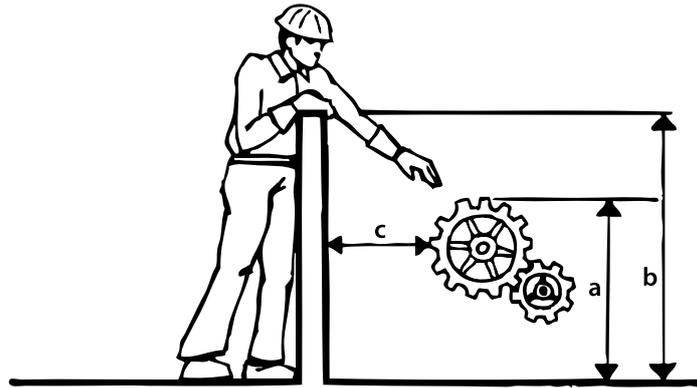


## 2.2.4 Distanze di sicurezza

UNI EN ISO 13857:2008, UNI EN 349:1994

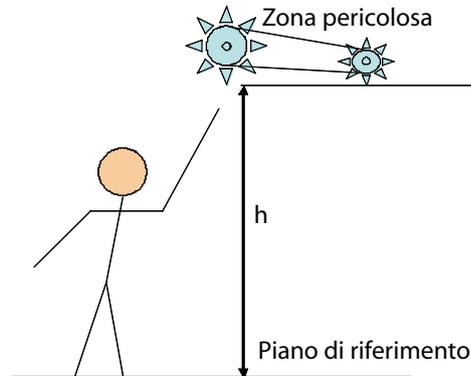


### 2.2.4.1 DESCRIZIONE

L'uso delle distanze di sicurezza rappresenta un modo per garantire l'integrità fisica dei lavoratori in presenza di organi pericolosi. Questa misura ha lo scopo di impedire il contatto con questi organi tenendo a distanza di sicurezza i lavoratori attraverso barriere distanziatrici. La scelta della distanza di sicurezza, cioè la minima distanza alla quale una struttura di protezione deve essere collocata rispetto ad una zona pericolosa, deve tener conto delle parti del corpo che possono raggiungere gli elementi pericolosi e in alcuni casi del livello di rischio. Le parti del corpo a cui le distanze di sicurezza fanno riferimento sono gli arti superiori ed inferiori nelle seguenti modalità di accesso:

- protezione degli arti superiori in relazione alla accessibilità verso l'alto (vedi 2.2.4.1A);
- protezione degli arti superiori in relazione alla accessibilità aldisopra di strutture di protezione (vedi 2.2.4.1B);
- protezione degli arti superiori in relazione alla accessibilità attraverso aperture (vedi 2.2.4.1C);
- protezione degli arti superiori in relazione alla accessibilità in presenza di una struttura di protezione (vedi 2.2.4.1D);
- protezione degli arti inferiori in relazione alla accessibilità attraverso aperture (vedi 2.2.4.1E).

Contro il rischio di schiacciamento (vedi 2.2.4.1F) è inoltre possibile garantire l'integrità degli operatori rispettando distanze minime, tra elementi mobili in avvicinamento, definite in relazione a parti del corpo umano che possono essere introdotte nelle zone con tale rischio.

**2.2.4.1A PROTEZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI, IN RELAZIONE ALLA ACCESSIBILITÀ VERSO L'ALTO**

L'altezza degli elementi pericolosi dal piano di riferimento in relazione al livello di rischio, deve essere:

- $h$  maggiore o uguale a 2500 mm in condizioni di rischio ridotto;
- $h$  maggiore o uguale a 2700 mm in condizioni di rischio elevato.

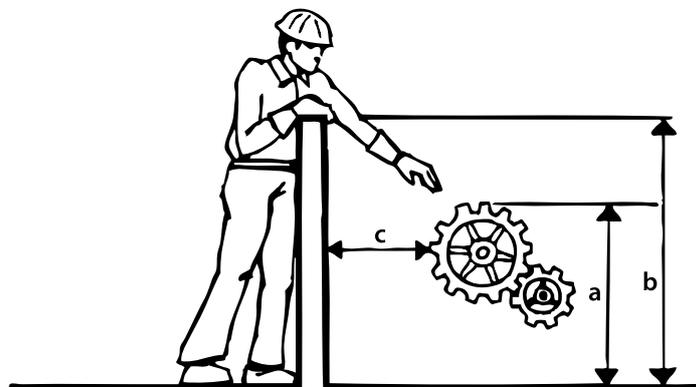
Nel caso gli organi pericolosi siano posti ad altezze inferiori a quelle indicate il contatto deve essere evitato installando ad esempio ripari di protezione (vedi 2.2.3. "Ripari").

**2.2.4.1B PROTEZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI, IN RELAZIONE ALLA ACCESSIBILITÀ ALDISOPRA DI STRUTTURE DI PROTEZIONE**

Per un corretto posizionamento o dimensionamento di strutture di protezione quali sono le barriere distanziatrici è necessario considerare tre aspetti:

- a) altezza della zona pericolosa;
- b) altezza della struttura di protezione;
- c) distanza orizzontale dalla zona pericolosa.

Nel disegno sottostante le tre misure citate come  $a$ ,  $b$  e  $c$  sono rappresentate graficamente.



Identificati i valori sopra specificati è possibile prendere in esame i prospetti al seguito riportati per verificare o definire il corretto posizionamento o dimensionamento delle strutture di protezione.

Il primo prospetto è da utilizzare in caso di rischio ridotto (rischio di attrito, abrasione comunque di danno senza esiti permanenti), il secondo in caso di rischio elevato (rischio di trascinamento, amputazione o comunque di danno con possibili esiti permanenti).

**Prospetto I - Rischio ridotto**

Altezza della zona pericolosa a	Altezza della struttura di protezione b								
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500
Distanza orizzontale dalla zona pericolosa c									
2.500									
2.400	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.200	600	600	500	500	400	350	250		
2.000	1.100	900	700	600	500	350			
1.800	1.100	1.000	900	900	600				
1.600	1.300	1.000	900	900	500				
1.400	1.300	1.000	900	800	100				
1.200	1.400	1.000	900	500					
1.000	1.400	1.000	900	300					
800	1.300	900	600						
600	1.200	500							
400	1.200	300							
200	1.100	200							
0	1.100	200							

1) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza minore di 1.000 mm perchè non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

I valori delle distanze desunti dal prospetto non devono mai essere interpolati tra di loro ma, nel caso si debba scegliere tra più valori, deve sempre essere utilizzato quello che fornisce il livello di sicurezza più elevato (vedi appendice 1 "Utilizzo dei prospetti I e II per l'accessibilità al di sopra di strutture di protezione con gli arti superiori").

**Prospetto II - Rischio elevato**

Altezza della zona pericolosa a	Altezza della struttura di protezione b <sup>1)</sup>									
	1.000	1.200	1.400 <sup>2)</sup>	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500	2.700
	Distanza orizzontale dalla zona pericolosa c									
2.700										
2.600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	
2.400	1.100	1.000	900	800	700	600	400	300	100	
2.200	1.300	1.200	1.000	900	800	600	400	300		
2.000	1.400	1.300	1.100	900	800	600	400			
1.800	1.500	1.400	1.100	900	800	600				
1.600	1.500	1.400	1.100	900	800	500				
1.400	1.500	1.400	1.100	900	800					
1.200	1.500	1.400	1.100	900	700					
1.000	1.500	1.400	1.000	800						
800	1.500	1.300	900	600						
600	1.400	1.300	800							
400	1.400	1.200	400							
200	1.200	900								
0	1.100	500								

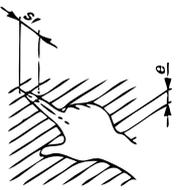
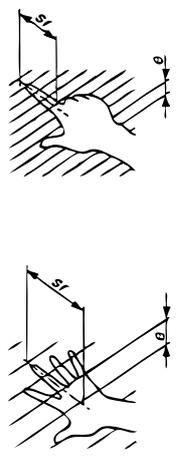
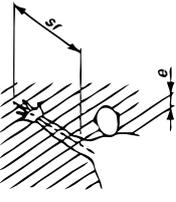
1) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza minore di 1.000 mm perchè non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

2) Non si dovrebbero usare le strutture di protezione di altezza minore di 1.400 mm senza misure di sicurezza aggiuntive.

I valori delle distanze desunti dal prospetto non devono mai essere interpolati tra di loro ma, nel caso si debba scegliere tra più valori, deve sempre essere utilizzato quello che fornisce il livello di sicurezza più elevato (vedi appendice 1 "Utilizzo dei prospetti I e II per l'accessibilità al di sopra di strutture di protezione con gli arti superiori").

### 2.2.4.1C PROTEZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI, IN RELAZIONE ALLA ACCESSIBILITÀ ATTRAVERSO APERTURE (vedi appendice 2 "Utilizzo del prospetto accessibilità attraverso le aperture con gli arti superiori")

Quando la protezione è costituita da barriere realizzate con reti ad esempio a maglia quadra o a feritoia, il dimensionamento o posizionamento della struttura deve essere effettuato attenendosi al seguente prospetto. Qualora le barriere presentino aperture di forma irregolare (vedi appendice 3 "Aperture di forma irregolare") è necessario esaminare con attenzione le dimensioni dell'apertura.

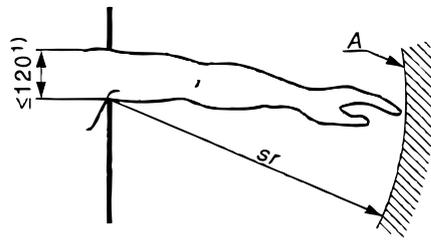
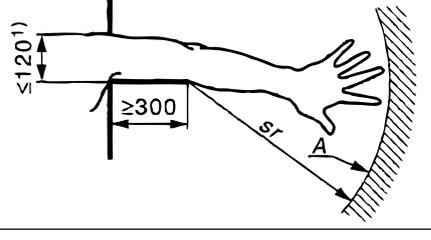
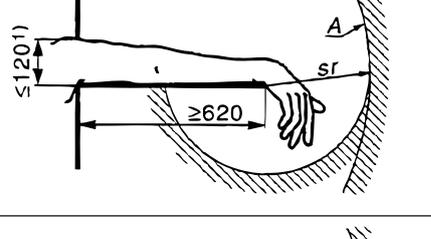
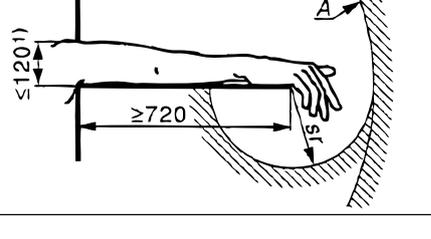
Parte del corpo	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $s_r$		
			A feritoia	Quadra	Circolare
Punta del dito		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dito fino alla articolazione tra il carpo e le falangi o mano		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	$\geq 120$	$\geq 120$
Braccio fino alla articolazione della spalla		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

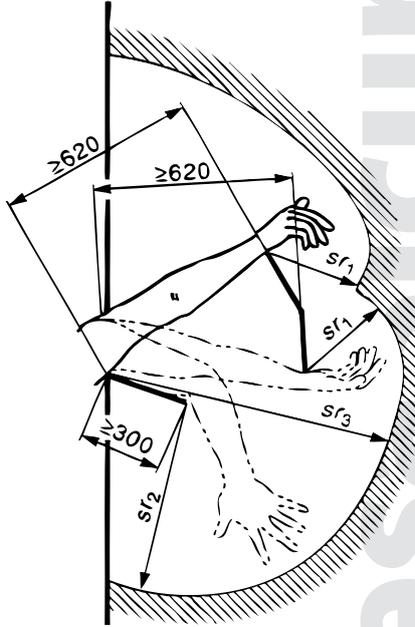
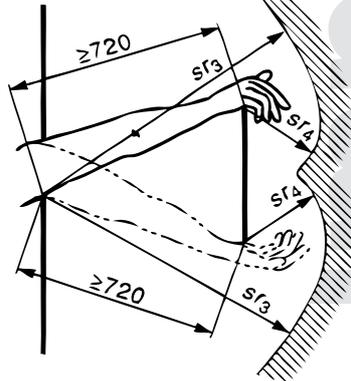
1) Se la larghezza dell'apertura a feritoia è minore o uguale a 65 mm, il pollice fungerà da arresto e la distanza di sicurezza potrà essere ridotta di 200 mm

Le aperture considerate non sono mai maggiori di 120 mm. Oltre questa dimensione occorre fare riferimento all' "Accessibilità al di sopra di strutture di protezione".

**2.2.4.1D PROTEZIONE DEGLI ARTI SUPERIORI IN RELAZIONE ALLA ACCESSIBILITÀ IN PRESENZA DI UNA STRUTTURA DI PROTEZIONE**

Un'apertura nella protezione che consente il passaggio del braccio, oltre alla distanza della protezione, tiene conto anche della possibilità di articolare il movimento del braccio. I seguenti prospetti individuano le distanze di sicurezza rispettivamente in presenza di limitatori di movimento o di ulteriori strutture di protezione.

Limitazione del movimento	Distanza di sicurezza $s_r$	Figura
Del braccio fino alla spalla e all'ascella,	$\geq 850$	
Del braccio sostenuto fino al gomito	$\geq 550$	
Del braccio sostenuto fino al polso	$\geq 230$	
Del braccio e della mano sostenuti fino alle articolazioni tra il carpo e le falangi	$\geq 130$	
A: ampiezza di movimento del braccio		
1) Il diametro di apertura circolare, o il lato di una apertura quadra, o la larghezza di una apertura a feritoia		

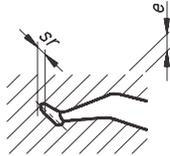
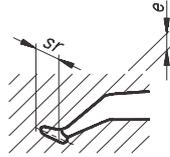
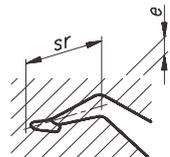
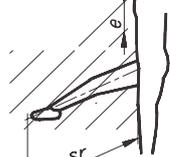
Limitazione del movimento	Distanza di sicurezza $s_r$	Figura
<p>Limitazione del movimento alla spalla e all'ascella, due strutture di protezione separate: una permette il movimento dal polso, l'altra permette il movimento dal gomito</p>	<p><math>s_{r1} \geq 230</math>  <math>s_{r2} \geq 550</math>  <math>s_{r3} \geq 850</math></p>	
<p>Limitazione del movimento alla spalla e all'ascella, una struttura di protezione separata permette il movimento delle dita fino alle articolazioni tra il carpo e le falangi</p>	<p><math>s_{r3} \geq 850</math>  <math>s_{r4} \geq 130</math></p>	

**2.2.4.1E PROTEZIONE DEGLI ARTI INFERIORI, IN RELAZIONE ALLA ACCESSIBILITÀ ATTRAVERSO APERTURE**

Talvolta possono verificarsi situazioni in cui è ragionevolmente prevedibile il raggiungimento della zona pericolosa attraverso aperture con gli arti inferiori, per esempio quando le persone:

- tentano di liberare con un piede le aperture di scarico e/o di alimentazione;
- comandano macchinari con pedali.

La dimensione massima di queste aperture viene definita nel prospetto sotto riportato.

Parte dell'arto inferiore	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $s_r$	
			a feritoia	quadra o circolare
Punta del dito del piede		$e \leq 5$	0	0
Dito del piede		$5 < e \leq 15$	$\geq 10$	0
		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^{1)}$	$\geq 25$
Piede		$35 < e \leq 60$	$\geq 180$	$\geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650^{2)}$	$\geq 180$
Gamba fino al ginocchio		$80 < e \leq 95$	$\geq 1\ 100^{3)}$	$\geq 650^{2)}$
Gamba fino all'inguine		$95 < e \leq 180$	$\geq 1\ 100^{3)}$	$\geq 1\ 100^{3)}$
		$180 < e \leq 240$	non ammissibile	$\geq 1\ 100^{3)}$

1) Se la lunghezza dell'apertura a feritoia è  $\leq 75$  mm, la distanza può essere ridotta a  $\geq 50$  mm.  
 2) Il valore corrisponde a "Gamba fino al ginocchio".  
 3) Il valore corrisponde a "Gamba fino all'inguine".

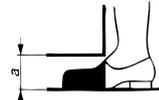
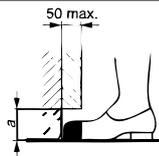
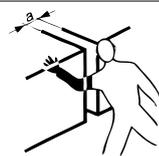
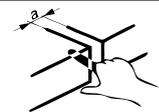
Questo prospetto deve essere utilizzato se la valutazione dei rischi rileva l'esistenza di un rischio soltanto per gli arti inferiori. Qualora esista un rischio sia per gli arti superiori sia per quelli inferiori, per una data apertura si deve utilizzare la massima distanza di sicurezza scelta tra i rispettivi prospetti. I valori indicati nel prospetto sono indipendenti dal fatto di indossare o meno indumenti o calzature. Va inoltre tenuto presente che le aperture a feritoia > 180 mm e le aperture quadre o circolari > 240 mm possono consentire l'accesso all'intero corpo.

**2.2.4.1F SPAZI MINIMI PER EVITARE SCHIACCIAMENTI**

Al fine di evitare i pericoli derivanti dalle zone di schiacciamento sono stati definiti degli spazi minimi per le diverse parti del corpo. Lo schiacciamento può avvenire tra due parti mobili che si muovono l'una verso l'altra o tra una parte mobile e una parte fissa.

Gli spazi minimi garantiscono la sicurezza dell'operatore contro i rischi derivanti dai pericoli di schiacciamento e non contro altri possibili pericoli quali, per esempio, urto, cesoiamento, trascinamento. Occorre tener presente che lo spazio minimo garantisce contro il rischio di schiacciamento solo nella condizione in cui non sia possibile inserire una parte del corpo che richiede uno spazio maggiore.

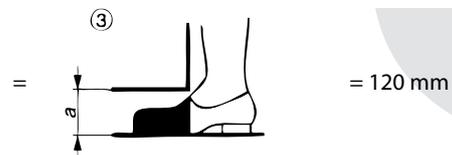
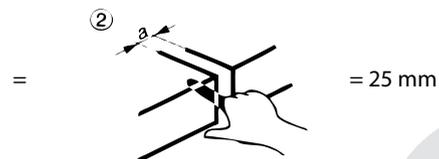
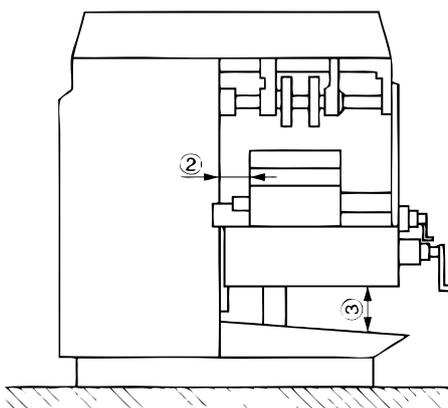
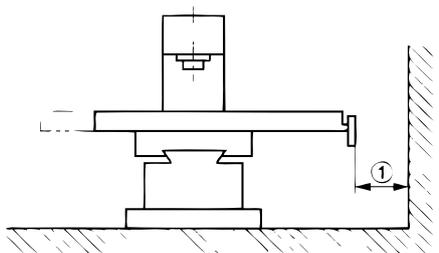
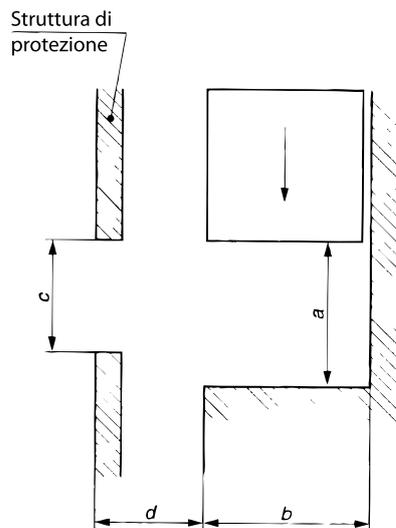
Nel prospetto sono indicati gli spazi minimi per evitare lo schiacciamento delle varie parti del corpo.

Parte del corpo	Spazio minimo a	Figura
Corpo	500	
Testa (posizione meno favorevole)	300	
Gamba	180	
Piede	120	
Dita del piede	50	
Braccio	120	
Mano Polso Pugno	100	
Dito della mano	25	

Se non è possibile ottenere lo spazio minimo per la più grande parte del corpo che può accedere, è possibile adottare accorgimenti che consentono l'accesso solo a parti del corpo più piccole, ad esempio utilizzando strutture di protezione aventi aperture ridotte.

Devono essere considerate le seguenti misure:

- a) spazio tra la parte fissa e la parte mobile o tra due parti mobili;
- b) profondità della zona di schiacciamento;
- c) dimensione dell'apertura della struttura di protezione (questa misura può essere desunta dal prospetto "Accessibilità attraverso aperture");
- d) distanza della struttura di protezione dalla zona di schiacciamento.



### **2.2.4.2 CARATTERISTICHE**

La distanza di sicurezza, individuata in relazione alle norme di riferimento, non tiene conto della volontarietà di raggiungere zone pericolose mediante mezzi aggiuntivi quali:

- l'utilizzo di sedie, scale o altro per cambiare il piano di riferimento;
- l'utilizzo di sbarre, utensili o altro per aumentare l'accessibilità naturale degli arti superiori.

Per una corretta valutazione della distanza di sicurezza in ordine all'utilizzo di barriere distanziatrici è necessario determinare:

- la distanza minima alla quale una struttura di protezione deve essere collocata rispetto ad una zona pericolosa;
- la dimensione massima delle aperture attraverso le quali è possibile raggiungere le zone pericolose con gli arti superiori ed inferiori.

### **2.2.4.3 UTILIZZO**

Questa misura va adottata quando è possibile ottenere un adeguato livello di sicurezza con il solo allontanamento e per un uso corretto occorre innanzitutto che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- la struttura di protezione deve essere stabile e mantenere inalterata la sua forma e posizione;
- la distanza di sicurezza deve essere riferita alla parte più sporgente, verso la zona pericolosa, della struttura di protezione;
- corretta identificazione del piano di riferimento che non è necessariamente il pavimento ma può essere, per esempio, una piattaforma di lavoro.

Contro certi pericoli, come per esempio quelli provocati da radiazioni ed emissioni di sostanze, la semplice distanza di sicurezza non è sufficiente ed è necessario adottare misure aggiuntive o diverse.

## UTILIZZO DEI PROSPETTI I E II PER L'ACCESSIBILITÀ AL DI SOPRA DI STRUTTURE DI PROTEZIONE CON GLI ARTI SUPERIORI

Rischio di abrasione - Determinare la distanza orizzontale **c** della zona pericolosa sapendo che l'altezza **b** della struttura di protezione è di 1300 mm e l'altezza **a** della zona pericolosa è di 2300 mm. Usando il prospetto I, la distanza orizzontale **c** della struttura di protezione dalla zona pericolosa deve essere di almeno 600 mm.

Altezza della zona pericolosa <b>a</b>	Altezza della struttura di protezione <b>b</b>								
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500
	Distanza orizzontale dalla zona pericolosa <b>c</b>								
2.500									
2.400	100	100	100	100	100	100	100	100	
2.200	600	600	500	500	400	350	250		
2.000	1.100	900	700	600	500	350			
1.800	1.100	1.000	900	900	600				
1.600	1.300	1.000	900	900	500				
1.400	1.300	1.000	900	800	100				
1.200	1.400	1.000	900	500					
1.000	1.400	1.000	900	300					
800	1.300	900	600						
600	1.200	500							
400	1.200	300							
200	1.100	200							
0	1.100	200							

1) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza minore di 1.000 mm perchè non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

Rischio di abrasione - Determinare l'altezza **a** della zona pericolosa sapendo che l'altezza **b** della struttura di protezione è di 1700 mm e la distanza orizzontale **c** della zona pericolosa è di 550 mm.

Usando il prospetto I, l'altezza **a** della zona pericolosa **non** deve essere compresa fra 1200 mm e 2200 mm.

Altezza della zona pericolosa a	Altezza della struttura di protezione b								
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500
	Distanza orizzontale dalla zona pericolosa c								
2.500									
2.400	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.200	600	600	500	500	400	350	250		
2.000	1.100	900	700	600	500	350			
1.800	1.100	1.000	900	900	600				
1.600	1.300	1.000	900	900	500				
1.400	1.300	1.000	900	800	100				
1.200	1.400	1.000	900	500					
1.000	1.400	1.000	900	300					
800	1.300	900	600						
600	1.200	500							
400	1.200	300							
200	1.100	200							
0	1.100	200							

1) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza minore di 1.000 mm perchè non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

Rischio di amputazione - Determinare l'altezza **b** della struttura di protezione sapendo che l'altezza **a** della zona pericolosa è di 1500 mm e la sua distanza orizzontale **c** della struttura di protezione proposta è di 700 mm. Usando il prospetto II si determina che l'altezza **b** della struttura di protezione deve essere di almeno 2000 mm.

Altezza della zona pericolosa <b>a</b>	Altezza della struttura di protezione <b>b</b> <sup>1)</sup>									
	1.000	1.200	1.400 <sup>2)</sup>	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500	2.700
Distanza orizzontale dalla zona pericolosa <b>c</b>										
2.700										
2.600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	
2.400	1.100	1.000	900	800	700	600	400	300	100	
2.200	1.300	1.200	1.000	900	800	600	400	300		
2.000	1.400	1.300	1.100	900	800	600	400			
1.800	1.500	1.400	1.100	900	800	600				
1.600	1.500	1.400	1.100	900	800	500				
1.400	1.500	1.400	1.100	900	800					
1.200	1.500	1.400	1.100	900	700					
1.000	1.500	1.400	1.000	800						
800	1.500	1.300	900	600						
600	1.400	1.300	800							
400	1.400	1.200	400							
200	1.200	900								
0	1.100	500								

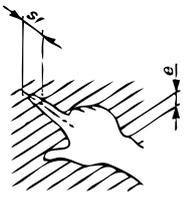
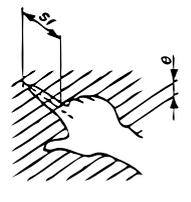
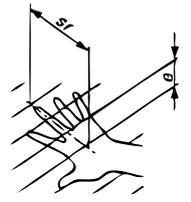
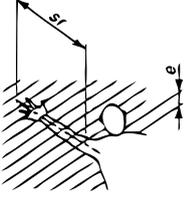
1) Non sono considerate le strutture di protezione di altezza minore di 1.000 mm perchè non limitano sufficientemente il movimento del corpo.

2) Non si dovrebbero usare le strutture di protezione di altezza minore di 1.400 mm senza misure di sicurezza aggiuntive.

## UTILIZZO DEL PROSPETTO DI ACCESSIBILITÀ ATTRAVERSO LE APERTURE CON GLI ARTI SUPERIORI

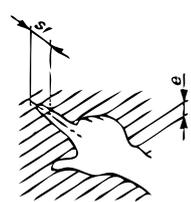
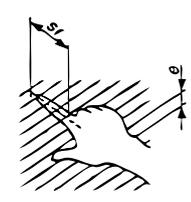
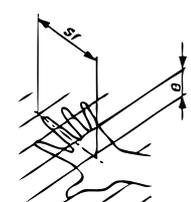
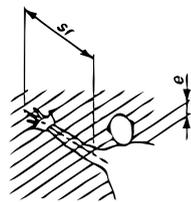
Determinare la distanza  $s_r$  dalla zona pericolosa a cui collocare un riparo fisso, costituito da una rete a maglia quadra con lato di 15 mm.

La dimensione della maglia della rete è compresa tra i 12 ed i 20 mm, si determina pertanto che la distanza  $s_r$  deve essere uguale o maggiore a 120 mm.

Parte del corpo	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $s_r$		
			A feritoia	Quadra	Circolare
Punta del dito		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dito fino alla articolazione tra il carpo e le falangi o mano		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850$ <sup>1)</sup>	$\geq 120$	$\geq 120$
Braccio fino alla articolazione della spalla		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

1) Se la larghezza dell'apertura a feritoia è minore o uguale a 65 mm, il pollice fungerà da arresto e la distanza di sicurezza potrà essere ridotta di 200 mm

Determinare la apertura massima che può avere una feritoia per il passaggio della lamiera da tranciare che deve essere collocata ad una distanza  $sr$  di 100 mm dallo stampo.  
La feritoia deve avere una apertura minore o uguale a 12 mm.

Parte del corpo	Figura	Apertura	Distanza di sicurezza $sr$		
			A feritoia	Quadra	Circolare
Punta del dito		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dito fino alla articolazione tra il carpo e le falangi		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
o mano		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
Braccio fino alla articolazione della spalla		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

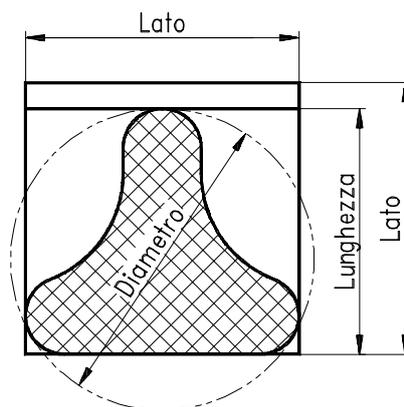
1) Se la larghezza dell'apertura a feritoia è minore o uguale a 65 mm, il pollice fungerà da arresto e la distanza di sicurezza potrà essere ridotta di 200 mm

## APERTURE DI FORMA IRREGOLARE

Nel caso di aperture di forma irregolare, si deve determinare:

- il diametro dell'apertura circolare più piccola;
- il lato dell'apertura quadra più piccola;
- la larghezza dell'apertura a feritoia più ridotta;

in cui l'apertura irregolare può essere completamente inserita.



Definire le tre relative distanze di sicurezza in base al prospetto del capitolo "Accessibilità attraverso aperture" ed utilizzare la più restrittiva.