative costituiscono la **prevenzione terziaria**; in questa fase non si previene più il danno, già comparso, ma se ne riducono il più possibile gli effetti e postumi invalidanti.

I cicli produttivi delle industrie metalmeccaniche sono in genere molto vari, si parte da materie prime che possono essere metalli in barre, tondini o coils.

FUNZIONE DEGLI OLII/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Lo sviluppo tecnologico dei centri di lavoro robotizzati, le lavorazioni sempre più complesse e impegnative e la richiesta di aumenti di produttività hanno influito sull'utilizzo sempre più vasto degli oli minerali, in particolare come fluidi lubrorefrigeranti ma anche come componenti dei circuiti oleodinamici e come lubrificanti per gli ingranaggi dei macchinari.

Gli oli lubrorefrigeranti sono utilizzati nell'industria metalmeccanica durante le lavorazioni meccaniche di asportazione truciolo e rettifica. Il loro compito è quello di lubrificare gli utensili, raffreddare i pezzi lavorati e favorire l'evacuazione dei trucioli e dei residui prodotti durante la lavorazione; si tratta di oli emulsionabile per macchine utensili.

In base alle funzioni a cui sono adibiti gli oli/lubrorefrigeranti si classificano in:

- l'olio/lubrorefrigerante per la lubrificazione parti di macchine;
- l'olio/lubrorefrigerante per la refrigerazione di pezzi e utensili;
- l'olio/lubrorefrigerante per la rimozione di trucioli;
- l'olio/lubrorefrigerante per la prevenzione della corrosione e ruggine dei metalli.

ORIGINE DEGLI OLI/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

L'olio lubrificante può essere di origine minerale o vegetale o di sintesi che può essere miscibile in acqua oppure non miscibile. Nel primo caso si tratta di soluzioni e di emulsioni a seconda che la base sia naturale oppure sintetica. Esiste in numerose formulazioni a seconda del materiale dell'utensile e del pezzo da lavorare, ma in generale è composto per il 50% da olio lubrificante cui si aggiungono additivi specifici per il materiale e una piccola parte di acqua. La scelta dipende dalla resistenza meccanica dell'utensile, dalla tipologia di lavorazione, dalla velocità di taglio, dalla pressione dell'utensile contro il pezzo, da calore creato per attrito, dalla macchina utensile e da altro ancora. Talvolta viene usato per lubrificare parti della macchina e in questo caso è preferibile ricorrere a prodotti specifici. Fluidi inadatti al materiale del pezzo o dell'utensile possono causare surriscaldamento, accumulo di bavetta sui taglienti, cattiva lavorazione, rottura dell'utensile.

RISCHI PER LA SALUTE SULL'UTILIZZO DEGLI OLII/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

I rischi derivanti da esposizioni a oli minerali sono riconducibili al contatto cutaneo o alla inalazione di aerosol originati dalla loro dispersione nell'aria. Il progressivo sfruttamento degli oli lubrorefrigeranti in campo tecnologico è coinciso soprattutto con l'aumento del riscontro di patologie ad essi correlati. La elevata alcalinità di tali oli può favorire l'azione irritante sulla cute modificandone il ph, ed anche il trauma meccanico inteso come sfregamento appena percettibile o i microtraumi dovuti alla presenza di piccole tracce di truciolato, possono favorire le lesioni cutanee.

Le malattie professionali da lubrorefrigeranti per l'azione di contatto e per inalazione di particelle nebulizzate determinano:

- acne e/o follicolite
- malattie cutanee
- malattie respiratorie
- neoplasie



Follicolite da oli lubrorefrigeranti, ormai osservata raramente, grazie all'impiego di oli nel tempo più raffinati.

PATOLOGIE CUTANEE DA OLI/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Dopo l'ampia di diffusione di oli sintetici e semisintetici, le patologie cutanee da oli lubrorefrigeranti, sono rappresentate dalla dermatite da contatto, allergica (DAC) o irritativa (DIC), non allergica.

Le dermatiti sono dovute al contatto diretto degli oli con le mani del lavoratore.

Gli oli di per sé, essendo molecole grandi e relativamente poco reattive, non possono superare la cute, ma si possono localizzare a livello di ostio follicolare. Sono invece i vari numerosi ingredienti e sostanze e impurità in essi contenute, i responsabili di lesioni cutanee irritative e allergiche

Dermatite irritativa

La dermatite irritativa è influenzata non solo dalla composizione degli oli, ma anche dalle caratteristiche individuali dell'operatore esposto. Gli oli sintetici sono potenzialmente più irritanti per la cute. L'acqua contenuta negli oli solubili può macerare la cute e ridurne la capacità di barriera. Gli emulsionanti alcalini e i solventi contenuti negli oli emulsionabili e semisintetici possono denaturare la cheratina ed alterare lo strato idrolipidico. Alcune condizioni individuali (atopia, altre dermatiti preesistenti, scarse condizioni igieniche) possono esporre ad aumentato rischio.

Dermatite allergica

La dermatite allergica è provocata dal contatto con i numerosi potenziali apteni (piccole molecole che unite a molecole più grandi quali proteine, polisaccaridi, hanno la proprietà di innescare una reazione immunologica) contenuti negli oli, la cui conoscenza purtroppo non è sempre nota. Il processo di sensibilizzazione è caratterizzato dalla presentazione dell'antigene, cioè la molecola estranea all'organismo, alle cellule del derma che sono in grado di determinare le risposte dell'infiammazione e del mantenimento del ricordo di questa presentazione. Per questo dopo l'avvenuta sensibilizzazione ogni situazione di nuovo contatto determinerà la reazione allergica a livello cutaneo anche a distanza dalla sede di contatto.

E' bene ricordare che tra i sensibilizzanti di più frequente riscontro vi sono: i metalli, la colofonia, la formaldeide, le essenze ed il mercato mix. Si ritiene rara l'osservazione di forme solo allergiche e che proprio l'irritazione cutanea precede la dermatite allergica. La forma irritativa è più frequente di quella allergica (alcuni studi dimostrano una prevalenza del 50-70% per la forma allergica e del 30-50% di quella irritativa).



Dermatite da contatto

PATOLOGIE RESPIRATORIE DA OLII/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Durante lo svolgimento di numerose lavorazioni metalmeccaniche con impiego di fluidi lubrorefrigeranti si può avere lo sviluppo e la diffusione di tali sostanze sotto forma di: fumi, vapori, nebbie oleose, getti e schizzi. Le nebbie che si generano durante l'impiego degli oli possono essere più o meno stabili, ed hanno una elevata penetrazione delle vie respiratorie. E' importante la dimensione delle goccioline, quelle più piccole di dimensione inferiore a 5 micron possono interessare i bronchi e gli alveoli.

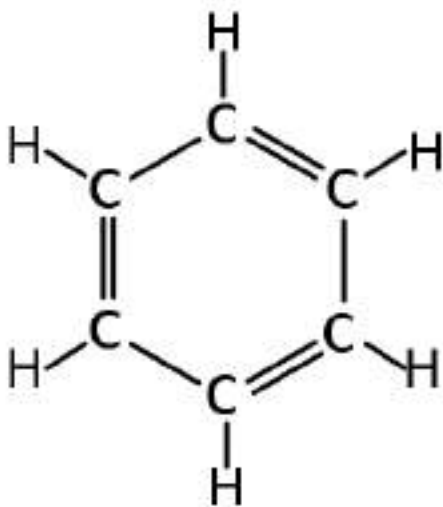
Si possono originare i seguenti quadri:

- ◆ Laringiti, faringiti e tracheiti (infiammazione delle vie respiratorie)
- ◆ Polmonite lipoidea
- ◆ Fibrosi polmonari
- ◆ Asma occupazionale

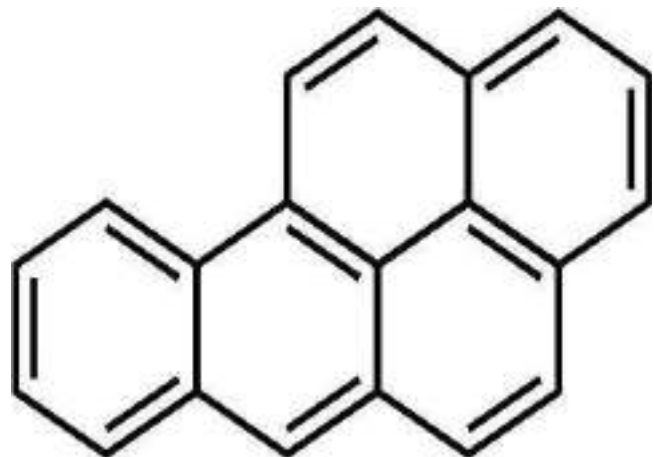
RISCHIO CANCEROGENO SULL'USO DEGLI OLI/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Il problema delle sostanze cancerogene può riguardare sia le sostanze contenute nella base minerale (Idrocarburi Policiclici Aromatici [IPA] presente negli oli non altamente raffinati e in quelli esausti) o che si determinano nella fase del ciclo lavorativo (IPA con alte temperature) che gli additivi.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono composti chimici costituiti da due o più anelli aromatici uniti fra loro a formare un'unica struttura chimica



BENZENE(capostipite)



BENZO(A)PIRENE

Gli IPA derivano principalmente dalla combustione di sostanze organiche contenenti carbonio.

Tra gli agenti chimici che possono rappresentare una fonte di rischio troviamo oltre agli IPA, che la rappresenta la principale fonte di rischio legato all'uso degli olii lubrorefrigeranti in quanto cancerogeni, ma anche i policlorobifenili (PCB), metalli (piombo, nichel, cromo, ecc.), benzo[a]pirene e nitrosammine.

E' importante ricordare che sono da considerarsi non cancerogeni:

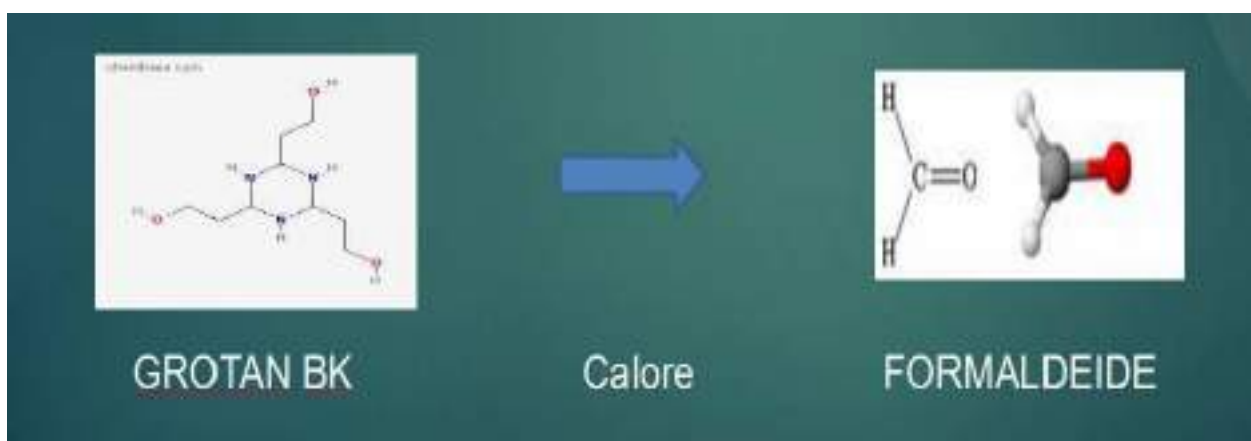
- gli oli minerali ad elevato grado di raffinazione, cioè severamente trattati al solvente, gli oli bianchi;
- gli oli contenenti una frazione policiclica aromatica inferiore al 3% e una quantità di benzo(a)pirene inferiore a 50 p.p.m.

Il rischio cancerogeno degli oli/fluidi lubrorefrigeranti è dovuta in gran parte dagli additivi presenti nella formulazione degli oli.

Tra gli additivi presenti negli oli si ricorda la formaldeide (biocida nasofaringeo)

Tra gli additivi presenti negli oli risulta presente la formaldeide (biocida nasofaringeo) che l'Agencia Internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) la classifica come cancerogeno per l'uomo in classe 1.

Inoltre negli oli possono essere presenti composti rilasciatori di formaldeide in seguito a processi chimici: esempio il Grotan BK è usato come biocida che rilascia formaldeide nei fluidi per la lavorazione dei metalli, come è schematizzato nella formula sotto riportata.



RISCHIO BIOLOGICO SULL'USO DEGLI OLI/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Nelle attività metalmeccaniche tradizionali la presenza di agenti biologici non è del tutto trascurabile è possibile lo sviluppo di una flora batterica pericolosa che può causare dermatiti, allergie, patologie respiratorie, ecc. Infatti al di là del rischio generico di esposizione ad agenti biologici presente in tutte le collettività (legato ad esempio alla pulizia dei locali, alla dotazione degli spogliatoi, servizi igienici, docce, disinfezione di dispositivi di protezione usati da più persone, etc.), esiste anche un rischio specifico, legato alla contaminazione dei fluidi lubrorefrigeranti (oli minerali) da parte di batteri e/o funghi.

Il rischio di infezioni da oli minerali contaminati può dipendere da:

- inadeguato trattamento dei liquidi (sostituzione, filtrazione, additivazione con sostanze battericide);
- assenza o inefficienza di schermature sulle macchine;
- contatto cutaneo o diretto per manipolazione di pezzi bagnati, schizzi , contaminazione dell'ambiente circostante le macchine;
- contatto cutaneo indiretto per permanenza di oli sugli indumenti di lavoro.

Gli oli minerali veri e propri, gli oli sintetici e semisintetici sono impiegati molto comunemente sulle macchine per la lavorazione dei metalli, per ridurre l'attrito e l'usura tra utensile e pezzo in lavorazione, per raffreddare, per impedire la corrosione e l'ossidazione; ed è consuetudine, invece di rinnovare totalmente il fluido in uso, fare periodicamente dei rabbocchi, senza verificare la carica batterica presente, né correggere la contaminazione con appositi prodotti antimicrobici. Questa situazione favorisce lo sviluppo di batteri e/o funghi, che si moltiplicano progressivamente con l'invecchiamento dei liquidi lubrorefrigeranti.

ASPETTI PREVENTIVI SULL'USO DEGLI OLII/FLUIDI LUBROREFRIGERANTI (LRF)

Nelle lavorazioni con macchine utensili la scelta dell'impianto di aspirazione e di diluizione degli inquinanti aerodispersi rappresenta un'importante priorità ai fini prevenzionali. La relativa progettazione deve essere tale da garantire l'efficienza ed efficacia: quanto più l'olio si rileva pericoloso per la salute degli operatori tanto più sarà necessario preferire le cappe avvolgenti alle cappe esterne quali terminali di aspirazione.

Uso da parte dei lavoratori di adeguati dispositivi di protezione individuale (DPI): guanti , scarpe e tute resistenti alla penetrazione degli oli.

Frequente sostituzione degli oli secondo le indicazioni fornite dalla scheda di sicurezza.

Monitoraggio ambientale dli oli aerodispersi ricordando che il limite per ACGIH TLV-TWA per oli minerali è 0,2 mg/metro cubo e per gli oli severamente raffinati il limite è 5mg/metro cubo.

Infine la sorveglianza sanitaria dovrà considerare in modo particolare le problematiche di salute di natura dermatologica e respiratoria ed escludere la presenza di fattori individuali predisponenti la insorgenza di tali affezioni.

Una componente indispensabile dell'attività del medico competente, durante la visita medica annuale, è effettuare l'informazione e la formazione de lavoratori e la valutazione e prescrizione di DPI adeguati.



Bibliografia:

- Cazzaniga, A., Cattabeni, C.M., Luvoni, R. (1988) *Medicina Legale e delle Assicurazioni*, UTET, Torino 8° ed.;
- Inrona, F. “ La causalità tra diritto e Medicina”. Atti del Convegno Nazionale di Medicina Legale 1992. Edizioni Medico Scientifiche, Pavia.
- IARC. Valutazione di cancerogenicità degli agenti chimici e delle professioni connesse;
- http://rsaonline.arpa.piemonte.it/rsa2009/rapporto_2009/indexc71c71c.html?option=com...
- <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-C-1/settori-C-4/industria-meccanica-...>
- <https://meccanicatecnica.altervista.org/rischi-ed-effetti-sulla-da-esposizione-a-o....>
- <https://www.ridix.it/blog/approfondimenti/lubrortefrigerante-cosa-e/>



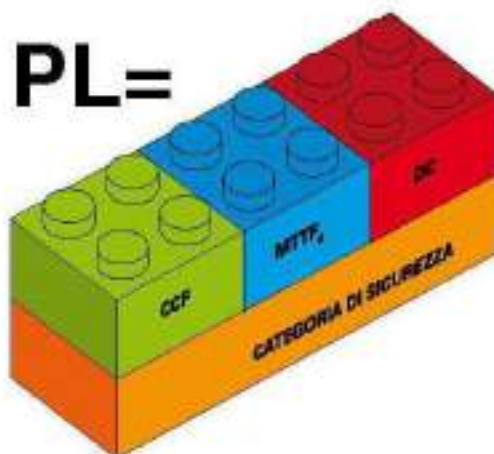
**Si ringraziano gli Operatori PSAL
per il materiale messo a disposizione.**



ALLEGATO

Estratto dalla norma EN ISO 13849-1:

Valutazione del livello di prestazione PL_r
Performance Level Required (EN ISO 13849-1)





Valutazione del livello di prestazione Performance Level Required (EN ISO 13849-1)

I principali parametri da considerare per determinare il livello di prestazione PL di un circuito di comando, per una funzione di sicurezza, sono i seguenti.

a) Il Tempo medio al guasto pericoloso (MTTFd : Mean Time To dangerous Failure).

b) La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage): indica la completezza del monitoraggio del circuito di comando, o di una sua parte, previsto per i guasti pericolosi.

c) I Guasti di causa comune (CCF:Common Cause Failures)

d) La categoria di sicurezza.





Valutazione del livello di prestazione PL, (EN ISO 13849-1) MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure)

MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure) Tempo medio al guasto pericoloso
Il tempo medio al guasto pericoloso MTTFd rappresenta il tempo medio di funzionamento di un componente o di un circuito di comando, a partire dall'istante in cui questo ha ripreso a funzionare dopo un guasto pericoloso e la successiva riparazione, fino all'istante di un successivo guasto.

Questo parametro cerca di definire la bontà qualitativa dei componenti del sistema definendone la vita media prima del **guasto pericoloso** (si noti bene che non si tratta di un guasto generico) espressa in anni.

In pratica il calcolo dell'MTTFd si basa sui valori numerici forniti dai costruttori dei singoli componenti che formano il sistema.

Nel caso di mancanza di dati la norma fornisce dei valori in apposite tabelle di riferimento (allegato C della EN ISO 13849-1).

Il parametro MTTFd per un circuito di comando è considerato:

basso, se è compreso tra 3 e 10 anni;
medio, se è compreso tra 10 e 30 anni;
alto, se è compreso tra 30 e 100 anni .



Tempo medio al guasto pericoloso (MTTFd)

Il tempo medio al guasto pericoloso MTTFd rappresenta il tempo medio di funzionamento di un componente o di un circuito di comando, a partire dall'istante in cui questo ha ripreso a funzionare dopo un guasto pericoloso e la successiva riparazione, fino all'istante di un successivo guasto.

Si tratta di un dato statistico, è quindi possibile che si verifichi un guasto pericoloso durante un intervallo di tempo pari a MTTFd

relazione fra MTTFd ed il più noto MTBFd (Mean Time Between dangerous Failures):
la differenza consiste nel tempo di riparazione del guasto (MTTR: Mean Time to Restoration).

Nel seguito si assume, a favore della sicurezza, $MTBFd = MTTFd$

Secondo la teoria dell'affidabilità, l'inverso di MTBFd (e quindi di MTTFd) è il **tasso di guasto pericoloso** λ d definito come numero di guasti pericolosi nell'unità di tempo; se, ad esempio, MTTFd è di 10 anni, si ha $\lambda d = 0,1$ guasti all'anno.



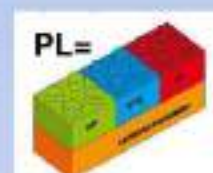
Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1) CCF (Common Cause Failures - Guasti di causa comune)

Nel caso di sistemi di categoria 2, 3, o 4 per il calcolo del PL è necessaria anche la valutazione di eventuali cause di guasto comune o CCF che possono inficiare la ridondanza dei sistemi.

La valutazione viene fatta mediante una check-list di controllo (allegato F della EN ISO 13849-1) che, in base al tipo di soluzioni adottate contro le cause di guasto comune, fornisce un punteggio da 0 a 100. Il valore minimo ammesso per le categorie 2, 3 e 4 è di 65 punti.

Si è in presenza di una causa comune di guasto (CCF: Common Cause Failure) quando un evento produce il guasto contemporaneo di più elementi; ad esempio un disturbo elettromagnetico, una sovratensione, un urto meccanico, etc..

In alcuni casi, la causa comune di guasto è di non facile individuazione e necessita di un'accurata valutazione non solo dei circuiti di comando con funzioni di sicurezza, ma di quella parte dell'equipaggiamento elettrico che può avere influenza su tali circuiti.



Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1) La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage)

La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage) è definita come il rapporto tra il tasso di guasto (pericoloso) degli elementi monitorati e il tasso di guasto (pericoloso) di tutti gli elementi del circuito di sicurezza (monitorati e non monitorati).

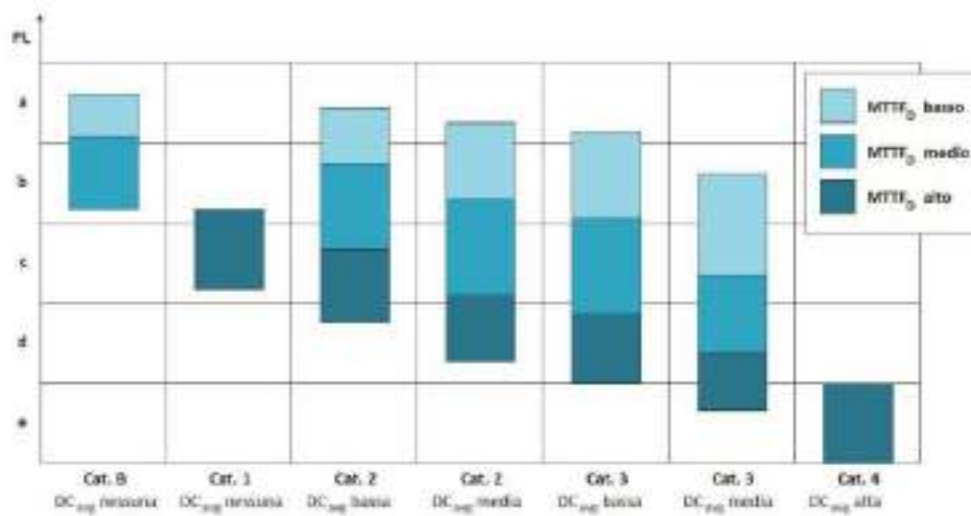
Questo parametro cerca di indicare quanto il sistema sia in grado di "autosorvegliare" un eventuale proprio malfunzionamento. In base alla percentuale di guasti pericolosi rilevabili dal sistema si avrà una copertura diagnostica più o meno buona. Il parametro numerico DC è un valore percentuale che si calcola attraverso dei valori forniti in una tabella (allegato E della EN ISO 13849-1) in funzione degli accorgimenti adottati dal costruttore per rilevare le anomalie del proprio circuito.

Poiché in generale sono presenti più accorgimenti nel medesimo circuito per rilevare anomalie diverse, alla fine si andrà a computare un valore medio o DC_{avg} che andrà a ricadere all'interno di quattro fasce.

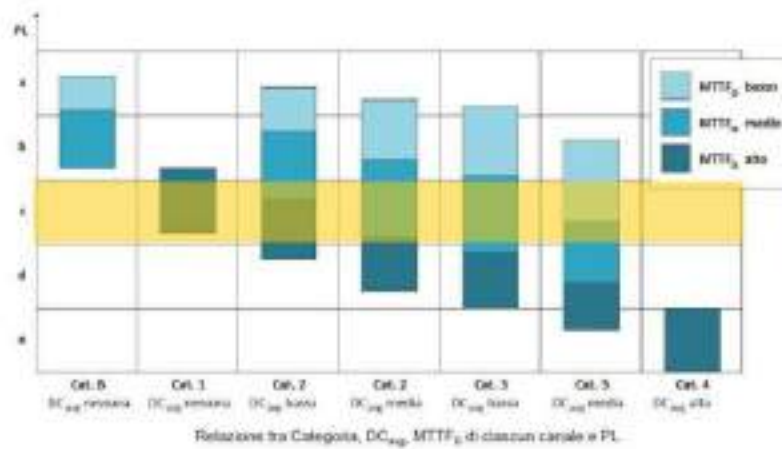
Sono previsti quattro livelli della copertura diagnostica:

- nullo: inferiore al 60%;
- basso: compreso tra il 60% e il 90% (escluso);
- medio: compreso tra il 90% e il 99% (escluso);
- alto: uguale o superiore al 99%.



Fig. 10: Relazione tra Categoria, DC_{spp}, MTTFD di ciascun canale e PL.

Al termine del progetto di un circuito di comando di una specifica categoria di sicurezza e dopo accurata valutazione dei valori del tempo medio al guasto pericoloso (MTTFd) e della copertura diagnostica (DC), il progettista deve verificare se il livello di prestazione (PL), derivato dal suo progetto, non è inferiore a quello stabilito nella fase iniziale e corrispondente ai parametri di rischio previsti nell'attuazione della funzione di sicurezza.



Ad esempio osservando la figura si nota come per ottenere un sistema con **PL pari a "c"** sono possibili tutte le seguenti soluzioni:

1. Sistema in categoria 3 con componenti poco affidabili ($MTTF_d$ =basso) e DC media.
2. Sistema in categoria 3 con componenti affidabili ($MTTF_d$ =medio) e DC bassa.
3. Sistema in categoria 2 con componenti affidabili ($MTTF_d$ =medio) e DC media.
4. Sistema in categoria 2 con componenti affidabili ($MTTF_d$ =medio) e DC bassa.
5. Sistema in categoria 1 con componenti molto affidabili ($MTTF_d$ =alto).



Categoria richiesta dalla EN 954-1:1996		Performance Level richiesto (PLr) e Categoria richiesta secondo EN ISO 13849-1:2006
B	→	b
1	→	c
2	→	d, Categoria 2
3	→	d, Categoria 3
4	→	e, Categoria 4

Nota: Potrebbe essere interessante per un costruttore di macchine non dover ripetere l'analisi dei rischi della macchina ma tentare di riutilizzare quanto già svolto con l'analisi dei rischi della EN 954-1.

Questo in generale non è possibile poiché con la nuova norma è variato il grafico del rischio (vedi figura precedente) e quindi a parità di rischio possono essere cambiati i livelli di funzione di sicurezza richiesta.

L'ente tedesco BGIA nel report 2008/2 sulla EN ISO 13849 suggerisce che, **adottando un approccio del tipo "caso peggiore"**, si possa adottare una conversione come nella tabella.

EN 62061 (CEI 44-16)

LIVELLO DI INTEGRITÀ DELLA SICUREZZA SIL (Safety Integrity Level)

Per i circuiti di comando che devono gestire funzioni di sicurezza si può anche ricorrere alla recente norma armonizzata EN 62061 (CEI 44-16).

Questa norma si riferisce a circuiti di comando elettrici, elettronici ed elettronici programmabili i quali costituiscono un caso particolare degli argomenti trattati dalle norme EN 954-1 e EN ISO 13849-1.

Queste ultime si riferiscono, infatti, a circuiti di comando non soltanto con organi attuatori di potenza di tipo elettrico (ad esempio, motori elettrici comandati da contattori o altri dispositivi elettromeccanici equivalenti), ma anche con organi attuatori che utilizzano tipi di energia diversa da quella elettrica, ad esempio pistoni oleoidraulici o pneumatici comandati da elettrovalvole.


LIVELLO DI INTEGRITÀ DELLA SICUREZZA
SIL (Safety Integrity Level)

PL EN ISO 13849-1	a	b	c	d	e	
SIL EN 62061 - IEC 61508	-	1	2	3	(4)	
PFH_d	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	3x10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
Un guasto pericoloso ogni n° anni	~1	~10	~40	~100	~1000	~10000

Livello di integrità della sicurezza	Probabilità di un errore pericoloso all'ora (PFH _D)
3	≥ da 10 ⁻⁸ a < 10 ⁻⁷
2	≥ da 10 ⁻⁷ a < 10 ⁻⁶
1	≥ da 10 ⁻⁶ a < 10 ⁻⁵

PFH_D (Probability of dangerous Failure per Hour).

LIVELLO DI INTEGRITÀ DELLA SICUREZZA
SIL (Safety Integrity Level)

Gravità	S	Frequenza dell'esposizione al pericolo	F	Probabilità che si verifichi	W	Possibilità di evitarlo	P
Irreversibile: morte, perdita di un occhio o braccio	4	≤ 1h	5	altissimo	6	impossibile	5
Irreversibile: arti scolti, perdita di un dito	3	> da 1h a ≤ 1 giorno	5	probabile	4	rara	3
Reversibile: necessità di cure mediche	2	> da 1 giorno a ≤ 2 settimane	4	possibile	3	probabile	1
Reversibile: necessità di Pronto Soccorso	1	> da 2 settimane a ≤ 1 anno	3	rara	2		
		> 1 anno	2	trascurabile	1		

Tabella 4.3-1: Classificazione dei parametri di rischio secondo IEC/EN 62061

Gravità (S)	Classe della probabilità del danno (K)				
	da 3 a 4	da 5 a 7	da 8 a 10	da 11 a 13	da 14 a 15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3		(AM)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			(AM)	SIL 1	SIL 2
1				(AM)	SIL 1

Leggenda

- Valore nominata SIL per la funzione di comando orientata alla sicurezza
- Raccomandazione di applicare altre misure (AM)
- Nessun fabbisogno di intervento

Tabella 4.3-2: Matrice per la definizione del SIL (fonte: IEC/EN 62061, allegato A)

