
NORMA
EUROPEA

Sicurezza del macchinario
Concetti fondamentali, principi generali di
progettazione
Parte 2: Principi tecnici

UNI EN ISO
12100-2

APRILE 2005

Safety of machinery
Basic concepts, general principles for design
Part 2: Technical principles

Versione italiana
del novembre 2006

La norma definisce le specifiche e i principi tecnici per aiutare i progettisti e i costruttori ad ottenere la sicurezza in fase di progettazione delle macchine ad uso professionale o non professionale.

TESTO ITALIANO

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 12100-2 (edizione novembre 2003) e tiene conto delle correzioni introdotte il 17 dicembre 2003.

La presente norma sostituisce la UNI EN 292-2:1992.

ICS 01.040.13; 13.110

UNI
Ente Nazionale Italiano
di Unificazione
Via Sannio, 2
20137 Milano, Italia

© UNI
Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.

www.uni.com



UNI EN ISO 12100-2:2005



Pagina I

PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN ISO 12100-2 (edizione novembre 2003 con correzioni del 17 dicembre 2003), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI

Sicurezza

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale l'1 aprile 2005.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

English version

Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design -
Part 2: Technical principles (ISO 12100-2:2003)

Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes
généraux de conception - Partie 2: Principes techniques
(ISO 12100-2:2003)

Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine
Gestaltungsleitsätze - Teil 2: Technische Leitsätze
(ISO 12100-2:2003)

This European Standard was approved by CEN on 9 June 2003.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

INDICE

		INTRODUZIONE	1
1		SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	1
2		RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3		TERMINI E DEFINIZIONI	2
4		MISURE DI PROTEZIONE INTEGRATE NELLA PROGETTAZIONE	2
4.1		Generalità.....	2
4.2		Considerazione di fattori geometrici e aspetti fisici.....	2
4.3		Considerazione della conoscenza tecnica generale riguardante la progettazione delle macchine.....	3
4.4		Selezione di una tecnologia appropriata.....	4
4.5		Applicazione del principio dell'azione meccanica positiva di un componente su un altro componente.....	4
4.6		Disposizioni per la stabilità.....	4
4.7		Disposizioni per la manutenibilità.....	5
4.8		Rispetto dei principi ergonomici.....	5
4.9		Protezione dal pericolo di natura elettrica.....	6
4.10		Protezione da pericoli da attrezzatura pneumatica e idraulica.....	6
4.11		Applicazione di misure di protezione integrate nella progettazione al sistema di comando.....	7
4.12		Minimizzazione della probabilità di guasto delle funzioni di sicurezza.....	12
4.13		Limitazione dell'esposizione ai pericoli attraverso l'affidabilità dell'apparecchiatura... ..	12
4.14		Limitazione dell'esposizione a pericoli attraverso la meccanizzazione o l'automazione delle operazioni di carico (alimentazione)/scarico (rimozione).....	13
4.15		Limitazione dell'esposizione ai pericoli attraverso l'ubicazione di zone di messa a punto e manutenzione all'esterno delle zone pericolose.....	13
5		PROTEZIONI E MISURE DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI	13
5.1		Generalità.....	13
5.2		Selezione e implementazione di ripari e dispositivi di protezione.....	13
	figura 1	Linee guida per agevolare la scelta dei mezzi di protezione contro pericoli generati da parti in movimento.....	14
5.3		Requisiti per la progettazione di ripari e dispositivi di protezione.....	18
5.4		Protezioni per la riduzione delle emissioni.....	21
5.5		Misure di protezione complementari.....	21
6		INFORMAZIONI PER L'USO	23
6.1		Requisiti generali.....	23
6.2		Ubicazione e natura delle informazioni per l'uso.....	24
6.3		Segnali e dispositivi di avvertimento.....	24
6.4		Marcature, segni (pittogrammi), avvertimenti scritti.....	24
6.5		Documenti di accompagnamento (in particolare, manuale di istruzioni).....	25
APPENDICE	ZA	RIFERIMENTI NORMATIVI ALLE PUBBLICAZIONI INTERNAZIONALI E PUBBLICAZIONI EUROPEE CORRISPONDENTI	28
APPENDICE	ZB	RAPPORTO FRA IL PRESENTE DOCUMENTO E LE DIRETTIVE CE	29
(informativa)			
		BIBLIOGRAFIA	30

INTRODUZIONE

Lo scopo primario della ISO 12100 è di fornire ai progettisti una struttura generale e linee guida per consentire loro di produrre macchine che siano sicure per l'uso previsto. Fornisce inoltre una strategia per chi elabora le norme.

Il concetto di sicurezza del macchinario considera la capacità di una macchina di eseguire la(e) sua(e) funzione(i) prevista(e) durante la sua durata di vita avendo adeguatamente ridotto il rischio.

La presente norma è la base di una serie di norme che ha la seguente struttura:

- **norme di tipo A** (norme fondamentali di sicurezza) che forniscono concetti fondamentali, principi di progettazione e aspetti generali che possono essere applicati a tutti i macchinari;
- **norme di tipo B** (norme di sicurezza generiche) che trattano un aspetto di sicurezza o un tipo di mezzo di protezione che può essere utilizzato su un'ampia gamma di macchinari:
 - norme di tipo B1 su particolari aspetti della sicurezza (per esempio distanze di sicurezza, temperatura superficiale, rumore);
 - norme di tipo B2 sui mezzi di protezione (per esempio comandi a due mani, dispositivi di interblocco, dispositivi sensibili alla pressione, ripari);
- **norme di tipo C** (norme di sicurezza per categorie di macchine) che trattano dettagliati requisiti di sicurezza per una particolare macchina o gruppo di macchine.

La presente norma è una norma di tipo A.

L'argomento di numerosi punti o sottopunti della presente norma è trattato anche, in maniera più dettagliata, in altre norme di tipo A o B.

Quando una norma di tipo C devia da una o più disposizioni trattate nella parte 2 della presente norma o da una norma di tipo B, prevale la norma di tipo C.

Si raccomanda che la presente norma sia integrata nei corsi di formazione e nei manuali per divulgare la terminologia di base e i metodi generali di progettazione ai progettisti.

1

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma definisce i principi tecnici per aiutare i progettisti a ottenere la sicurezza nella progettazione del macchinario.

Si prevede che la ISO 12100-2 sia utilizzata congiuntamente alla ISO 12100-1 quando si prende in considerazione la soluzione a uno specifico problema. Le due parti della ISO 12100 possono essere utilizzate indipendentemente da altri documenti o come base per la preparazione di altre norme di tipo A, B o C.

La presente norma non tratta i danni relativi ad animali domestici, beni materiali o ambiente.

2

RIFERIMENTI NORMATIVI

I documenti richiamati di seguito sono indispensabili per l'applicazione del presente documento. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

IEC 60204-1:1997 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

ISO 12100-1:2003 Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology

TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma internazionale, si applicano i termini e le definizioni forniti nella ISO 12100-1:2003.

MISURE DI PROTEZIONE INTEGRATE NELLA PROGETTAZIONE

Generalità

Le misure di protezione integrate nella progettazione sono il primo e più importante passaggio del processo di riduzione del rischio in quanto le misure di protezione integrate nelle caratteristiche della macchina verosimilmente rimangono efficaci, benché l'esperienza ha dimostrato che anche le protezioni ben progettate possono presentare un guasto o essere violate e le informazioni per l'uso potrebbero non essere seguite.

Le misure di protezione integrate nella progettazione sono ottenute evitando i pericoli o riducendo i rischi mediante una selezione idonea delle caratteristiche di progetto della macchina stessa e/o l'interazione tra le persone esposte e la macchina.

Nota Il punto 5 fornisce misure di protezione e misure complementari per raggiungere gli obiettivi di riduzione del rischio laddove le misure di protezione integrate nella progettazione non siano sufficienti (vedere il metodo in 3 fasi nella ISO 12100-1:2003, punto 5).

Considerazione di fattori geometrici e aspetti fisici

Fattori geometrici

Tali fattori possono essere, per esempio:

- progettazione della sagoma del macchinario per massimizzare la visibilità diretta delle aree di lavoro e delle zone pericolose dalla posizione di comando, per esempio riducendo le zone cieche, e scegliendo e collocando mezzi di visione indiretta dove necessario (per esempio specchi) in modo da prendere in considerazione le caratteristiche della visione umana, in particolare quando il funzionamento sicuro richiede un controllo diretto permanente da parte dell'operatore, per esempio:
 - l'area di avanzamento e lavoro delle macchine mobili;
 - la zona di movimento dei carichi sollevati o del trasportatore nei macchinari per il sollevamento di persone;
 - l'area di contatto dell'utensile di una macchina tenuta a mano o guidata manualmente con il materiale da lavorare.
- Il progetto della macchina deve essere tale per cui, dalla principale posizione di comando, l'operatore sia in grado di garantire che non vi siano persone esposte nelle zone pericolose;
- forma e ubicazione relativa delle parti meccaniche; per esempio, i pericoli di schiacciamento e cesoiamento sono evitati aumentando la distanza minima tra le parti in movimento, in modo tale che la parte del corpo in considerazione possa entrare nello spazio in modo sicuro, o riducendo la distanza in modo che nessuna parte del corpo possa entrarvi (vedere le ISO 13852, ISO 13853, ISO 13854);
- assenza di spigoli e angoli vivi, parti sporgenti. Nella misura consentita dal loro scopo, le parti accessibili del macchinario non devono avere spigoli vivi, superfici ruvide, parti sporgenti, che potrebbero causare lesioni, né aperture, che potrebbero "intrappolare" parti del corpo o capi di vestiario. In particolare, i bordi delle lamiere metalliche devono essere sbavati, flangiati o rifiniti, le estremità aperte dei tubi che possono causare un "intrappolamento" devono essere tappate;
- progettazione della sagoma della macchina per ottenere una corretta posizione di funzionamento e accessibilità dei comandi manuali (attuatori).

4.2.2

Aspetti fisici

Questi aspetti possono essere, per esempio:

- limitazione della forza di attuazione a un livello sufficientemente basso in modo che la parte azionata non generi un pericolo di natura meccanica;
- limitazione della massa e/o della velocità degli elementi mobili e pertanto la loro energia cinetica;
- limitazione delle emissioni agendo sulle caratteristiche della sorgente:
 - misure per ridurre l'emissione sonora alla sorgente (vedere ISO/TR 11688-1);
 - le misure per ridurre l'emissione di vibrazioni alla sorgente includono per esempio la redistribuzione o l'aggiunta di massa e modifica dei parametri di processo, per esempio frequenza e/o ampiezza dei movimenti (per macchinari manuali o guidati manualmente, vedere CR 1030-1);
 - le misure per ridurre l'emissione di sostanze pericolose includono per esempio l'utilizzo di sostanze meno pericolose o l'utilizzo di processi di riduzione della polvere;
 - le misure per ridurre le emissioni di radiazioni includono per esempio l'astensione dall'utilizzo di sorgenti di radiazioni pericolose, la limitazione della potenza di radiazione al livello più basso sufficiente per il corretto funzionamento della macchina, la progettazione della sorgente in modo che il raggio sia concentrato sull'obiettivo, l'aumento della distanza tra la sorgente e l'operatore o la dotazione di un dispositivo di funzionamento a distanza del macchinario;
 - le misure per ridurre l'emissione di radiazioni non ionizzanti sono fornite nel punto 5.4.5 (vedere anche la EN 12198 parti 1 e 3).

4.3

Considerazione della conoscenza tecnica generale riguardante la progettazione delle macchine

Questa conoscenza tecnica generale può essere dedotta dalle specifiche tecniche di progetto (per esempio norme, codici di progettazione, regole di calcolo). Esse dovrebbero essere utilizzate per coprire:

- a) sollecitazioni meccaniche, per esempio:
 - limitazione della sollecitazione mediante l'implementazione di corretti metodi di calcolo, costruzione e serraggio relativamente, per esempio, a gruppi imbullonati, gruppi saldati;
 - limitazione della sollecitazione mediante la prevenzione di sovraccarichi, (per esempio tappi fusibili, valvole di limitazione pressione, punti di rottura, dispositivi limitatori di coppia);
 - eliminazione della fatica in elementi soggetti a sollecitazioni variabili (in particolare sollecitazioni cicliche);
 - bilanciamento statico e dinamico di elementi rotanti;
- b) materiali e loro proprietà, per esempio:
 - resistenza a corrosione, invecchiamento, abrasione e usura;
 - durezza, duttilità, fragilità;
 - omogeneità;
 - tossicità;
 - infiammabilità;
- c) valori di emissione per:
 - rumore;
 - vibrazione;
 - sostanze pericolose;
 - radiazione.

Quando l'affidabilità di particolari componenti o gruppi è fondamentale per la sicurezza (per esempio funi, catene, accessori per il sollevamento di carichi o persone), i valori di sollecitazione devono essere moltiplicati per coefficienti di utilizzazione appropriati.

4.4 Selezione di una tecnologia appropriata

Uno o più pericoli possono essere eliminati o uno o più rischi possono essere ridotti scegliendo la tecnologia da utilizzare in determinate applicazioni, per esempio:

- a) su macchine previste per essere utilizzate in atmosfere esplosive:
 - sistema di comando e azionatori della macchina completamente pneumatici o idraulici;
 - equipaggiamento elettrico "intrinsecamente sicuro" (vedere la EN 50020);
- b) per particolari prodotti trattati, quali i solventi: attrezzatura che garantisca che la temperatura rimanga ampiamente al di sotto del punto di infiammabilità;
- c) attrezzatura alternativa per evitare un elevato livello di rumorosità, per esempio:
 - equipaggiamento elettrico anziché attrezzatura pneumatica;
 - in determinate condizioni, attrezzatura di taglio ad acqua anziché attrezzatura meccanica.

4.5 Applicazione del principio dell'azione meccanica positiva di un componente su un altro componente

Se un componente meccanico mobile muove inevitabilmente anche un altro componente, mediante contatto diretto o attraverso elementi rigidi, questi componenti sono connessi in modo positivo. Un esempio in proposito è il funzionamento dei dispositivi di commutazione ad apertura positiva in un circuito elettrico (vedere IEC 60947-5-1 e ISO 14119:1998, punto 5.7).

Nota Laddove un componente meccanico si muova e quindi consenta a un altro di muoversi liberamente (per esempio mediante gravità o a molla) non vi è alcuna azione meccanica positiva del primo sul secondo.

4.6 Disposizioni per la stabilità

Le macchine devono essere progettate per avere una stabilità sufficiente che consenta di utilizzarle in modo sicuro nelle rispettive specifiche condizioni per l'uso.

I fattori da prendere in considerazione includono:

- geometria della base;
- distribuzione del peso, incluso il carico;
- forze dinamiche dovute ai movimenti di parti della macchina, della macchina stessa o di elementi sostenuti dalla macchina che possono determinare un movimento di ribaltamento;
- vibrazione;
- oscillazioni del baricentro;
- caratteristiche della superficie di supporto in caso di spostamento o trasferimento su siti diversi (per esempio condizioni del suolo, pendenza);
- forze esterne (per esempio pressione del vento, forze manuali).

La stabilità deve essere presa in considerazione in tutte le fasi della durata di vita della macchina, inclusi movimentazione, trasporto, installazione, utilizzo, messa fuori servizio e smantellamento.

Altre misure di protezione per la stabilità pertinenti alla protezione sono fornite nel punto 5.2.6.

4.7 Disposizioni per la manutenibilità

Nella progettazione di una macchina, devono essere tenuti in considerazione i seguenti fattori di manutenibilità:

- accessibilità, prendendo in considerazione l'ambiente e le misurazioni del corpo umano, incluse le dimensioni degli indumenti da lavoro e degli utensili utilizzati;
- facilità di manipolazione, prendendo in considerazione le capacità umane;
- limitazione del numero di utensili e apparecchiature speciali.

4.8 Rispetto dei principi ergonomici

4.8.1 I principi ergonomici devono essere presi in considerazione nella progettazione del macchinario per ridurre lo stress mentale o fisico e lo sforzo dell'operatore. Questi principi devono essere presi in considerazione quando si assegnano le funzioni all'operatore e alla macchina (grado di automazione) nel progetto di base.

Nota Ciò migliora inoltre le prestazioni e l'affidabilità del funzionamento e pertanto riduce la probabilità di errori in tutte le fasi di utilizzo della macchina.

Devono essere prese in considerazione le probabili taglie del corpo umano della popolazione di utilizzatori prevista, le forze e le posture, le ampiezze dei movimenti, la frequenza di azioni cicliche (vedere le ISO 10075 e ISO 10075-2).

Tutti gli elementi dell'interfaccia "operatore-macchina" come i comandi, la segnaletica o gli elementi di visualizzazione dati, devono essere progettati per essere facilmente compresi in modo che sia possibile un'interazione chiara e inequivocabile tra l'operatore e la macchina. (Vedere EN 614-1, ISO 6385, EN 13861 e IEC 61310-1).

L'attenzione dei progettisti è orientata in particolare sui seguenti aspetti ergonomici del progetto della macchina:

4.8.2 Assenza di posture e movimenti impegnativi durante l'uso della macchina (per esempio fornendo dispositivi per adattare la macchina ai vari operatori).

4.8.3 La progettazione di macchine e in particolare di macchine portatili e mobili in modo che siano di facile funzionamento, prendendo in considerazione lo sforzo umano, l'azionamento dei comandi e l'anatomia di mani, braccia e gambe.

4.8.4 Evitare nella misura del possibile rumore, vibrazione ed effetti termici (per esempio temperature estreme).

4.8.5 Evitare di vincolare il ritmo di lavoro dell'operatore a una successione automatica di cicli.

4.8.6 Dotazione di illuminazione locale sulla macchina o all'interno di essa per l'illuminazione dell'area di lavoro e delle zone di regolazione, messa a punto e di frequente manutenzione qualora le caratteristiche progettuali della macchina e/o i suoi ripari rendano l'illuminazione ambiente inadeguata. Sfarfallii, abbagliamenti, ombre ed effetti stroboscopici devono essere evitati se possono causare un rischio. Se è necessario che la posizione della sorgente di illuminazione sia regolata, la sua ubicazione sia tale da non causare alcun rischio alle persone che effettuano la regolazione.

4.8.7 Selezione, ubicazione e identificazione dei comandi manuali (attuatori) in modo che:

- siano chiaramente visibili e identificabili e correttamente marcati dove necessario (vedere punto 5.4);
- possano essere azionati in modo sicuro senza esitazione o perdita di tempo e senza ambiguità (per esempio una disposizione normalizzata dei comandi riduce la possibilità di errore quando un operatore passa da una macchina all'altra di tipo simile avente la stessa sequenza di operazioni);
- la loro ubicazione (per i pulsanti) e il loro movimento (per le leve e i volantini) siano coerenti con il loro effetto (vedere IEC 61310-3);
- il loro funzionamento non possa causare un rischio supplementare.

Vedere anche la EN 894-3.

Laddove un comando sia progettato e costruito per eseguire molteplici azioni diverse, in particolare dove non vi sia una corrispondenza biunivoca (per esempio tastiere), l'azione da compiere deve essere chiaramente visualizzata e soggetta a conferma dove necessario.

I comandi devono essere disposti in modo tale che la loro disposizione, la loro corsa e la resistenza al funzionamento siano compatibili con l'azione da compiere, tenendo conto dei principi ergonomici. Le limitazioni dovute all'uso necessario o prevedibile di dispositivi di protezione individuale (come calzature, guanti) devono essere tenute in considerazione.

4.8.8 Selezione, progettazione e ubicazione di indicatori, quadranti e unità di visualizzazione in modo tale che:

- rientrino nei parametri e nelle caratteristiche della percezione umana;
- le informazioni visualizzate possano essere rilevate, identificate e interpretate in modo corretto, vale a dire per lungo tempo, in modo distinto, inequivocabile e comprensibile rispetto alle capacità dell'operatore e all'uso previsto;
- l'operatore sia in grado di percepirla dalla posizione di comando.

4.9 Protezione dal pericolo di natura elettrica

Per la progettazione dell'equipaggiamento elettrico delle macchine, la IEC 60204-1:1997 fornisce disposizioni generali, in particolare nel punto 6 per la protezione da elettrocuzione. Per i requisiti relativi a macchine specifiche, vedere le corrispondenti norme IEC (per esempio la serie IEC 61029, IEC 60745, IEC 60335).

4.10 Protezione da pericoli da attrezzatura pneumatica e idraulica

L'attrezzatura pneumatica e idraulica del macchinario deve essere progettata in modo che:

- la pressione massima nominale non possa essere superata nei circuiti (per esempio mediante dispositivi limitatori della pressione);
- non derivi nessun pericolo da picchi o aumenti di pressione, abbassamenti o cadute di pressione o perdite di vuoto;
- non si verifichi nessun getto pericoloso di fluido o alcun movimento improvviso pericoloso del tubo (colpo di frusta) dovuto alla perdita o al guasto dei componenti;
- i recettori di aria, i serbatoi di aria o recipienti simili (per esempio in accumulatori caricati a gas) siano conformi alle regole progettuali per questi elementi;
- tutti gli elementi dell'apparecchiatura, e in particolare le tubazioni e i tubi flessibili, siano protetti contro effetti esterni dannosi;
- nella misura del possibile, serbatoi e recipienti simili (per esempio accumulatori interni caricati a gas) siano depressurizzati automaticamente quando si isola la macchina dall'alimentazione di energia (vedere punto 5.5.4) e, se questo non è possibile, siano forniti mezzi per il loro isolamento, per lo scarico della pressione locale e l'indicazione di pressione (vedere anche la ISO 14118:2000, punto 5);
- tutti gli elementi che rimangono sotto pressione dopo l'isolamento della macchina dall'alimentazione di energia devono essere provvisti di dispositivi di scarico chiaramente identificati e di una targhetta di avvertimento che richiami l'attenzione sulla necessità di depressurizzare quegli elementi prima di eseguire qualsiasi intervento di messa a punto o manutenzione sulla macchina.

Vedere anche la ISO 4413 e la ISO 4414.

4.11 Applicazione di misure di protezione integrate nella progettazione al sistema di comando

4.11.1 Generalità

Le misure progettuali del sistema di comando devono essere selezionate affinché il loro funzionamento collegato alla sicurezza contribuisca sufficientemente alla riduzione del rischio (vedere la ISO 13849-1).

La corretta progettazione dei sistemi di comando della macchina può prevenire il comportamento imprevisto e potenzialmente pericoloso della macchina.

Le cause tipiche di un comportamento pericoloso della macchina sono:

- una progettazione o modifica inadeguata (accidentale o deliberata) della logica del sistema di comando;
- un difetto o un guasto temporaneo o permanente di uno o più componenti del sistema di comando;
- una variazione o un guasto dell'alimentazione del sistema di comando;
- selezione, progettazione e ubicazione inadeguate dei dispositivi di comando.

Esempi tipici di comportamento pericoloso della macchina sono:

- avviamento inatteso/accidentale (vedere la ISO 14118);
- variazione incontrollata della velocità;
- mancato arresto delle parti in movimento;
- caduta o eiezione di una parte mobile della macchina o di un pezzo da lavorare serrato dalla macchina;
- azione della macchina derivante dall'inibizione (neutralizzazione o guasto) dei dispositivi di protezione.

Al fine di prevenire il comportamento pericoloso della macchina e di assicurare le funzioni di sicurezza, la progettazione dei sistemi di comando deve essere conforme ai principi e ai metodi presentati nei punti 4.11 e 4.12. Questi principi e metodi devono essere applicati singolarmente o in combinazione in base alle circostanze (vedere la ISO 13849-1 e IEC 60204-1:1997, punti da 9 a 12).

I sistemi di comando devono essere progettati per consentire all'operatore di interagire con la macchina in modo sicuro e facile; ciò richiede una o più delle seguenti soluzioni:

- analisi sistematica delle condizioni di avviamento e arresto;
- dotazione di modalità di funzionamento specifiche (per esempio avviamento dopo arresto normale, avviamento successivo dopo interruzione del ciclo o dopo arresto di emergenza, rimozione del pezzo da lavorare contenuto nella macchina, funzionamento di una parte della macchina in caso di guasto di un elemento della macchina);
- chiara visualizzazione delle avarie;
- misure per prevenire la generazione accidentale di comandi di avviamento inattesi (per esempio dispositivo di avviamento protetti) suscettibili di causare un comportamento pericoloso della macchina (vedere ISO 14118:2000, figura 1);
- comandi di arresto mantenuti (per esempio interblocco) per prevenire il riavviamento che potrebbe determinare un comportamento pericoloso della macchina (vedere la ISO 14118:2000, figura 1).

Un gruppo di macchine può essere diviso in più zone per l'arresto di emergenza, per l'arresto in conseguenza a dispositivi di protezione e/o per l'isolamento e la dissipazione di energia. Le differenti zone devono essere chiaramente definite e deve essere palese quali parti della macchina appartengono a quale zona. Analogamente, deve essere palese quali dispositivi di comando (per esempio dispositivi di arresto di emergenza, dispositivi di disconnessione dell'alimentazione di energia) e/o dispositivi di protezione appartengono a quale zona. Le interfacce tra le zone devono essere progettate in modo che nessuna funzione in una zona crei pericoli in un'altra zona che è arrestata per un intervento.

I sistemi di comando devono essere progettati per limitare i movimenti di parti del macchinario, della macchina stessa o di pezzi da lavorare e/o carichi sostenuti dal macchinario, ai parametri di sicurezza di progetto (per esempio portata, velocità, accelerazione, decelerazione, capacità di carico). Deve essere prevista una tolleranza per gli effetti dinamici (per esempio l'oscillazione dei carichi).

Per esempio:

- la velocità di avanzamento di un macchinario mobile controllato da operatore a piedi non telecomandato deve essere compatibile con la velocità di cammino;
- la portata, la velocità, l'accelerazione e la decelerazione dei movimenti di un trasportatore di persone e di un veicolo trasportatore per il sollevamento delle persone devono essere limitate a valori non pericolosi, prendendo in considerazione il tempo di reazione complessivo dell'operatore e della macchina;
- la portata dei movimenti di parti del macchinario per il sollevamento di carichi deve essere mantenuta entro limiti specificati.

Se il macchinario è progettato per utilizzare in modo sincronizzato diversi elementi che possono essere utilizzati anche indipendentemente, il sistema di comando deve essere progettato per prevenire i rischi dovuti alla mancata sincronia.

4.11.2 Avviamento di una sorgente interna di energia/commutazione su una sorgente esterna di energia

L'avviamento di una sorgente interna di energia o la commutazione su una sorgente esterna di energia non deve determinare l'avviamento degli organi lavoratori (per esempio l'avviamento del motore a combustione interna non deve determinare il movimento di una macchina mobile, il collegamento all'alimentazione di rete non deve determinare l'avviamento degli organi lavoratori di una macchina elettrica; vedere IEC 60204-1:1997, punto 7.5).

4.11.3 Avviamento/arresto di un meccanismo

L'azione primaria per l'avviamento o l'accelerazione del movimento di un meccanismo dovrebbe essere eseguita mediante l'applicazione o l'aumento della tensione o della pressione del fluido o, se sono presi in considerazione elementi del circuito logico binario, mediante il passaggio dallo stato 0 allo stato 1 (se lo stato 1 rappresenta lo stato di energia più alto).

L'azione primaria per l'arresto o il rallentamento dovrebbe essere eseguita rimuovendo o riducendo la tensione o la pressione del fluido o, se sono presi in considerazione elementi del circuito logico binario, mediante il passaggio dallo stato 0 allo stato 1 (se lo stato 1 rappresenta lo stato di energia più alto).

Nota In certe applicazioni (per esempio apparecchiatura di manovra ad alta tensione) questo principio non può essere utilizzato. In tal caso, dovrebbero essere applicate altre misure per raggiungere lo stesso livello di confidenza per l'arresto o il rallentamento.

Qualora, affinché l'operatore possa mantenere il controllo permanente della decelerazione, questo principio non sia osservato (per esempio un dispositivo a frenatura idraulica o una macchina mobile semovente), la macchina deve essere dotata di mezzi di rallentamento e arresto in caso di guasto dell'impianto frenante principale.

4.11.4 Riavviamento in seguito a interruzione dell'alimentazione di energia

Se può generare un pericolo, il riavviamento spontaneo di una macchina quando è ricollegata alla tensione in seguito a un'interruzione dell'alimentazione di energia deve essere impedito (per esempio mediante l'uso di un relè automatico, un contattore o una valvola).

4.11.5 Interruzione dell'alimentazione di energia

Il macchinario deve essere progettato in modo tale da impedire situazioni pericolose derivanti dall'interruzione o da una fluttuazione eccessiva dell'alimentazione di energia. Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti minimi:

- la funzione di arresto del macchinario deve permanere;

-
- tutti i dispositivi il cui funzionamento permanente è richiesto per ragioni di sicurezza devono operare in modo efficiente per mantenere la sicurezza (per esempio blocchi, dispositivi di serraggio, dispositivi di raffreddamento o di riscaldamento, servosterzo di macchinari mobili semoventi);
 - parti di macchinario o pezzi da lavorare e/o carichi sostenuti dal macchinario che sono suscettibili di muoversi in seguito a energia potenziale, devono essere trattenuti per il tempo necessario per abbassarli in modo sicuro.

4.11.6 Utilizzo della sorveglianza automatica

La sorveglianza automatica è prevista per garantire che una funzione(i) di sicurezza implementata/e da una misura di protezione non manchi/manchino di essere applicata/e se la capacità di un componente o di un elemento di svolgere la sua funzione è diminuita o se le condizioni di processo sono cambiate in modo tale da generare pericoli.

La sorveglianza automatica rileva un'avaria immediatamente o esegue controlli periodici in modo da rilevare un'avaria prima del successivo intervento della funzione di sicurezza. In entrambi i casi, la misura di protezione può essere applicata immediatamente o ritardata fino al verificarsi di uno specifico evento (per esempio l'inizio del ciclo della macchina).

La misura protettiva può essere, per esempio:

- arresto del processo pericoloso;
- prevenzione del riavviamento di questo processo dopo il primo arresto seguente il guasto;
- attivazione di un allarme.

4.11.7 Funzioni di sicurezza implementate da sistemi di comando elettronici programmabili

4.11.7.1

Generalità

Un sistema di comando comprendente attrezzatura elettronica programmabile (per esempio controller programmabili) può essere utilizzato per implementare funzioni di sicurezza sul macchinario. Laddove sia utilizzato un sistema di comando elettronico programmabile, è necessario considerare i suoi requisiti di prestazione in relazione ai requisiti delle funzioni di sicurezza.

La progettazione del sistema di comando elettronico programmabile deve essere tale per cui le probabilità di guasti casuali dell'hardware e di guasti sistematici che possono compromettere le prestazioni della(e) funzione(i) di comando collegata(e) alla sicurezza siano sufficientemente basse. Laddove un sistema di comando elettronico e programmabile esegua una funzione di sorveglianza, deve essere preso in considerazione il comportamento del sistema al momento del rilevamento di un'avaria (vedere anche la serie IEC 61508 per ulteriori linee guida).

Nota Sia la bozza della IEC 62061 che la ISO 13849-1 rev., che sono specifiche per la sicurezza del macchinario, forniscono linee guida che sono applicabili ai sistemi di comando elettronici programmabili.

Il sistema di comando elettronico programmabile dovrebbe essere installato e convalidato per garantire che per ogni funzione di sicurezza sia raggiunta la prestazione specificata [per esempio il livello di prestazione di sicurezza (safety integrity level, SIL) nella serie IEC 61508]. La convalida comprende l'esecuzione di prove e di analisi (per esempio analisi statiche, dinamiche o dei guasti) che dimostrino che tutte le parti interagiscono correttamente per eseguire la funzione di sicurezza e che non si verificano funzioni impreviste.

4.11.7.2

Aspetti relativi all'hardware

L'hardware (inclusi per esempio sensori, attuatori, sistemi logici) deve essere selezionato (e/o progettato) e installato per soddisfare i requisiti sia funzionali sia di prestazioni della/e funzione(i) di sicurezza da eseguire, in particolare mediante:

- vincoli dell'architettura (per esempio configurazione del sistema, sua capacità di tollerare le avarie, suo comportamento al rilevamento di un'avaria);

-
- selezione (e/o progettazione) di attrezzatura e dispositivi con un'appropriata probabilità di avarie pericolose casuali dell'hardware;
 - integrazione di misure e tecniche nell'hardware per evitare guasti sistematici e controllare le avarie sistematiche.

4.11.7.3 Aspetti relativi al software

Il software [incluso il software operativo interno (o software di sistema) e il software dell'applicazione] deve essere progettato in modo tale da soddisfare le specifiche di prestazione per le funzioni di sicurezza (vedere anche la IEC 61508-3).

4.11.7.4 Software dell'applicazione

Il software dell'applicazione non dovrebbe essere riprogrammabile dall'utilizzatore. Ciò può essere raggiunto mediante l'uso di un software incorporato in una memoria non riprogrammabile [per esempio microcontroller, processore dedicato a svolgere una sola e specifica funzione [application specific integrated circuit (ASIC)].

Qualora l'applicazione richieda la riprogrammazione da parte dell'utilizzatore, l'accesso al software relativo alle funzioni di sicurezza dovrebbe essere limitato per esempio attraverso:

- blocchi;
- password per il personale autorizzato.

4.11.8 Principi relativi al comando manuale

- a) I dispositivi di comando manuale devono essere progettati e ubicati in funzione dei principi ergonomici pertinenti forniti nel punto 4.8.7.
- b) Un dispositivo di comando di arresto deve essere posizionato accanto a ogni dispositivo di comando di avviamento. Laddove la funzione di avviamento/arresto sia eseguita attraverso un comando ad azione mantenuta, deve essere fornito un dispositivo separato di comando di arresto nel caso in cui la mancata erogazione di un comando di arresto da parte del comando ad azione mantenuta al momento del rilascio possa determinare un rischio.
- c) I comandi manuali devono essere posizionati al di fuori della portata delle zone di pericolo (vedere la IEC 61310-3:1999, punto 4), eccetto per alcuni comandi che, necessariamente, sono posizionati all'interno di una zona pericolosa, come l'arresto di emergenza o la pulsantiera di apprendimento.
- d) Ogni qualvolta è possibile, i dispositivi di comando e le postazioni di comando devono essere posizionati in modo tale che l'operatore sia in grado di osservare l'area di lavoro o la zona pericolosa.

Il guidatore di una macchina mobile con operatore a bordo deve essere in grado di azionare tutti i dispositivi di comando richiesti per controllare la macchina dalla posizione di guida, ad eccezione delle funzioni che possono essere controllate con maggiore sicurezza da altre posizioni.

Sui macchinari previsti per il sollevamento di persone, i comandi di sollevamento e abbassamento e, se appropriato, per muovere il trasportatore, devono generalmente essere posizionati nel trasportatore. Se il funzionamento sicuro richiede che i comandi siano posizionati al di fuori del trasportatore, l'operatore nel trasportatore deve essere provvisto dei mezzi per prevenire movimenti pericolosi.

- e) Se è possibile avviare lo stesso elemento pericoloso mediante diversi comandi, il circuito di comando deve essere disposto in modo tale che in un dato momento, sia abilitato un solo comando. Questo si applica in particolare a macchine che possono essere comandate manualmente mediante, tra gli altri, un'unità di comando portatile (pulsantiera di apprendimento, per esempio), con la quale l'operatore può entrare nelle zone pericolose.
- f) Gli attuatori dei comandi devono essere progettati o protetti in modo che il loro effetto, qualora sia implicato un rischio, non possa verificarsi senza l'azionamento intenzionale (vedere la ISO 9355-1 e la ISO 447).

- g) Per le funzioni della macchina il cui funzionamento sicuro dipende dal controllo permanente e diretto dell'operatore, devono essere prese misure per garantire la presenza dell'operatore alla posizione di comando, per esempio mediante la progettazione e l'ubicazione di dispositivi di comando.
- h) Per il comando senza fili, deve essere eseguito un arresto automatico quando non sono ricevuti corretti segnali di comando, inclusa la perdita di comunicazione (vedere IEC 60204-1:1997, punto 9.2.7).

4.11.9

Modalità di comando per messa a punto, addestramento, cambio di lavorazione, ricerca delle avarie, pulizia o manutenzione

Laddove, per operazioni di messa a punto, addestramento, cambio di lavorazione, ricerca delle avarie, pulizia o manutenzione di un macchinario debba essere spostato o rimosso un riparo e/o un dispositivo di protezione debba essere disabilitato, e, laddove sia necessario, ai fini di tali operazioni, la messa in funzione del macchinario o di una parte del macchinario, la sicurezza dell'operatore deve essere ottenuta utilizzando una specifica modalità di comando che contemporaneamente:

- disabiliti tutte le altre modalità di comando;
- permetta il funzionamento degli elementi pericolosi solo mediante l'attuazione continua di un dispositivo di consenso, un dispositivo di comando ad azione mantenuta o un dispositivo di comando a due mani;
- permetta il funzionamento degli elementi pericolosi solo in condizioni di rischio ridotto (per esempio velocità ridotta, potenza/forza ridotta, funzionamento passo a passo, per esempio con un dispositivo di comando per spostamenti limitati).

Nota Per alcuni macchinari speciali, possono essere appropriate altre misure di protezione.

Questa modalità di comando deve essere associata a una o più delle seguenti misure:

- restrizione dell'accesso alla zona pericolosa nella misura del possibile;
- comando di arresto di emergenza a portata immediata dell'operatore;
- pulsantiera di comando portatile (pulsantiera di apprendimento) e/o comandi locali che consentano la vista degli elementi controllati.

(Vedere IEC 60204-1:1997, punto 9.2.4).

4.11.10

Selezione delle modalità di comando e funzionamento

Se un macchinario è progettato e costruito per consentirne l'utilizzo in diverse modalità di comando o funzionamento che richiedono diverse misure di protezione e/o procedure di lavoro (per esempio per consentire la regolazione, la messa a punto, la manutenzione, la verifica), deve essere provvisto di un selettore di modalità che possa essere bloccato in ogni posizione. Ogni posizione del selettore deve essere chiaramente identificabile e deve consentire esclusivamente una sola modalità di comando o funzionamento.

Il selettore può essere sostituito da un altro dispositivo di selezione che limiti l'utilizzo di alcune funzioni del macchinario a determinate categorie di operatori (per esempio codici di accesso per alcune funzioni a controllo numerico).

4.11.11

Applicazione di misure per raggiungere la compatibilità elettromagnetica (EMC)

Per le linee guida sulla compatibilità elettromagnetica, vedere la IEC 60204-1:1997, punto 4.4.2 e la serie IEC 61000-6.

4.11.12

Fornitura di sistemi diagnostici per agevolare la ricerca delle avarie

Sistemi diagnostici per agevolare la ricerca delle avarie dovrebbero essere inclusi nel sistema di comando in modo che non occorra disabilitare alcuna misura di protezione.

Nota Tali sistemi non solo migliorano la disponibilità e la manutenibilità del macchinario, ma riducono anche l'esposizione ai pericoli del personale addetto alla manutenzione.

4.12

Minimizzazione della probabilità di guasto delle funzioni di sicurezza

La sicurezza del macchinario non dipende solo dall'affidabilità dei sistemi di comando, ma anche dall'affidabilità di tutte le parti della macchina.

Il funzionamento continuato delle funzioni di sicurezza è essenziale per l'utilizzo sicuro della macchina. Questo può essere raggiunto mediante:

4.12.1

Utilizzo di componenti affidabili

Per "componenti affidabili" si intendono quei componenti in grado di sostenere tutti i disturbi e le sollecitazioni associati all'uso dell'attrezzatura nelle condizioni di uso previsto (incluse le condizioni ambientali), per il periodo di tempo o il numero di operazioni fissate per l'uso, con una bassa probabilità di guasti generanti un malfunzionamento pericoloso della macchina. Devono essere selezionati componenti che prendano in considerazione tutti i fattori sopra citati (vedere anche punto 4.13).

Nota 1 "Componenti affidabili" non è un sinonimo di "componenti ben collaudati" (vedere la ISO 13849-1:1999, punto 6.2.2).

Nota 2 Condizioni ambientali da tenere in considerazione sono, per esempio: urto, vibrazione, freddo, calore, umidità, polvere, sostanze corrosive e/o abrasive, elettricità statica, campi magnetici ed elettrici. I disturbi che possono essere generati da queste condizioni sono, per esempio: guasti di isolamento, guasti temporanei o permanenti nel funzionamento dei componenti del sistema di comando.

4.12.2

Utilizzo di componenti con "modo di guasto orientato"

I componenti o sistemi con "modo di guasto orientato" sono quelli in cui la modalità di guasto predominante è nota anticipatamente e che può essere utilizzata in modo che tale guasto determini un'alterazione non pericolosa del funzionamento della macchina.

Nota In alcuni casi, è necessario prendere ulteriori misure per limitare gli effetti negativi di tale guasto.

L'utilizzo di questi componenti dovrebbe essere sempre considerato, in particolare in casi in cui la ridondanza non è impiegata.

4.12.3

Duplicazione (o ridondanza) di componenti o sottosistemi

Nella progettazione di parti della macchina collegate alla sicurezza, può essere utilizzata la duplicazione (o ridondanza) di componenti in modo che, se un componente presenta un guasto, l'altro componente (o altri componenti) continui(n) ad eseguire la propria funzione, garantendo in tal modo che la funzione di sicurezza rimanga disponibile.

Al fine di consentire l'avviamento dell'azione corretta, il guasto del componente deve essere preferibilmente rilevato mediante sorveglianza automatica (vedere punto 4.11.6) o in alcune circostanze mediante la verifica regolare, a condizione che l'intervallo di verifica sia più breve della vita utile prevista dei componenti.

La diversità di progettazione e/o tecnologia può essere utilizzata per evitare guasti da causa comune (per esempio da disturbi elettromagnetici) o guasti di modo comune.

4.13

Limitazione dell'esposizione ai pericoli attraverso l'affidabilità dell'apparecchiatura

Una maggiore affidabilità di tutti i componenti del macchinario riduce la frequenza di incidenti richiedenti rettifica, riducendo pertanto l'esposizione ai pericoli.

Questo si applica alle trasmissioni (parte operativa) così come ai sistemi di comando, alle funzioni di sicurezza così come ad altre funzioni del macchinario.

I componenti critici per la sicurezza (come, per esempio, alcuni sensori) devono essere scelti con un'affidabilità nota.

Gli elementi dei ripari e dei dispositivi di protezione devono essere particolarmente affidabili, in quanto il loro guasto può esporre le persone a pericoli, e anche perché una scarsa affidabilità incoraggerebbe tentativi di una loro neutralizzazione.

4.14 **Limitazione dell'esposizione a pericoli attraverso la meccanizzazione o l'automazione delle operazioni di carico (alimentazione)/scarico (rimozione)**

La meccanizzazione e l'automazione delle operazioni di carico/scarico della macchina e più generalmente delle operazioni di movimentazione (di pezzi da lavorare, materiali, sostanze) limitano il rischio generato da queste operazioni riducendo l'esposizione delle persone ai pericoli nei punti operativi.

L'automazione può essere raggiunta per esempio attraverso robot, dispositivi di movimentazione, meccanismi di trasferimento, attrezzatura a ventilazione forzata. La meccanizzazione può essere raggiunta, per esempio mediante guide di alimentazione, aste di spinta, discodivisori manuali.

Benché i dispositivi di alimentazione e rimozione automatica diano un apporto elevato nella prevenzione di incidenti agli operatori della macchina, essi possono creare un pericolo durante la correzione delle avarie. Deve essere usata attenzione per garantire che l'utilizzo di questi dispositivi non introduca pericoli ulteriori (per esempio intrappolamento, schiacciamento) tra i dispositivi e le parti della macchina o i pezzi/materiali da lavorare. Se questo non può essere garantito, devono essere forniti mezzi di protezione idonei (vedere punto 5).

I dispositivi di alimentazione e rimozione automatica con i relativi sistemi di comando e il sistema di comando della macchina associata devono essere interconnessi dopo aver studiato a fondo in che modo siano eseguite tutte le funzioni di sicurezza in tutte le modalità di comando e funzionamento dell'intera apparecchiatura.

4.15 **Limitazione dell'esposizione ai pericoli attraverso l'ubicazione di zone di messa a punto e manutenzione all'esterno delle zone pericolose**

La necessità di accesso alle zone pericolose deve essere ridotta al minimo ubicando zone di manutenzione, lubrificazione e messa a punto all'esterno di queste zone.

5 **PROTEZIONI E MISURE DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI**

5.1 **Generalità**

Devono essere utilizzati ripari e dispositivi di protezione per proteggere le persone ogni qualvolta la progettazione intrinsecamente sicura non renda ragionevolmente possibile rimuovere i pericoli o ridurre sufficientemente i rischi. Potrebbe essere necessario prendere misure di protezione complementari che coinvolgano attrezzatura supplementare (per esempio attrezzatura di arresto di emergenza) (vedere anche la ISO 12100-1:2003, punto 5.4).

I diversi tipi di ripari e dispositivi di protezione sono definiti nella ISO 12100-1:2003, punti 3.25 e 3.26.

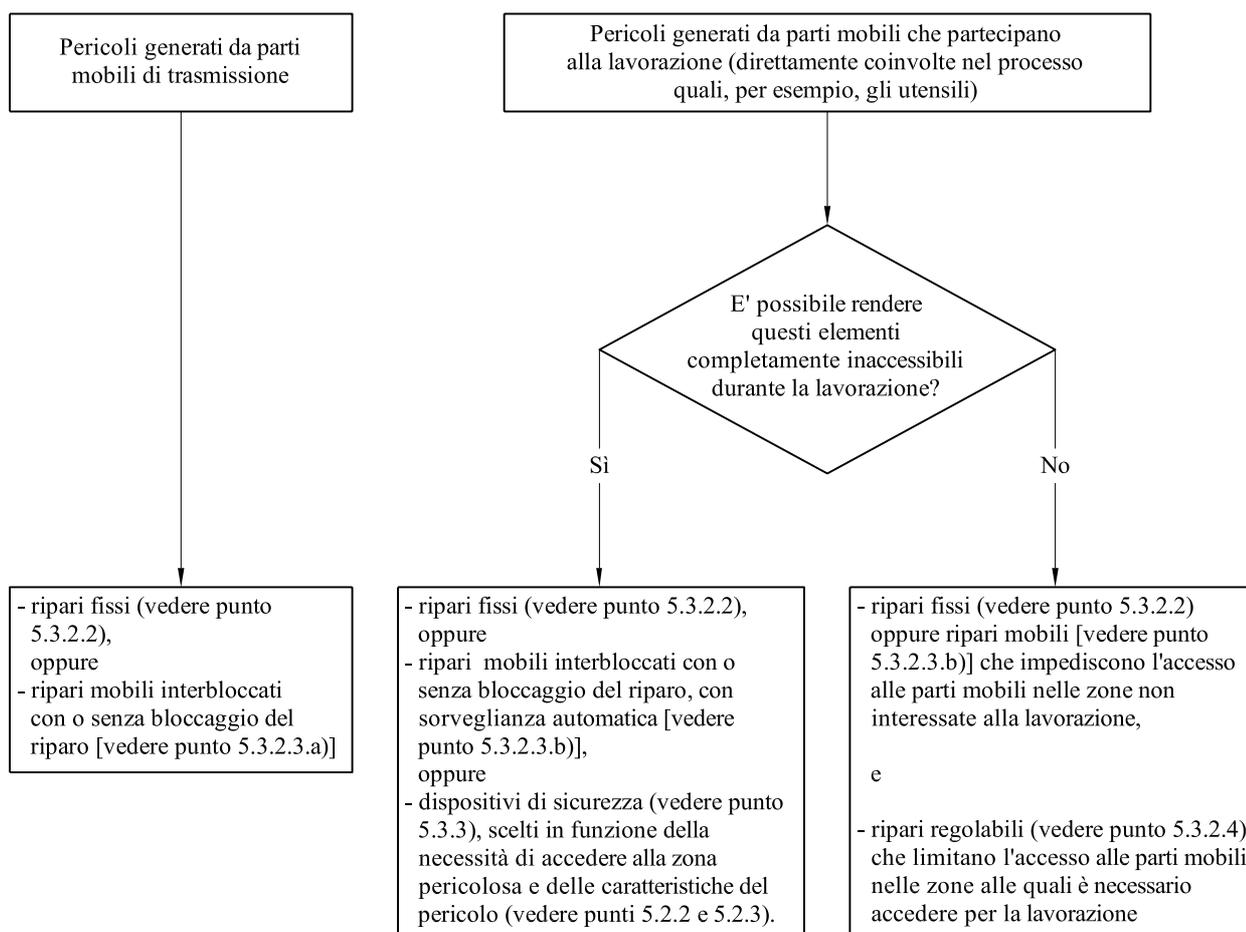
Alcuni mezzi di protezione possono essere utilizzati per evitare l'esposizione a più di un pericolo (per esempio un riparo fisso che impedisca l'accesso a una zona in cui è presente un pericolo di natura meccanica utilizzato per ridurre il livello di rumorosità e captare le emissioni tossiche).

5.2 **Selezione e implementazione di ripari e dispositivi di protezione**

5.2.1 **Generalità**

Questo sottopunto fornisce linee guida per la selezione e l'implementazione di ripari e dispositivi di protezione il cui scopo primario è di proteggere le persone contro pericoli generati da parti in movimento, secondo la natura di quelle parti (vedere figura 1) e alla necessità di accesso alla(e) zona(e) pericolosa(e).

Linee guida per agevolare la scelta dei mezzi di protezione contro pericoli generati da parti in movimento



La scelta esatta di un mezzo di protezione per una particolare macchina deve essere effettuata sulla base della valutazione del rischio per quella macchina.

Nella selezione di un mezzo di protezione appropriato per un particolare tipo di macchinario o zona pericolosa, occorre ricordare che un riparo fisso è semplice e deve essere utilizzato laddove l'accesso di un operatore alla zona pericolosa non sia richiesto durante il normale funzionamento (funzionamento senza malfunzionamenti) del macchinario.

Mano a mano che la necessità della frequenza di accesso aumenta, questo porta inevitabilmente al mancato riposizionamento del riparo fisso. Questo richiede l'uso di una misura di protezione alternativa (riparo mobile interbloccato, attrezzatura di protezione sensibile).

Talvolta, può essere richiesta una combinazione di mezzi di protezione. Per esempio, laddove, in congiunzione con un riparo fisso, sia utilizzato un dispositivo di caricamento (alimentazione) meccanico per alimentare un pezzo da lavorare in una macchina, e pertanto sia eliminata la necessità di accedere alla zona pericolosa primaria, può essere richiesto un dispositivo sensibile come protezione contro il pericolo secondario di trascinarsi o cesoiamento tra il dispositivo di caricamento (alimentazione) meccanico, se raggiungibile, e il riparo fisso.

Deve essere prestata considerazione alla schermatura delle posizioni di comando o delle zone di intervento per fornire protezione combinata contro parecchi pericoli che possono includere:

- pericoli provenienti da caduta o eiezione di oggetti (per esempio struttura di protezione dalla caduta di oggetti);
- pericoli di emissione (per esempio protezione contro rumore, vibrazione, radiazione, sostanze nocive);

-
- pericoli dovuti all'ambiente (per esempio protezione contro calore, freddo, intemperie);
 - pericoli dovuti al rovesciamento o ribaltamento del macchinario (per esempio struttura di protezione contro il rotolamento o ribaltamento).

La progettazione di postazioni di lavoro racchiuse (per esempio cabine) deve prendere in considerazione i principi ergonomici relativi a visibilità, illuminazione, condizioni atmosferiche, accesso, postura.

5.2.2 Casi in cui l'accesso alla zona pericolosa non è richiesto durante il normale funzionamento

Laddove l'accesso alla zona pericolosa non sia richiesto durante il normale funzionamento del macchinario, dovrebbero essere selezionati mezzi di protezione tra i seguenti:

- a) riparo fisso (vedere anche la ISO 14120);
- b) riparo interbloccato con o senza bloccaggio del riparo (vedere anche le ISO 14119, ISO 14120 e il punto 5.3.2.3 della presente norma);
- c) riparo a chiusura automatica (vedere la ISO 14120:2002, punto 3.3.2);
- d) dispositivo di protezione sensibile, per esempio attrezzatura di protezione elettrosensibile (vedere IEC 61496-1, IEC 61496-2) o tappeto sensibile alla pressione (vedere la ISO 13856-1).

5.2.3 Casi in cui è richiesto l'accesso alla zona pericolosa durante il normale funzionamento

Laddove sia richiesto l'accesso alla zona pericolosa durante il normale funzionamento del macchinario, dovrebbero essere selezionati mezzi di protezione tra i seguenti:

- a) riparo interbloccato con o senza bloccaggio del riparo (vedere anche le ISO 14119, ISO 14120 e il punto 5.3.2.3 della presente norma);
- b) dispositivo di protezione sensibile, per esempio dispositivo di protezione elettrosensibile (vedere IEC 61496-1, IEC 61496-2);
- c) riparo regolabile;
- d) riparo a chiusura automatica (vedere la ISO 14120:2002, punto 3.3.2);
- e) dispositivo di comando a due mani (vedere la ISO 13851);
- f) riparo interbloccato con funzione di avviamento (riparo con comando di avviamento) (vedere il punto 5.3.2.5 della presente norma).

5.2.4 Casi in cui è richiesto l'accesso alla zona pericolosa per la messa a punto, l'addestramento, il cambio di processo, la ricerca delle avarie la pulizia o la manutenzione della macchina

Nella misura del possibile, le macchine devono essere progettate in modo tale che i mezzi di protezione forniti per la protezione dell'operatore della produzione possano garantire anche la protezione del personale incaricato della messa a punto, dell'addestramento, del cambio di processo, della ricerca delle avarie, della pulizia o della manutenzione senza ostacolarlo nell'esecuzione del suo compito. Tali compiti devono essere identificati e considerati nella valutazione del rischio come parte integrante dell'uso della macchina (vedere la ISO 12100-1:2003, punto 5.3).

Nota L'isolamento e la dissipazione di energia per la messa fuori servizio della macchina (vedere punto 5.5.4; vedere anche la ISO 14118:2000, punto 4.1 e punto 5) garantiscono il più alto livello di protezione nell'esecuzione dei compiti (in particolare compiti di manutenzione e riparazione) che non richiedono che la macchina rimanga collegata alla sua sorgente di energia.

5.2.5

Selezione e implementazione di dispositivi di protezione sensibili¹⁾

5.2.5.1

Selezione

In ragione della grande diversità delle tecnologie su cui è basata la loro funzione di rilevamento, non tutti i tipi di dispositivi di protezione sensibili sono egualmente idonei per le applicazioni di sicurezza. Le seguenti disposizioni intendono fornire ai progettisti criteri per la selezione, per ciascuna applicazione, del(i) dispositivo(i) più idoneo(i).

I tipi di dispositivi di protezione sensibili includono, per esempio:

- tende paraluce;
- dispositivi di scansione, per esempio laser di scansione;
- tappeti sensibili alla pressione;
- barre sensibili, fili sensibili.

I dispositivi di protezione sensibili possono essere utilizzati:

- per rilevare il superamento di un limite;
- per rilevare una presenza;
- sia per rilevare il superamento di un limite sia per rilevare una presenza;
- per riavviare il funzionamento della macchina, una pratica che è soggetta a condizioni severe.

Nota Alcuni tipi di dispositivi di protezione sensibili possono essere non idonei sia per rilevare una presenza sia per rilevare il superamento di un limite.

Le seguenti caratteristiche del macchinario, tra le altre, possono precludere l'uso esclusivo dei dispositivi di protezione sensibili:

- tendenza del macchinario a espellere materiali o componenti;
- necessità di proteggersi contro le emissioni (rumore, radiazione, polvere, ecc.);
- tempo di arresto della macchina irregolare o eccessivo;
- incapacità della macchina di arrestarsi a metà di un ciclo.

5.2.5.2

Implementazione

a) Dovrebbe essere prestata considerazione a:

- dimensioni, caratteristiche e posizionamento della zona di rilevamento (vedere la ISO 13855, che tratta il posizionamento di alcuni tipi di dispositivi di protezione sensibili);
- reazione del dispositivo a condizioni di avaria (vedere IEC 61496-1, IEC 61496-2 per dispositivi di protezione elettrosensibili);
- possibilità di elusione;
- capacità di rilevamento e sua variazione nel corso del tempo (per esempio in conseguenza alla sua suscettibilità a diverse condizioni ambientali come la presenza di superfici riflettenti, altre sorgenti luminose artificiali, luce solare o impurità nell'aria).

Nota La IEC 61496-1 definisce la capacità di rilevamento dei dispositivi di protezione elettrosensibili.

b) I dispositivi di protezione sensibili devono essere integrati nella parte operativa e associati al sistema di comando della macchina in modo tale che:

- sia inviato un comando non appena una persona o una parte di una persona è rilevata;
- il ritiro della persona o della parte della persona rilevata, non riavvia di per sé, la(e) funzione(i) pericolosa(e) della macchina; pertanto, il comando inviato dal dispositivo di protezione sensibile deve essere mantenuto dal sistema di comando fino all'invio di un nuovo comando;

1) Ulteriori dettagli sono forniti nella bozza della IEC 62046.

- il riavviamento della(e) funzione(i) pericolosa(e) della macchina deriva dall'attuazione volontaria, da parte dell'operatore, di un dispositivo di comando situato all'esterno della zona pericolosa, dove questa zona può essere osservata dall'operatore;
- mentre la funzione di rilevamento del dispositivo di protezione sensibile è interrotta, la macchina non può entrare in funzione, eccetto durante le fasi di inibizione;

Nota L'inibizione è la sospensione automatica temporanea di una funzione(i) di sicurezza effettuata da parti del sistema di comando collegate alla sicurezza (vedere la ISO 13849-1).

- la posizione e la forma del campo di rilevamento impediscono, eventualmente insieme ai ripari fissi, che una persona o parte di una persona entrino nella zona pericolosa o siano presenti nella stessa senza essere rilevate.

Nota Per dettagli, per esempio sul comportamento in caso di un'avaria dei dispositivi optoelettronici a protezione attiva, dovrebbero essere prese in considerazione la IEC 61496-1 e la IEC 61496-2.

5.2.5.3

Requisiti supplementari per dispositivi di protezione sensibili quando utilizzati per l'avvio del ciclo

In questa eccezionale applicazione, l'avvio del ciclo della macchina è innescato dal ritiro di una persona o della parte rilevata di una persona dal campo di rilevamento del dispositivo di protezione sensibile, senza alcun comando di avvio supplementare, e pertanto deviando dal requisito generale di cui al secondo trattino del punto 5.2.5.2.b). Dopo l'accensione dell'alimentazione o quando la macchina è arrestata dalla funzione di rilevamento di superamento di un limite del dispositivo di protezione sensibile, il ciclo della macchina deve essere avviato solo dall'azione volontaria del comando di avvio. Per l'avvio di un ciclo mediante un dispositivo di protezione sensibile, possono essere utilizzati solo dispositivi di protezione optoelettronici (AOPD) conformi alla serie IEC 61496, a condizione che:

- a) i requisiti di un AOPD utilizzato come dispositivo di rilevamento di superamento di un limite e di rilevamento di presenza (vedere IEC 61496-2) siano soddisfatti (in particolare: ubicazione, distanza minima (vedere la ISO 13855), capacità di rilevamento, affidabilità e sorveglianza del sistema di comando e dell'impianto frenante);
- b) la durata del ciclo della macchina sia breve e la possibilità di riavviare la macchina al momento dello svuotamento del campo di rilevamento sia limitata a un periodo commisurato a un singolo ciclo normale;
- c) l'ingresso nel campo di rilevamento dell'AOPD o l'apertura dei ripari interbloccati sia l'unico modo per entrare nella zona pericolosa;

Nota La zona pericolosa sopra considerata è qualsiasi zona in cui il funzionamento di elementi pericolosi (inclusi attrezzature ausiliarie ed elementi di trasmissione) sia avviato mediante lo svuotamento del campo di rilevamento.

- d) qualora vi sia più di un AOPD a protezione della macchina, solo uno di loro sia in grado di riavviare il ciclo;
- e) relativamente al maggiore rischio risultante dall'avvio automatico del ciclo, l'AOPD e la parte associata del sistema di comando siano conformi a un maggiore livello di prestazioni di sicurezza rispetto alle condizioni normali.

5.2.6

Misure di protezione per la stabilità

Se la stabilità non può essere raggiunta mediante misure di protezione integrate nella progettazione come la distribuzione del peso (vedere punto 4.6), è necessario mantenerla mediante misure di protezione come l'uso di:

- bulloni di ancoraggio;
- dispositivi di blocco;
- limitatori di movimento o arresti meccanici;
- limitatori di accelerazione o decelerazione;
- limitatori di carico;
- allarmi che avvertano dell'avvicinamento ai limiti di stabilità o rovesciamento.

5.2.7

Altri dispositivi di protezione

Qualora una macchina richieda controllo continuo da parte dell'operatore (per esempio macchine mobili, gru) e un errore dell'operatore possa causare una situazione pericolosa, questa macchina deve essere dotata dei dispositivi necessari per mantenere il funzionamento entro limiti specificati, in particolare:

- qualora l'operatore abbia visibilità insufficiente della zona pericolosa;
- qualora l'operatore abbia una conoscenza insufficiente del valore effettivo di un parametro collegato alla sicurezza (per esempio una distanza, una velocità, la massa di un carico, l'angolo di una pendenza);
- qualora possano risultare pericoli da operazioni diverse da quelle controllate dall'operatore.

I dispositivi necessari includono, per esempio:

- dispositivi per la limitazione dei parametri di movimento (distanza, angolazione, velocità, accelerazione);
- dispositivi limitatori di sovraccarico e momento;
- dispositivi per impedire collisioni o interferenze con altre macchine;
- dispositivi per prevenire pericoli agli operatori a piedi di macchine mobili o ad altri pedoni;
- dispositivi limitatori di coppia, punti di rottura per prevenire la sollecitazione eccessiva di componenti e gruppi;
- dispositivi di limitazione di pressione, temperatura;
- dispositivi per la sorveglianza delle emissioni;
- dispositivi per prevenire la messa in funzione in assenza dell'operatore alla posizione di comando;
- dispositivi per impedire operazioni di sollevamento in caso di mancato posizionamento degli stabilizzatori;
- dispositivi per limitare l'inclinazione della macchina su una pendenza;
- dispositivi per garantire che i componenti siano in una posizione sicura prima dell'avanzamento.

Le misure di protezione automatiche innescate da tali dispositivi che fanno funzionare il macchinario al di fuori del controllo dell'operatore (per esempio arresto automatico di un movimento pericoloso) dovrebbero essere precedute o accompagnate da un segnale di avvertimento che consenta all'operatore di intraprendere l'azione appropriata (vedere punto 6.3).

5.3

Requisiti per la progettazione di ripari e dispositivi di protezione

5.3.1

Requisiti generali

I ripari e i dispositivi di protezione devono essere progettati per essere idonei all'uso previsto, prendendo in considerazione i pericoli di natura meccanica e gli altri pericoli implicati. I ripari e i dispositivi di protezione devono essere compatibili con l'ambiente di lavoro della macchina e progettati in modo tale da non poter essere facilmente neutralizzati. Devono fornire l'interferenza minima possibile con le attività durante il funzionamento e le altre fasi della vita della macchina, al fine di ridurre qualsiasi incentivo a neutralizzarli.

Nota Per ulteriori informazioni, vedere ISO 14120, ISO 13849-1, ISO 13851, ISO 14119, ISO 13856-1, IEC 61496-1, IEC 61496-2.

I ripari e i dispositivi di protezione devono:

- essere di costruzione robusta;
- non generare ulteriori pericoli;
- non essere facili da escludere o da rendere non operativi;

-
- essere collocati a una distanza adeguata dalla zona pericolosa (vedere ISO 13852, ISO 13853 e la ISO 13855);
 - causare un'ostacolo minimo alla visione del processo produttivo;
 - consentire l'esecuzione dei lavori essenziali al momento dell'installazione e/o sostituzione di utensili e anche per la manutenzione permettendo l'accesso solo all'area in cui deve essere eseguito il lavoro, se possibile senza che il riparo o il dispositivo di protezione debbano essere mossi.

Per le aperture nei ripari, vedere la ISO 13852 e la ISO 13853.

5.3.2 Requisiti dei ripari

5.3.2.1 Funzioni dei ripari

I ripari possono dover svolgere le seguenti funzioni:

- impedimento dell'accesso allo spazio racchiuso dal riparo, e/o
- contenimento/cattura di materiali, pezzi da lavorare, trucioli, liquidi che possono essere espulsi o cadere dalla macchina e riduzione delle emissioni (rumore, radiazione, sostanze pericolose come polvere, fumi, gas) che possono essere generate dalla macchina.

Inoltre, possono necessitare di avere particolari proprietà relative a elettricità, temperatura, incendio, esplosione, vibrazione, visibilità (vedere la ISO 14120) ed ergonomia della posizione dell'operatore (per esempio usabilità, movimenti, posture e movimenti ripetitivi dell'operatore).

5.3.2.2 Requisiti per ripari fissi

I ripari fissi devono essere mantenuti in posizione in modo sicuro:

- permanentemente (per esempio mediante saldatura);
- o mediante dispositivi di fissaggio (viti, dadi) che ne rendano la rimozione/apertura impossibile senza l'utilizzo di utensili; non dovrebbero rimanere chiusi senza i relativi dispositivi di fissaggio (vedere la ISO 14120).

Nota Un riparo fisso può essere incernierato per facilitarne l'apertura.

5.3.2.3 Requisiti per ripari mobili

a) I ripari mobili che forniscono protezione contro i pericoli generati da elementi di trasmissione mobili devono:

- nella misura del possibile rimanere fissati al macchinario o altra struttura (generalmente mediante cerniere o guide) quando aperti;
- essere ripari interbloccati (con bloccaggio del riparo quando necessario) (vedere la ISO 14119).

Vedere figura 1.

b) I ripari mobili contro i pericoli generati da parti mobili non di trasmissione devono essere progettati e associati con il sistema di comando della macchina in modo tale che:

- le parti mobili non possano entrare in funzione mentre sono entro la portata dell'operatore e l'operatore non possa raggiungere le parti mobili una volta che queste sono entrate in funzione; questo può essere raggiunto mediante ripari interbloccati, con bloccaggio del riparo quando necessario;
- possano essere regolati solo mediante un'azione intenzionale, come l'uso di un utensile o una chiave;
- l'assenza o il guasto di uno dei loro componenti impedisca l'avviamento delle parti mobili o le arresti; questo può essere ottenuto mediante la sorveglianza automatica (vedere punto 4.11.6).

Vedere figura 1 e la ISO 14119.

5.3.2.4

Requisiti per ripari regolabili

I ripari regolabili possono essere utilizzati solo quando per ragioni operative la zona pericolosa non può essere racchiusa completamente.

Essi devono:

- essere progettati in modo che la regolazione rimanga fissa durante una data operazione;
- essere immediatamente regolabili senza l'utilizzo di utensili.

5.3.2.5

Requisiti per ripari interbloccati con funzione di avviamento (ripari con comandi di avviamento)

Un riparo interbloccato con funzione di avviamento può essere utilizzato solo quando sono stati soddisfatti tutti i seguenti requisiti:

- tutti i requisiti dei ripari interbloccati sono soddisfatti (vedere la ISO 14119);
- la durata del ciclo della macchina è breve;
- il tempo massimo di apertura del riparo è preimpostato a un valore basso (per esempio uguale alla durata del ciclo). Quando questo tempo è superato, la(e) funzione(i) pericolosa(e) non può(possano) essere avviata(e) dalla chiusura del riparo interbloccato con funzione di avviamento ed è necessario il ripristino prima di riavviare la macchina;
- le dimensioni o la forma della macchina non consentono a una persona, o a una parte di una persona, di sostare nella zona pericolosa o tra la zona pericolosa e il riparo mentre il riparo è chiuso (vedere la ISO 14120);
- tutti gli altri ripari, siano essi fissi (del tipo rimovibile) o mobili, siano ripari interbloccati;
- il dispositivo di interblocco associato al riparo interbloccato con funzione di avviamento sia progettato in modo tale che - per esempio mediante la duplicazione dei sensori di posizione e l'uso della sorveglianza automatica (vedere punto 4.11.6) - un suo guasto non possa determinare un avviamento accidentale/inatteso;
- il riparo sia mantenuto aperto in modo sicuro (per esempio mediante una molla o un contrappeso) in modo che non possa lanciare un avviamento mentre scende per il suo stesso peso.

5.3.2.6

Pericoli generati dai ripari

Deve essere prestata attenzione per prevenire i pericoli che possono essere generati da:

- la costruzione del riparo (per esempio bordi affilati, spigoli vivi, materiale);
- i movimenti dei ripari (zone di cesoiamento o schiacciamento generate da ripari motorizzati e da ripari pesanti che potrebbero cadere).

5.3.3

Caratteristiche tecniche dei dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione devono essere selezionati o progettati e collegati al sistema di comando in modo da garantire la corretta implementazione della(e) loro funzione(i) di sicurezza.

I dispositivi di protezione devono essere selezionati nel rispetto della appropriata norma di prodotto (per esempio per dispositivi di protezione optoelettronici vedere IEC 61496-2) o progettati secondo uno o più principi formulati nella ISO 13849-1.

I dispositivi di protezione devono essere installati e collegati al sistema di comando in modo che non possano essere facilmente neutralizzati.

5.3.4

Disposizioni per tipi alternativi di mezzi di protezione

Dovrebbero essere presi provvedimenti per facilitare il montaggio di tipi alternativi di mezzi di protezione sul macchinario qualora sia noto che questo adattamento sia necessario per la diversità dei lavori da svolgere.

5.4 Protezioni per la riduzione delle emissioni

5.4.1 Generalità

Se le misure per la riduzione delle emissioni alla sorgente menzionate nel punto 4.2.2 non sono adeguate, la macchina deve essere provvista di misure di protezione supplementari.

5.4.2 Rumorosità

Misure di protezione supplementari includono, per esempio:

- cappottature (vedere la ISO 15667);
- schermi montati sulla macchina;
- silenziatori (vedere la ISO 14163).

5.4.3 Vibrazione

Le misure di protezione supplementari includono, per esempio, dispositivi antivibranti per l'isolamento dalle vibrazioni tra la sorgente e la persona esposta come supporto resiliente o sedili su sospensioni.

Per le misure per l'isolamento dalle vibrazioni di macchinari industriali stazionari, vedere la EN 1299.

5.4.4 Sostanze pericolose

Misure di protezione supplementari includono, per esempio:

- incapsulamento della macchina (involucro con pressione negativa);
- ventilazione localizzata degli scarichi con filtrazione;
- umidificazione con liquidi;
- ventilazione speciale nell'area della macchina (lame d'aria, cabine per gli operatori).

Vedere la ISO 14123-1.

5.4.5 Radiazione

Misure di protezione supplementari includono, per esempio:

- utilizzo di filtraggio e assorbimento;
- utilizzo di schermi o ripari di attenuazione.

5.5 Misure di protezione complementari

5.5.1 Generalità

Le misure di protezione che non sono né misure di protezione integrate nella progettazione né protezioni (implementazione di ripari e/o dispositivi di protezione), né informazioni per l'uso possono dover essere implementate come richiesto dall'uso previsto della macchina e dall'uso scorretto ragionevolmente prevedibile. Queste misure includono, senza tuttavia ad esse limitarsi, quelle trattate nei punti da 5.5.2 a 5.5.6.

5.5.2 Componenti ed elementi per ottenere la funzione di arresto di emergenza

Se, in seguito a una valutazione del rischio, una macchina richiede il montaggio di componenti ed elementi per effettuare un arresto di emergenza per consentire l'avvertimento di situazioni di emergenza effettive o imminenti, sono applicabili i seguenti requisiti:

- gli attuatori devono essere chiaramente identificabili, chiaramente visibili e immediatamente accessibili;
- il processo pericoloso deve essere arrestato il più velocemente possibile senza creare ulteriori pericoli. Se questo non è possibile o il rischio non può essere ridotto, ci si dovrebbe chiedere se l'implementazione di una funzione di arresto di emergenza sia la soluzione migliore;

- il comando di arresto di emergenza deve innescare o permettere l'innescare di determinati movimenti dei mezzi di protezione dove necessario.

Nota Per disposizioni più dettagliate, vedere la ISO 13850.

Una volta che il funzionamento attivo del dispositivo di arresto di emergenza è cessato in seguito a un comando di arresto di emergenza, l'effetto di questo comando deve essere sostenuto fino al suo ripristino. Questo ripristino deve essere possibile solo nella posizione in cui il comando di arresto di emergenza è lanciato. Il ripristino del dispositivo non deve riavviare il macchinario, né permettere unicamente il riavviamento.

Ulteriori dettagli per la progettazione e la selezione di componenti ed elementi elettrici per realizzare la funzione di arresto di emergenza sono forniti nella serie IEC 60204.

5.5.3 Misure per la fuga e il salvataggio di persone intrappolate

Le misure per la fuga e il salvataggio di persone intrappolate possono consistere per esempio, in quanto segue:

- vie di fuga e rifugi in installazioni che generano pericoli di intrappolamento dell'operatore;
- configurazioni per muovere alcuni elementi manualmente, dopo un arresto di emergenza;
- configurazioni per invertire il movimento di alcuni elementi;
- punti di ancoraggio per dispositivi di calata;
- mezzi di comunicazione per consentire agli operatori intrappolati di chiedere aiuto.

5.5.4 Misure per l'isolamento e la dissipazione di energia

In particolare riguardo alla loro manutenzione e riparazione, le macchine devono essere dotate di mezzi tecnici appropriati per fornire l'isolamento dalla(e) sorgente(i) di energia e la dissipazione dell'energia immagazzinata in conseguenza alle seguenti azioni:

- a) isolamento (scollegamento, separazione) della macchina (o parti definite della macchina) da tutte le sorgenti di energia;
- b) bloccaggio (o altro fissaggio) di tutte le unità di isolamento nella posizione di isolamento;
- c) dissipazione o, se questo non è possibile o praticabile, ritenzione (contenimento) di tutta l'energia immagazzinata che può determinare un pericolo;
- d) verifica, mediante una procedura di lavoro sicuro, che le azioni intraprese secondo i suddetti punti a), b) e c) abbiano prodotto l'effetto desiderato.

Vedere la ISO 14118:2000, punto 5 e la IEC 60204-1:1997, punti 5.5 e 5.6.

5.5.5 Disposizioni per la movimentazione facile e sicura delle macchine e dei loro componenti pesanti

Le macchine e i loro componenti che non possono essere mossi o trasportati manualmente devono essere provvisti o poter essere provvisti di idonei dispositivi di attacco per essere trasportati mediante apparecchi di sollevamento.

Questi accessori possono essere, per esempio:

- accessori di sollevamento normalizzati con brache, ganci, golfari o fori maschiati per il fissaggio dell'apparecchio;
- apparecchi per l'aggancio automatico del gancio di sollevamento quando non è possibile l'attacco dal suolo;
- scanalature di guida per le macchine che devono essere trasportate da un carrello a forche;
- paranchi di sollevamento e apparecchi integrati nella macchina.

Le parti della macchina che possono essere rimosse manualmente in funzione devono essere provviste di mezzi per la loro rimozione e sostituzione in sicurezza.

Vedere anche punto 6.4.c) (terzo trattino).

5.5.6

Misure per l'accesso sicuro al macchinario

Il macchinario deve essere progettato in modo tale da consentire l'esecuzione del funzionamento e di tutti i compiti di routine relativi alla messa a punto e/o manutenzione, nella misura del possibile, da parte di una persona che rimane a livello del suolo.

Laddove questo non sia possibile, le macchine devono essere provviste di piattaforme incorporate, scale o altre strutture per consentire l'accesso sicuro per queste operazioni, benché occorra prestare attenzione a garantire che queste piattaforme o scale non diano accesso alle zone pericolose del macchinario.

I piani di calpestio devono essere costituiti in materiali che rimangono antiscivolo nella misura consentita dalla pratica nelle condizioni di lavoro e, in funzione dell'altezza dal suolo, devono essere forniti parapetti adeguati (vedere la ISO 14122-3).

Nelle installazioni automatizzate di grandi dimensioni, deve essere prestata particolare attenzione alla sicurezza dei mezzi di accesso, come passerelle, ponti che permettono di superare i convogliatori o punti di attraversamento.

Devono essere forniti mezzi di accesso alle parti del macchinario ubicate in altezza, mediante mezzi collettivi di protezione dalle cadute (per esempio parapetti per scale, scale a gradini e piattaforme e/o gabbie di sicurezza per scale). Secondo necessità, devono essere forniti anche punti di ancoraggio per dispositivi di protezione individuale contro le cadute da altezza (per esempio in cabine di macchinari per il sollevamento di persone o con stazioni di comando elevabili).

Le aperture devono essere aperte verso una posizione sicura ogni qualvolta è possibile. Devono essere progettate per prevenire pericoli dovuti ad apertura accidentale.

Devono essere forniti gli aiuti necessari (per esempio scale, corrimano). I dispositivi di comando devono essere progettati e ubicati in modo che non sia possibile utilizzarli come agevolazioni per l'accesso.

Laddove un macchinario per il sollevamento di merci e/o persone includa punti di sbarco a livelli fissi, questi devono essere dotati di ripari interbloccati che impediscano le cadute quando la piattaforma non è presente al piano. Il movimento della piattaforma di sollevamento deve essere impedito mentre i ripari sono aperti.

Per disposizioni dettagliate, vedere ISO 14122-1, ISO 14122-2, ISO 14122-3 e ISO 14122-4.

6

INFORMAZIONI PER L'USO

6.1

Requisiti generali

La redazione della bozza delle informazioni per l'uso è una parte integrante della progettazione di una macchina (vedere ISO 12100-1:2003, figura 1). Le informazioni per l'uso consistono in collegamenti comunicativi, come testi, parole, segnali, simboli o diagrammi, utilizzati separatamente o in combinazione per trasmettere informazioni all'utilizzatore. Sono dirette a utilizzatori professionisti e/o non professionisti.

Nota Vedere anche IEC 62079 per la strutturazione e la presentazione delle informazioni per l'uso.

6.1.1

Devono essere fornite informazioni all'utilizzatore sull'uso previsto della macchina prendendo in considerazione, in particolare, tutte le sue modalità di funzionamento.

Devono contenere tutte le indicazioni necessarie a garantire l'utilizzo sicuro e corretto della macchina.

In questa ottica, devono informare e avvertire l'utilizzatore sul rischio residuo.

Le informazioni devono indicare:

- se è necessaria formazione;
- se sono richiesti dispositivi di protezione individuale;
- la possibile necessità di ripari o dispositivi di protezione supplementari (vedere la ISO 12100-1:2003, figura 1, nota 4).

Non devono escludere gli usi della macchina che possono essere ragionevolmente dedotti dalla sua designazione e descrizione e devono inoltre avvertire del rischio risultante dall'uso della macchina in modi diversi da quelli descritti nelle informazioni, in particolare considerando il suo uso scorretto ragionevolmente prevedibile.

6.1.2 Le informazioni per l'uso devono trattare, separatamente o in combinazione, trasporto, assemblaggio o installazione, messa in funzione, uso (messa a punto, addestramento/programmazione o cambio di processo, funzionamento, pulizia, ricerca delle avarie e manutenzione) della macchina e, se necessario, messa fuori servizio, smantellamento e smaltimento.

6.2 Ubicazione e natura delle informazioni per l'uso

In funzione del rischio, del momento in cui l'utilizzatore necessita delle informazioni per l'uso e del progetto della macchina, deve essere deciso se devono essere fornite tutte le informazioni o solo una parte delle stesse:

- all'interno/sulla macchina stessa (vedere punti 6.3 e 6.4);
- nella documentazione in accompagnamento (in particolare nel manuale delle istruzioni, vedere punto 6.5);
- sull'imballaggio;
- mediante altri mezzi come segnali e avvertimenti all'esterno della macchina.

Quando è necessario fornire messaggi importanti come gli avvertimenti, devono essere prese in considerazione frasi normalizzate (vedere anche IEC 62079).

6.3 Segnali e dispositivi di avvertimento

Segnali visivi (per esempio luci lampeggianti) e segnali acustici (per esempio sirene) possono essere utilizzati per avvisare di un evento pericoloso imminente come l'avviamento della macchina o una sua velocità eccessiva.

Questi segnali possono essere utilizzati per avvertire l'operatore prima dell'innesco di misure di protezione automatiche (vedere ultimo paragrafo del punto 5.2.7).

È essenziale che questi segnali:

- siano emessi prima dell'accadimento dell'evento pericoloso;
- siano inequivocabili;
- possano essere chiaramente percepiti e differenziati da tutti gli altri segnali utilizzati;
- possano essere chiaramente riconosciuti dall'operatore e dalle altre persone.

I dispositivi di avvertimento devono essere progettati e ubicati in modo da facilitare il controllo. Le informazioni per l'uso devono prescrivere il controllo regolare dei dispositivi di avvertimento.

Si attira l'attenzione dei progettisti sui rischi dalla "saturazione sensoriale" derivante da troppi segnali visivi e/o acustici, che possono anche portare alla neutralizzazione dei dispositivi di avvertimento.

Nota Spesso su questo aspetto è necessaria la consultazione dell'utilizzatore.

6.4 Marcature, segni (pittogrammi), avvertimenti scritti

Il macchinario deve essere contrassegnato da tutte le marcature necessarie:

- a) per la sua identificazione inequivocabile, i requisiti minimi sono:
 - nome e indirizzo del costruttore;
 - designazione della serie o del tipo;
 - numero di serie se presente;
- b) al fine di indicare la sua conformità con i requisiti obbligatori:
 - marcatura;
 - indicazioni scritte (per esempio macchine il cui uso è previsto in atmosfera potenzialmente esplosiva);

-
- c) per il suo uso sicuro, per esempio:
- massima velocità delle parti rotanti;
 - massimo diametro degli utensili;
 - massa (espressa in chilogrammi) della macchina stessa e/o delle parti rimovibili;
 - massimo carico utile;
 - necessità di indossare dispositivi di protezione individuale;
 - dati sulla regolazione dei ripari;
 - frequenza di verifica.

Le informazioni stampate direttamente sulla macchina dovrebbero essere permanenti e rimanere leggibili per tutta la durata prevista della macchina.

Non devono essere utilizzati segni o avvertimenti indicanti solo "pericolo".

Marcature, segni e avvertimenti scritti devono essere immediatamente comprensibili e inequivocabili, in particolare relativamente alla parte o alla(e) funzione(i) della macchina cui sono collegati. Dovrebbero essere utilizzati preferibilmente segni immediatamente comprensibili (pittogrammi) rispetto ad avvertimenti scritti.

Segni e pittogrammi dovrebbero essere utilizzati solo se sono compresi nella cultura in cui il macchinario deve essere utilizzato.

Gli avvertimenti scritti devono essere redatti nella(e) lingua(e) del paese in cui la macchina è utilizzata per la prima volta e, su richiesta, nella(e) lingua(e) compresa(e) dagli operatori.

Nota In alcuni paesi il requisito di utilizzare una lingua(e) specifica(specifiche) è contemplato da requisiti legali.

Le marcature devono essere conformi a norme riconosciute (vedere ISO 2972, ISO 7000, in particolare per pittogrammi, simboli, colori).

Vedere la serie IEC 60204 relativamente alla marcatura dell'equipaggiamento elettrico.

6.5 Documenti di accompagnamento (in particolare, manuale di istruzioni)

6.5.1 Contenuti

Il manuale di istruzioni o altre istruzioni scritte (per esempio sull'imballo) devono contenere tra l'altro:

- a) informazioni relative al trasporto, alla movimentazione e all'immagazzinamento della macchina, per esempio:
- condizioni di immagazzinamento della macchina;
 - valori delle dimensioni e della massa, posizione del(dei) baricentro(i);
 - indicazioni per la movimentazione (per esempio disegni indicanti i punti di applicazione dell'attrezzatura di sollevamento);
- b) informazioni relative all'installazione e alla messa in funzione della macchina, per esempio:
- requisiti di fissaggio/ancoraggio e di smorzamento delle vibrazioni;
 - condizioni di assemblaggio e di montaggio;
 - spazio richiesto per l'utilizzo e la manutenzione;
 - condizioni ambientali ammissibili (per esempio temperatura, umidità, vibrazione, radiazione elettromagnetica);
 - istruzioni per il collegamento della macchina alla sorgente di energia (in particolare riguardo alla protezione da sovraccarico elettrico);
 - indicazione sulla rimozione/smaltimento dei rifiuti;
 - se necessario, raccomandazioni sulle misure di protezione che devono essere prese dall'utilizzatore; per esempio mezzi di protezione supplementari (vedere ISO 12100-1:2003, figura 1, nota 4), distanze di sicurezza, segni e segnali di sicurezza;

-
- c) informazioni relative alla macchina stessa, per esempio:
- descrizione dettagliata della macchina, suoi accessori, suoi ripari e/o dispositivi di protezione;
 - gamma esaustiva delle applicazioni per cui è prevista la macchina, inclusi gli eventuali usi non consentiti, tenendo conto delle eventuali variazioni della macchina originale;
 - diagrammi (in particolare la rappresentazione schematica delle funzioni di sicurezza);
 - dati sulla rumorosità e le vibrazioni generate dalla macchina, sulla radiazione, gas, vapori, polvere emessi dalla stessa, in riferimento ai metodi di misurazione utilizzati;
 - documentazione tecnica sull'equipaggiamento elettrico (vedere serie IEC 60204);
 - documenti dichiaranti che la macchina soddisfa i requisiti obbligatori;
- d) informazioni relative all'uso della macchina, per esempio su:
- uso previsto;
 - descrizione dei comandi manuali (attuatori);
 - messa a punto e regolazione;
 - modi e mezzi per l'arresto (in particolare arresto di emergenza);
 - rischi che non potrebbero essere eliminati dalle misure di protezione prese dal progettista;
 - rischi particolari che possono essere generati da certe applicazioni, mediante l'uso di certi accessori, e su specifici mezzi di protezione che sono necessari per tali applicazioni;
 - uso scorretto ragionevolmente prevedibile e usi vietati;
 - indicazione e localizzazione delle avarie, riparazione e riavviamento dopo un intervento;
 - dispositivi di protezione individuale che è necessario utilizzare e formazione richiesta;
- e) informazioni per la manutenzione, per esempio:
- natura e frequenza delle verifiche sulle funzioni di sicurezza;
 - istruzioni correlate a operazioni di manutenzione che richiedono una conoscenza tecnica specifica o capacità particolari e di conseguenza dovrebbero essere eseguite esclusivamente da personale qualificato (personale addetto alla manutenzione, specialisti);
 - istruzioni relative alle azioni di manutenzione (per esempio sostituzione di parti) che non richiedono capacità particolari e quindi possono essere eseguite dagli utilizzatori (per esempio operatori);
 - disegni e diagrammi che consentono al personale addetto alla manutenzione di eseguire i propri compiti in modo razionale (in particolare i compiti della ricerca delle avarie);
- f) informazioni relative a messa fuori servizio, smantellamento e smaltimento;
- g) informazioni per situazioni di emergenza, per esempio:
- tipo di attrezzatura antincendio da utilizzare;
 - avvertimenti su possibili emissioni o perdita di una sostanza(e) nociva(e) e, se possibile, indicazione dei mezzi per combatterne gli effetti;
- h) istruzioni di manutenzione fornite per le persone qualificate [secondo trattino in e)] e istruzioni di manutenzione fornite per persone non qualificate [terzo trattino in e)], che dovrebbero apparire chiaramente separate le une dalle altre.

6.5.2

Redazione del manuale di istruzioni

- a) Il carattere e la dimensione della stampa devono garantire la leggibilità migliore possibile. Avvertimenti e/o precauzioni di sicurezza dovrebbero essere enfatizzati dall'uso di colori, simboli e/o caratteri stampati in grande.
- b) Le informazioni per l'uso devono essere fornite nella(e) lingua(e) del paese in cui la macchina è utilizzata per la prima volta e nella versione originale. Se deve essere utilizzata più di una lingua, ogni lingua dovrebbe essere immediatamente distinguibile dalla(e) altra(e) e dovrebbero essere compiuti sforzi per mantenere insieme il testo tradotto e l'illustrazione pertinente.

Nota In alcuni paesi il requisito di utilizzare una lingua(e) specifica(specifiche) è contemplato da requisiti legali.

- c) Ogni qualvolta sia utile alla comprensione, il testo dovrebbe essere supportato da illustrazioni. Le illustrazioni dovrebbero essere corredate di dettagli scritti che consentano, per esempio, di localizzare e identificare i comandi manuali (attuatori), non dovrebbero essere separate dal testo in accompagnamento e dovrebbero seguire la sequenza delle operazioni.
- d) Dovrebbe essere prestata attenzione alla presentazione delle informazioni sotto forma di tabulati qualora questo agevoli la comprensione. Le tabelle dovrebbero essere poste accanto al testo pertinente.
- e) Dovrebbe essere tenuto in considerazione l'uso dei colori, in particolare relativamente a componenti che richiedono una rapida identificazione.
- f) Quando le informazioni per l'uso sono lunghe, dovrebbe essere fornito un sommario e/o un indice.
- g) Le istruzioni relative alla sicurezza che implicano un'azione immediata dovrebbero essere fornite in una forma facilmente disponibile all'operatore.

6.5.3

Indicazione per la stesura e per la redazione delle informazioni per l'uso

- a) Relazione con il modello: le informazioni devono chiaramente riferirsi allo specifico modello di macchina.
- b) Principi di comunicazione: quando le informazioni per l'uso sono in fase di elaborazione, dovrebbe essere seguito il processo di comunicazione "vedere - pensare - utilizzare" per raggiungere il massimo effetto, che dovrebbe rispettare la sequenza delle operazioni. Le domande "come?" e "perché?" dovrebbero essere anticipate e le risposte fornite.
- c) Le informazioni per l'uso devono essere più semplici e più brevi possibile, e dovrebbero essere espresse in termini e unità coerenti, con una chiara spiegazione dei termini tecnici inusuali.
- d) Quando si prevede che una macchina sia destinata a un uso non professionale, le istruzioni dovrebbero essere scritte in una forma immediatamente comprensibile a utilizzatori non professionali. Se per l'utilizzo sicuro della macchina sono richiesti dispositivi di protezione individuale, dovrebbe essere fornita un'indicazione chiara, per esempio sull'imballaggio così come sulla macchina, in modo tale che questa informazione sia esposta in modo ben visibile presso il punto vendita.
- e) Durata e disponibilità dei documenti: i documenti che forniscono istruzioni per l'uso dovrebbero essere prodotti in una forma durevole (vale a dire dovrebbero resistere a una manipolazione frequente da parte dell'utilizzatore). Può essere utile contrassegnarli con la dicitura "conservare per successiva consultazione". Laddove le informazioni per l'uso siano conservate in formato elettronico (per esempio CD, DVD, nastro) le informazioni relative ad aspetti della sicurezza che richiedono un'azione immediata devono essere sempre corredate da una copia cartacea immediatamente disponibile.

**APPENDICE ZA RIFERIMENTI NORMATIVI ALLE PUBBLICAZIONI INTERNAZIONALI E
(normativa) PUBBLICAZIONI EUROPEE CORRISPONDENTI**

La presente norma europea rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma europea come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

Nota Quando una pubblicazione internazionale è stata modificata mediante modifiche comuni, indicate come (mod.), si applica la corrispondente EN/HD.

Publicazione	Anno	Titolo	EN	Anno
ISO 12100-1	2003	Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology	EN ISO 12100-1	2003

Il presente documento è stato elaborato nell'ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio ed è di supporto ai requisiti essenziali della(e) Direttiva(e) dell'UE:

Direttiva Macchine 98/37/CE, modificata dalla Direttiva 98/79/CE.

La conformità al presente documento fornisce un mezzo per soddisfare i requisiti essenziali specifici della Direttiva interessata e dei regolamenti EFTA associati.

AVVERTENZA: Altri requisiti e altre Direttive CE possono essere applicabili al/ai prodotto/i che rientra/rientrano nello scopo e campo di applicazione del presente documento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CR 1030-1 Hand-arm vibration - Guidelines for vibration hazards reduction - Part 1: Engineering methods by design of machinery
- [2] EN 614-1 Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles
- [3] EN 894-3 Safety of machinery - Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators - Part 3: Control actuators
- [4] EN 1299 Mechanical vibration and shock - Vibration isolation of machines - Information for the application of source isolation
- [5] EN 12198-1 Safety of machinery - Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery - Part 1: General principles
- [6] EN 12198-3 Safety of machinery - Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery - Part 3: Reduction of radiation by attenuation or screening
- [7] EN 13861 Safety of machinery - Guidance for the application of ergonomics standards in the design of machinery
- [8] EN 50020 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres - Intrinsic safety 'i'
- [9] EN 61029 Safety of transportable motor-operated electric tools
- [10] IEC 60204 series Safety of machinery - Electrical equipment of machines
- [11] IEC 60335-1 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements
- [12] IEC 60745-1 Hand-held motor operated tools - Safety - Part 1: General requirements (EN 50144-1)
- [13] IEC 60947-5-1 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-1: Control circuit devices and switching elements - Electromechanical control circuit devices
- [14] IEC 61000-6 series Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6: Generic standards
- [15] IEC 61310-1 Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals
- [16] IEC 61310-3:1999 Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 3: Requirements for the location and operation of actuators
- [17] IEC 61496-1 Safety of machinery - Electrosensitive protective equipment - Part 1: General requirements and tests
- [18] IEC 61496-2 Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (EN 61496-2)
- [19] IEC 61508 series Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
- [20] IEC 62046 draft Safety of machinery - Application of personnel sensing protection equipment to machinery (PSPE)
- [21] IEC 62061 draft Safety machinery - Functional safety of electrical, electronic and programmable control systems for machinery
- [22] IEC 62079 Preparation of instructions - Structuring, content and presentation
- [23] ISO 447 Machine tools - Direction of operation of controls

[24]	ISO 2972	Numerical control of machines - Symbols
[25]	ISO 4413	Hydraulic fluid power - General rules relating to systems
[26]	ISO 4414	Pneumatic fluid power - General rules relating to systems
[27]	ISO 6385	Ergonomic principles in the design of work systems
[28]	ISO 7000	Graphical symbols for use on equipment - Index and synopsis
[29]	ISO 9355-1	Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators - Part 1: Human interactions with displays and control actuators
[30]	ISO 10075	Ergonomic principles related to mental work-load - General terms and definitions
[31]	ISO 10075-2	Ergonomic principles related to mental workload - Part 2: Design principles
[32]	ISO/TR 11688-1	Acoustics - Recommended practice for the design of low noise machinery and equipment - Part 1: Planning (EN ISO 11688-1)
[33]	ISO 13849-1:1999	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (EN 954-1)
[34]	ISO 13850	Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design design (EN 418:1992 ²⁾)
[35]	ISO 13851	Safety of machinery - Two-hand control devices - Functional aspects and design principles (EN 574)
[36]	ISO 13852	Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs (EN 294)
[37]	ISO 13853	Safety of machinery - Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs (EN 811)
[38]	ISO 13854	Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body (EN 349)
[39]	ISO 13855	Safety of machinery - Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body (EN 999)
[40]	ISO 13856-1	Safety of machinery - Pressure-sensitive protective devices - Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors (EN 1760-1)
[41]	ISO 14118	Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up (EN 1037)
[42]	ISO 14119	Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection (EN 1088)
[43]	ISO 14120:2002	Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards (EN 953)
[44]	ISO 14122-1	Safety of machinery - Permanent means of access to machinery - Part 1: Choice of fixed means of access between two levels (EN ISO 14122-1)
[45]	ISO 14122-2	Safety of machinery - Permanent means of access to machinery - Part 2: Working platforms and walkways (EN ISO 14122-2)
[46]	ISO 14122-3	Safety of machinery - Permanent means of access to machinery - Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails (EN ISO 14122-3)
[47]	ISO 14122-4	Safety of machinery - Permanent means of access to machinery - Part 4: Fixed ladders (prEN ISO 14122-4)

2) La norma Europea e quella Internazionale non sono esattamente identiche.

-
- | | | |
|------|-------------|--|
| [48] | ISO 14123-1 | Safety of machinery - Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery - Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers (EN 626-1) |
| [49] | ISO 14163 | Acoustics - Guidelines for noise control by silencers |
| [50] | ISO 15667 | Acoustics - Guidelines for noise control by enclosures and cabins |