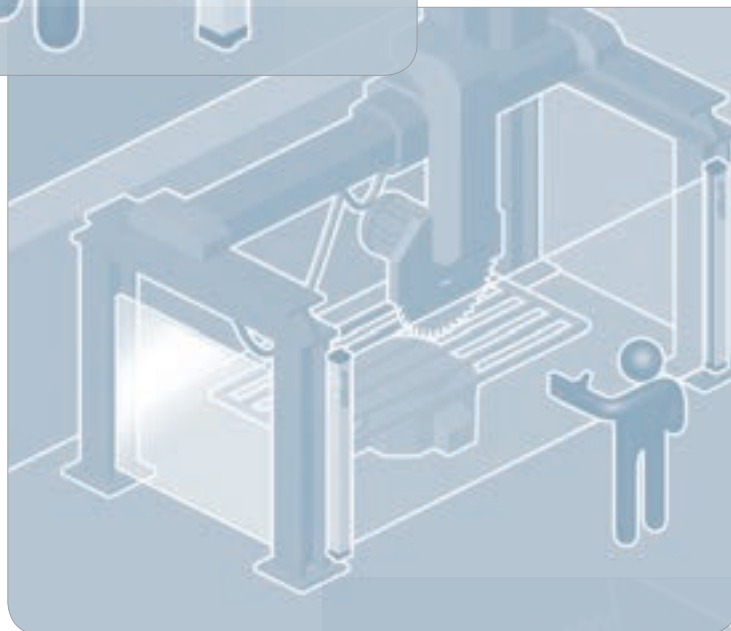


# GUIDA ALLA SICUREZZA



## SICUREZZA SUL LAVORO

### STANDARD INTERNAZIONALI

Numerosi e importanti cambiamenti nel mondo normativo relativo alla sicurezza macchine sono stati introdotti a partire dal 2010; in realtà molte novità hanno già avuto un impatto a partire dal 2005 e 2006, anni in cui è cominciato il periodo di sovrapposizione (overlap) per le norme riguardanti il sistema di controllo in sicurezza delle macchine.

Ci riferiamo soprattutto all'importante famiglia di norme facente capo alla ISO 13849 (ambito ISO) e alla IEC 61508 (ambito IEC). Quest'ultima norma influisce sulla sicurezza macchine anche e soprattutto attraverso la IEC 62061. Importanti concetti statistici derivanti dalla sicurezza di processo e tutti più o meno facenti capo al concetto di probabilità di guasto pericoloso, vengono in tal modo incorporati nella sicurezza macchine e danno luogo a nuove classificazioni dei sistemi di controllo di sicurezza delle macchine e dei dispositivi di protezione: parliamo dei PL (Performance Level, in ambito ISO) e dei SIL (Safety Integrity Level, in ambito IEC). PL e SIL vanno ad affiancarsi e per molti versi a sostituirsi all'ormai familiare concetto di categoria descritto nella "vecchia" EN 954-1.

Nel 2008 l'IEC ha inoltre completato la seconda edizione della IEC TS 62046, specifica tecnica che può essere un'utile guida per chi vuole utilizzare sensori di sicurezza per la protezione di una macchina.

Si tratta di novità il cui impatto si estende a tutto il mondo.

Limitandoci all' Europa, dal 29 dicembre 2009 è entrata in vigore la nuova Direttiva Macchine, 2006/42/CE, che a sua volta introduce alcune novità di rilievo rispetto alla 98/37/CE.



### DIRETTIVE EUROPEE

Le Direttive Europee si propongono di avvicinare le legislazioni nazionali degli Stati membri in modo da avere regole comuni su aspetti tecnici, fiscali, economici, sanitari ecc. ed agevolare la libera circolazione dei beni, dei servizi e delle persone nell'ambito dell'Unione Europea, nel rispetto di regole comuni riconosciute da tutti gli Stati che ne fanno parte.

In particolare, per quanto riguarda la sicurezza del lavoro, l'armonizzazione delle legislazioni ha fatto grandi e rapidi progressi portandoci ad avere Direttive e Norme di fondamentale importanza.

**DIRETTIVE** Definiscono gli obiettivi da raggiungere

**NORME** Definiscono i mezzi e le vie per raggiungere gli obiettivi richiesti dalle Direttive.

L'osservanza di una Norma armonizzata conferisce ai prodotti o ai servizi presunzione di conformità alle Direttive.

#### **Fasi per la realizzazione di una Norma:**

- Formazione di un gruppo di lavoro (WG, Working Group) costituito da esperti della materia da trattare, rappresentanti gli Stati membri.
- Elaborazione di un progetto di Norma (prEN) che sarà esaminato dai vari Comitati nazionali interessati, per commenti, proposte e successiva approvazione finale.
- Stesura definitiva del testo di Norma EN, pubblicazione ufficiale e recepimento a livello di ogni Stato.

#### **Le Direttive riguardanti la protezione dei lavoratori sono:**

- "Direttiva quadro sulla salute e sicurezza sul lavoro" 89/391/CE
- "Direttiva sull'uso delle attrezzature di lavoro" 2009/104/CE e relativi emendamenti e aggiunte.

#### **Le Direttive applicabili ai componenti di sicurezza sono:**

- "Direttiva Macchine" 2006/42/CE
- "Direttiva Bassa Tensione" 2006/95/CE
- "Direttiva Compatibilità Elettromagnetica" 2004/108/CE.

## DIRETTIVE SOCIALI

Le “Direttive Sociali” 2009/104/EC e 89/391/CE recepite in Italia con il Decreto Legislativo 81/08 “Testo Unico Sicurezza” hanno come obiettivo il miglioramento della sicurezza negli ambienti di lavoro.

### Le Direttive:

- Determinano le misure di prevenzione da adottare nell’ambiente di lavoro
- Forniscono informazioni su:
  - analisi dei rischi;
  - programma di prevenzione e messa in conformità delle macchine;
  - procedure per la conformità delle macchine;
  - responsabilità del datore di lavoro;
  - formazione e addestramento del personale addetto agli impianti.
- Impongono agli utenti l’adeguamento del parco macchine esistente in conformità alle disposizioni della Direttiva Macchine.

## DIRETTIVA MACCHINE

### La “Direttiva Macchine” 2006/42/CE è destinata ai costruttori di macchine e componenti di sicurezza ed ha come obiettivi:

- La definizione dei requisiti di sicurezza e tutela della salute per il miglioramento del grado di protezione dei lavoratori addetti a macchine pericolose.
- La progettazione, la realizzazione e l’immissione sul mercato dell’Unione Europea di macchine e componenti di sicurezza che rispettino i requisiti minimi di sicurezza stabiliti dalla Direttiva stessa.
- La libera circolazione negli Stati membri di macchine e componenti di sicurezza conformi alla Direttiva.

### La Direttiva Macchine:

- Si applica a macchine e componenti di sicurezza nuovi che vengono venduti, prestati o affittati, ed a macchine usate in caso di vendita, affitto o prestito.
- Stabilisce requisiti essenziali di sicurezza relativi alla progettazione e costruzione di macchine e componenti di sicurezza e definisce le procedure per la loro certificazione.
- È obbligatoria dal 1 gennaio 1995 per le macchine e dal 1 gennaio 1997 per i componenti di sicurezza.
- Dalle date sopraindicate, nell’Unione Europea possono essere commercializzati o messi in servizio solo prodotti conformi alla Direttiva.

## Procedure per la certificazione

### La Direttiva:

- Prevede procedure rigorose per i componenti di sicurezza e per le macchine ad alto rischio (elencate nell’allegato 4).
- Prevede procedure semplificate per macchine a medio e basso rischio (non comprese nell’allegato 4).
- Prevede che il costruttore rediga per ogni prodotto un fascicolo tecnico attestante i principi di sicurezza adottati per la progettazione, realizzazione, trasporto, uso e manutenzione della macchina o del componente di sicurezza.

## Dichiarazione di conformità

### Per certificare la conformità del prodotto alla Direttiva il costruttore deve:

- Apporre il marchio CE sul prodotto.
- Allegare una dichiarazione di conformità CE attestante il rispetto della Direttiva.

## SICUREZZA SUL LAVORO

### LA DIRETTIVA MACCHINE 2006/42/CE

#### Obiettivi principali della revisione

##### Chiarezza

- L'elenco dei prodotti oggetto della Direttiva è più esplicito.
- Sono state aggiunte nuove categorie di prodotti.
- Sono stati chiariti i confini di applicabilità con altre Direttive.
- Sono state migliorate le definizioni.

##### Aspetto legale certo

Al 4° Considerando è detto: "A fini di certezza di diritto è necessario definire il campo di applicazione della presente Direttiva e i concetti relativi all'applicazione della medesima con maggiore precisione possibile."

##### Migliorata l'applicabilità

- I criteri per la nomina degli Organismi Notificati sono più rigorosi.
- Sorveglianza del mercato. Gli obblighi degli Stati membri sono meglio definiti.
- Sono state fissate regole per il ritiro di prodotti pericolosi.

##### Le procedure di valutazione della conformità sono state modificate

- Non esiste più la possibilità di presentare il fascicolo tecnico a un organismo notificato senza che questo preveda alcuna verifica.
- Per tutte le procedure di valutazione di conformità è richiesto un controllo interno sulla fabbricazione (Allegato VIII). La responsabilità del controllo è solo del fabbricante.

##### **Nota sugli allegati che elencano le macchine pericolose e i componenti di sicurezza**

Rispetto alla DM 98/37/CE, nella DM 2006/42/CE l'Allegato 4, che elenca le macchine pericolose e i componenti di sicurezza, è stato arricchito dei blocchi logici per funzioni di sicurezza (p. es. unità di controllo programmabili, plc, ecc.). È stato poi creato un Allegato 5, comprendente un elenco non esaustivo dei componenti di sicurezza.

## Certificazioni

I certificati CE di tipo hanno una validità di 5 anni (annesso IX par. 9.3); dopodichè occorrerà una nuova certificazione.

## DIRETTIVA BASSA TENSIONE

La “Direttiva Bassa Tensione” 2006/95/CE ha come obiettivo quello di garantire che i materiali elettrici vengano progettati e costruiti in modo da assicurare la protezione delle persone contro i rischi di folgorazione derivanti dal loro uso o dall’influsso di agenti esterni sui materiali elettrici stessi.

La Direttiva si applica a tutto il materiale elettrico destinato ad un utilizzo con tensione nominale fra:

- 50V e 1000V in corrente alternata.
- 75V e 1500V in corrente continua.

L’ultima revisione della Direttiva è in vigore dal 16 gennaio 2007.

## DIRETTIVA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

La “Direttiva Compatibilità Elettromagnetica” 2004/108/CE ha come obiettivo che i dispositivi elettrici vengano progettati e costruiti in modo che:

- Il livello di emissione elettromagnetica sia limitato e tale da permettere ad altre apparecchiature elettriche di funzionare secondo il loro scopo.
- Il livello di immunità intrinseca ai disturbi esterni consenta loro di funzionare secondo lo scopo previsto.

La Direttiva si applica a tutti i dispositivi elettrici ed elettronici in grado di provocare disturbi elettromagnetici o il cui funzionamento può essere influenzato da interferenze esterne.

L’ultima revisione della Direttiva è in vigore dal 20 gennaio 2005.

## DIRETTIVA ATEX

La “**Direttiva ATEX**” **94/9/CE** si applica a tutti i prodotti destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva.

La Direttiva stabilisce i requisiti minimi di sicurezza che devono avere le costruzioni elettriche se impiegate in luoghi classificati pericolosi sotto l’aspetto del rischio di esplosione per presenza di gas o di polveri.

Il pericolo di esplosione è suddiviso in tre livelli:

- Categoria 1 : livello di massimo pericolo (zone 0 e 20)
- Categoria 2 : livello di pericolo elevato (zone 1 e 21)
- Categoria 3: livello di pericolo definito “normale” (zone 2 e 22).

La direttiva ATEX è in vigore dal 1 Luglio 2003.

## SICUREZZA SUL LAVORO

### ORGANISMI ACCREDITATI

Gli Organismi accreditati hanno, per ogni Stato membro, un ruolo ispettivo di controllo e di verifica del rispetto e dell'applicazione delle Direttive riguardanti le macchine e i componenti di sicurezza.

Ogni Stato è responsabile della nomina e del controllo dei propri Organismi.

Essi devono avere la competenza e le risorse necessarie per espletare attività di ispezione, analisi, assistenza tecnica, misurazione ecc..

In Italia l'Organismo incaricato è l'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro).

### ORGANISMI NOTIFICATI

Gli Organismi notificati sono autorizzati ad esaminare e certificare macchine e componenti di sicurezza in accordo con le Direttive ad essi applicabili.

Ogni stato membro dell'Unione Europea è tenuto a:

- Designare gli Organismi notificati indicandone le competenze.
- Comunicare alla Commissione Europea e agli altri stati membri l'elenco degli Organismi notificati.

La Commissione Europea pubblica nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE) una lista di tutti gli Organismi notificati allegando l'elenco dei servizi, delle macchine e/o componenti di sicurezza per cui essi sono autorizzati ad operare.

Gli Stati membri dell'Unione Europea devono verificare che tali Organismi rispettino determinati criteri etici e tecnici.



### NORME ARMONIZZATE

- Sono norme tecniche atte a soddisfare i requisiti essenziali delle Direttive.
- Sono prodotte dai vari comitati tecnici sotto il mandato della Commissione dell'Unione Europea.
- Vengono approvate ed adottate:
  - dal CEN (Comitato di Normalizzazione Europea);
  - o dal CENELEC (Comitato di Normalizzazione Elettrotecnica Europea).
- Sono quindi tradotte e pubblicate nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE) e nella Gazzetta Ufficiale di ogni Paese aderente.

### Stato delle Norme

**prEN...** indica un progetto di norma non ancora approvato definitivamente.

**EN...** indica una norma approvata ed in vigore.

**TS...** indica una specifica tecnica.

### Le Norme Europee legate alla sicurezza si dividono in 3 gruppi:

#### NORME DI TIPO A

Specificano i principi generali di progettazione applicabili a tutti i tipi di macchine:

**Es.** **EN ISO 12100** Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio.

#### NORME DI TIPO B

Si dividono in due categorie:

- **norme di tipo B1: riguardano un aspetto specifico della sicurezza**

**Es.** **EN ISO 13855** Posizionamento dei dispositivi elettrosensibili di sicurezza in riferimento alla velocità di avvicinamento delle parti del corpo umano.  
**EN ISO 13857** Distanze di sicurezza per la protezione degli arti superiori e inferiori.  
**EN 60204** Sicurezza dell'impianto elettrico a bordo macchina ecc.  
**EN ISO 13849 - 1,2** Elementi dei sistemi di comando relativi alla sicurezza.

▪ **norme di tipo B2: riguardano i dispositivi di sicurezza**

<b>Es.</b>	<b>EN 61496-1</b>	dispositivi elettrosensibili di protezione - principi generali e prove.
	<b>EN 61496-2</b>	dispositivi elettrosensibili di protezione - particolari requisiti per dispositivi che utilizzano elementi optoelettronici attivi (barriere fotoelettriche).
	<b>EN 61496-3</b>	dispositivi elettrosensibili di protezione - particolari requisiti per dispositivi fotoelettrici attivi di protezione che rispondono alla riflessione diffusa (laser scanner).
	<b>EN ISO 13850</b>	dispositivi di arresto di emergenza.

**NORME DI TIPO C**

Riguardano specifici tipi di macchine.

<b>Es.</b>	<b>EN 692</b>	presse meccaniche.
	<b>EN 693</b>	presse idrauliche.
	<b>EN 415</b>	macchine per imballaggio.
	<b>EN 415-4</b>	palettizzatori e depalettizzatori.
	<b>EN ISO 10218</b>	robot industriali.

- Una norma di tipo C è prioritaria rispetto alle norme di tipo A e B.
- In assenza di norme di tipo C è possibile raggiungere la conformità alla Direttiva utilizzando le norme di tipo A e B.

**Che cos'è la IEC TS 62046 - Applicazione ed integrazione dei dispositivi elettrosensibili di protezione**

La specifica tecnica IEC TS 62046 Ed.2 - 2008, fornisce raccomandazioni per l'installazione e l'uso dei Dispositivi Elettrosensibili di Protezione (ESPE). Si applica quindi principalmente a Barriere Fotoelettriche, Laser Scanner, Bordi e Tappeti sensibili. Questo documento, che definisce lo stato dell'arte, vuole rispondere alle esigenze del costruttore e dell'utilizzatore della macchina.

La IEC TS 62046 in sostanza disciplina non tanto la costruzione di un dispositivo elettrosensibile, quanto il suo corretto posizionamento ed interfacciamento col macchinario. L'obiettivo è quello di assicurare che, attraverso una corretta scelta e applicazione del dispositivo di protezione, i rischi di infortunio per l'operatore siano ridotti al minimo possibile. La IEC TS 62046 tratta nel dettaglio importanti aspetti legati all'uso degli ESPE, quali i criteri di scelta, le modalità d'uso, l'integrazione con il sistema di controllo della macchina, e dà anche indicazioni relative a particolari funzioni delle barriere fotoelettriche di sicurezza quali il Muting e il Blanking.



**LE NORME E GLI ENTI DI CERTIFICAZIONE IN NORD AMERICA**

L'Ente incaricato di sorvegliare le condizioni di sicurezza sul posto di lavoro è negli Stati Uniti la **Occupational Health and Safety Administration (OSHA)**. Inoltre, i singoli stati dell'Unione possono avere propri organismi di sorveglianza e promulgare normative più rigorose di quelle stabilite dall'OSHA. L'OSHA verifica l'applicazione delle leggi e dei regolamenti che sono in vigore a livello federale e, a sua volta, pubblica degli standard riguardanti l'utilizzo e le caratteristiche dei dispositivi di sicurezza e/o delle macchine utensili.

Un esempio importante di tale attività è lo standard OSHA 1910.217 – Mechanical Power Presses - riguardante le presse meccaniche.

L' **American National Standard Institute (ANSI)** pubblica norme riguardanti la sicurezza delle macchine utensili o particolari aspetti della loro costruzione o del loro funzionamento. Per la preparazione di tali standard, l'ANSI si serve spesso del contributo di associazioni volontarie quali la **Robotic Industry Association (RIA)** o la **Association for Manufacturing Technology (AMT)**.

**Esempi di importanti norme ANSI:**

**Gli standard B11**, quali:

- B11.1** Mechanical Power Presses (presse meccaniche).
- B11.2** Hydraulic Power Presses (presse idrauliche).
- B11.3** Power Press Brakes (presse piegatrici).
- B11.4** Shears (cesoie).
- B11.19** Performance Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding. When Referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards (criteri di progettazione, costruzione, manutenzione e funzionamento dei dispositivi di protezione menzionati in standard B11 riguardanti le macchine utensili).

## SICUREZZA SUL LAVORO

### Altre norme ANSI:

**B20.1** - Conveyor Belts – nastri trasportatori.

**ANSI/RIA R15.06** - Safety Requirements for Industrial Robots – requisiti di sicurezza dei robot industriali.

In Nord America, diversamente da quanto avviene in Europa, la dichiarazione di conformità alle norme vigenti non viene accettata come autorizzazione per la vendita e l'installazione di apparecchi elettrici.

Prima che una installazione possa essere operativa occorre sempre un controllo sul dispositivo o sull'impianto da parte delle autorità competenti (AHJ- Authorities Having Jurisdiction).

Se però il dispositivo è già certificato (Listed) da parte di un laboratorio riconosciuto (NRTL – Nationally Recognized Testing Laboratory), allora l'autorità competente è autorizzata a non verificare ulteriormente il prodotto. Il marchio di un NRTL assume in questo caso la valenza di conformità del prodotto agli standard di sicurezza.

In Nord America quindi la certificazione, anche se non obbligatoria, rende molto più agevole e sicura la vendita perché rivenditori, ispettori, utilizzatori, autorità locali accettano all'unanimità i prodotti marcati da un NRTL. Vale la pena ricordare ancora che quando una installazione è certificata esistono agevolazioni dal punto di vista assicurativo e maggiori garanzie nel senso che i sindacati potrebbero rifiutarsi di far lavorare i loro iscritti su macchine pericolose non certificate.

L'ente preposto al riconoscimento di un NRTL è l' OSHA.

Gli NRTL devono ottenere l'accreditamento per tutte le sedi nazionali ed estere per tutti i prodotti per i quali sono autorizzati a rilasciare certificazioni. Per ottenere l'accreditamento occorre, fra l'altro, dimostrare completa indipendenza da utenti, fornitori o rivenditori dei prodotti certificati.

Un NRTL può sviluppare e far approvare sue norme oppure usare norme prodotte da altri NRTL.

Ogni NRTL possiede un marchio univoco.

Fra gli NRTL autorizzati a rilasciare certificazioni per apparecchi e impianti elettrici uno dei più importanti è l' **Underwriters Laboratories Inc. (UL)**.



Il Marchio di Certificazione UL Listed indica che il prodotto è stato sottoposto a test e a valutazioni secondo le norme di sicurezza statunitensi. Il marchio UL Listed generico certifica quindi la conformità ai requisiti antincendio e di sicurezza elettrica.



L'UL certifica anche componenti quali le barriere di sicurezza in base ai propri standard UL 61496-1 e UL 61496-2 che derivano dagli standard internazionali **IEC 61496-1,2**. Inoltre, i sistemi che incorporano software di sicurezza possono essere certificati secondo la norma specifica **ANSI/UL 1998**. Per le barriere fotoelettriche di sicurezza (ESPE) è prevista un'apposita marcatura che sancisce la rispondenza alla specifica norma di prodotto e alla ANSI/1998. Le barriere di sicurezza Reer rispondono a tutti questi requisiti e riportano questa marcatura.



L'UL può anche certificare la conformità con gli standard canadesi, per conto del CSA (conferendo l'apposito marchio C-UL oppure il marchio C-UL-US per prodotti diretti sia al mercato canadese che a quello statunitense).

La **Canadian Standard Association (CSA)** è il principale organismo di standardizzazione canadese, che funge anche da ente di certificazione per quanto riguarda la conformità dei componenti di sicurezza alle norme canadesi. Come *Nationally Recognised Test Laboratory (NRTL) americano*, il CSA può testare la conformità di tutti i prodotti sotto la giurisdizione dell'OSHA e conferire il marchio CSA NRTL/C, equivalente al C-US UL; tale marchio si applica per esempio alle barriere di sicurezza.





## VALUTAZIONE DEI RISCHI

La Norma **EN ISO 14121 - 1** propone una procedura sistematica per la valutazione dei rischi con l'obiettivo di scegliere ed adottare le misure di sicurezza più idonee per ridurre o eliminare il rischio.

Un'analogia procedura viene descritta nell'**ANSI Technical Report B11.TR3**.

**La valutazione dei rischi è suddivisa in 4 fasi:**



Fig. 1 - Fasi della valutazione dei rischi

### 1. Determinazione dei limiti di impiego della macchina

Consiste nell'esame di tutti i prevedibili impieghi considerando il livello di addestramento, esperienza o attitudine dell'utente.

### 2. Identificazione dei fenomeni pericolosi

Consiste nell'elencare:

Tutti i rischi e gli elementi pericolosi (meccanici, elettrici, chimici ecc.)

Tutte le situazioni pericolose (carico-scarico manuale, accesso all'impianto ecc.)

Tutti gli eventi in grado di provocare danni (guasti o anomalie della macchina).

### 3. Stima del rischio

Si basa su 3 fattori:

Gravità del danno (reversibile, irreversibile, mortale)

Frequenza e durata di esposizione al pericolo

Possibilità di evitare il pericolo riferita a:

- rapidità di manifestazione dell'evento;
- possibilità di percezione del pericolo e prontezza di riflessi dell'operatore;
- possibilità di fuga.

### 4. Valutazione del rischio residuo

Esamina l'idoneità delle misure di sicurezza adottate.

## IL SISTEMA DI CONTROLLO DI SICUREZZA DELLE MACCHINE

Quando la sicurezza è subordinata al buon funzionamento del sistema di controllo della macchina, questo deve essere concepito in modo che la probabilità di suoi errori funzionali sia sufficientemente bassa. Se questo non è possibile, gli eventuali errori non devono portare alla perdita della funzione di sicurezza. Per soddisfare questi requisiti è consigliabile utilizzare le norme armonizzate create con il mandato della Commissione Europea (presunzione di conformità). In caso di sinistro, infatti, l'uso delle norme armonizzate permette di evitare perdite di tempo e costi supplementari nel caso occorra dimostrare la conformità del sistema di controllo di sicurezza ai requisiti essenziali della Direttiva Macchine.

Nel seguito esponiamo i principi fondamentali delle nuove norme – principalmente la ISO 13849-1 e la IEC 62061- che hanno sostituito la EN954-1 nella regolamentazione dei sistemi di controllo delle macchine.

### La vecchia EN 954-1 Sicurezza del macchinario – Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza – Principi generali per la progettazione.

Fino al 31 Dicembre 2011 le parti del sistema di controllo della macchina relative alla sicurezza potevano essere progettate in conformità alla norma EN 954-1. A partire da gennaio 2012 la norma in vigore è la ISO 13849-1 oppure la IEC 62061.

La **EN 954-1** è norma armonizzata dal 1996. Classifica il sistema di controllo di sicurezza entro una di cinque categorie.

## Categorie di sicurezza

Per differenti parti della macchina la valutazione del rischio può condurre a diversi livelli di rischio. Di conseguenza, il grado (categoria) di sicurezza delle misure da adottare va commisurato al rischio da proteggere.

Per selezionare la categoria di sicurezza più idonea in funzione del rischio da proteggere occorre usare il cosiddetto grafico dei rischi.

## Selezione della categoria

### S gravità del danno

- S1** lesione leggera (normalmente reversibile)
- S2** lesione grave (normalmente irreversibile) o morte della persona.

### F frequenza / durata di esposizione al rischio

- F1** da rara a abbastanza frequente e/o tempo di esposizione corto
- F2** da frequente a continua e/o tempo di esposizione lungo.

### P possibilità di evitare il pericolo

- P1** possibile in particolari condizioni (fuga o intervento di terze persone)
- P2** quasi impossibile (il fenomeno si manifesta rapidamente).

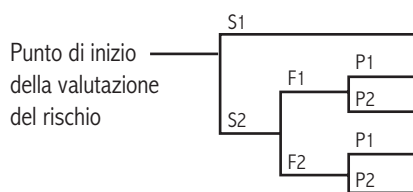
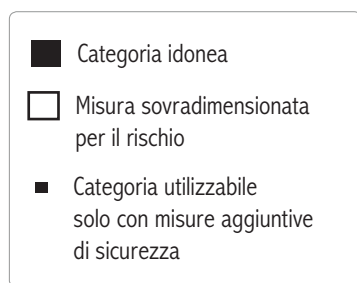


TABELLA DI SELEZIONE DELLE CATEGORIE

Categorie				
B	1	2	3	4
■	■	□	□	□
■	■	■	□	□
	■	■	■	□
	■	■	■	□
	■	■	■	■

Fig. 2 - Selezione della categoria

La resistenza ai guasti delle Cat. B e Cat.1 trae origine dalla robustezza dei componenti (si cerca di evitare il guasto).

La resistenza ai guasti delle categorie 2,3,4 trae origine dalla struttura del sistema (si cerca di controllare il guasto). In particolare si controlla il guasto tramite monitoraggio ciclico per la Cat.2, ridondanza per la Cat.3, ridondanza e monitoraggio per la Cat.4.

Alle categorie corrispondono precisi requisiti funzionali. Le modalità di guasto dei componenti sono definite e catalogate. Esiste quindi una esatta corrispondenza fra le categorie e il comportamento del sistema in caso di guasto (approccio deterministico).

Nota bene: il rapporto fra le categorie non è in tutti i casi pienamente gerarchico.

CATEGORIA	REQUISITI	COMPORAMENTO	PRINCIPI DI SICUREZZA
<b>B</b>	Dispositivi progettati, costruiti e combinati in conformità alle norme di riferimento per poter fare fronte agli eventi previsti.	Un guasto può condurre alla perdita delle funzioni di sicurezza.	Utilizzo di componenti selezionati.
<b>1</b>	Stessi requisiti della categoria B ma con utilizzo di principi di sicurezza e componenti affidabili e collaudati.	Un guasto può condurre alla perdita delle funzioni di sicurezza ma con minori probabilità rispetto alla categoria B.	
<b>2</b>	Sono utilizzati i requisiti della categoria 1. Inoltre: La funzione di sicurezza del dispositivo si basa su di un controllo ciclico comandato dal sistema di controllo della macchina.	Un guasto può portare alla momentanea perdita della funzione di sicurezza. Il guasto viene rilevato all'esecuzione del test prima dell'inizio del successivo ciclo di lavoro della macchina.	Utilizzo di strutture e circuiti di sicurezza in grado di effettuare il rilevamento del guasto e l'arresto della macchina.
<b>3</b>	Sono utilizzati i requisiti della categoria 1. Inoltre: Un singolo guasto non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Quando possibile il singolo guasto deve essere rilevato.	Non tutti i guasti possono essere rilevati. Quando si verifica un singolo guasto la funzione di sicurezza è sempre attiva. L'accumulo di guasti non rilevati può condurre alla perdita della funzione di sicurezza.	
<b>4</b>	Sono utilizzati i requisiti della categoria 1. Inoltre: Un singolo guasto non può portare alla perdita della funzione di sicurezza. Un singolo guasto è rilevato prima o al momento della richiesta della funzione di sicurezza. Se ciò non è possibile l'accumulo di guasti non deve condurre alla perdita della funzione di sicurezza.	Il rilevamento del guasto verrà effettuato in tempo utile a prevenire la perdita della funzione di sicurezza.	

### Limiti di impiego della EN 954-1

Il comportamento del sistema in caso di guasto non può però essere il solo metodo per determinare la prestazione di sicurezza di un sistema di controllo. Altri fattori, come ad esempio l'affidabilità dei componenti, possono svolgere un ruolo importante, forse determinante.

Questo concetto, in verità, è stato riconosciuto nella norma EN 954-1 in cui si afferma (allegato B) che "l'affidabilità dei componenti e la tecnologia utilizzata nella particolare applicazione possono portare ad una deviazione dalla categoria prevista".

Il processo di selezione della Categoria dovrebbe essere quindi il seguente:

- si individua prima la Categoria teorica, o di "Riferimento" sulla base dell'analisi del rischio (tramite il "grafico dei rischi")
- quindi si modifica la scelta della categoria in base alla affidabilità dei componenti, alla tecnologia utilizzata, ecc.

## SICUREZZA SUL LAVORO

Purtroppo la seconda fase di questo processo è in gran parte empirica, e poche indicazioni vengono fornite all'interno della norma.

Di conseguenza la selezione della categoria viene quasi sempre fatta riferendosi solo al grafico dei rischi senza considerare le modifiche dovute ad altri fattori oppure le modifiche apportate sono di natura così soggettiva che poi diventa difficile comprovare la sicurezza del sistema.

Inoltre, il prepotente ingresso dell'elettronica e in particolare dell'elettronica programmabile nei sistemi di controllo delle macchine ha reso ancora più evidente le carenze del modello deterministico, impraticabile per sistemi di controllo complessi, vale a dire sistemi che fanno uso di PLC, linee di comunicazione, azionamenti a velocità variabile e sensori programmabili.

Per valutare la prestazione di sicurezza di un sistema complesso è più conveniente calcolare quale sia la probabilità che esso possa fornire la sua funzione di protezione quando richiesto. Oppure, in altri termini, calcolare quale sia la probabilità che possa verificarsi un guasto pericoloso in un determinato periodo di tempo tenendo conto dell'affidabilità dei suoi componenti.

### Le nuove norme

Proprio per superare i limiti di applicazione della EN 954-1 sono state elaborate due nuove norme: la ISO 13849-1:2006 e la IEC 62061:2005 le quali, unendo i complessi concetti probabilistici a quelli deterministici noti cercano di adattarsi all'evoluzione tecnologica del settore del macchinario industriale.

Entrambe sono armonizzate alla Direttiva Macchine 2006/42/CE per il seguente requisito essenziale di sicurezza:

Allegato I: 1.2 Comandi.

Le due norme presentano un certo numero di differenze e sovrapposizioni, soprattutto per quanto riguarda i criteri di applicazione.

La ISO 13849-1 può essere utilizzata indipendentemente dal tipo di tecnologia e di energia utilizzata (meccanica, idraulica, pneumatica, elettrica). È valida solo per le cinque architetture in essa specificate.

La IEC 62061 è più adatta per sistemi di comando che usano energia elettrica. Vengono fornite formule per il calcolo dell'affidabilità dei sottosistemi solo per le quattro architetture in essa descritte e considerate tipiche del macchinario industriale, ma può essere utilizzata anche per altre architetture. Consente di integrare sottosistemi progettati in conformità con la ISO 13849-1: 1999 (EN 954-1).

### ISO 13849-1 Sicurezza del macchinario – Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza – Principi generali per la progettazione

La ISO 13849-1 nasce come revisione della EN 954-1.

Le complesse formule matematiche proprie della teoria della affidabilità dei sistemi sono state sostituite da tabelle pre-calcolate.

Alcuni concetti della EN 954 sono stati mantenuti: categorie, ridondanza, monitoraggio.

Alcuni sono stati modificati: grafico dei rischi, scelta delle categorie.

Il ruolo delle categorie non è più centrale come nella EN 954-1.

Al posto delle categorie, per valutare il grado di resistenza ai guasti, viene introdotto il concetto di Livello di prestazione (PL o Performance Level) che sta a indicare la capacità della parte del sistema di controllo della macchina relativo alla sicurezza (indicato di seguito con SRP/CS) di garantire la protezione entro predefinite condizioni di funzionamento.

Il parametro usato per valutare il PL del sistema di sicurezza è la sua Probabilità media di guasto pericoloso/ora. È considerato pericoloso un guasto che, se non rilevato, inibisce la funzione di protezione del sistema.

Sono previsti 5 livelli, da PLa a PLe

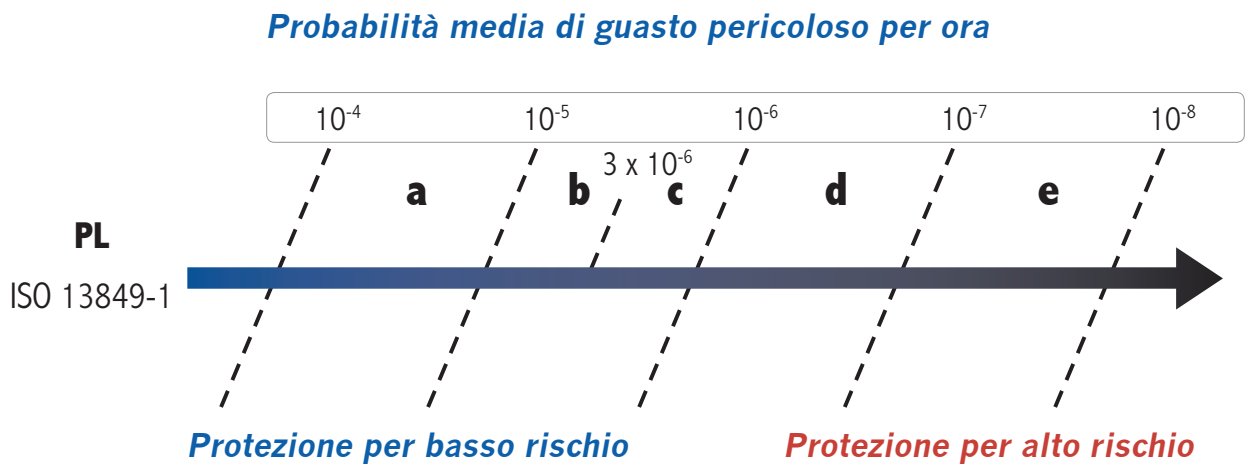


Fig. 3 - Tabella di ISO 13849-1

Quanto maggiore è il contributo alla riduzione del rischio tanto più bassa è la **Probabilità media di guasto pericoloso/ora**.

Il PL è funzione della architettura del sistema di controllo, della affidabilità dei componenti, della capacità di rilevare per tempo eventuali guasti interni che potrebbero limitare la funzione di sicurezza e della qualità del progetto.

Il seguente prospetto riassume gli aspetti qualitativi e quantitativi da rispettare se si vuole progettare un sistema di controllo di sicurezza conforme alla ISO 13849-1.

► **Consultare anche glossario a pag 28**

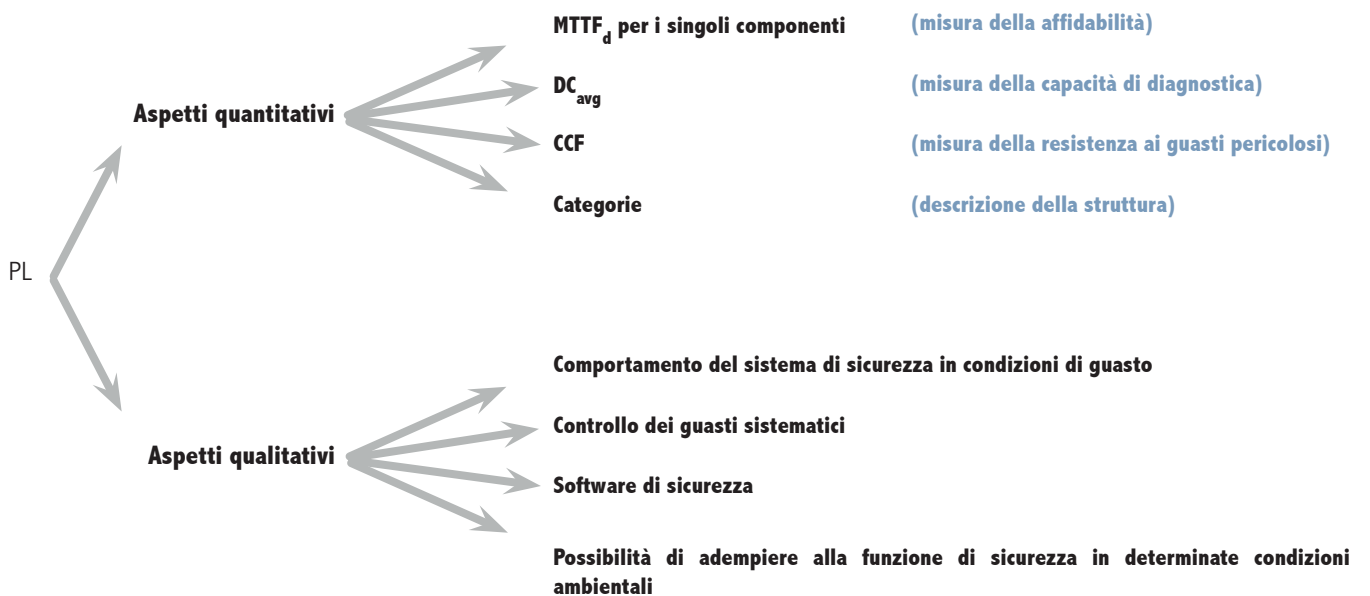


Fig. 4 - Aspetti aspetti qualitativi e quantitativi da rispettare per progettare un sistema di controllo di sicurezza

## SICUREZZA SUL LAVORO

Il progettista, per poter dichiarare un determinato valore di PL, deve quindi non solo calcolare la Probabilità media di guasto pericoloso/ora del circuito di controllo realizzato, ma deve anche dimostrare di aver ottemperato a tutti i requisiti riguardanti gli aspetti qualitativi stabiliti dalla norma.

Il progetto dovrà poi essere validato utilizzando la ISO 13849-2 Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 2: Validazione, che definisce le procedure e le condizioni da seguire per la convalida mediante analisi e prove:

- della funzione di sicurezza fornita
- della categoria raggiunta
- del livello di prestazione raggiunto.

### IMPORTANTE!

Il valore della Probabilità media di guasto pericoloso/ora è solo uno dei parametri che contribuiscono all'assegnazione del PL.

Per poter rivendicare un valore di PL bisogna altresì dimostrare e documentare di aver preso in considerazione e rispettato tutti i requisiti relativi

- al controllo dei guasti sistematici
- all'uso di componenti robusti e affidabili (rispondenti a norme di prodotto, ove disponibili)
- all'uso di norme di buona tecnica
- di aver tenuto conto delle condizioni ambientali in cui dovrà operare il sistema di sicurezza
- nel caso sia stato necessario scrivere software, di aver adottato tutti gli aspetti di organizzazione esemplificati nel modello di sviluppo a V di Fig. 6 della norma ISO 13849-1 e di aver rispettato i requisiti di sviluppo sia per il software applicativo che per quello incorporato.

Il processo di progettazione di un SRP/CS secondo la ISO 13849-1 può essere riassunto nei seguenti otto passi:

1. Individuazione della funzione di sicurezza tramite l'analisi dei rischi
2. Assegnazione del Performance Level richiesto (PLr) tramite il grafico dei rischi
3. Scelta della struttura del sistema (architetture) e delle tecniche di autodiagnosi
4. Realizzazione tecnica del sistema di controllo
5. Calcolo di MTTFd, DCavg e verifica di CCF
6. Calcolo di PL tramite la Tabella 5
7. Verifica del PL (se il PL calcolato è inferiore al PLr occorre ritornare al passo 3)
8. Validazione.

### Individuazione della funzione di sicurezza e assegnazione del Performance Level richiesto - PLr

Per ogni funzione di sicurezza individuata (tramite l'uso della ISO 14121 – Risk Assessment) il progettista decide il contributo alla riduzione del rischio che essa deve fornire, ossia il PLr.

Questo contributo non copre il rischio complessivo della macchina, ma solo quella parte del rischio legata alla applicazione di quella particolare funzione di sicurezza.

Il Parametro PLr rappresenta il Livello di Prestazione richiesto per quella funzione di sicurezza.

Il parametro PL rappresenta invece il Livello di prestazione dell'hardware che la implementa. Va da sé che il PL dell'hardware deve almeno essere uguale o superiore al PLr stabilito.

Lo strumento che viene utilizzato per stabilire quale dovrà essere il contributo alla riduzione del rischio fornito dalla funzione di sicurezza è un grafico del tipo ad albero delle decisioni che porta ad individuare in modo univoco il valore di PLr. Se vengono individuate più funzioni di sicurezza, per ognuna di esse occorre definire il PLr.

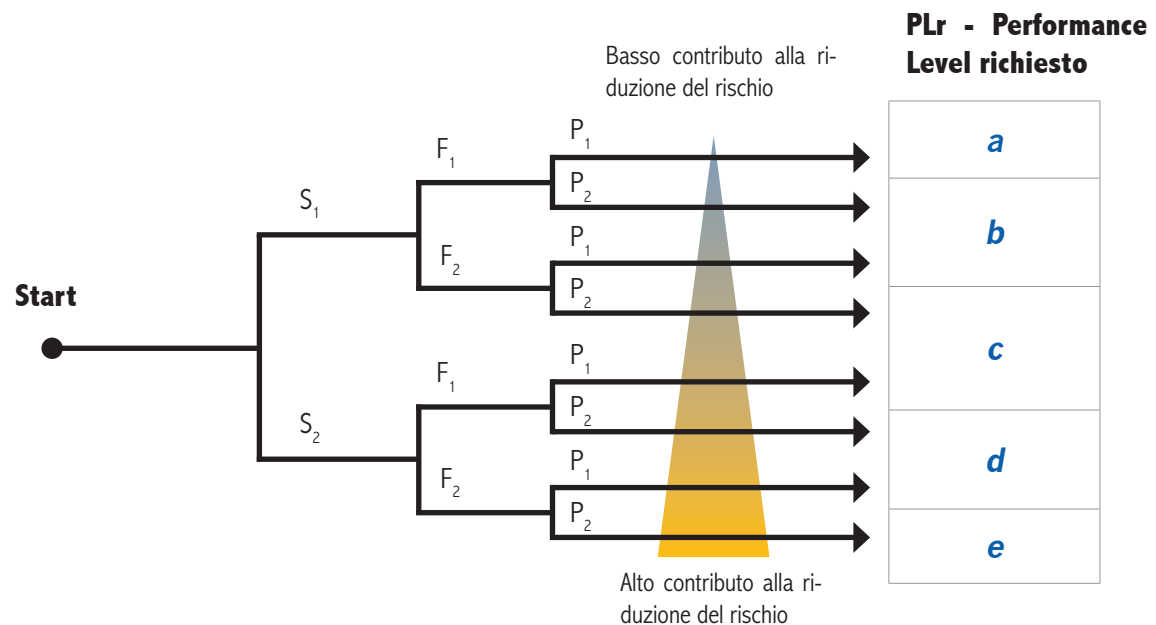


Fig. 5 - Grafico delle decisioni per determinare il valore di PLr

**S gravità del danno****S1** reversibile**S2** irreversibile**F frequenza o tempo di esposizione al rischio****F1** rara / breve**F2** continua / lunga**P possibilità di evitare il rischio o di limitare il danno****P1** possibile entro certe condizioni**P2** scarsamente possibile

**Nota:** Al contrario di quanto veniva detto nella EN954-1 a proposito delle Categorie, qui i PLr sono pienamente "gerarchici".  
PLr(e) fornisce il più alto contributo alla riduzione del rischio, PLr(a) il più basso.

**Realizzazione del sistema di controllo di sicurezza e calcolo del PL**

Dopo aver deciso il valore di PLr necessario bisogna progettare un SRP/CS idoneo, calcolare il PL risultante e verificare che sia maggiore o uguale al PLr.

Dalla figura 3 si è visto che per ricavare il valore di PL occorre calcolare la Probabilità media di guasto pericoloso/ora del sistema di controllo progettato.

Esistono diversi metodi per effettuare una stima della Probabilità media di guasto pericoloso/ora di un sistema di controllo di sicurezza.

L'uso di questi metodi presuppone che per ogni componente si conosca:

- il tasso di guasto ( $\lambda$ )
- la percentuale di ripartizione del tasso di guasto per tutte le modalità di guasto del componente (es. per un interruttore ad azione positiva: il contatto non si apre quando richiesto = 20% dei casi, il contatto non si chiude quando richiesto = 80% dei casi)
- l'effetto che ha ogni guasto sul comportamento del sistema di sicurezza (es. guasto pericoloso-  $\lambda_d$  oppure guasto non pericoloso-  $\lambda_s$ )
- la percentuale di guasti pericolosi rilevati dalle tecniche automatiche di autodiagnosi implementate rispetto al totale dei guasti pericolosi:  
 $\lambda_{dd} = \lambda_d \times DC$
- la percentuale di guasti pericolosi non rilevati dalle tecniche automatiche di autodiagnosi implementate rispetto al totale dei guasti pericolosi:  
 $\lambda_{du} = \lambda_d \times (1-DC)$ .

## SICUREZZA SUL LAVORO

La ISO 13849-1 semplifica il calcolo fornendo una tabella basata sulla modellazione di Markov nella quale il valore di probabilità media di guasto pericoloso per ora è già precalcolato per diverse combinazioni di Categorie, e di valori di massima di  $MTTF_d$  e di  $DC_{avg}$  che vengono determinati anch'essi tramite tabelle.

Indicazione di $MTTF_d$	Valori espressi in anni	Definizione $DC_{avg}$	Valore di DC $DC_{avg}$
Basso	$3 \leq MTTF_d < 10$	Nessuna	$DC < 60\%$
Medio	$10 \leq MTTF_d < 30$	Basso	$60\% \leq DC < 90\%$
Alto	$30 \leq MTTF_d < 100$	Medio	$90\% \leq DC < 99\%$
		Alto	$99\% \leq DC$

Il problema si riconduce quindi alla scelta dell'architettura, al calcolo di  $DC_{avg}$  in funzione delle tecniche di autodiagnosi implementate, al calcolo semplificato di  $MTTF_d$  del circuito progettato e alla verifica che siano rispettate le condizioni di indipendenza di funzionamento dei canali (CCF) nel caso di architetture ridondanti (Cat. 2,3 e 4).

La combinazione di Categoria e  $DC_{avg}$  adottata identifica una delle sette colonne di tabella 5; il valore di  $MTTF_d$  calcolato determina quale parte della colonna considerare. Sulla sinistra del grafico si legge poi il valore di PL corrispondente.

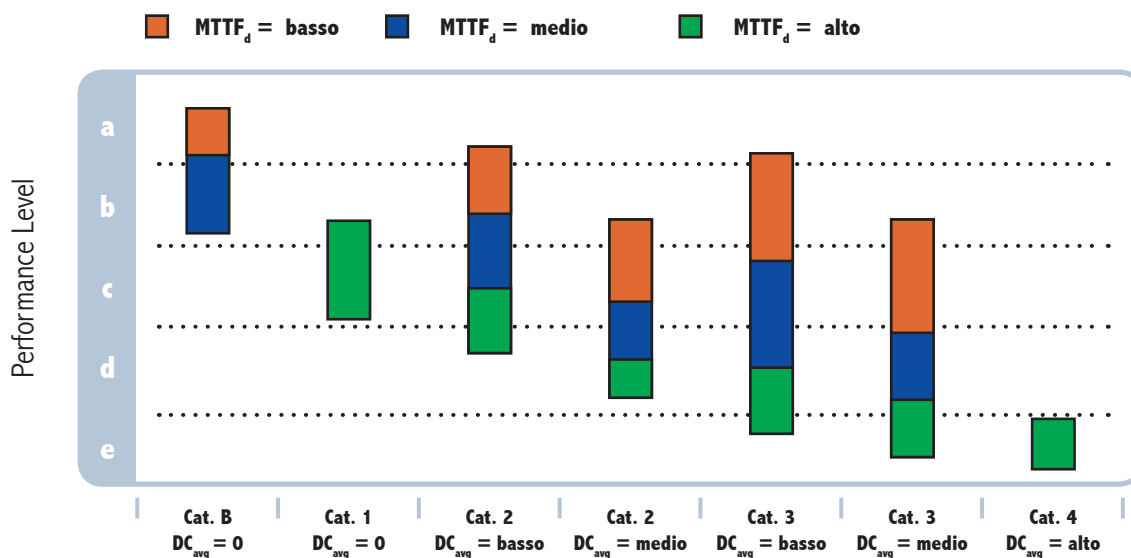


Fig. 6 - figura di ISO 13849-1

Può capitare che la parte di colonna scelta comprenda due o tre possibili valori di PL (es. nel caso di Cat. 3,  $DC_{avg} = \text{medio}$  e  $MTTF_d = \text{low}$  sono possibili i seguenti tre valori: PLb, PLc, PLd); in questi casi, per poter ricavare il valore di PL corretto si usa la tabella K.1 dell'Annesso K della Norma (qui non riportata) che fornisce in modo dettagliato i valori di Probabilità media di guasto pericoloso per ora e PL in funzione del valore puntuale di  $MTTF_d$  e della combinazione di Categoria e  $DC_{avg}$  implementati.

La Norma può essere usata solo se per il progetto del sistema di controllo ci si avvale di una (o più) delle cinque architetture prefissate.

Ad ogni architettura corrisponde una delle Categorie definite nella EN 954-1.

In un sistema progettato secondo la EN 954-1 la scelta della categoria è direttamente correlata al rischio tramite il grafico dei rischi; la ISO 13849-1, invece, è più flessibile, infatti per ogni Livello di Prestazione richiesto sono possibili più scelte.

Ad esempio si veda la tabella 5: per ottenere un sistema con PL pari a "c" sono possibili le seguenti cinque alternative:

1. Categoria 3 con  $MTTF_d = \text{basso}$  e  $DC_{avg} = \text{media}$
2. Categoria 3 con  $MTTF_d = \text{medio}$  e  $DC_{avg} = \text{bassa}$
3. Categoria 2 con  $MTTF_d = \text{medio}$  e  $DC_{avg} = \text{media}$
4. Categoria 2 con  $MTTF_d = \text{alto}$  e  $DC_{avg} = \text{bassa}$
5. Categoria 1 con  $MTTF_d = \text{alto}$ .



### Combinazione di più SRP/CS

Una funzione di sicurezza può essere composta da uno o più SRP/CS, e più funzioni di sicurezza possono utilizzare gli stessi SRP/CS.

I singoli SRP/CS, poi, potrebbero essere realizzati con architetture diverse.

Se la funzione di sicurezza è realizzata collegando in serie più SRP/CS (es. barriera di sicurezza, logica di controllo, uscita di potenza) e se per ciascuno di essi è noto il PL, la norma fornisce un modo semplice per calcolare il PL totale.

Si identifica la parte col PL più basso (PL low),

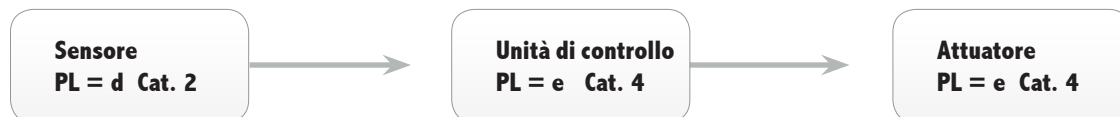
Si identifica il numero di parti che hanno PL = PL low

Si inseriscono i dati nella tabella seguente e si ricava il PL totale

PL (low)	n (low)		PL
a	>3	-->	-
	≤ 3		a
b	>2	-->	a
	≤ 2		b
c	>2	-->	b
	≤ 2		c
d	>3	-->	c
	≤ 3		d
e	>3	-->	d
	≤ 3		e

Il PL ricavato tramite questa tabella si riferisce a valori di Probabilità media di guasto pericoloso per ora che si trovano a metà per ognuno degli intervalli di Tabella 3 della ISO 13849-1

#### Esempio



Risulta: **PL low = d**      **N low = 1 (< 3)**

Quindi: **PL complessivo = d**

e il valore di Probabilità media di guasto pericoloso per ora dell'intero sistema sarà un numero compreso fra  $1 \times 10^{-6}$  e  $1 \times 10^{-7}$  (vedere Tabella 3 della ISO 13849-1).

### IEC 62061 Sicurezza del macchinario – Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per il controllo delle macchine.

La IEC 62061 è derivata dalla IEC 61508 – Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici / elettronici / elettronici programmabili relativi alla sicurezza.

**Nota:** La IEC 61508 è la norma internazionale di riferimento per la sicurezza funzionale dei sistemi elettrici elettronici ed elettronici programmabili. È divisa in sette parti. Le prime tre parti stabiliscono i requisiti di sicurezza sia per l'hardware che per il software mentre le rimanenti parti sono informative, di supporto per la corretta applicazione delle prime tre.

La IEC 62061 conserva le caratteristiche della IEC 61508, ne semplifica i requisiti di sicurezza (sia per l'hardware che per il software) adattandoli alle esigenze del macchinario industriale.

Sono presi in considerazione requisiti di sicurezza solo per il funzionamento "high demand mode" (richiesta della funzione di sicurezza maggiore di una volta per anno).

La norma si basa su due concetti fondamentali:

- Gestione della sicurezza funzionale
- Livello di integrità della sicurezza.

## SICUREZZA SUL LAVORO

### Gestione della sicurezza funzionale

Vengono precisati tutti quegli aspetti del processo di progettazione che sono necessari per raggiungere la sicurezza funzionale richiesta, che vanno quindi dall'assegnazione delle prescrizioni di sicurezza, alla documentazione, alla gestione del progetto fino alla validazione dello stesso.

Per ogni progetto dovrà essere redatto, documentato e aggiornato, per quanto necessario, un Piano della sicurezza funzionale.

Il piano della sicurezza funzionale dovrà individuare le persone, i reparti e le risorse responsabili delle attività di progettazione e costruzione del sistema di sicurezza.

### Livello di integrità della sicurezza (Safety Integrity Level: SIL)

Vengono fornite una metodologia e delle prescrizioni per:

- specificare i requisiti funzionali per ogni funzione di sicurezza da realizzare
- assegnare il Livello di Integrità della Sicurezza (SIL) per ogni funzione di sicurezza individuata
- consentire la progettazione di un sistema di controllo di sicurezza (SRECS) idoneo alla funzione di sicurezza da realizzare
- validare lo SRECS.

### Attribuzione del SIL

Per l'assegnazione del SIL si può usare il metodo descritto nell'allegato A (la norma consente tuttavia di avvalersi anche delle tecniche descritte nella IEC 61508-5).

Per ogni pericolo individuato occorre valutare:

- il grado di severità (Se) del possibile danno
- la frequenza e la durata (Fr) di esposizione al pericolo
- probabilità di evento pericoloso (Pr) legata al modo operativo della macchina
- l'evitabilità (Av) del pericolo. Tanto più è difficile evitare il pericolo tanto più alto sarà il numero rappresentativo dell'evitabilità del pericolo.

La tabella seguente, che è un estratto del form di figura A.3 della norma IEC 62061, permette di ricavare in modo semplice il SIL da assegnare alla funzione di sicurezza.

Conseguenze	Severità Se	Classe CI					Frequenza Fr	Probabilità evento pericoloso Pr	Evitabilità Av			
		4	5-7	8-10	11-13	14-15						
Morte, perdita di un occhio o di un braccio	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3	≥ 1 per ora	5	Molto alta	5		
Permanente: perdita di dita	3		OM	SIL 1	SIL 2	SIL 3	< 1 per ora ≥ 1 per giorno	5	Probabile	4		
Reversibile: intervento medico	2			OM	SIL 1	SIL 2	< 1 per giorno ≥ 1 per 2 sett	4	Possibile	3	Impossibile	5
Reversibile: pronto soccorso	1				OM	SIL 1	< 1 per 2 sett ≥ 1 per 1 anno	3	Scarsa	2	Possibile	3
							< 1 per anno	2	Trascurabile	1	Probabile	1

OM (Other Measures) = raccomandato l'uso di altre misure.

La somma dei punteggi ottenuti per gli attributi di frequenza, probabilità e evitabilità fornisce la classe di probabilità del danno:

$$CI = Fr + Pr + Av$$

Incrocando sulla tabella la classe ottenuta (CI) con il grado di severità individuato (Se) si ottiene il SIL.

Questo è un processo iterativo. Infatti, in funzione delle misure di protezione adottate, potrebbero variare alcuni parametri (es. Fr o Pr), in questo caso il processo di assegnazione del SIL va ripetuto usando i nuovi valori dei parametri che sono stati modificati.

Sono assegnati tre livelli: **SIL 1, SIL 2, SIL 3.**

### Probabilità media di guasto pericoloso per ora (PFH<sub>d</sub>)

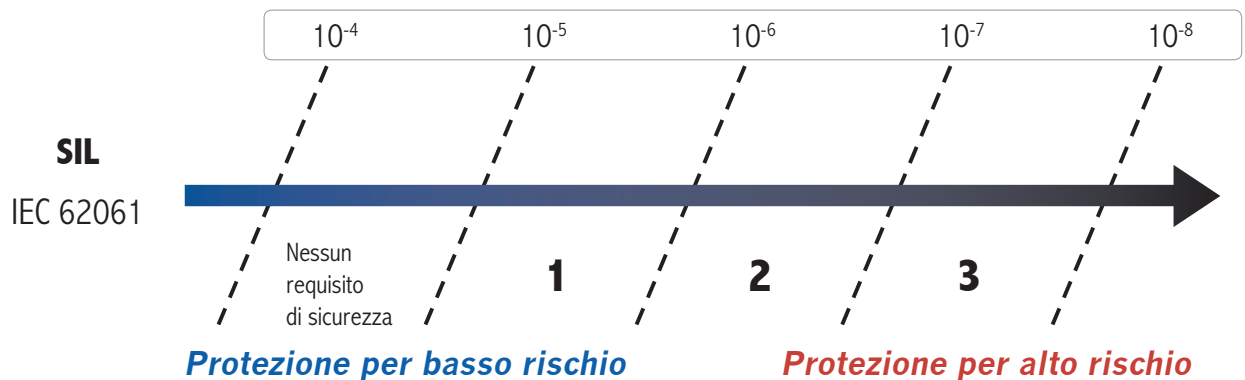


Fig. 7 - Tabella 3 di IEC 62061

Il SIL rappresenta quindi il livello di integrità della sicurezza che deve essere attribuito a uno SRECS affinché sia idoneo a svolgere la funzione di sicurezza assegnata e per tutto l'intervallo di tempo stabilito e nelle condizioni d'uso previste.

Il parametro usato per definire il SIL (Safety Integrity Level) è la probabilità di guasto pericoloso/ora (PFH<sub>d</sub>).

Maggiore è il SIL, minore è la probabilità che lo SRECS non esegua la funzione di sicurezza richiesta.

Per ogni funzione di sicurezza individuata dall'analisi di rischio deve essere definito il SIL.

### Processo di sviluppo e progetto

Ogni funzione di sicurezza individuata dalla analisi di rischio, dovrà essere descritta in termini di:

- requisiti funzionali (modo di funzionamento, tempo di ciclo, condizioni ambientali, tempo di risposta, tipo di interfaccia con altre parti o altre funzioni, livello di immunità EMC, ecc.)
- requisiti di sicurezza (SIL).

Ogni funzione di sicurezza verrà poi scomposta in blocchi funzionali (es. blocco funzionale delle informazioni di ingresso, blocco funzionale della elaborazione logica delle informazioni, blocco funzionale delle uscite).

Ad ogni blocco funzionale viene associato un sottosistema.

I sottosistemi saranno a loro volta composti da componenti elettrici interconnessi fra di loro; i componenti elettrici sono denominati elementi del sottosistema.

La realizzazione tecnica dello SRECS assumerà quindi una architettura tipica come in figura (qui è rappresentato il caso di un controllo di accesso realizzato tramite barriera fotoelettrica).

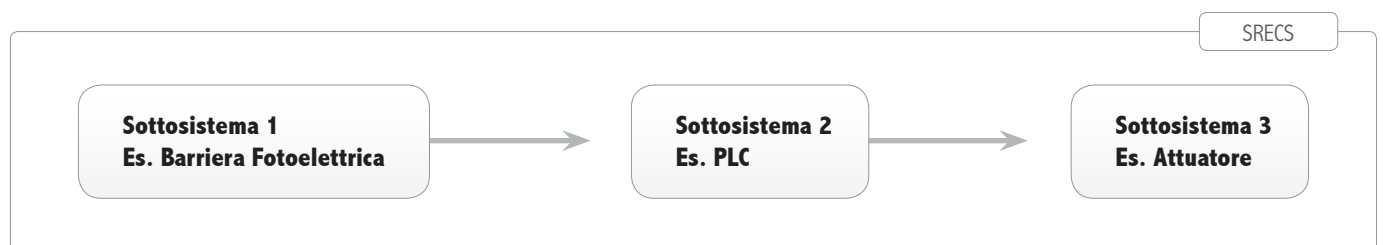
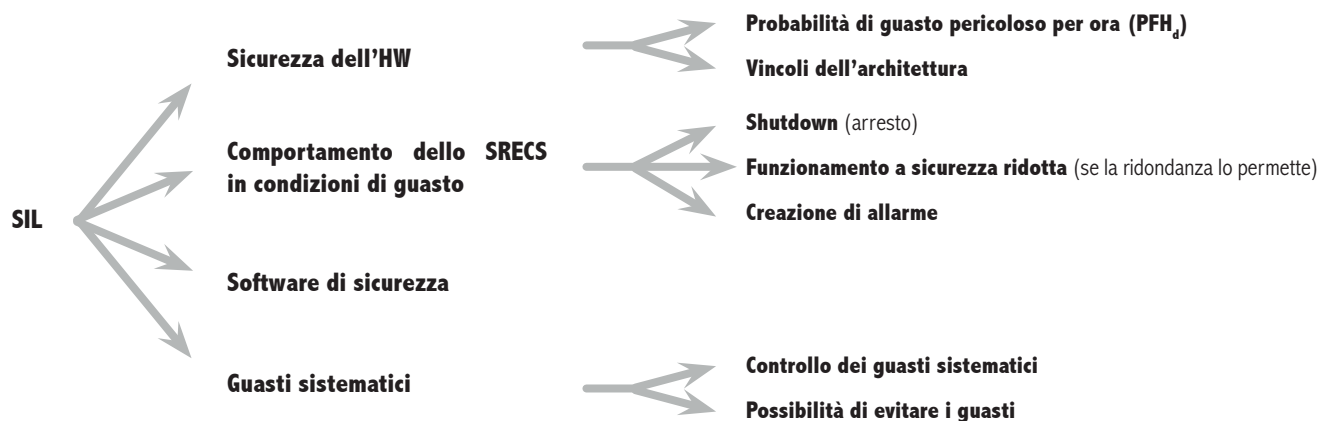


Fig. 8 - Architettura tipica della realizzazione tecnica dello SRECS

## SICUREZZA SUL LAVORO

Affinché poi lo SRECS soddisfi i requisiti funzionali e di sicurezza individuati, devono essere rispettate le prescrizioni per:



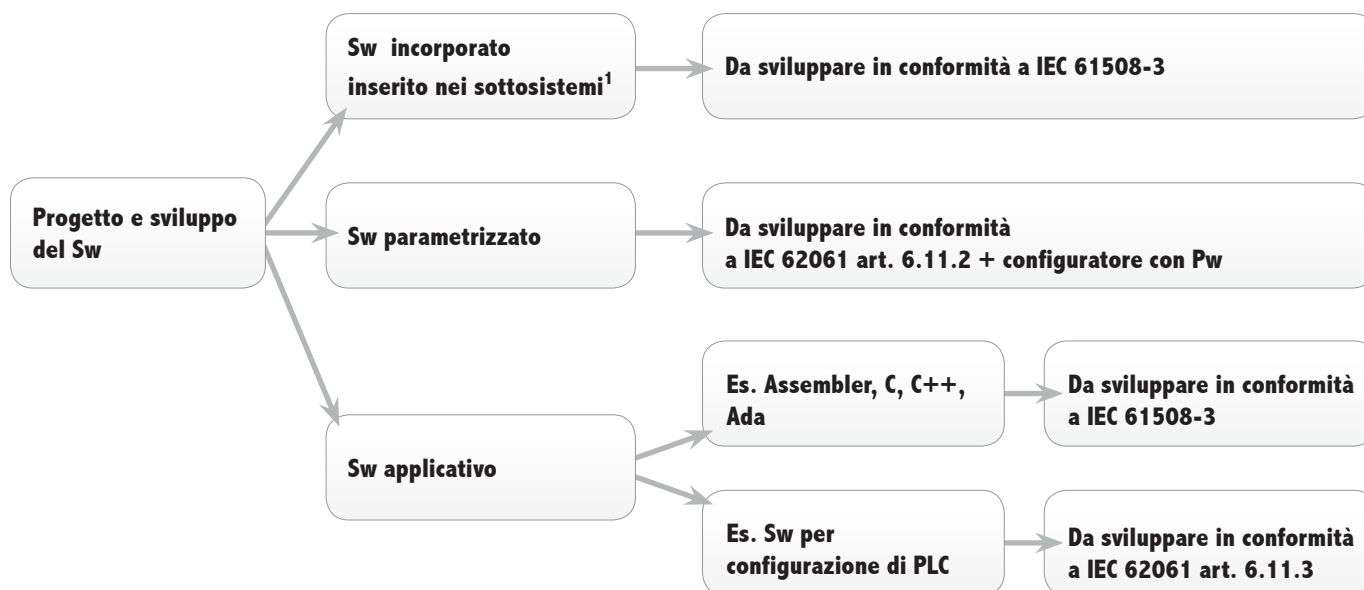
Ogni sottosistema dovrà essere realizzato tramite circuiti elettrici idonei ad ottenere il SIL richiesto.

Il massimo SIL raggiungibile da un sottosistema viene indicato con SILCL (SIL claim).

Il SILCL del sottosistema dipende quindi dal valore di PFH<sub>d</sub>, dai vincoli dell'architettura, dal suo comportamento in caso di guasto e dalla possibilità e capacità di controllo dei guasti sistematici.

### Software di sicurezza

Nel caso sia stato necessario scrivere software, il codice va sviluppato secondo quanto previsto dalle norme di riferimento in relazione al tipo di software prodotto secondo il seguente schema.



**Nota:** PLC di sicurezza, safety bus, azionamenti, barriere fotoelettriche di sicurezza e in genere tutti i dispositivi di sicurezza complessi che integrano logica programmabile e che fanno uso di software embedded, se vengono usati per la realizzazione di uno SRP/CS devono essere conformi alle rispettive norme di prodotto, se esistono, e alla IEC 61508 per gli aspetti che riguardano la sicurezza funzionale.

**IMPORTANTE!**

L'aspetto probabilistico è solo una dei componenti che contribuiscono all'assegnazione del SIL.

Per poter rivendicare un valore di SIL bisogna anche dimostrare e documentare:

- di aver adottato misure gestionali e tecniche idonee per raggiungere la sicurezza funzionale richiesta
- di aver redatto documentato e aggiornato il Piano della sicurezza funzionale
- di aver evitato per quanto possibile guasti sistematici
- di aver valutato (tramite prove e analisi) il comportamento del sistema di sicurezza nelle condizioni ambientali in cui dovrà operare
- di aver sviluppato il software dopo aver adottato tutti gli aspetti di organizzazione previsti.

**Calcolo di  $PFH_d$  del sottosistema**

Per poter calcolare il  $PFH_d$  del sottosistema occorrerà prima di tutto scegliere il tipo di architettura (struttura). La norma propone quattro architetture predefinite e per ognuna di esse fornisce una diversa formula semplificata per il calcolo di  $PFH_d$ .

Per effettuare questo calcolo si devono utilizzare i seguenti parametri:

- $\lambda_d$**  = Tasso di guasto pericoloso di ogni elemento del sottosistema.  
Si ricava dalla conoscenza del suo tasso di guasto  $\lambda$ , dalla percentuale di ripartizione del tasso di guasto per tutte le sue modalità di guasto e dall'analisi del comportamento del sottosistema in conseguenza del guasto prodotto (guasto pericoloso =  $\lambda_d$  oppure guasto non pericoloso =  $\lambda_s$ ).
- T1** = Proof Test. Intervallo di test di prova (verifica esterna e revisione che riporta il sistema nella condizione "come nuovo"). Di solito per il macchinario industriale viene fatto coincidere con la durata di vita (20 anni).
- T2** = Intervallo di test delle funzioni di diagnosi svolto dai circuiti interni del SRECS o da altri SRECS. Dipende quindi dal progetto o dai dispositivi usati.
- DC** = Copertura diagnostica (Diagnostic Coverage):  
Parametro che rappresenta la percentuale dei guasti pericolosi rilevati rispetto a tutti i guasti pericolosi possibili.  
DC dipende dalle tecniche di autodiagnosi implementate. Se si suppone infatti che un guasto può sempre verificarsi (altrimenti non ci sarebbe motivo di definire il  $\lambda$ ), che i meccanismi per il rilevamento dei guasti non sono tutti parimenti efficienti e immediati (dipendono dal tipo di guasto, per alcuni guasti può occorrere più tempo), che non è possibile pensare di poter rilevare tutti i guasti, che tuttavia adottando opportune architetture circuitali ed efficaci test è possibile rilevare la maggior parte dei guasti pericolosi, allora si può definire un parametro DC che dà una stima dell'efficienza delle tecniche di auto-diagnosi implementate.  
La IEC 62061 non fornisce informazioni per ricavare il DC in funzione delle tecniche di diagnosi implementate, ma si possono usare quelle della IEC 61508-2 Allegato A.
- $\beta$**  = Fattore di guasto per cause comuni. Fornisce una indicazione del grado di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema ridondante.

Dopo aver calcolato il valore di  $PFH_d$  del sottosistema tramite le formule proposte dalla norma, dalla Tabella 3 si ricava il SILCL corrispondente e si verifica che sia compatibile con i vincoli imposti dall'architettura scelta. Il SILCL che può raggiungere un determinato sottosistema è limitato dalla tolleranza ai guasti dell'hardware e dal valore di SFF secondo la seguente tabella:

(Tabella 5 di IEC 62061)

Frazione di guasto in sicurezza (SFF)	Tolleranza al guasto dell'hardware		
	0	1	2
SFF < 60%	Non permesso	SIL 1	SIL 2
60% ≤ SFF < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% ≤ SFF < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 3
SFF ≥ 99%	SIL 3	SIL 3	SIL 3

## SICUREZZA SUL LAVORO

La frazione di guasto in sicurezza del sottosistema (SFF) è, per definizione, la frazione del tasso di guasto globale che non comporta un guasto pericoloso

$$SFF = (\Sigma\lambda s + \Sigma\lambda dd) / (\Sigma\lambda s + \Sigma\lambda dd + \Sigma\lambda du).$$

I valori  $\lambda dd$  (tasso di guasto dei guasti pericolosi rilevabili) e  $\lambda du$  (tasso di guasto dei guasti pericolosi che non è possibile rilevare) si ricavano dalla conoscenza della efficacia delle tecniche di diagnosi implementate.

Conoscendo il valore di  $PFH_d$  e SILCL di ogni sottosistema è ora possibile calcolare il SIL dello SRECS.

Infatti:

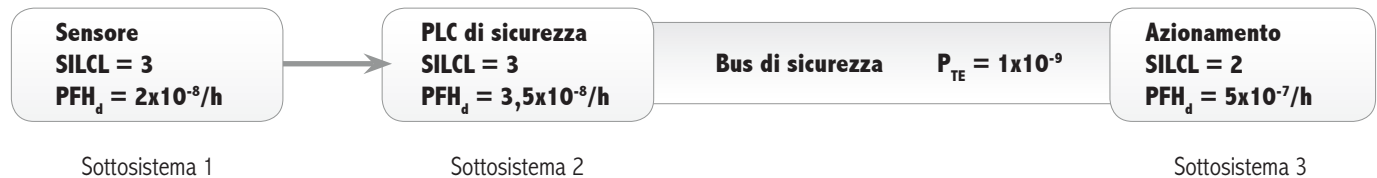
La probabilità di guasto pericoloso/ora globale dello SRECS sarà uguale alla somma delle probabilità di guasto pericoloso/ora dei sottosistemi che concorrono alla sua realizzazione e dovrà includere, se necessario, anche la probabilità di guasto pericoloso per ora ( $P_{TE}$ ) delle eventuali linee di comunicazione di sicurezza:

$$PFH_d = PFH_{d1} + \dots + PFH_{dN} + P_{TE}$$

Noto il  $PFH_d$ , dalla Tabella 3 si ricava il SIL corrispondente.

Il SIL ottenuto dovrà essere poi paragonato ai SILCL dei sottosistemi nel senso che esso potrà essere solo uguale o inferiore al SILCL più basso dei sottosistemi che compongono lo SRECS.

**Esempio:**



$$PFH_d(\text{sistema}) = PFH_d(ss1) + PFH_d(ss2) + PFH_d(ss3) + P_{TE} = 5,56 \times 10^{-7}/h$$

$$SIL = 2$$

Va inoltre ricordato che nel caso che un sottosistema sia condiviso da due o più funzioni di sicurezza che richiedono SIL diversi, esso dovrà soddisfare il SIL maggiore.

## CONCLUSIONI

I metodi proposti nella EN ISO 13849-1 riducono le difficoltà di calcolo del valore di Probabilità media di guasto pericoloso per ora rispetto a quanto richiesto dalla IEC 61508 fornendo un approccio pragmatico che meglio si adatta alle esigenze del settore delle macchine utensili.

Mantenendo le categorie e altri concetti fondamentali, come la funzione di sicurezza e il grafico del rischio, viene assicurata una continuità con la EN 954 - 1 del 1996.

L'aver voluto mantenere l'approccio quanto più lineare possibile fa sì che la EN ISO 13849-1 / EN 954-1 abbia dei limiti. Se si prevede l'impiego di tecnologie complesse (ad esempio elettronica programmabile, bus di sicurezza, architetture diverse da quelle stabilite, ecc.), è più appropriato progettare mediante la IEC 62061.

Se si usano dispositivi e/o sottosistemi che rispondono alla EN ISO 13849-1, la norma IEC 62061 specifica come incorporarli nello SRECS.

Non è possibile individuare una perfetta corrispondenza biunivoca fra PL e SIL.

È però possibile confrontare la parte probabilistica di PL e SIL perché usano lo stesso concetto, Probabilità media di guasto pericoloso per ora, per definire il grado di resistenza ai guasti.

È importante avvertire tuttavia che, anche se il concetto probabilistico usato nelle due norme è lo stesso, il valore che si ottiene può essere diverso perché i metodi di calcolo non hanno lo stesso rigore in entrambe le norme.

La IEC 62061 infatti, per la valutazione del  $PFH_d$ , usa un metodo basato su formule che derivano dalla teoria dell'affidabilità dei sistemi. Il valore così calcolato può, in certi casi (ridotto numero di componenti, sistemi di autodiagnosi molto efficienti), essere molto basso (molto buono).

La ISO 13849-1, per semplificare e rendere più veloce la stima della Probabilità di guasto pericoloso per ora si serve di tabelle e approssimazioni che devono necessariamente tener conto del " caso peggiore", di conseguenza i valori ottenuti sono in genere più alti (meno buoni) di quelli calcolati con la IEC 62061.

Occorre quindi prestare particolare attenzione nel calcolo del PL complessivo di un sistema serie, come per esempio il seguente:



Se si calcola infatti la probabilità di guasto pericoloso per ora risultante dell'intero sistema sommando i valori di  $PFH_d$  delle singole parti calcolate secondo la IEC 62061 e non utilizzando il sistema di calcolo descritto nella ISO 13849-1, occorre tener comunque conto per le singole parti dei limiti imposti dalle categorie che limitano il PL massimo raggiungibile a quello effettivamente previsto dalla ISO 13849-1 (v. tabella 5 della norma).

Altrimenti potrebbe risultare un valore di PL del sistema più alto di quello reale.

A titolo puramente indicativo e ricordando che è opportuno confrontare i range di probabilità di guasto pericoloso per ora, ma non i valori puntuali, si può utilizzare la seguente tabella:

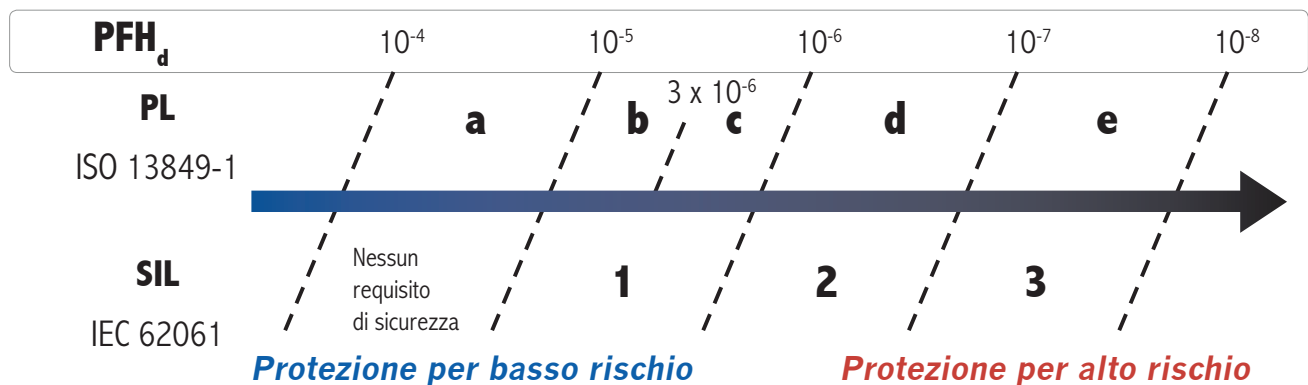


Fig. 9 - Prescrizioni da rispettare per soddisfare i requisiti funzionali e di sicurezza

## Glossario

Sigla	Definizione	Norma di Riferimento	Descrizione
$\beta$ (Beta)	Common cause failure factor	IEC 62061	Fattore di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema a più canali. È un numero compreso fra 0,1 e 0,01 in funzione del valore di CCF raggiunto.
$\lambda$ (Lambda)	Failure rate	IEC 62061	Frequenza di guasto dei guasti di tipo casuale. La frequenza del verificarsi dei guasti di tipo casuale nel tempo di un componente viene comunemente indicata col nome di "tasso di guasto" (Failure Rate) e si misura in numero di guasti per unità oraria. Il suo inverso è detto "tempo medio fra i guasti" ed è misurato in ore; è comunemente indicato con la sigla MTBF (Mean Time Between Failures). I guasti casuali sono provocati da improvvise accumulazioni di sollecitazioni oltre la resistenza massima di progetto del componente. Possono capitare ad intervalli casuali e in maniera del tutto inaspettata. La frequenza di guasto presa su tempi sufficientemente lunghi è pressochè costante. I metodi di calcolo del valore di PFH <sub>d</sub> descritti nelle due norme si riferiscono solo alla stima dei guasti di tipo casuale. L'unità di misura comunemente usata per indicare il tasso di guasto è il FIT (Failure In Time) che corrisponde a un guasto per miliardo di ore di funzionamento (F=1 quindi significa un guasto ogni 109 ore).
$\lambda_s$	Safe failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti non pericolosi. I guasti non pericolosi sono quelli che non hanno effetto sulla prestazione di sicurezza del sistema di controllo. In loro presenza il sistema di controllo continua a garantire protezione.
$\lambda_d$	Dangerous failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti che possono portare a funzionamenti pericolosi. I guasti pericolosi sono quelli che impediscono al sistema di controllo di continuare a fornire protezione.
$\lambda_{dd}$	Dangerous detected failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti pericolosi rilevabili. I guasti pericolosi rilevabili sono quelli che possono essere individuati dai sistemi automatici di autodiagnosi.
$\lambda_{du}$	Dangerous undetected failure rate	IEC 62061	Tasso di guasto dei guasti pericolosi che non è possibile rilevare. I guasti pericolosi non rilevabili sono quelli che non possono essere rilevati dai sistemi di autodiagnosi interni. Sono quelli che determinano il valore di PFH <sub>d</sub> e, di conseguenza, il valore di SIL o PL.
Cat.	Category	ISO 13849-1	La Categoria è il parametro principale che va preso in considerazione per raggiungere un determinato valore di PL. Specifica il comportamento del SRP/CS in relazione alla resistenza ai guasti e al conseguente comportamento in condizioni di guasto. In funzione della disposizione strutturale delle parti vengono definite cinque categorie.
CCF	Common Cause Failure	ISO 13849-1 IEC 62061	Guasto per cause comuni. Guasto risultante da uno o più eventi che provoca il malfunzionamento contemporaneo dei canali di un sistema a due o più canali. Fornisce una indicazione del grado di indipendenza di funzionamento dei canali di un sistema ridondante. Viene valutato assegnando un punteggio. Il massimo punteggio raggiungibile è 100.
DC	Diagnostic Coverage	ISO 13849-1 IEC 62061	Riduzione della probabilità di guasti pericolosi dell'hardware derivanti dal funzionamento dei sistemi automatici di autodiagnosi. Indica quanto il sistema sia efficiente nel rilevare per tempo un proprio eventuale malfunzionamento. Viene espresso con una percentuale compresa fra il 60% e il 99%.
MTTF <sub>d</sub>	Mean Time to dangerous Failures	ISO 13849-1	Durata media di funzionamento, espressa in anni, prima che capiti un guasto casuale potenzialmente pericoloso (e non guasto generico). Può essere riferita a un singolo componente, oppure a un singolo canale, oppure al sistema di sicurezza completo.



Sigla	Definizione	Norma di Riferimento	Descrizione
PFH <sub>d</sub>	Probability of dangerous Failure /Hour	IEC 62061	Probabilità media di guasto pericoloso in 1 h. Rappresenta in modo quantitativo il fattore di riduzione di rischio fornito dal sistema di controllo di sicurezza.
PL	Performance Level	ISO 13849-1	Livello di prestazione. Nella ISO 13849-1, per valutare il grado di resistenza ai guasti viene usato il concetto di "Livello di prestazione" (PL). Rappresenta la capacità da parte di un SRP/CS di svolgere una funzione di sicurezza entro prevedibili condizioni di funzionamento. Sono stabiliti 5 livelli, da PLa a PLe. PLe fornisce il più alto livello di riduzione del rischio, PLa il più basso.
PLr	Performance Level required	ISO 13849-1	Livello di prestazione richiesto. Rappresenta il contributo alla riduzione del rischio che deve fornire ogni funzione di sicurezza implementata nel SRP/CS. Il valore di PLr si determina tramite l'uso del grafico dei rischi.
SIL	Safety Integrity Level	IEC 62061	Livello di integrità della sicurezza. Livello discreto (uno dei tre possibili) che serve per descrivere la resistenza ai guasti di un sistema di controllo di sicurezza secondo la norma IEC 62061, dove il livello 3 garantisce la protezione più elevata e il livello 1 la più bassa.
SILCL	SIL CLaim	IEC 62061	Massimo SIL che può raggiungere un sottosistema in funzione della sua architettura e della sua capacità di rilevamento dei guasti.
SRP/CS	Safety Related Parts of Control Systems	ISO 13849-1	Parte del sistema di controllo della macchina che è in grado di mantenere o portare la macchina in uno stato sicuro in funzione dello stato di determinati sensori di sicurezza.
SRECS	Safety Related Electrical, electronic and programmable electronic Control System	IEC 62061	Sistema di controllo di sicurezza elettrico, elettronico, elettronico programmabile il cui guasto aumenta immediatamente il grado di rischio associato al funzionamento della macchina.
T1	Proof test interval	IEC 62061	Intervallo di test di prova. Il Proof test è una verifica di tipo esterno e manuale che serve per rilevare avarie e decadimenti nelle prestazioni dei componenti che non possono essere rilevate dai sistemi interni di autodiagnosi. L'unità di misura è il tempo (mesi oppure, più comunemente, anni).
T2	Diagnostic test interval	IEC 62061	Intervallo di test delle funzioni di autodiagnosi. Tempo che intercorre fra un test di possibili avarie interne e quello successivo. I test sono condotti in modo automatico da appositi circuiti che possono essere interni allo SRECS oppure appartenere ad altri SRECS. L'unità di misura è il tempo (da millisecondi a ore).
SFF	Safe Failure Fraction	IEC 62061	Frazione del tasso di guasto globale che non comporta un guasto pericoloso. Rappresenta la percentuale di guasti non pericolosi rispetto al numero di guasti totali del sistema di controllo di sicurezza.

# BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## ELEMENTI CARATTERISTICI

Le barriere fotoelettriche di sicurezza sono dispositivi elettrosensibili composti da uno o più raggi che emessi da un elemento Emittitore e ricevuti da un elemento Ricevitore, creano un'area immateriale controllata. Le caratteristiche fondamentali sono:

### Livello di sicurezza

- definisce i principi di autocontrollo e sicurezza presenti nel dispositivo,
- deve essere scelto in funzione del livello di rischio presente sulla macchina.

Quando il dispositivo di sicurezza scelto è una barriera fotoelettrica (**AOPD** Active Optoelectronic Protective Device) esso può solo essere di **TIPO 2** o di **TIPO 4** come stabilito dalla Norma Internazionale **IEC 61496 1-2**.

#### **NOTA: perché “Tipo” e non “Categoria”?**

Quando si parla di barriere fotoelettriche e di laser scanner di sicurezza normalmente ci si riferisce al loro “tipo” e non alla loro “categoria” di sicurezza.

Per gli altri dispositivi elettronici di protezione, invece, si usa il termine “categoria”. Questa distinzione è dovuta alla norma internazionale IEC 61496, in cui viene introdotto il concetto di “tipo” per definire il Livello di sicurezza dei dispositivi optoelettronici di protezione.

In pratica, il “tipo” aggiunge dei requisiti sostanzialmente di tipo ottico a quei requisiti che, per i dispositivi puramente elettronici, sono definiti dalla “categoria”.

Perciò, una barriera per esempio di tipo 2 sarà una barriera conforme ai requisiti previsti per l'elettronica di categoria 2 e in più i cui raggi avranno determinate caratteristiche, tra cui un certo angolo di apertura, una certa immunità alle interferenze ottiche, e così via. Lo stesso vale per le barriere di tipo 4 e per i laser scanner di tipo 3.

### Altezza protetta

È l'altezza controllata dalla barriera. Se essa è posizionata orizzontalmente tale valore indica la profondità della zona protetta.

### Portata

È la massima distanza operativa che può esistere tra emettitore e ricevitore. Nell'utilizzo di specchi deviatori è necessario tenere in considerazione il fattore di assorbimento che ciascuno di essi introduce e che mediamente è del 15%.

### Tempo di risposta

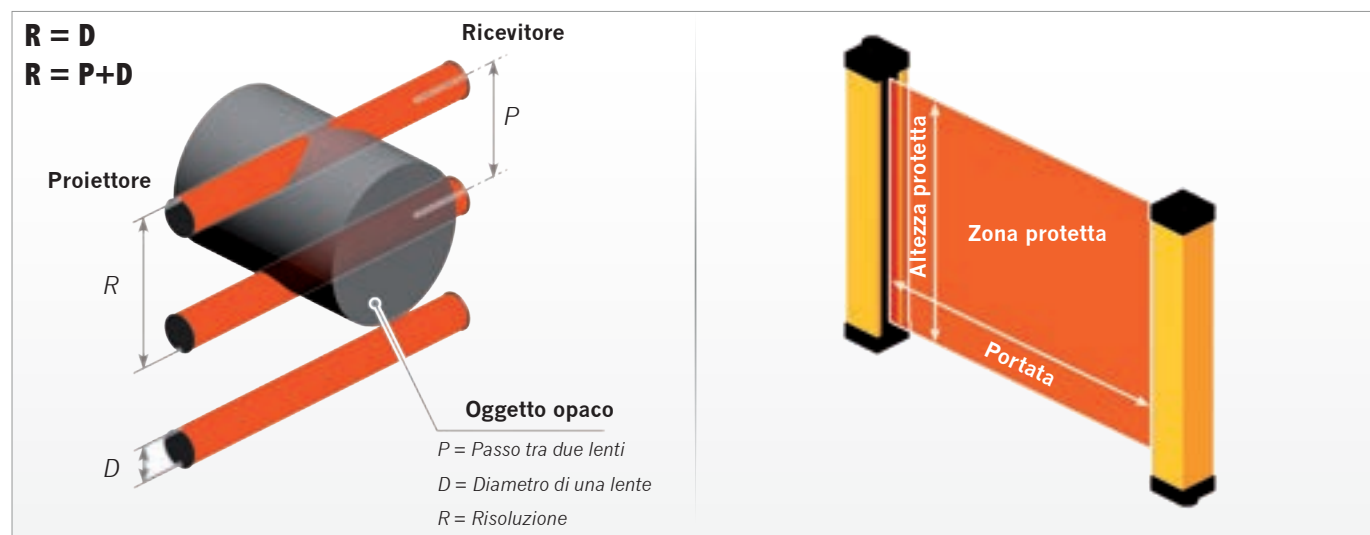
È il tempo che la barriera impiega ad inviare il segnale di allarme, una volta intercettata la zona protetta.

## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## Risoluzione

La risoluzione di una barriera fotoelettrica è la dimensione minima che un oggetto deve avere perché questo, attraversando l'area controllata, causi sicuramente l'intervento del dispositivo ed il conseguente arresto del movimento pericoloso della macchina.

- Barriere monoraggio: la risoluzione **R** è uguale al diametro della lente.
- Barriere multiraggio: la risoluzione **R** è uguale alla somma del diametro della lente più la distanza tra due lenti adiacenti.



## VANTAGGI DELLE BARRIERE FOTOELETTRICHE

- Efficace protezione in caso di affaticamento, malessere o distrazione dell'operatore.
- Aumento della capacità produttiva della macchina poiché la barriera non richiede lo spostamento manuale di ripari fisici o l'attesa della loro apertura.
- Operazioni di carico e scarico macchina più veloci.
- Riduzione dei tempi di accesso alle zone operative.
- Eliminazione del rischio di manomissione in quanto qualsiasi intervento irregolare sulla barriera provoca l'arresto della macchina.
- Installazione semplice e rapida con grande capacità di adattamento sulla macchina anche in caso di successiva variazione di posizionamento.
- Possibilità di realizzare protezioni di grandi dimensioni, lineari o perimetrali su più lati a costi molto ridotti.
- Praticità e rapidità di manutenzione della macchina poiché non devono essere rimosse protezioni fisiche come griglie, cancelli ecc.
- Miglioramento estetico ed ergonomico della macchina.

## CONDIZIONI PER L'IMPIEGO

**Perché le protezioni fotoelettriche di sicurezza siano efficaci è necessario verificare che:**

- Il comando della macchina sia controllabile elettricamente.
- Sia possibile interrompere prontamente il movimento pericoloso della macchina. In particolare è importante conoscere il tempo di arresto della macchina per distanziare correttamente la barriera.
- Il tempo impiegato per raggiungere il punto di pericolo sia superiore al tempo necessario per arrestare il movimento pericoloso.
- La macchina non generi pericoli dovuti alla proiezione o alla caduta dall'alto di materiali. In tal caso prevedere protezioni aggiuntive di tipo meccanico.
- La dimensione minima dell'oggetto da rilevare sia uguale o superiore alla risoluzione della barriera prescelta.



## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

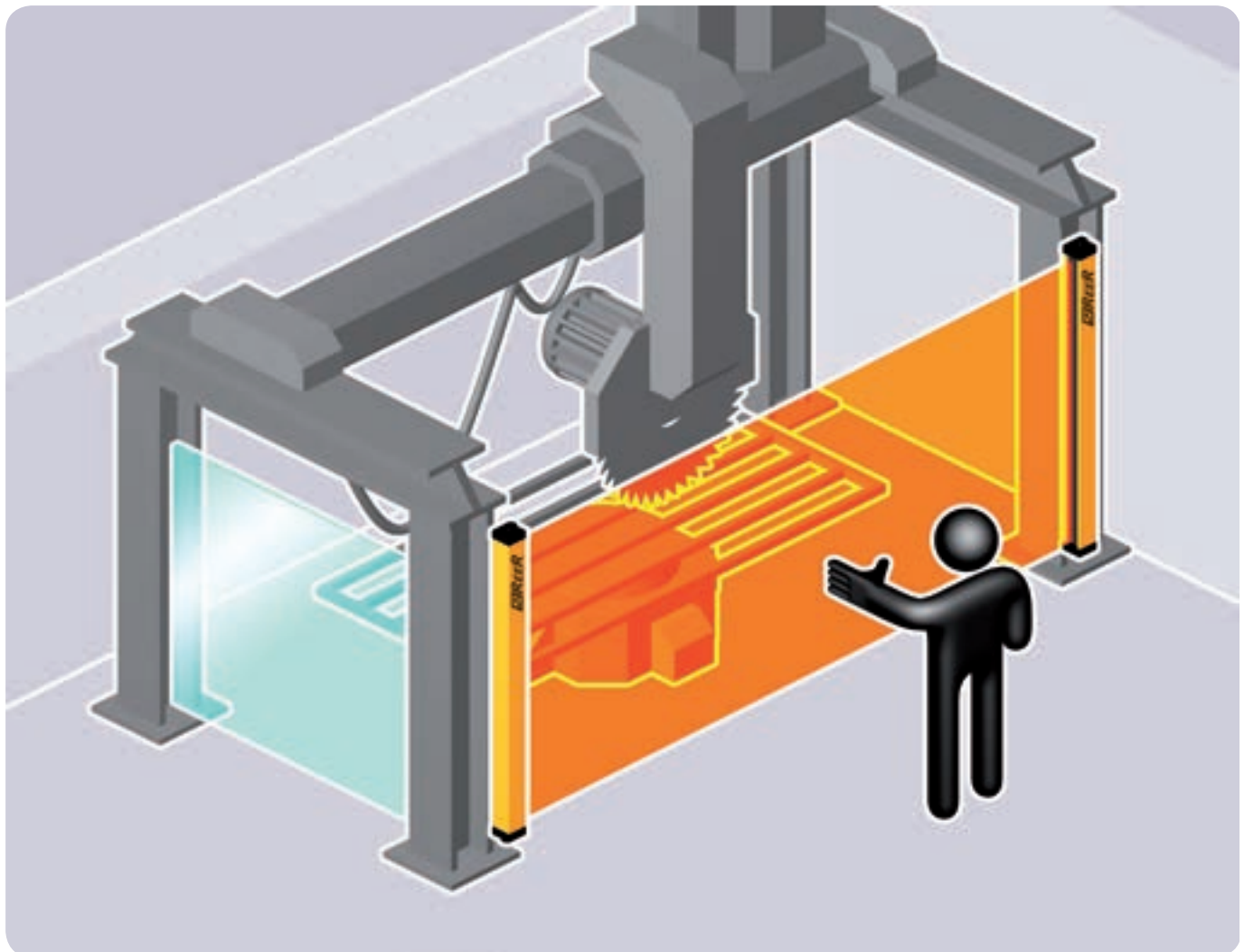
### CRITERI DI SCELTA DI UNA PROTEZIONE FOTOELETTRICA

- 1. Definizione della zona da proteggere.**
- 2. Definizione del tipo di rilevamento:**
  - dita o mani;
  - accesso del corpo di una persona;
  - presenza di una persona in una area pericolosa.
- 3. Definizione della distanza di sicurezza tra barriera e punto pericoloso.**
- 4. Definizione del Livello/Tipo di sicurezza da adottare secondo ISO 13849-1, IEC 62061 o IEC 61496.**

### DEFINIZIONE DELLA ZONA DA PROTEGGERE



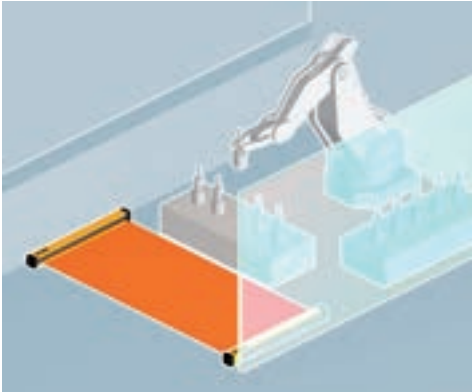
- Considerare la conformazione della zona:
  - forma e dimensioni: larghezza e altezza dell'area di accesso;
  - posizione degli organi pericolosi;
  - possibili punti di accesso.
- La barriera deve essere posizionata in modo da rendere impossibile l'accesso alla zona pericolosa dall'alto, dal basso e dai lati senza avere prima intercettato il campo protetto dalla barriera.

È possibile utilizzare uno o più specchi deviatori per realizzare protezioni di aree aventi accessi su più lati con sensibile riduzione dei costi perché tale soluzione evita la necessità di utilizzare più barriere.



## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## DEFINIZIONE TIPO DI RILEVAMENTO

	RILEVAMENTO	CARATTERISTICHE	VANTAGGI
	<b>Dita o mani</b>	<p>Tipo di rilevamento necessario quando l'operatore deve lavorare a breve distanza dal punto pericoloso.</p> <p>La risoluzione della barriera deve essere tra 14 mm e 40 mm.</p>	<p>Possibilità di ridurre gli ingombri limitando al massimo lo spazio tra protezione e pericolo.</p> <p>Riduzione tempi di carico e scarico macchina.</p> <p>Minore affaticamento operatore, maggiore produttività.</p>
	<b>Corpo</b> (uso come <i>trip device</i> )	<p>Tipo di rilevamento ideale per controllo di accessi e protezioni perimetrali su uno o più lati anche su lunghe distanze.</p> <p>La barriera deve essere posta ad almeno 850 mm dal pericolo.</p> <p>Barriera normalmente composta da 2-3-4 raggi.</p>	<p>Costo della protezione molto ridotto grazie ad un numero di raggi limitato.</p> <p>Possibilità di proteggere aree di grandi dimensioni anche con l'uso di più specchi deviatori.</p> <p>Vedi nota in basso</p>
	<b>Presenza in area a rischio</b>	<p>Tipo di rilevamento realizzato con posizionamento orizzontale della barriera che consente di controllare in modo continuo la presenza di un ostacolo su una determinata area.</p> <p>La risoluzione della barriera dipende dall'altezza del piano di rilevamento, ma in ogni caso non può superare 116 mm.</p>	<p>Possibilità di controllare zone non visibili dai punti di comando della macchina.</p>

**Nota:** non deve essere possibile un avviamento involontario della macchina dopo che una persona, avendo attraversato l'area sensibile, venga a trovarsi – non rilevata - all'interno dell'area pericolosa. Metodi idonei per eliminare questo rischio sono:

- Uso della funzione di Start/Restart-interlock con comando posizionato in modo che la zona pericolosa sia visibile e che il comando non sia raggiungibile da chi si trova all'interno della zona pericolosa. Il comando di Restart deve essere controllato in sicurezza secondo IEC 61496-1.
- Uso di un sensore di presenza uomo all'interno dell'area pericolosa.
- Uso di ostacoli che impediscano alla persona di rimanere – non rilevata - fra la zona protetta dal sensore e la zona pericolosa.

## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

### CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA

L'efficacia della protezione dipende fortemente dal corretto posizionamento della barriera rispetto al pericolo

La barriera deve essere posizionata ad una distanza maggiore o uguale alla minima distanza di sicurezza **S**, in modo che il raggiungimento del punto pericoloso sia possibile solo dopo l'arresto dell'azione pericolosa della macchina.

Il posizionamento deve essere tale da:

- Impedire il raggiungimento del punto pericoloso senza attraversare la zona controllata dalla barriera
- Non consentire la presenza di una persona nella zona pericolosa senza che essa sia rilevata. Per questo caso potrebbe essere necessario ricorrere a dispositivi di sicurezza aggiuntivi (es.: barriere fotoelettriche orizzontali).

La Norma ISO 13855/EN 999 fornisce gli elementi per il calcolo della distanza di sicurezza.

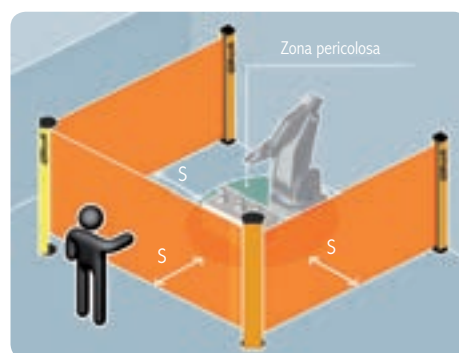
Se la macchina considerata è soggetta ad una norma specifica di tipo C è necessario fare riferimento a tale norma.

Se la distanza **S** calcolata risulta eccessiva è necessario:

- a) ridurre il tempo totale di arresto della macchina
- b) migliorare la risoluzione della barriera.



**Protezione su un lato**



**Protezione su tre lati  
con l'utilizzo di specchi deviatori**

### FORMULA GENERALE PER IL CALCOLO DELLA DISTANZA DI SICUREZZA

$$S = K \times T + C$$

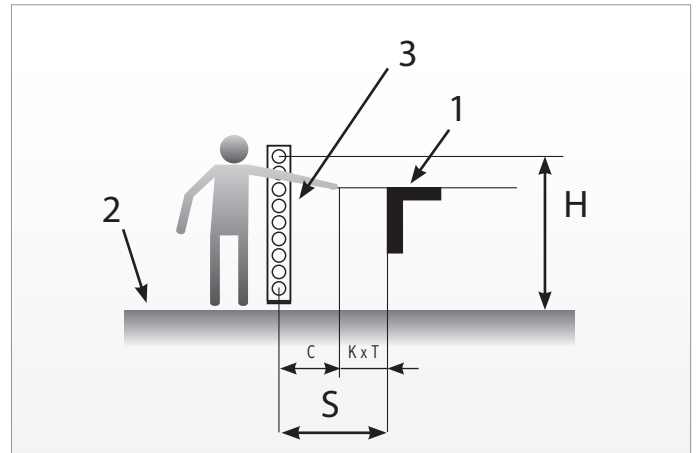
<b>S</b>	distanza minima di sicurezza tra la protezione ed il punto pericoloso, espressa in mm.
<b>K</b>	velocità di avvicinamento del corpo o delle parti del corpo, espressa in mm al secondo. I valori di K possono essere: K = 2000 mm al secondo per distanze di sicurezza fino a 500 mm K = 1600 mm al secondo per distanze di sicurezza superiori a 500 mm
<b>T</b>	tempo totale di arresto macchina formato da: <b>t1</b> tempo di risposta del dispositivo di protezione in secondi <b>t2</b> tempo di reazione della macchina per l'arresto dell'azione pericolosa, in secondi.
<b>C</b>	distanza aggiuntiva espressa in mm.

BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

**C tiene conto:**

- della possibile intrusione di parti del corpo attraverso l'area sensibile prima che esse possano essere rilevate.  
Per esempio:

- $C = 8 \times (d-14)$  se  $d$  (risoluzione della barriera)  $\leq 40$  mm
- $C = 850$  se  $d$  (risoluzione della barriera)  $> 40$  mm e per barriere a 2, 3, 4 raggi
- $C = 1200 - (0,4 \times H)$  solamente nel caso di barriere orizzontali. (Vedere pag. 38).



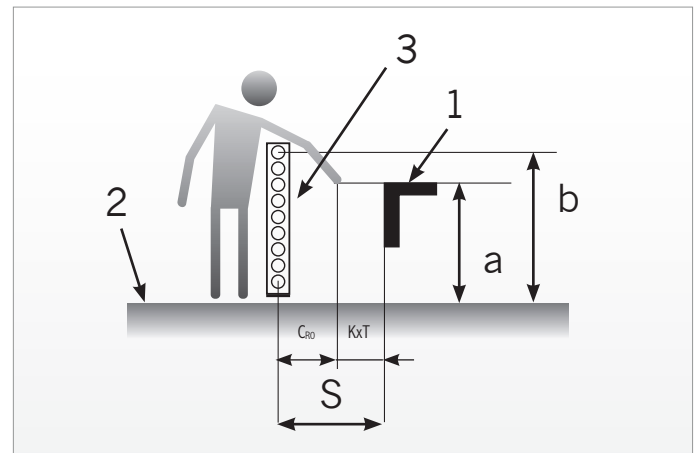
1 = zona pericolosa 2 = piano di riferimento 3 = barriera fotoelettrica

- della possibilità che si possa raggiungere il punto pericoloso sporgendosi oltre il bordo superiore della zona sensibile di una barriera verticale.

In questo caso il valore di C, denominato " $C_{RO}$ ", si ricava dalla seguente Tabella 2 della ISO 13855 / EN 999.

**Note:**

- Non è ammessa l'interpolazione.
- Se le distanze a, b o  $C_{RO}$  ricadono fra due valori della tabella occorre usare il maggiore dei due.
- Il valore di  $C_{RO}$  calcolato usando la Tabella 2 della ISO 13855 / EN 999 va sempre paragonato al valore di C calcolato nel modo "tradizionale" (vedi punto 1).  
Il valore da adottare sarà il maggiore dei due.



1 = zona pericolosa 2 = piano di riferimento 3 = barriera fotoelettrica

Altezza della zona pericolosa "a"	Altezza "b" del bordo superiore della zona protetta dalla barriera fotoelettrica											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Distanza aggiuntiva $C_{RO}$											
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	-
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	-
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	-	-
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	-	-	-
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	-	-	-	-
1600	1150	1150	1100	1000	900	800	750	450	-	-	-	-
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	-	-	-	-	-
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	-	-	-	-	-	-
1000	1200	1150	1050	950	750	700	-	-	-	-	-	-
800	1150	1050	950	800	500	450	-	-	-	-	-	-
600	1050	950	750	550	-	-	-	-	-	-	-	-
400	900	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

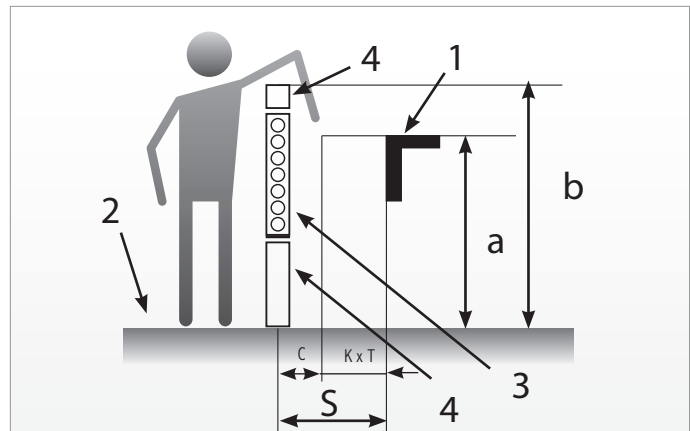
(Tabella 2 della ISO 13855/EN 999)



## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

3. Nel caso di protezioni combinate meccaniche ed elettrosensibili (come in figura), dove sarebbe possibile appoggiarsi alla protezione meccanica e bypassare la barriera, per il calcolo del parametro **C** occorre utilizzare la Tabella 1 (per applicazioni a basso rischio) oppure la Tabella 2 (per applicazioni ad alto rischio) della norma ISO 13857:2007 (ex EN 294) al posto della tabella di pagina precedente.

In questo catalogo le due tabelle della norma ISO 13857:2007 (ex EN 294) - Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con arti superiori e inferiori - non sono riportate.



**1** = zona pericolosa **2** = piano di riferimento **3** = barriera fotoelettrica  
**4** = protezione meccanica

Nel calcolo della distanza di sicurezza occorre poi tener conto delle tolleranze d'installazione, dell'accuratezza nella misura dei tempi di risposta e del possibile degrado delle prestazioni dei sistemi frenanti.

Quando è prevedibile un degrado nel tempo del sistema frenante è necessario l'uso di un dispositivo di controllo del tempo di arresto (SPM).

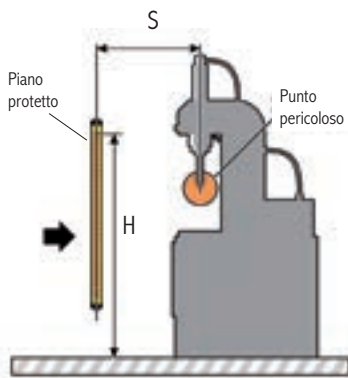


# BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## DIREZIONE DI AVVICINAMENTO PERPENDICOLARE AL PIANO PROTETTO $\alpha=90^\circ (\pm 5^\circ)$

Barriere con risoluzione per rilevamento mani o dita.  
**Risoluzione barriera (d) ≤ 40 mm**

Calcolo delle distanza minima di sicurezza (S)



Fare riferimento alla formula generale per il calcolo della distanza di sicurezza.

$$S = K \times T + C$$

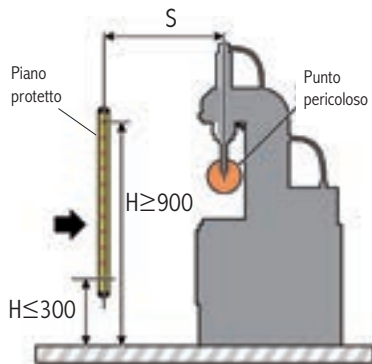
**$S = 2000 \times T + 8 \times (d - 14)$**   
 se la formula fornisce come risultato:  $S > 500$  è possibile utilizzare  $K=1600$

$$S = 1600 \times T + 8 \times (d - 14)$$

► Per il valore di C vedere pag. 35

- La distanza **S** non deve essere inferiore a 100 mm
- Se la distanza **S** risultante è superiore a 500 mm è possibile ricalcolare la distanza utilizzando  $K=1600$ .
- In questo caso la distanza non deve comunque essere inferiore a 500 mm.

Barriere con risoluzione per rilevamento braccia o gambe.  
**40 mm < Risoluzione barriera (d) ≤ 70 mm**



Fare riferimento alla formula generale per il calcolo della distanza di sicurezza.

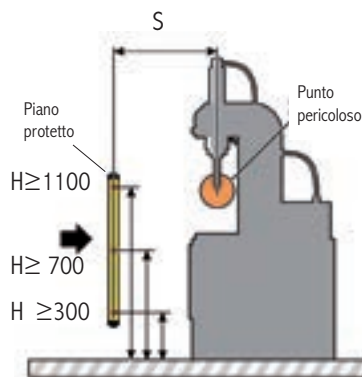
$$S = K \times T + C$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

► Per il valore di C vedere pag. 35

- L'altezza del raggio più basso deve essere uguale o inferiore a 300 mm
- L'altezza del raggio più alto deve essere uguale o superiore a 900 mm.

Barriere per rilevamento del corpo.  
**Risoluzione barriera (d) > 70 mm**



Fare riferimento alla formula generale per il calcolo della distanza di sicurezza.

$$S = K \times T + C$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

► Per il valore di C vedere pag. 35

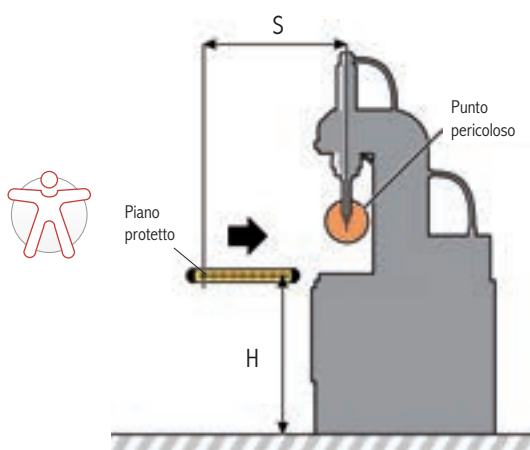
### Numero ed altezza dei raggi

N.	Altezza raccomandata
2	400 - 900 mm
3	300 - 700 - 1100 mm
4	300 - 600 - 900 - 1200 mm.

## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

### DIREZIONE DI AVVICINAMENTO PARALLELO AL PIANO PROTETTO $\alpha = 0^\circ (\pm 5^\circ)$

Barriere orizzontali per controllo presenza in area pericolosa.



Fare riferimento alla formula generale per il calcolo della distanza di sicurezza.

$$S = K \times T + C$$

$$S = 1600 \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

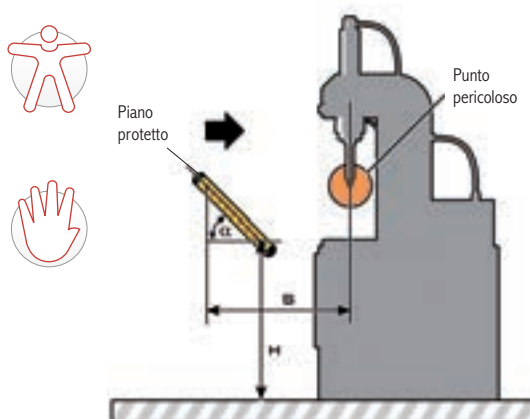
► Per il valore di C vedere pag. 35

- $C = 1200 - (0,4 \times H)$  deve essere uguale o maggiore di 850 mm.
- L'altezza massima permessa è:  $H_{\max} = 1000$  mm.
- L'altezza H è in rapporto alla risoluzione d della barriera e si calcola con la seguente formula:  $H = 15 \times (d - 50)$ .
- Si può utilizzare questa formula in modo inverso anche per calcolare la risoluzione massima utilizzabile alle varie altezze  $d = H / 15 + 50$ .
- La risoluzione massima da utilizzare è per esempio:
 

con $H_{\max} = 1000$ mm	$d = 116$ mm
con $H_{\min} = 0$ mm	$d = 50$ mm
- Qualora l'altezza H sia superiore a 300 mm la possibilità di accesso al di sotto dei raggi deve essere presa in considerazione durante l'analisi dei rischi.

### DIREZIONE DI AVVICINAMENTO ANGOLARE RISPETTO AL PIANO PROTETTO $5^\circ < \alpha < 85^\circ$

Barriere inclinate per rilevamento delle mani o braccia e controllo presenza in area pericolosa.



- Con angolo  $\alpha > 30^\circ$  fare riferimento al caso di avvicinamento perpendicolare al piano protetto. (Caso precedente)
- Con angolo  $\alpha < 30^\circ$  fare riferimento al caso di avvicinamento parallelo al piano protetto. (Casi a pagina precedente).

Nel caso di angolo  $\alpha < 30^\circ$  considerare che:

- La distanza S è riferita al raggio più lontano dal punto pericoloso
- L'altezza del raggio più lontano dal punto pericoloso non deve essere superiore a 1000 mm
- Per il calcolo dell'altezza H o della risoluzione d applicare al raggio più basso le seguenti formule:
 

$H = 15 \times (d - 50)$
$d = H / 15 + 50$

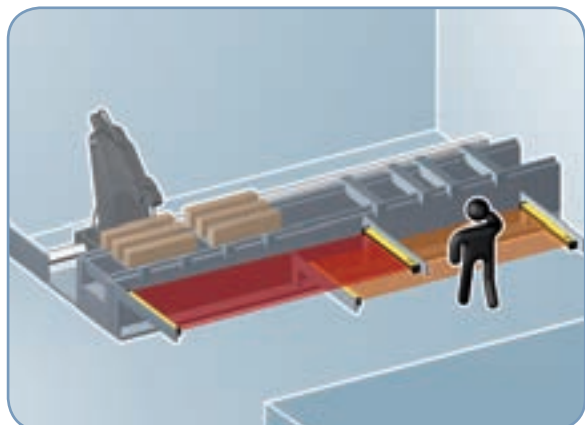
## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## FUNZIONE DI MUTING

La funzione di Muting è l'esclusione temporanea, automatica ed effettuata in condizioni di sicurezza della barriera di protezione in relazione al ciclo macchina.

Esistono fondamentalmente due tipologie di applicazioni:

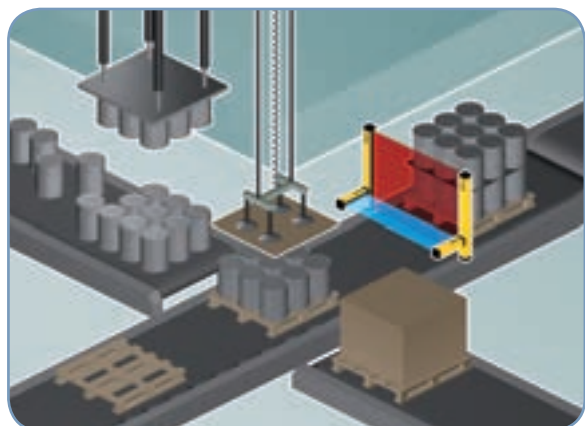
### 1. Permettere l'accesso di persone all'interno dell'area pericolosa durante la parte non pericolosa del ciclo macchina.



#### Esempio: Posizionamento o Rimozione del pezzo da lavorare

In relazione alla posizione dell'utensile, che è l'elemento pericoloso, una delle due barriere (quella di fronte alla zona di lavoro utensile) è attiva mentre l'altra è in Muting per consentire all'operatore di procedere alle operazioni di carico / scarico del pezzo da lavorare. La condizione di Muting delle due barriere verrà poi invertita quando l'utensile dovrà lavorare nella parte opposta della macchina.

### 2. Permettere il transito del materiale ed impedire l'accesso della persona.



#### Esempio: Uscita pallet dalla zona pericolosa

La barriera di sicurezza è dotata di sensori di Muting in grado di effettuare una efficace discriminazione tra la persona e il materiale autorizzato a transitare attraverso il varco controllato.

I requisiti essenziali riguardanti la funzione di Muting sono descritti nelle seguenti Norme:

**IEC TS 62046** "Applicazione dei dispositivi di protezione per il rilevamento della persona".

**EN 415-4** "Sicurezza della macchine per imballare – Palettizzatori e depalettizzatori".

**IEC 61496-1** "Dispositivi elettrosensibili di protezione".

Prescrizioni generali:

- La funzione di Muting è una sospensione temporanea della funzione di sicurezza che deve essere attivata e disattivata in modo automatico.
- Il Livello di sicurezza del circuito che implementa la funzione di Muting deve essere pari a quella della funzione di sicurezza che viene temporaneamente disabilitata in modo che la prestazione di protezione dell'intero sistema non venga diminuita.
- L'attivazione e successiva disattivazione della funzione di Muting deve avvenire solo attraverso l'uso di due o più segnali cablati e indipendenti attivati mediante una sequenza temporale o spaziale corretta.
- Non deve essere possibile attivare la funzione di Muting quando l'ESPE ha le uscite di sicurezza disattivate.
- Non deve essere possibile iniziare una funzione di Muting mediante spegnimento e successiva riaccensione del dispositivo.
- Il Muting dovrà essere attivato in un appropriato punto del ciclo macchina e cioè solo quando non esistono rischi per l'operatore.
- I sensori di Muting devono essere meccanicamente protetti affinché eventuali urti non ne modifichino l'allineamento.

## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

### MUTING: IMPIANTI DI PALLETTIZZAZIONE E MOVIMENTO MATERIALI

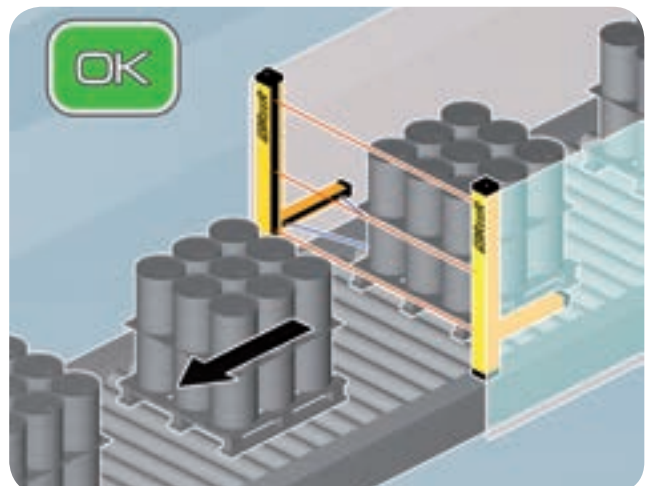
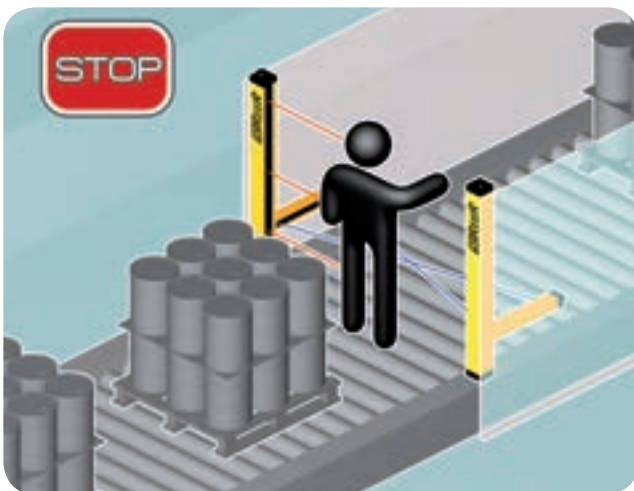
#### Prescrizioni per il controllo dei varchi:

- Occorre rilevare il carico e non il pallet, altrimenti l'operatore potrebbe attraversare il varco facendosi trasportare dal pallet.
- Il tempo di Muting deve essere limitato all'effettivo tempo di transito del materiale attraverso il varco.
- La funzione di Muting deve essere limitata nel tempo.
- Un disallineamento dei sensori che produca un effetto simile alla loro attivazione non deve permettere una condizione permanente di Muting.
- La configurazione scelta ed il posizionamento dei sensori di Muting deve essere tale da permettere una sicura distinzione fra persona e materiale.
- Il lay-out del varco e il posizionamento dei sensori e delle protezioni laterali deve essere tale da non permettere il transito di una persona verso la zona pericolosa durante la fase di Muting per tutto il tempo di transito del pallet attraverso il varco.

È quindi necessario realizzare un sistema in sicurezza che deve essere in grado di discriminare tra:

- **il materiale autorizzato**
  - **la persona non autorizzata**
- a transitare attraverso la barriera**

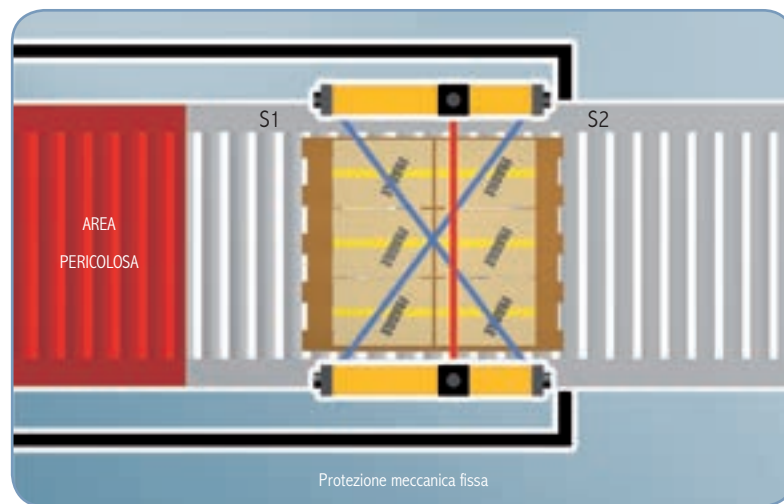
La funzione di Muting può esistere sia in barriere di tipo 2 che di tipo 4.



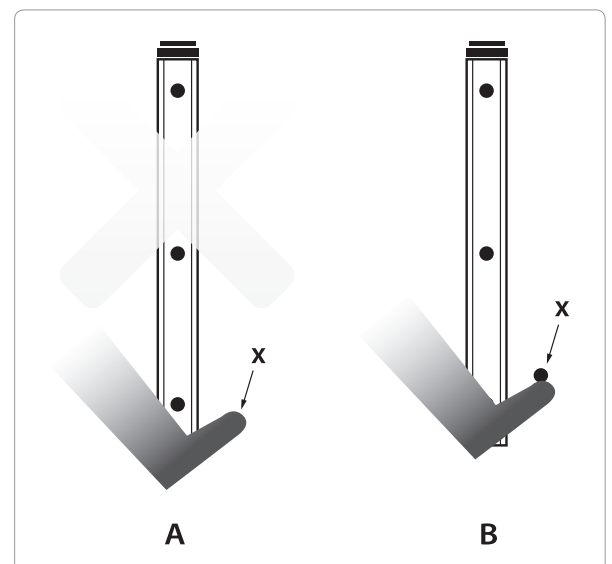
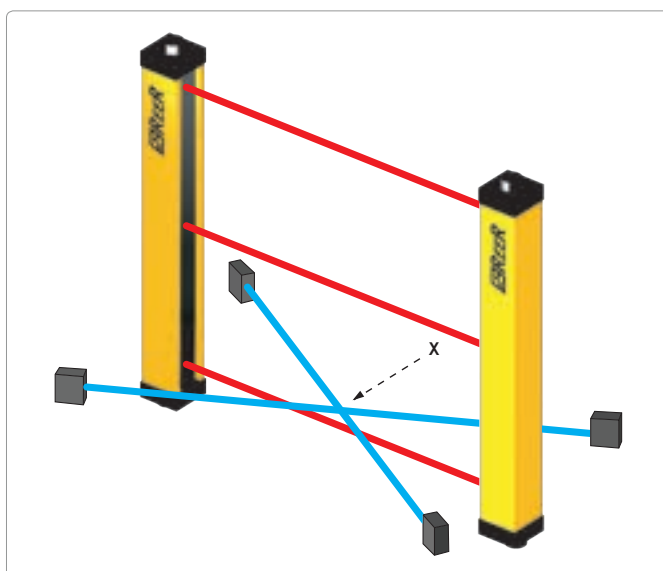
### Geometrie più comuni per il posizionamento dei sensori di muting

#### Muting a 2 sensori a raggi incrociati – Configurazione a “T” con controllo di contemporaneità e transito bi-direzionale pallet:

- Il punto di incrocio dei due raggi deve rigorosamente trovarsi nella zona pericolosa segregata oltre la barriera.
- È obbligatorio un timer di sicurezza che limiti la funzione di muting al solo tempo necessario al materiale per l'attraversamento del varco.
- La funzione di Muting può essere attivata solo se i due sensori di Muting vengono oscurati contemporaneamente:  
( $t_2(S2) - t_1(S1) = 4$  secondi max).
- I due raggi devono essere oscurati con continuità dal pallet per tutto il periodo di transito fra i sensori.
- Un oggetto cilindrico opaco  $D=500$  mm (corrispondente alle possibili dimensioni di una persona) non deve essere in grado di attivare la funzione di muting.



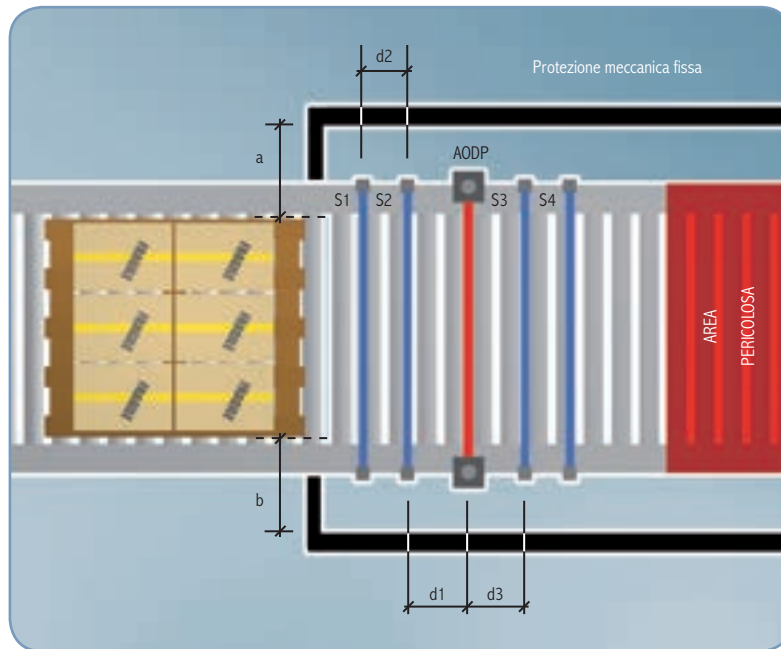
Il punto di incrocio dei due raggi dei sensori di muting deve essere posizionato più in alto o, al massimo, allo stesso livello del raggio più basso della barriera per evitare la possibilità di manomissioni o attivazioni inconsapevoli del muting.



## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

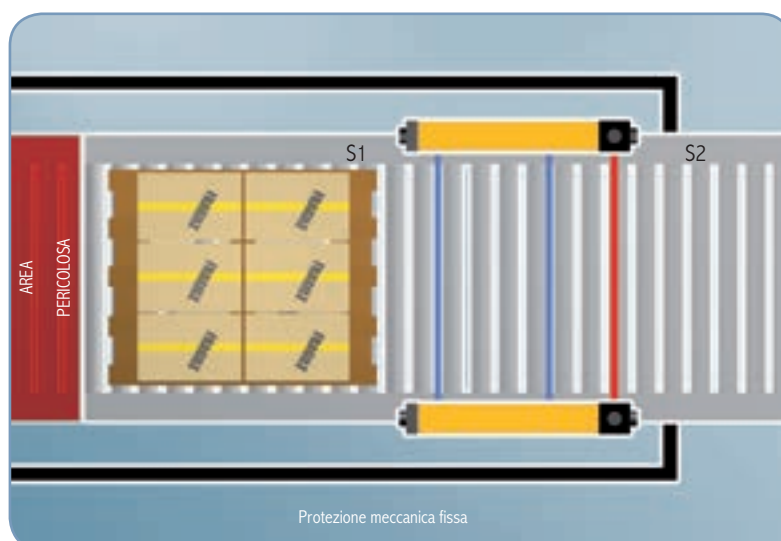
### Muting a 4 sensori a raggi paralleli – Configurazione a “T” con controllo di contemporaneità e/o sequenza e transito bi-direzionale pallet:

- Per un breve periodo di tempo i 4 sensori di muting devono risultare tutti simultaneamente intercettati (occupazione e liberazione sequenziale dei 4 sensori).
- Le distanze fra sensori e barriera fotoelettrica devono rispettare quindi i seguenti valori:
  - **d1 e d3 < 200 mm** per evitare che una persona possa entrare senza essere rilevata precedendo o seguendo il pallet durante la fase di muting
  - **d2 > 250 mm** per evitare che una parte di una persona (gamba, pantalone) oscurando contemporaneamente due sensori possa attivare il muting.



### Muting a 2 sensori a raggi incrociati o paralleli – Configurazione a “L” con controllo di contemporaneità e transito pallet solo in uscita dalla zona pericolosa:

- I sensori di muting devono essere posizionati oltre la barriera nella zona pericolosa.
- La funzione di muting deve essere disattivata appena la barriera viene liberata e comunque non oltre 4 sec. dal momento in cui viene liberato il primo dei due sensori di muting. Il timer che controlla i 4 sec. deve essere di sicurezza.



## BARRIERE FOTOELETTRICHE DI SICUREZZA

## FUNZIONE DI BLANKING

Il **Blanking** è una funzione ausiliaria delle barriere fotoelettriche di sicurezza che consente, in presenza di determinate condizioni di sicurezza e secondo logiche di funzionamento configurabili, l'introduzione di oggetti opachi nel campo protetto della barriera senza che questo causi l'arresto della macchina controllata.

Questa funzione è quindi particolarmente utile quando il campo protetto dalla barriera fotoelettrica deve poter essere intercettato dal materiale oggetto della lavorazione oppure da una parte fissa o mobile della macchina.

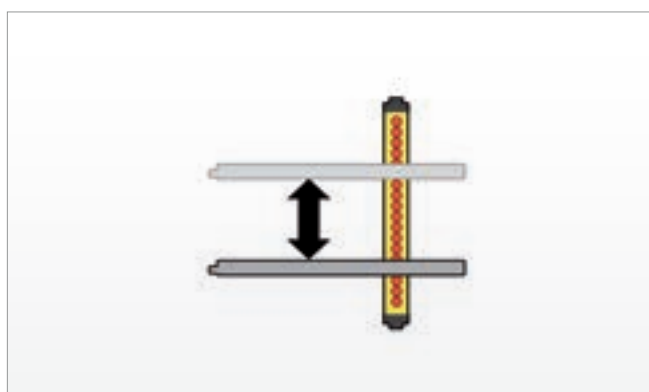
In pratica, è possibile mantenere le uscite di sicurezza della barriera nello stato di ON, e dunque la macchina in funzione, anche se un numero predeterminato di raggi entro il campo protetto viene intercettato.

Il **Blanking fisso** (fixed Blanking) permette che una parte fissa del campo protetto (per esempio un insieme definito di raggi) venga intercettata, mentre gli altri raggi funzionano normalmente.

Il **Blanking mobile** (floating Blanking) permette all'oggetto intercettato di muoversi liberamente entro il campo protetto occupando un numero definito di raggi, a condizione che i raggi occupati siano adiacenti e che il loro numero non sia più alto di quello previsto in configurazione.

Il **Blanking mobile con obbligo di presenza oggetto** fa sì che, limitatamente alla parte del campo protetto che si trova in Blanking, la barriera funzioni con logica inversa. Ciò vuol dire che la parte in Blanking del campo protetto deve risultare sempre occupata durante la fase di Blanking: pertanto l'oggetto deve trovarsi dentro il campo protetto per far sì che la barriera rimanga in stato di ON. Anche in questo caso l'oggetto può muoversi liberamente entro il campo protetto, purché le condizioni sopra esposte vengano rispettate.

I requisiti riguardanti la funzione di Blanking si possono trovare nella Specifica Tecnica IEC/TS 62046 che descrive i mezzi aggiuntivi che possono rendersi necessari a impedire che una persona raggiunga l'area pericolosa attraverso la parte del campo protetto che si trova in Blanking.



## ATTENZIONE!

L'utilizzo della funzione di Blanking ed il tipo di configurazione prescelta dipendono dalle caratteristiche dell'applicazione da proteggere. Verificare in base all'analisi dei rischi della propria applicazione se l'uso di tale funzione è permesso o no e quale configurazione è eventualmente possibile usare.

La ReeR non si assume alcuna responsabilità per l'uso improprio della funzione di Blanking e per eventuali danni da esso derivanti.

La funzione di Blanking, consentendo l'intercettazione di uno o più raggi, provoca in corrispondenza dei raggi stessi un peggioramento della risoluzione della barriera che deve essere considerato nel calcolo della distanza di sicurezza.



## LASER SCANNER DI SICUREZZA

### ELEMENTI CARATTERISTICI

Il Laser Scanner è un dispositivo elettrosensibile per la protezione antinfortunistica di operatori esposti a rischi derivanti sia da macchine e impianti industriali con organi pericolosi in movimento sia da eventuali collisioni con veicoli a guida automatica (AGV).

Con riferimento alla Norma **EN 61496-3**, i laser scanner possono essere certificati come sensori di sicurezza (**AOPDDR** Active Optoelectronic Protective Device responsive to Diffuse Reflection) al massimo di **Tipo 3**.

Con riferimento alle Norme **IEC 61508**, **IEC 62061**, **ISO 13849-1**, gli stessi sono classificati come dispositivi aventi al massimo **SIL 2 - PLd**.

Con il Laser Scanner è possibile creare **aree protette orizzontali**, programmabili con precisione e di forma variabile. Ad esempio semicircolare, rettangolare o segmentata e adatte a tutte le applicazioni, senza necessità di utilizzare un riflettore o un ricevitore separato.

È inoltre possibile utilizzare lo scanner posizionato in modo **verticale** per proteggere il varco di accesso ad una zona pericolosa. In tal caso, secondo **IEC TS 62046**, è obbligatoria la rilevazione del bordo del varco.

L'ingresso o la presenza di una persona o di un eventuale altro ostacolo nella zona controllata di sicurezza producono, attraverso le uscite statiche di sicurezza autocontrollate del dispositivo, un comando di arresto in sicurezza del movimento pericoloso della macchina protetta.

L'occupazione della zona controllata di pre-allarme consente, attraverso un'uscita separata del dispositivo, di inviare un segnale di avviso alla macchina. Questo comando può essere utilizzato per avvisare l'operatore, per esempio mediante un segnale ottico o acustico, dell'avvicinamento alla zona pericolosa oppure, nel caso di applicazione su AGV, per provocare un rallentamento del veicolo prima di un eventuale arresto in caso di occupazione della zona di sicurezza.

I profili delle aree da controllare, così come gli altri parametri di funzionamento, sono impostabili grazie ad un software dedicato di interfaccia utente, installato su laptop o PC e interfacciato al dispositivo tramite interfaccia seriale.

Il Laser Scanner può anche effettuare il rilievo automatico dell'area da controllare tramite la funzionalità teach-in (autoapprendimento).

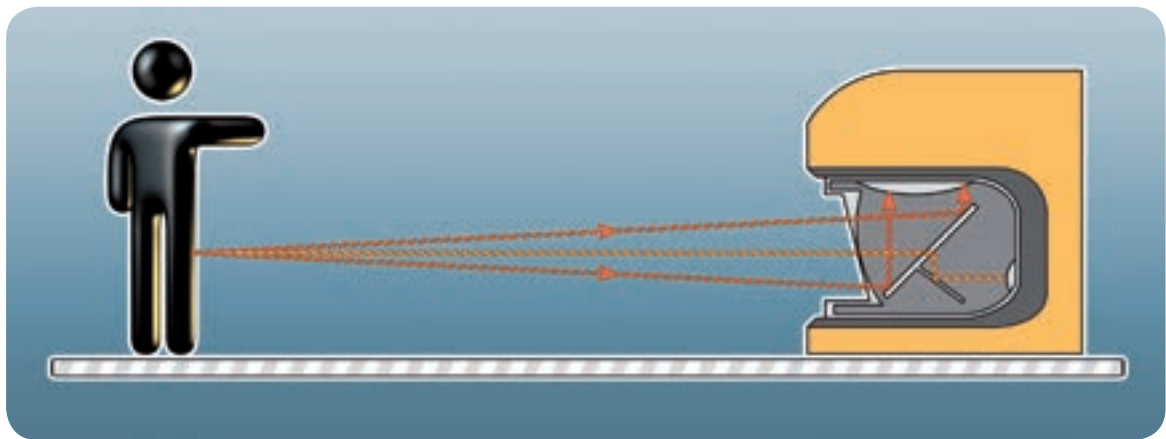




### PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL LASER SCANNER PHARO

Il Laser Scanner di Sicurezza Pharo emette impulsi laser ultracorti a luce infrarossa. Se il raggio emesso incontra un ostacolo presente nella zona controllata una parte della luce viene riflessa indietro verso il punto di emissione.

Il Laser Scanner, grazie ad una sofisticata tecnologia, è in grado di misurare il tempo (miliardesimi di secondo) impiegato dalla luce per percorrere lo spazio tra sensore ed ostacolo e ritorno e di convertirlo in distanza con una precisione di 3 cm.

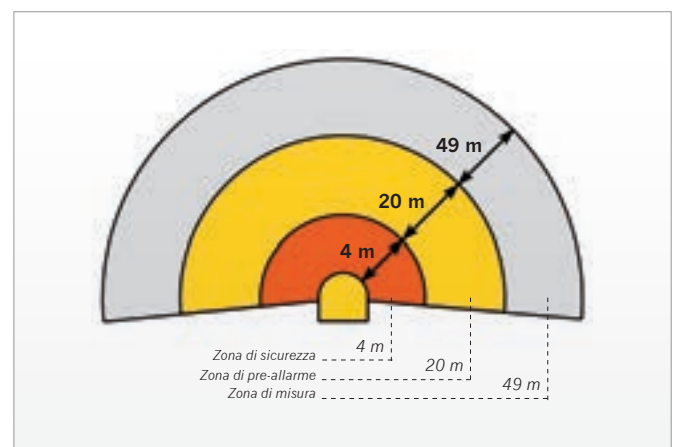
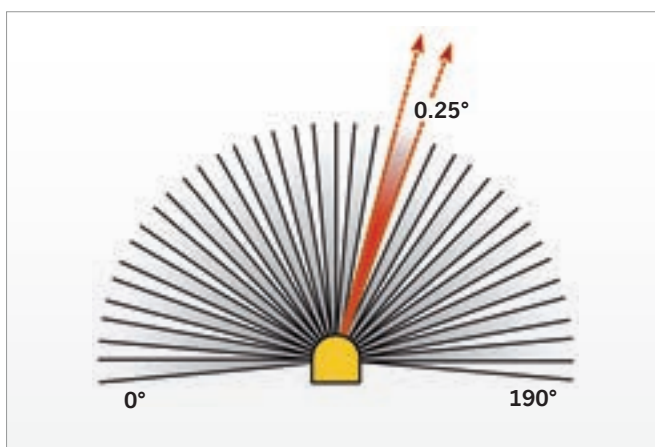


Grazie ad un sistema ottico rotante queste misurazioni vengono eseguite su di un'area semicircolare di 190° una ogni 0,25° per un totale di 760 misurazioni ad ogni scansione. Il dispositivo esegue 33 scansioni al secondo.

Il Laser Scanner di Sicurezza Pharo crea una **zona controllata di sicurezza con 4 metri di raggio massimo ed una zona controllata di pre-allarme con 20 metri di raggio massimo** ed è in grado di rilevare con sicurezza una persona presente nell'area, qualunque sia la riflettività della pelle o dei vestiti.

Le due aree controllate sono completamente programmabili nella loro forma. Il laser scanner eseguirà quindi, per ognuna delle 760 misurazioni per scansione, una comparazione tra la distanza programmata e la distanza misurata dell'ostacolo.

Se la distanza misurata è inferiore a quella programmata significa che l'ostacolo è all'interno della zona di sicurezza e quindi un comando di arresto in sicurezza verrà inviato alla macchina.



## LASER SCANNER DI SICUREZZA

### ZONE CONTROLLATE

#### ZONA DI SICUREZZA

È la zona effettivamente protetta, nella quale il laser scanner è in grado di garantire il rilevamento di un ostacolo avente una riflettività minima pari al 1,8%, cioè ogni persona con ogni possibile indumento.

L'occupazione di questa zona provoca la commutazione delle 2 uscite di sicurezza che comandano l'arresto di emergenza della macchina.

La forma della zona è programmabile secondo le esigenze dell'applicazione.

#### ZONA DI PRE-ALLARME

È la zona nella quale il laser scanner è in grado di rilevare la presenza di un ostacolo che si sta avvicinando alla zona di sicurezza.

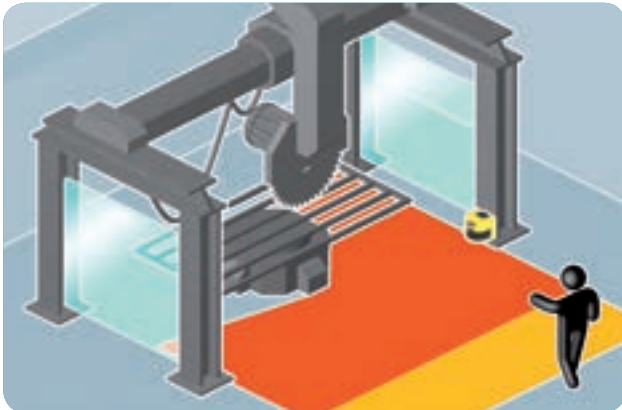
L'occupazione di questa zona provoca la commutazione di un'uscita supplementare che può essere utilizzata per segnalazioni visive o acustiche oppure per procedere al rallentamento di un movimento pericoloso.

La dimensione di questa zona è generalmente maggiore rispetto a quella di sicurezza. Anche in questo caso la forma della zona è programmabile secondo le esigenze dell'applicazione.

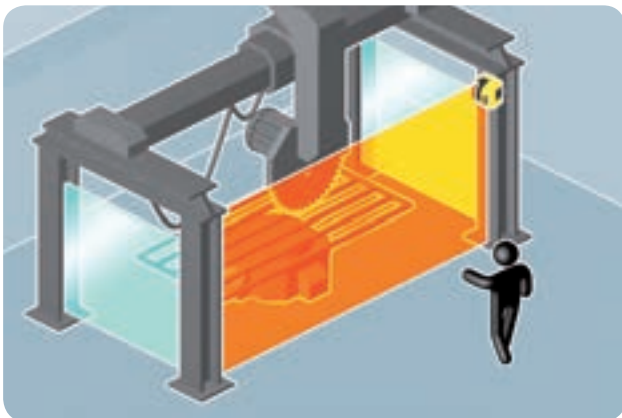
#### VANTAGGI DEL LASER SCANNER

- Assenza di elementi ricevitori e riflettori.
- Zone controllate di forme variabili facilmente programmabili.
- Controllo e protezione di aree di grandi dimensioni.
- Utilizzo in orizzontale per il rilevamento della presenza del corpo in area pericolosa.
- Utilizzo in verticale per il rilevamento delle mani, delle braccia o del corpo nel controllo di accesso.
- Utilizzo su veicoli in movimento.
- Rilevamento dimensionale, di forma e posizione di oggetti.
- Installazione rapida e affidabile.

## APPLICAZIONI

**Controllo di area**

È possibile proteggere un'area, anche di grandi dimensioni, posizionando il piano controllato in orizzontale per il rilevamento degli arti inferiori o del corpo.

**Controllo di accesso**

È anche possibile proteggere un accesso posizionando il piano controllato in verticale per il rilevamento delle mani, delle braccia o del corpo.

**Nota:** per le applicazioni in verticale come controllo di accesso è obbligatorio il rilevamento del contorno.

**Protezione di veicoli a guida automatica (AGV)**

La vasta area controllata consente di raggiungere velocità più elevate rispetto alla protezione con bumper.

L'area di pre-allarme permette di diminuire preventivamente la velocità in presenza di ostacoli.

Attraverso l'interfaccia seriale è possibile trasmettere al veicolo i dati misurati dal sensore perché siano utilizzati come ausilio alla navigazione.

**Rilevamento dimensionale**

Il sensore è prima di tutto uno strumento di misura. È quindi anche possibile utilizzare i dati di misurazione dell'ambiente circostante, sempre disponibili durante il funzionamento, anche per il rilevamento dimensionale, di profilo e di posizione di oggetti nell'automazione industriale.

## INTEGRAZIONE DELL'ESPE

Poiché l'ESPE sarà integrato nel sistema di controllo di sicurezza della macchina, la scelta del suo Livello di sicurezza dipenderà dal risultato dell'analisi del rischio e conseguentemente dal valore del parametro PL, SIL o Categoria frutto di questa analisi.

Le norme di prodotto (Norme di tipo C) generalmente raccomandano il tipo di ESPE più adatto per ogni funzione di sicurezza interessata. Se non si hanno a disposizione norme di tipo C conviene usare le raccomandazioni contenute nelle norme ISO 13849-1 e IEC 62061.

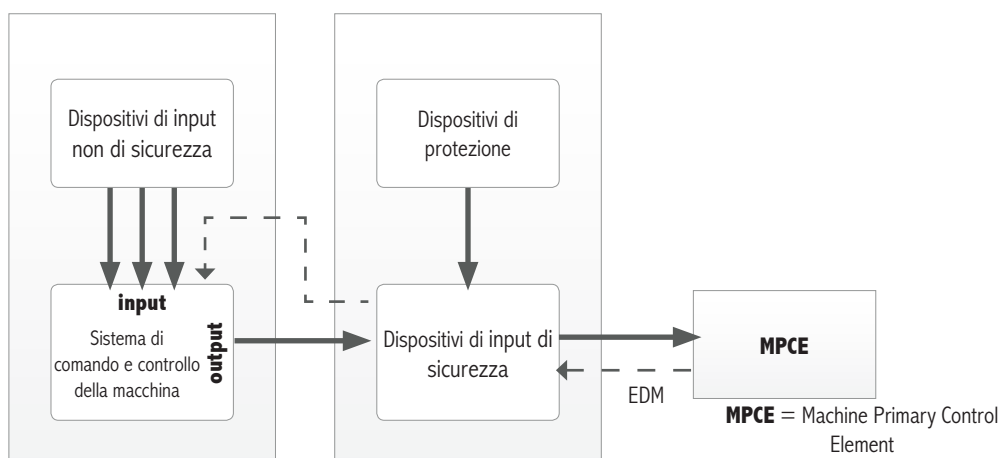
È necessario tener conto che l'integrità di sicurezza complessiva della catena: ingresso- unità di controllo- attuatori, non potrà che essere uguale o inferiore a quella del dispositivo più debole.

### REGOLE PER UNA CORRETTA INTERCONNESSIONE DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AL SISTEMA DI CONTROLLO DELLA MACCHINA

L'interconnessione fra le uscite di sicurezza dell'ESPE (OSSD) ed i dispositivi di arresto della macchina, la disposizione e la scelta dei pulsanti di ripristino deve essere fatta in modo che non venga ridotto o peggio annullato il grado di "safety integrity" assegnato al sistema di controllo di sicurezza della macchina.

L'esempio di figura 1 mostra il caso più comune quello cioè dove il sistema di comando e controllo della macchina (es. Il PLC) non assolve a funzioni di sicurezza. In questo caso il sistema di controllo di sicurezza che gestisce i dispositivi di protezione ad esso connessi deve funzionare in modo indipendente e deve essere collegato fra il sistema di controllo e l'organo di arresto della macchina stessa.

Figura 1



Nel caso invece che la macchina disponga di un sistema centrale di controllo e governo di sicurezza (PLC di sicurezza), come mostrato in figura 2, conviene che le funzioni operative della macchina e le funzioni di sicurezza attuate dai dispositivi di protezione vengano coordinate dal sistema di sicurezza centrale.

Figura 2

