



Cilindri

Rischi d'infortunio, obiettivi di sicurezza, soluzioni

Sommario

Suva

Istituto nazionale svizzero
di assicurazione
contro gli infortuni
Sicurezza sul lavoro
Casella postale, 6002 Lucerna
Tel. 041 419 51 11

Per ordinazioni:

Internet: www.suva.ch/waswo

Fax 041 419 59 17

Cilindri

Settore industria e artigianato

Riproduzione autorizzata con
citazione della fonte.

1ª edizione – ottobre 1993

3ª edizione rielaborata –

marzo 2003 –

da 2000 a 2700 copie

Codice: 44048.i

(Sostituisce il bollettino n. 22016.i)

1	Introduzione	3
2	Pericoli	3
2.1	Zone d'imbocco fra coppie di cilindri	3
2.2	Zone d'imbocco fra cilindri ed elementi fissi di macchine o strutture ambientali	6
2.3	Zone d'imbocco di cilindri per rinvio o avvolgimento del piano in scorrimento (zone d'impatto)	6
2.4	Punti d'afferramento ai cilindri	7
2.5	Punti di schiacciamento a cilindri a regolazione a forza motrice	7
2.6	Pericolo di caduta ai cilindri accessibili	7
2.7	Pericolo d'urto ai cilindri posati liberi in orizzontale	7
2.8	Calore	7
2.9	Elettricità statica	7
2.10	Rumore	8
3	Obiettivi di sicurezza	8
3.1	Esercizio normale	8
3.2	Esercizio particolare	8
3.3	Manutenzione	8
4	Piano di sicurezza	9
5	Evitare i pericoli (tecnica della sicurezza diretta)	10
5.1	Coppie di cilindri	10
5.2	Cilindri affacciati a elementi fissi di macchine o a strutture ambientali	10
5.3	Cilindri per rinvio o avvolgimento del piano in scorrimento	11
5.4	Punti d'afferramento ai cilindri	11
5.5	Cilindri a regolazione a forza motrice	11
5.6	Cilindri accessibili	12
5.7	Cilindri posati liberi in orizzontale	12
5.8	Cilindri e piani di scorrimento a superficie calda	12
5.9	Elettricità statica	12
5.10	Rumore	12
6	Protezione (tecnica della sicurezza indiretta)	12
6.1	Protezioni per l'esercizio normale e particolare nelle zone d'imbocco, d'impatto, di afferramento e schiacciamento	12
6.2	Protezioni per cilindri accessibili	21
6.3	Protezioni per cilindri posati liberi in orizzontale	21
6.4	Protezione contro superfici calde dei cilindri e contro il piano in scorrimento avente temperature elevate	21
6.5	Protezione da cariche elettrostatiche dei cilindri e del piano in scorrimento	22
6.6	Protezione dal rumore	22
7	Avvertimento di pericoli (tecnica della sicurezza d'avvertimento)	23
7.1	Segnaletica di sicurezza	23
7.2	Colorazione delle protezioni	24
7.3	Segnali e impianti d'allarme	24
8	Regole importanti per gli operatori	24



1 Introduzione

I cilindri trovano impiego in numerose aziende dei più disparati rami industriali. Essi rappresentano purtroppo una fonte frequente di infortuni gravi. Uno dei principali pericoli connessi all'uso dei cilindri è l'afferramento o il trascinamento di lembi di indumenti, di parti del corpo o del corpo intero tra due cilindri.

La presente pubblicazione si rivolge ai responsabili della sicurezza nelle aziende e ai costruttori di macchine munite di cilindri, ed ha lo scopo di attirare l'attenzione sui diversi tipi di rischio, di spiegare gli obiettivi della sicurezza e di illustrare con esempi pratici il modo di raggiungere gli obiettivi della sicurezza.

Attenzione: le macchine e gli impianti dotati di cilindri devono essere conformi alle disposizioni contenute nell'Ordinanza sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (OSIT) e nella Direttiva CFSL «Attrezzature di lavoro» (codice 6512.i).

2 Pericoli

Tipi di rischio

I principali rischi connessi all'uso dei cilindri sono:

- ◆ **Zone di imbocco**
Costituiscono il rischio più frequente. Può verificarsi il trascinamento di lembi di indumenti, di parti del corpo o di persone fra una coppia di cilindri, fra un cilindro e l'elemento di una macchina o di una struttura ambientale.
- ◆ **Punti di afferramento**
Sono punti in cui lembi di indumenti o parti del corpo vengono afferrati con trascinamento, avvolgimento o proiezione della persona colpita.
- ◆ **Punti di schiacciamento**
Quando si hanno cilindri o coppie di cilindri spostabili a forza motrice possono presentarsi rischi di schiacciamento di parti del corpo fra una coppia di cilindri o fra un cilindro in movimento e parti fisse. Nel trasportare materiale rigido mediante cilindri esiste il pericolo di schiacciamento di parti del corpo fra la merce trasportata e parti fisse.
- ◆ **Pericolo di caduta**
Nella zona accessibile di cilindri rotanti liberamente esiste il pericolo di caduta per scivolamento.
- ◆ **Pericoli d'urto**
Ai cilindri posati liberi in orizzontale esiste il pericolo che le persone vengano urtate da cilindri che rotolano.

- ◆ **Pericolo di ustioni**

Il rischio si presenta quando i cilindri o la merce convogliata hanno una superficie calda.

- ◆ **Pericolo d'incendio ed esplosione**

Scariche elettrostatiche possono causare incendi ed esplosioni.

- ◆ **Rumore nocivo**

Il rumore può essere dannoso per le persone.

2.1 Zone d'imbocco fra coppie di cilindri

I cilindri rotanti in senso opposto (a moto convergente) formano zone di imbocco con il pericolo di afferramento e trascinamento di lembi d'indumenti, parti del corpo o persone.

Per valutare i rischi ci si basa sui seguenti fattori:

- forma della zona di schiacciamento e d'imbocco;
- cambiamenti della linea d'imbocco dovuti alle forze esercitate dai cilindri;
- energia di movimento dei cilindri e rispettivi organi di trasmissione del moto;
- forze d'attrito che agiscono in direzione della linea d'imbocco.

La natura e la gravità delle lesioni riportate nelle zone d'imbocco dipendono dai seguenti fattori:

- modo in cui si sviluppa la pressione esercitata dall'arto afferrato dai cilindri risp. la deformabilità dell'arto afferrato;
- forza che l'arto afferrato trasmette ai cilindri e ai connessi elementi della macchina (forza dei cilindri);
- profondità di penetrazione dell'arto afferrato.

2.1.1 Coppie di cilindri ad interasse rigido e con linea d'imbocco massima di 3 mm fra cilindri indeformabili

Questi tipi di coppie di cilindri comportano un pericolo di schiacciamento delle dita. Il pericolo è tanto più grave quanto maggiore è il diametro (d) dei cilindri (fig. 1).

Ferimenti possono essere causati:

- da cilindri delle stesse dimensioni aventi ambedue un diametro superiore a 20 mm;
- da cilindri di diametri disuguali, di cui il più piccolo avente un diametro superiore a 20 mm;
- da cilindri con fasce a superficie interrotta (fig. 2).

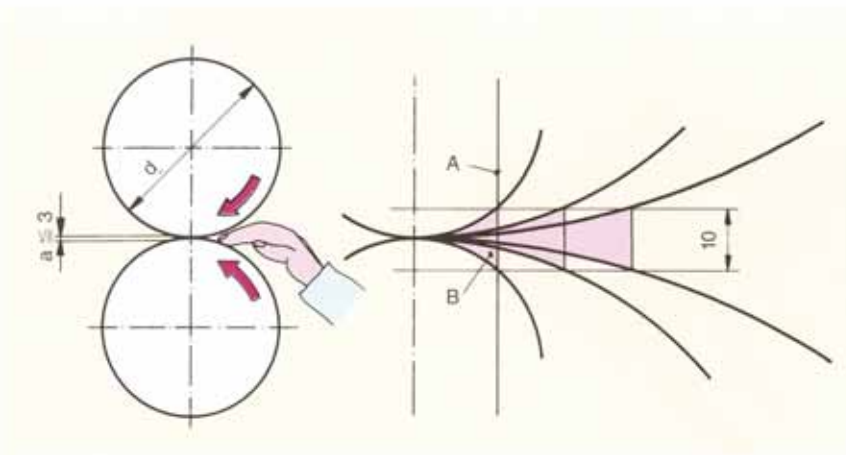


Figura 1: coppia di cilindri ad interasse rigido e con linea d'imbocco massima di 3 mm fra i cilindri indeformabili.

d = diametro dei cilindri

a = linea d'imbocco dei cilindri

A = linea limite verso la zona di schiacciamento: superandola si corre il rischio di lesioni alle dita.

B = zona di schiacciamento cuneiforme. Tanto maggiore è il diametro dei cilindri, quanto più appuntita diventa la zona cuneiforme e quanto più grande è il pericolo di schiacciamento.

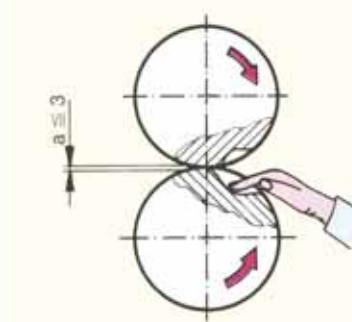


Figura 2: coppia di cilindri con fasce a superficie interrotta.

Il pericolo di trascinamento e schiacciamento delle dita esiste indipendentemente dal diametro dei cilindri.

2.1.2 Coppie di cilindri con cuscinetto semimolleghibile e con superfici cedibili

A questi tipi di coppie di cilindri esiste il pericolo di trascinamento di parti del corpo come mani e braccia. Tanto maggiore è il diametro (d) dei cilindri, quanto più vasta è la zona di schiacciamento (B) e quanto più grandi sono le parti del corpo che possono essere trascinate in rotazione a uguale profondità di penetrazione (fig. 3).

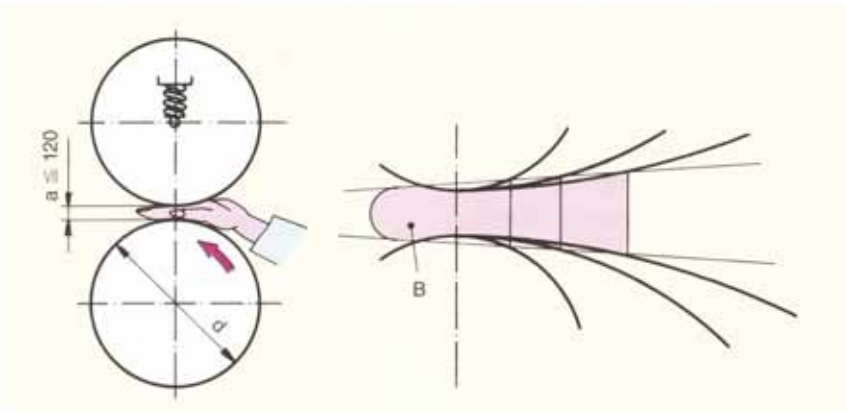


Figura 3: coppia di cilindri con cuscinetto semimolleghibile. La forza esercitata dai cilindri in seguito all'afferramento di una parte del corpo provoca l'ingrandimento della linea d'imbocco fra i cilindri.

2.1.3 Coppie di cilindri con interasse rigido e cilindri senza contatto reciproco

Gli esempi indicati qui appresso illustrano il pericolo di trascinamento di parti del corpo o di persone esistente davanti alla linea d'imbocco di questi tipi di coppie di cilindri.

- Coppie di cilindri di cui un solo cilindro funziona da organo conduttore (movente), l'altro invece da organo condotto (cedente);

In caso di afferramento di una parte del corpo si crea una forza di attrito tale da mettere in movimento il cilindro condotto (cedente), così da creare una zona d'imbocco (figg. 4 e 5).

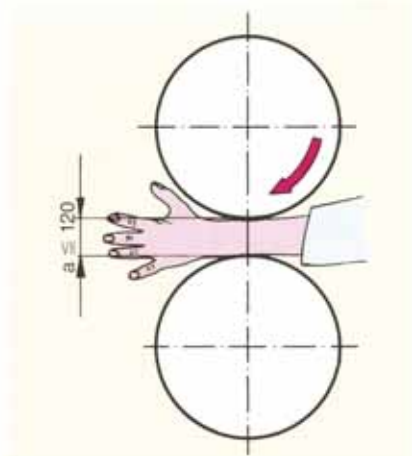


Figura 4: coppia di cilindri con linea d'imbocco non superiore a 120 mm. Esiste il pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia.

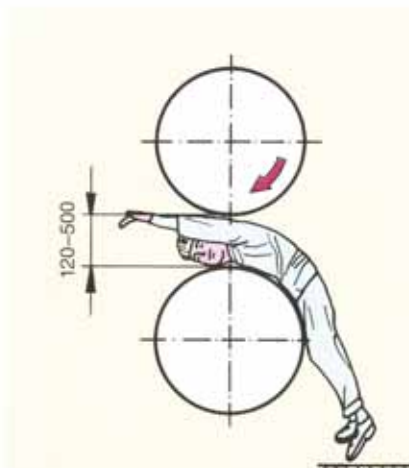


Figura 5: coppia di cilindri con linea d'imbocco da 120 a 500 mm. Esiste il pericolo di trascinamento della testa e del corpo.

- Coppie di cilindri che hanno ambedue i cilindri come organo conduttore (movente). I due cilindri ruotano nella stessa direzione e hanno la medesima velocità superficiale, ma hanno però velocità periferiche differenti (V_1, V_2) (fig. 6).

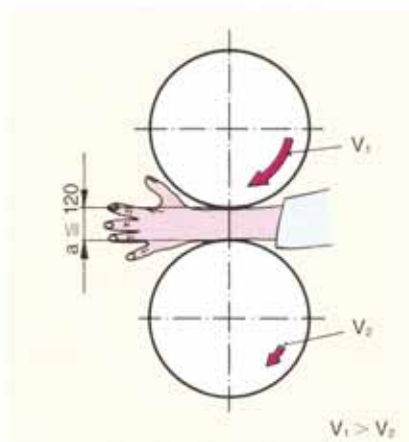


Figura 6: coppia di cilindri con linea d'imbocco non superiore a 120 mm. La velocità periferica del cilindro (V_1) è maggiore di quella del cilindro (V_2). Esiste il pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia.

- Coppie di cilindri che hanno ambedue i cilindri come organo conduttore (movente). I due cilindri ruotano nella stessa direzione e hanno la medesima velocità ($V_1 = V_2$), ma hanno però superfici disuguali (fig. 7).

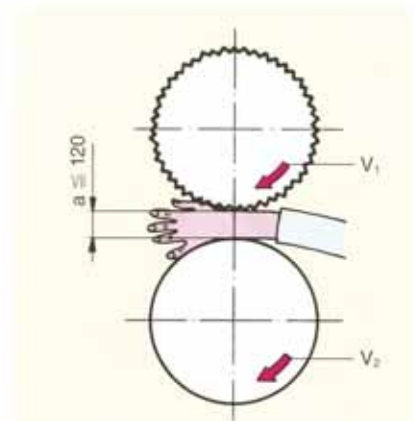


Figura 7: coppia di cilindri con linea d'imbocco non superiore a 120 mm. La superficie di uno dei cilindri presenta un'elevata forza d'attrito. Esiste il pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia.



2.2 Zone d'imbocco fra cilindri ed elementi fissi di macchine o strutture ambientali

I cilindri affacciati a elementi fissi di macchine o a strutture ambientali, costituiscono un pericolo di trascinamento di parti del corpo o del corpo intero (figg. 8 e 9).

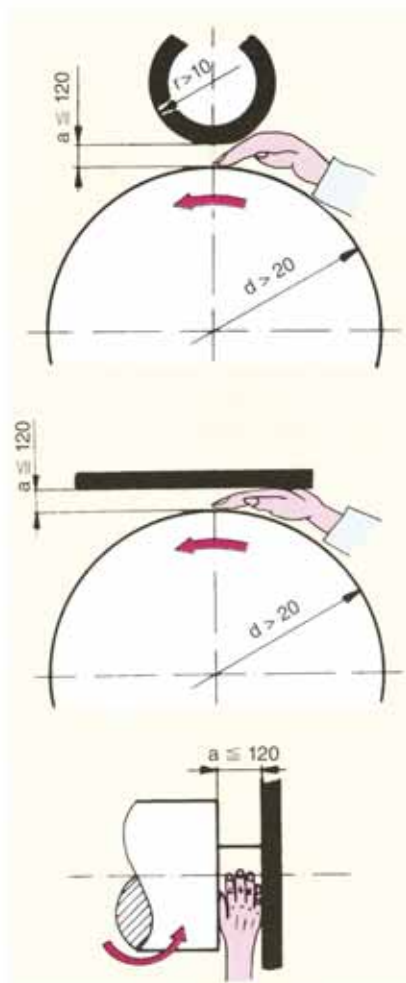


Figura 8: cilindri che distano non più di 120 mm dall'elemento fisso di una macchina. Esiste il pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia.

r = raggio
 d = diametro

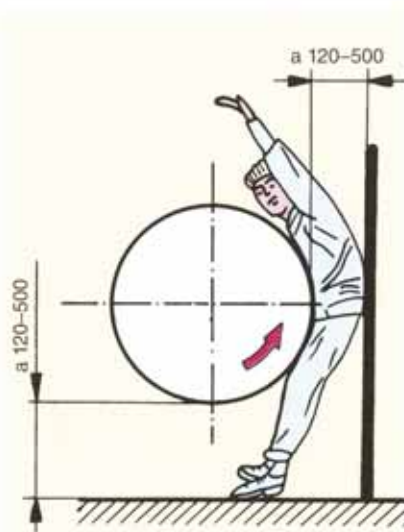


Figura 9: cilindro che dista da 120 fino a 500 mm da una parete o simile. Esiste il pericolo di trascinamento della testa e del corpo.



2.3 Zone d'imbocco di cilindri per rinvio o avvolgimento del piano in scorrimento (zone d'impatto)

I cilindri che servono da rinvio o da avvolgimenti del piano in scorrimento (fig. 10) costituiscono un pericolo di trascinamento nella zona d'impatto (A).

Il pericolo di trascinamento dipende dai seguenti fattori:

- genere del piano in scorrimento;
- tensione longitudinale del piano in scorrimento.

L'afferramento e il trascinamento di parti del corpo possono essere causati anche:

- dalla deformazione o rottura del piano in scorrimento nella zona d'impatto (aderenza);
- dallo strappo di singole fibrille (filato senza fine), fibrille che vengono riunite insieme e stirate a mezzo di cilindri.

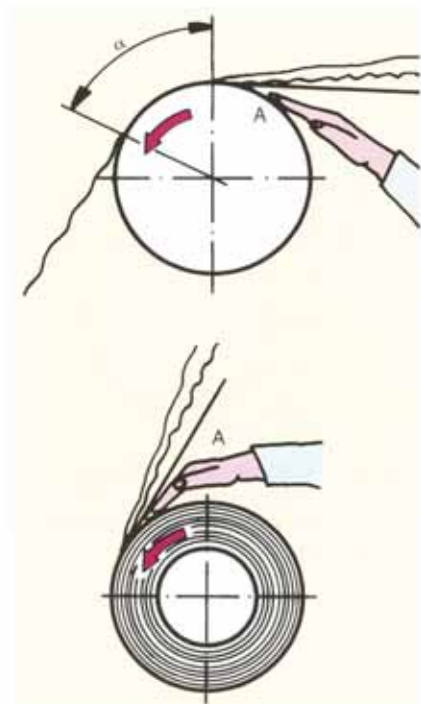


Figura 10: cilindri con zona d'impatto (A). Esiste il pericolo di trascinamento di parti del corpo.

2.4 Punti d'afferramento ai cilindri

I punti di afferramento sono fonti di rischio di afferramento, trascinarsi e avvolgimento di lembi di indumenti, di parti del corpo o del corpo intero, che si formano quando le parti rotanti presentano parti sporgenti quali viti, perni, ecc.

Eventuali correnti d'aria possono far svolazzare capelli o lembi di indumenti sciolti contro i cilindri con il pericolo di afferramento e trascinarsi in rotazione. La proprietà d'aderenza della stoffa bagnata su cilindri lisci del diametro fino a 120 mm è maggiore di quella della stoffa asciutta.

2.5 Punti di schiacciamento a cilindri a regolazione a forza motrice

Le coppie di cilindri o i singoli cilindri affacciati a un elemento fisso, quando sono regolabili a forza motrice di un'alzata, possono creare zone di schiacciamenti.

2.6 Pericolo di caduta ai cilindri accessibili

Il pericolo di caduta in piano per scivolamento esiste nell'accedere alla zona riservata ai cilindri rotanti liberamente o ai cilindri conduttori.

2.7 Pericolo d'urto ai cilindri posati liberi in orizzontale

A causa della loro energia di potenziale (di posizione) o per la presenza di un campo di forze «esterne», i cilindri a sezione circolare possono entrare in movimento e costituire un pericolo per le persone.

2.8 Calore

Il pericolo di ustioni può aversi al contatto con cilindri o con piani in scorrimento aventi una superficie calda. La gravità delle ustioni dipende dai seguenti fattori:

- temperatura della superficie;
 - materiale della superficie dei cilindri;
 - durata del contatto della pelle con la superficie calda.
- Il contatto con superfici lisce calde di metallo lucido può causare ustioni cutanee quando:
- la temperatura è di 70 °C e il contatto dura 1 secondo;
 - la temperatura è di 60 °C e il contatto dura 10 secondi. (vedere norma EN 563)

Il pericolo di ustioni dovuto al calore di attrito provocato dal contatto con i cilindri rotanti esiste quando parti del corpo vengono afferrate nelle zone d'imbocco.

2.9 Elettricità statica

Cariche elettrostatiche possono aversi ai cilindri destinati all'avvolgimento di materiale asciutto dovute ad attrito, a tensioni interne (provocate dal moto longitudinale o dalla forza pressante) o al distacco del piano in scorrimento dal cilindro. La formazione di elettricità sta-

tica dipende inoltre dai seguenti fattori:

- umidità dell'aria;
- conducibilità elettrica dei cilindri e del piano in scorrimento;
- velocità con cui avviene il distacco del piano in scorrimento dal cilindro convogliatore.

La carica elettrostatica ha l'effetto di aumentare di molto l'aderenza del piano in scorrimento sul cilindro convogliatore.

Le scariche elettrostatiche non sono direttamente la causa di danni corporali. Esse possono però produrre scintille tali da causare la caduta di persone per lo spavento riportato. Altre possibili conseguenze sono incendi ed esplosioni.

L'esistenza di un pericolo da elettricità statica ai cilindri e al piano in scorrimento può essere accertata con misurazioni delle condizioni della carica elettrica. Il problema di queste misurazioni è dato dal fatto che gli eventi elettrostatici sono poco stabili e che per l'elettrostatica sono caratteristiche le elevate tensioni a basse intensità di corrente.

Le persone esposte considerano le intensità del campo elettrico del valore di 40000 v/m come fastidiose. Dall'esperienza si sa che le intensità del campo elettrico di 1 milione di V/m possono generare una scarica disruptiva (DIN/VDE 0848).

2.10 Rumore

Carichi fonici intermittenti (L_{eq}) pari o superiori a 88 dB(A) sono pericolosi per l'udito. Ma anche quelli inferiori possono essere nocivi o motivo di disturbo. Gravi perdite di udito indotte da rumori negli ambienti lavorativi sono considerate malattie professionali.

Le macchine con cilindri conduttori possono produrre rumori che superano il valore limite succitato (laminatoi per gom-



ma, rotative rotocalco, macchine per la fabbricazione della carta, stiratoi).

Secondo la norma CE292-2 i valori delle emissioni di rumore delle macchine (cilindri) devono essere dichiarati in modo da rendere evidente il pericolo indotto dal rumore.

3 Obiettivi della sicurezza

3.1 Esercizio normale

(Esercizio normale: la macchina svolge il compito operativo per il quale è stata prevista e costruita.)

Le zone pericolose dei cilindri sono da proteggere in modo da impedire il ferimento di persone. A tale scopo occorre tenere conto – per quanto prevedibile – del fatto che le persone si comportano sovente non nel modo previsto.

3.2 Esercizio particolare

(Esercizio particolare: comprende tutti i generi di esercizio che sono necessari per garantire l'esercizio normale.)

Non devono verificarsi ferimenti di persone:

- durante l'infilamento del materiale in lavorazione;
- durante gli interventi di registrazione sui cilindri;
- durante l'eliminazione di guasti di produzione e meccanici;
- durante i lavori di pulizia.

Gli operatori non devono essere esposti a pericolo specialmente in caso di disfunzione dei comandi del sistema di trasmissione e moto operatore determinanti dal punto di vista della sicurezza.

3.3 Manutenzione

(Lavori di manutenzione e riparazione)

Non devono verificarsi ferimenti di persone a causa di un avviamento involontario o spostamenti accidentali dei cilindri.

4 Piano di sicurezza

Il progettista e il costruttore, ma anche l'operatore, sono tenuti ad adottare le misure di sicurezza conformemente allo stato attuale della tecnica. Tutte le misure che possono essere realizzate nella fase di costruzione devono prevalere sulle misure organizzative e comportamentali da adottare dall'operatore.

Il progettista, il costruttore e l'operatore hanno di conseguenza i seguenti compiti e obblighi:

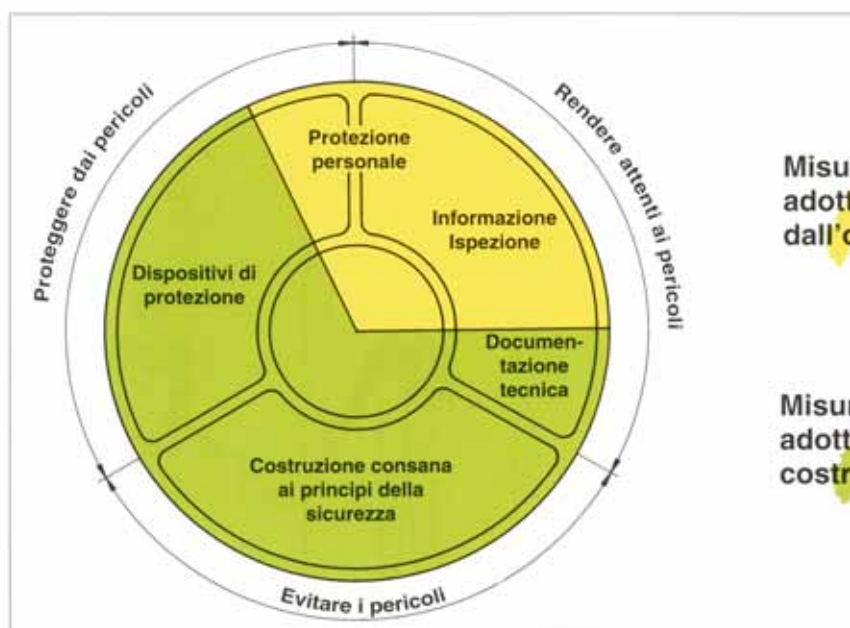
- evitare i pericoli (tecnica della sicurezza diretta);
- proteggere dai pericoli (tecnica della sicurezza indiretta);
- attirare l'attenzione sull'esistenza di pericoli (tecnica della sicurezza d'avvertimento).

Il progettista e il costruttore devono:

- fissare i limiti entro i quali è consentito usare la macchina o l'installazione;
- individuare i pericoli e valutare il rischio;
- eliminare i pericoli o, per quanto possibile, ridurre il rischio;
- predisporre dispositivi di protezione contro i rischi residui;
- indicare all'operatore i rischi residui;
- indicare ciò che l'operatore deve osservare e adottare usando correttamente la macchina o l'installazione;
- indicare le misure di sicurezza che l'operatore deve eventualmente ancora adottare.

L'utente e l'operatore devono:

- usare le installazioni e gli apparecchi tecnici a seconda della loro destinazione d'uso;
- conoscere i rischi residui;
- usare gli esistenti dispositivi di protezione;
- usare i necessari equipaggiamenti individuali di protezione;
- conoscere le documentazioni tecniche e attenersi alle indicazioni tecniche della sicurezza ivi contenute;
- azionare l'interruttore di sicurezza e assicurarlo con lucchetti personali contro un suo reinserimento accidentale prima di eseguire lavori di manutenzione e riparazione;
(«Interruttore di sicurezza»: dispositivo che serve ad arrestare l'alimentazione di energia e a scaricare l'energia residua.)
- essere premuniti per casi d'emergenza;
- essere pronti a prestare i primi soccorsi.



Misure di sicurezza da adottare dall'utente o dall'operatore.

Misure di sicurezza da adottare dal progettista o dal costruttore.

Figura 11: esposizione schematica di tutte le misure di sicurezza e dei settori di responsabilità.

5 Evitare i pericoli (tecnica della sicurezza diretta)

I pericoli insiti nell'uso di cilindri possono essere evitati o ridotti:

<ul style="list-style-type: none"> - con sistemi di costruzioni idonei; - con un'ubicazione idonea dei cilindri; 	Per l'esercizio normale e particolare
<ul style="list-style-type: none"> - con la limitazione delle forze operatrici; - con la limitazione delle velocità; - con la limitazione delle dimensioni; - con la limitazione delle energie operatrici. 	Specialmente per l'esercizio particolare

5.1 Coppie di cilindri

5.1.1 Coppie di cilindri ad interasse rigido e con linea d'imbocco massima di 3 mm fra i cilindri indeformabili

Lo schiacciamento delle dita fra le coppie di cilindri può essere evitato scegliendo i cilindri del corrispondente diametro:

- diametro massimo di 20 mm per ambedue i cilindri quando essi hanno le stesse dimensioni;
- diametro massimo di 20 mm per uno dei due cilindri quando essi hanno diametri disuguali.

5.1.2 Coppie di cilindri con cuscinetto molleggiabile e con superfici cedibili

Il pericolo di schiacciamento di dita e mani può essere evitato con un alloggiamento appropriato dei cilindri. Ciò può essere ottenuto usando cilindri oscillanti sì da poter essere sollevati fino a raggiungere una distanza di sicurezza di 120 mm in caso di trascinamento di una parte del corpo (fig. 12).

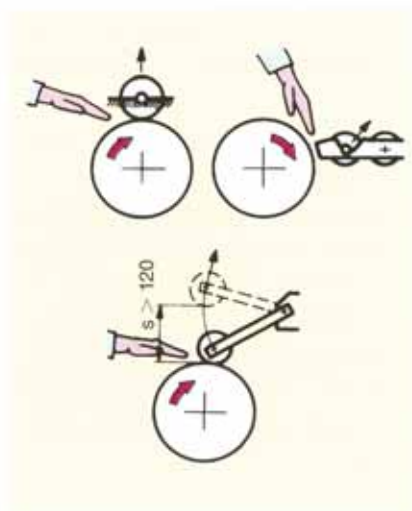


Figura 12: come evitare il pericolo di trascinamento di dita e mani:

- con cilindri alloggiati liberi (in alto);
- con cilindri articolati (in basso).

5.1.3 Coppia di cilindri con interasse rigido e cilindri affacciati senza contatto reciproco

- Per evitare il pericolo di trascinamento di parti del corpo ai cilindri rotanti in senso opposto (a moto convergente), occorre osservare le elongazioni h e le distanze di sicurezza s (fig. 13) in tutti i posti di lavoro previsti per l'esercizio normale e particolare.
- Ai cilindri ruotanti nella stessa direzione il pericolo di trascinamento di parti del corpo non esiste se i cilindri hanno una velocità periferica e una superficie identiche.

5.2 Cilindri affacciati a elementi fissi di macchine o a strutture ambientali

- Per evitare il pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia occorre osservare la distanza di sicurezza s e badare al sistema di costruzione della parte fissa (α = angolo retto od ottuso) (fig. 14).

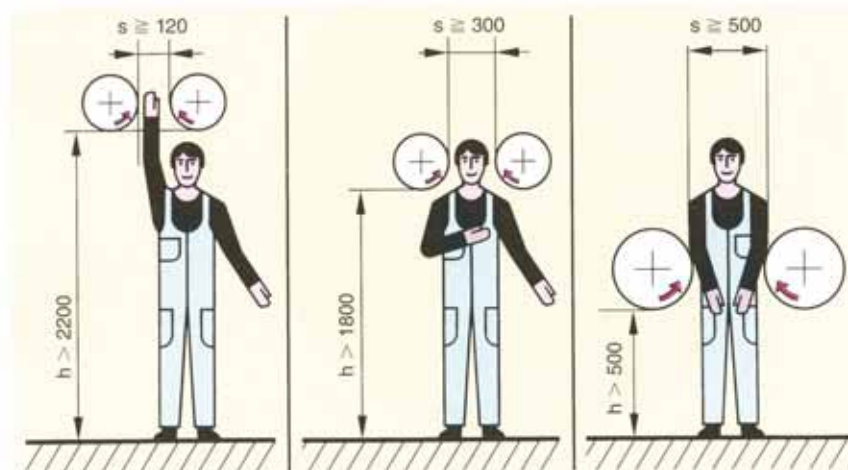


Figura 13: eliminazione del pericolo di trascinamento di parti del corpo osservando le elongazioni h e le distanze di sicurezza s .

- Per evitare il pericolo di trascinamento di parti del corpo ai cilindri rotanti e regolabili, occorre osservare le elongazioni h e le distanze di sicurezza s (fig. 15) in tutti i posti di lavoro previsti per l'esercizio normale e particolare.

5.3 Cilindri per rinvio o avvolgimento del piano in scorrimento (punto d'impatto)

E' praticamente impossibile evitare con mezzi tecnici il pericolo di trascinamento nei punti d'impatto.

Ecco alcuni consigli utili per ridurre la gravità delle ferite per trascinamento ai cilindri che servono da rinvio o avvolgimento del piano in scorrimento (fig. 10).

- Ridurre il più possibile la forza di trazione longitudinale, la velocità periferica e l'angolo d'avvolgimento α ;
- Non si deve impedire l'ondulazione libera del piano in scorrimento in caso di afferramento di una parte del corpo afferrata.

5.4 Punti d'afferramento ai cilindri

Con provvedimenti costruttivi, per esempio viti incassate, si può evitare che elementi sporgenti dai cilindri formino punti di afferramento.

Occorre impedire che capelli o lembi di indumenti sciolti entrino in contatto con i cilindri e vengano afferrati e trascinati in rotazione. Ciò può essere realizzato:

- evitando correnti d'aria orizzontali;
- tenere basso l'effetto d'adesione dei cilindri.

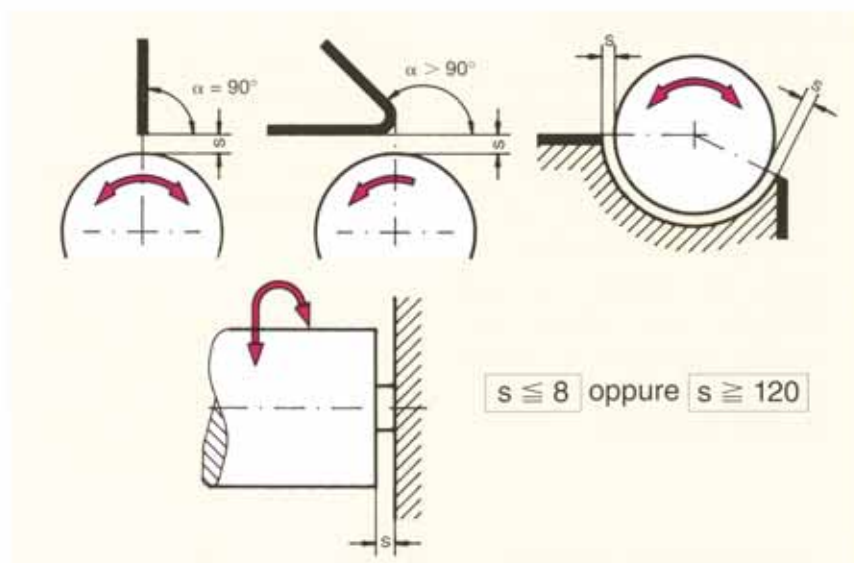


Figura 14: eliminazione del pericolo di trascinamento di dita, mani e braccia osservando la distanza di sicurezza s e costruendo in modo idoneo gli elementi fissi.

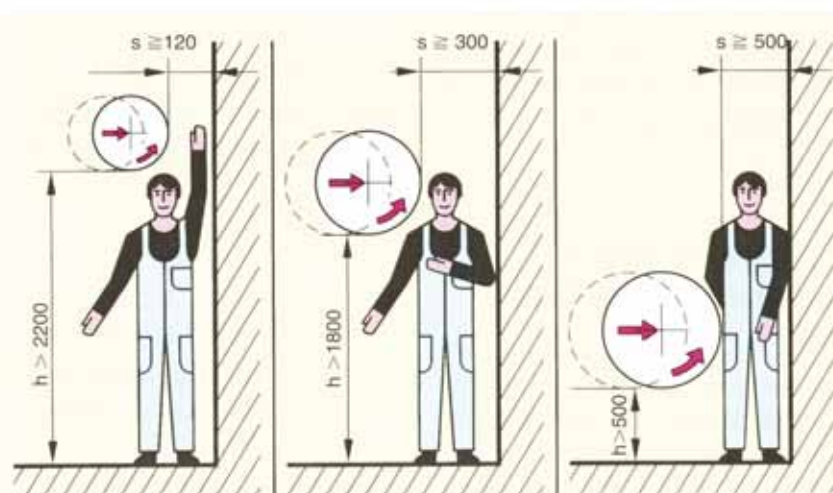


Figura 15: eliminazione del pericolo di trascinamento e schiacciamento di parti del corpo ai cilindri rotanti e regolabili osservando l'elongazione h e le distanze di sicurezza s .

5.5 Cilindri a regolazione a forza motrice

- Per evitare il pericolo di schiacciamento di parti del corpo, occorre osservare le elongazioni h e le distanze di sicurezza s (figg. 13 e 15) in tutti i posti di lavoro previsti per l'esercizio normale e particolare.

5.6 Cilindri accessibili

- Per evitare il pericolo di caduta di persone provvedere che su tutti i posti di lavoro previsti per l'esercizio normale e particolare non ci siano cilindri o rulli liberi.
- L'uso di cilindri o rulli condotti (con effetto frenante), collegati a organi motori, permette di ridurre il pericolo di caduta.

5.7 Cilindri posati liberi in orizzontale

Per non esporre il personale a pericoli d'urti bisogna che i cilindri o i rulli vengano depositati o trasportati in piedi, assicurandoli in modo idoneo contro la loro eventuale caduta.

5.8 Cilindri e piani di scorrimento a superficie calda

Per evitare ustioni occorre che le temperature dei cilindri e del piano in scorrimento siano – per quanto tecnicamente possibile – inferiori al valore della soglia d'ustione (60 °C).

Ai cilindri, le cui superfici possono causare ustioni dovute al calore d'attrito, si devono eliminare le zone d'imbocco e di schiacciamento (vedere capitoli 5.1, 5.2 e 5.3).

5.9 Elettricità statica

Per evitare il pericolo dovuto a scariche elettrostatiche, i cilindri e i piani di scorrimento dovrebbero essere conduttori d'elettricità ed avere una messa a terra. La resistenza di terra

può avere senz'altro un valore ohmico relativamente alto.

Secondo l'esperienza a un'umidità d'aria relativa del 70% non si formano cariche elettrostatiche pericolose.

5.10 Rumore

Le installazioni provviste di cilindri e i piani di scorrimento devono essere tali che il rumore prodotto non sia superiore a 85 dB (A).

6 Protezione (tecnica della sicurezza indiretta)

6.1 Protezioni per l'esercizio normale e particolare nelle zone d'imbocco, d'impatto, di afferramento e schiacciamento

Siccome non è possibile, per ragioni di lavorazione e tecniche, eliminare tutti i pericoli esistenti ai cilindri, bisogna costruire e montare dispositivi di protezione appropriati.

Questi dispositivi di protezione possono essere suddivisi in:

- ripari di segregazione (tabella 1);
- ripari tenenti conto della reazione di avvicinamento (tabella 2).

Ripari segreganti	
Ripari fissi di segregazione	<ul style="list-style-type: none"> – Ripari a barre/a cunei – Coperture – Schermature – Recinti
Ripari mobili di segregazione	<ul style="list-style-type: none"> – ripari di segregazione asserviti (coperture con interruttori di controllo) – ripari di segregazione asserviti con meccanismo di ritenuta

Tabella 1

Ripari tenenti conto della reazione di avvicinamento (Ripari disinnestanti)
<ul style="list-style-type: none"> – Ripari immateriali – Tappeti (pedane) sensibili – Barre sensibili – Grembialature sensibili – Funicelle di comando

Tabella 2

Ripari fissi di segregazione

Sono dispositivi di protezione (tabella 1) atti a impedire l'introduzione di parti del corpo o l'accesso di persone nella zona pericolosa. Deve essere possibile allontanarli solo per i lavori di manutenzione. Prima di rimuoverli bisogna azionare il dispositivo di disinserimento di sicurezza «Interruttore di sicurezza».

La rimozione o l'apertura del riparo non deve essere possibile se non con un utensile speciale.

Per quanto possibile è bene ricorrere sempre a questi tipi di ripari per proteggere le zone di imbocco e impatto.

◆ Barre sensibili per l'esercizio normale e particolare

Barre sensibili a profilo rotondo, quadrato, ecc. servono a schermare la zona pericolosa davanti ai cilindri senza coprirla completamente. Questi dispositivi di protezione devono essere di costruzione sufficientemente robusta (figg. 16–18). La forma e il posizionamento di questi tipi di ripari nonché la loro distanza dai cilindri non devono presentare rischi propri.

Le barre a profilo rotondo, quando raggiungono un diametro superiore a 20 mm, risultano inutilizzabili (cfr. capitolo 2.2, fig. 8).

Le barre a profilo angolato devono essere posizionate in modo da non formare un angolo acuto con il cilindro e da essere allineate radialmente rispetto al centro del cilindro.

La distanza risp. l'apertura di passaggio del piano in scorrimento che deve esserci fra la barra o il cuneo di sicurezza e il cilindro è illustrata nelle figure 16 e 17.

Ai cilindri in moto le cui barre (o cunei) di sicurezza sono state posizionate con tali distanze risp. aperture di passaggio materiale, esiste un rischio residuo; capelli, guanti, lembi d'indumenti, strofinacci, attrezzi, ecc. possono essere afferrati e trascinati in rotazione.

Le barre sensibili da montare a cilindri riscaldabili si da dilatarsi sotto l'effetto del calore, devono essere alloggiati cedibili da un lato.

Quando l'impatto del piano in scorrimento sul cilindro non avviene già davanti alla barra

sensibile, sono necessarie due barre sensibili atte a formare il necessario passaggio del materiale (fig. 17). La distanza di sicurezza s fra la barra sensibile e la linea limite A è da stabilire conformemente alla luce e_0/e_1 fra le barre sensibili.

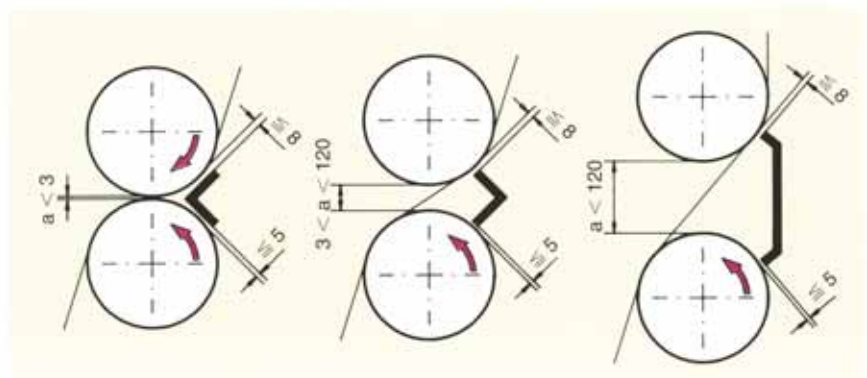
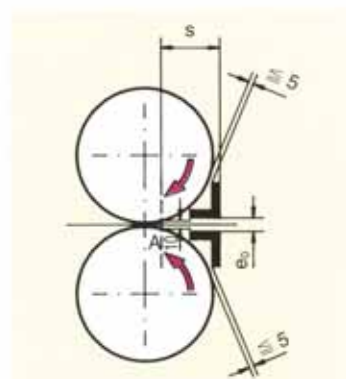


Figura 16: barre di differente profilo atte a proteggere le zone d'imbocco.



Luce	e_0	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
Distanza di sicurezza s		40	60	80	100	120	140	160

Figura 17: barre sensibili attraverso le quali passa il piano scorrimento.

A = linea limite dalla zona di schiacciamento
 s = distanza di sicurezza
 e_0 = luce

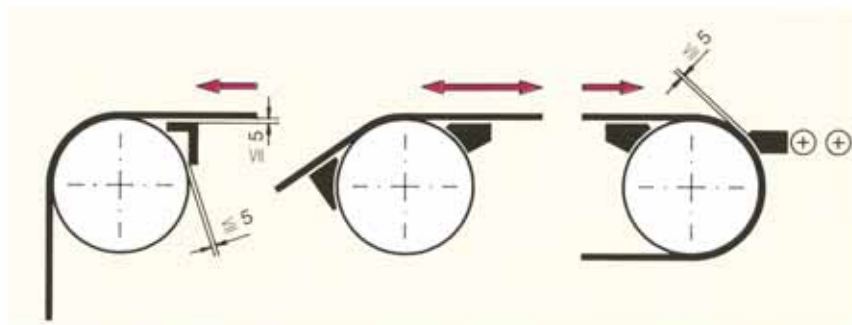


Figura 18: barre e cunei di sicurezza davanti a zone d'impatto e d'imbocco.

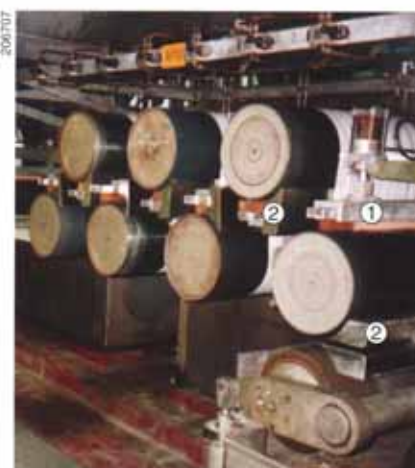


Figura 22: stiratoio di una linea di fibre in un'azienda produttrice di fibre chimiche.

1 Dispositivo che impedisce alle fibre rotte di avvolgersi attorno ai cilindri. Dovendo staccarle esisterebbe il pericolo di afferramento di parti del corpo dell'operatore.
2 Cunei davanti alla zona d'imbocco del nastro di carda.



Figura 19: macchina per stampa offset a rulli in un'azienda grafica. Le zone d'imbocco dei cilindri risp. rulli sono protette con barre sensibili sia per l'esercizio normale sia per quello particolare.

◆ Coperture per l'esercizio normale

Le coperture (fig. 23) sono da montare (avvitare) in modo fisso direttamente davanti alle zone pericolose e servono a impedire l'introduzione delle mani dal lato schermato.



Figura 20: calandra in un'azienda della lavorazione di materiale sintetico. Zone d'imbocco dei due rulli di raffreddamento (1), raggiungibili con le mani, protette con barre sensibili (2).



Figura 21: impianto di rivestimento in un'azienda della lavorazione di materiale sintetico. Zone d'impatto ai cilindri di rinvio (1) protette con barre sensibili (2).



Figura 23: stazione bobine d'alimentazione in un'azienda della lavorazione di materiale sintetico. Schermatura della zona d'imbocco e di schiacciamento (1) davanti ai cilindri d'estrazione.

◆ **Schermature per l'esercizio normale**

Le schermature – da sole o in combinazione con altri elementi fissi – impediscono di introdurre le mani nei cilindri su tutti i lati.

◆ **Recinti per l'esercizio normale**

La posa di un recinto (figg. 24 e 25) a una distanza di sicurezza appropriata impedisce di invadere o di accedere alle zone d'imbocco e di schiacciamento (fig. 24).

Per impedire l'accesso bisogna che il recinto:

- sia alto 1,4 m;
- sia montato in modo fisso;
- sia costruito di materiale resistente, completamente liscio o a maglie sottili;

- abbia uno spazio libero in basso non superiore a 0,3 m.

L'altezza del recinto di sicurezza è generalmente in funzione dei rischi esistenti. Bisogna tenere in considerazione anche il rischio di proiezione di elementi fuori della zona pericolosa.

Ripari di segregazione mobili

◆ **Coperture asservite**

Queste coperture (tabella 1) incernierate, scorrevoli su guide o smontabili, che da sole o in combinazione con altri elementi fissi servono a impedire l'accesso alla zona pericolosa, possono essere rimosse dalla



Figura 25: la zona di pericolo di tutti gli elementi di questo impianto e le zone d'imbocco dei cilindri (1) sono protette per l'esercizio normale con un recinto e con un porta d'accesso provvista di un dispositivo di blocco (ripari di segregazione asserviti).

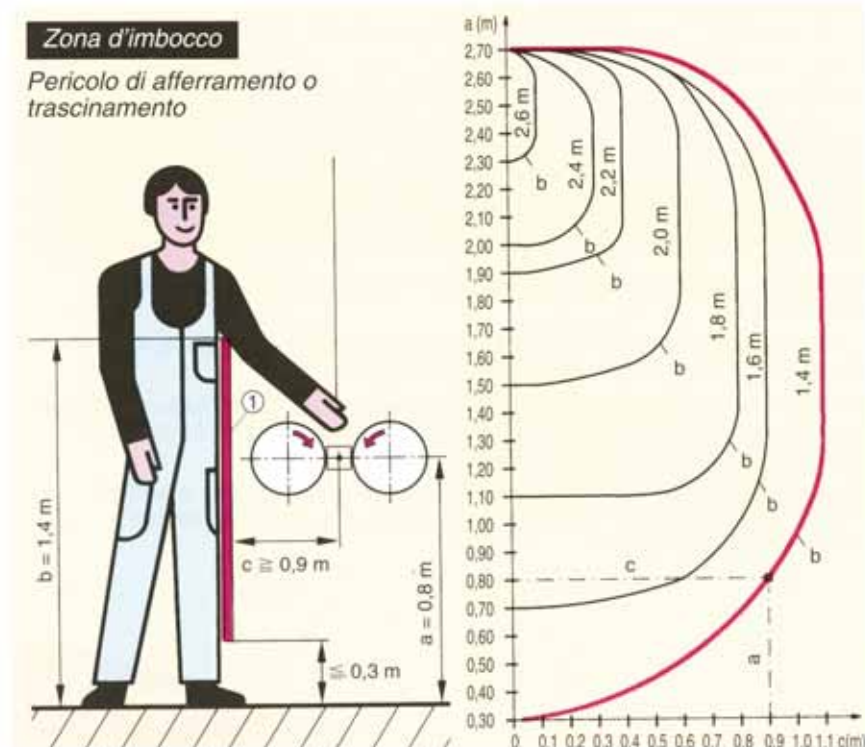


Figura 24: recinto (1) per l'esercizio normale. Per impedire che gli arti superiori del corpo possano invadere le zone pericolose, occorre osservare le distanze di sicurezza secondo EN 294, tabella 2.

loro posizione di difesa. I ripari mobili devono essere asserviti (interconnessi): non devono poter essere aperti o rimossi senza aver prima azionato un disinnesto di sicurezza che realizza l'assenza di pericolo a riparo aperto.

Se a riparo rimosso è possibile invadere o accedere alla zona pericolosa prima che sia realizzata l'assenza di pericolo, il riparo deve rimanere bloccato in posizione di difesa fino alla cessazione della situazione di pericolo. I ripari di segregazione asserviti con meccanismo di ritenuta (coperture o porte di servizio) sono indispensabili anche quando per ragioni tecniche non è consentito interrompere il ciclo operativo prima che esso non sia stato completamente o parzialmente ultimato.

Se per lavorare in esercizio particolare occorre effettuare manovre a riparo rimosso, occorre

soddisfare le seguenti condizioni:

- bloccare la successione di comandi pericolosi (nessun funzionamento automatico);
- consentire solo movimenti il cui funzionamento si realizza a mezzo di organi di comando a pressione continua (organi di comando con ripri-

stino automatico, comandi a uomo presente);

- consentire l'esecuzione di movimenti pericolosi con i cilindri solo rispettando severe condizioni di sicurezza (per es. velocità ridotta, comandi a colpi singoli, pressione ridotta, potenza/energia ridotte).



Figura 27: sfogliatrice in un'azienda alimentare. Le zone d'imbocco ai cilindri sono protette con un riparo (griglia) asservito provvisto di apertura d'alimentazione.

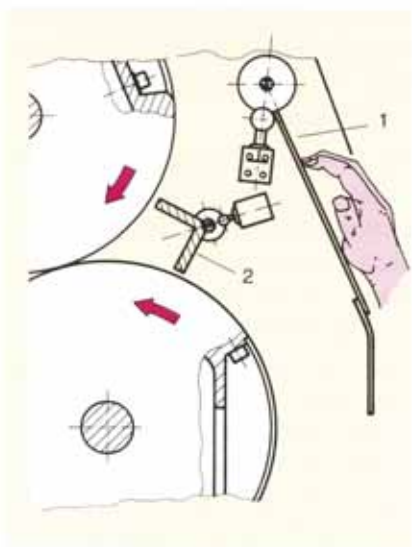
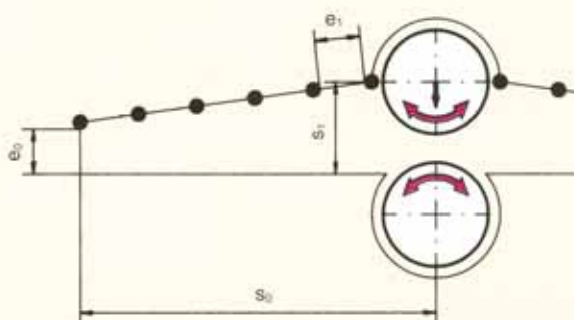


Figura 26: macchina per stampa offset in un'azienda grafica. Le zone d'imbocco ai cilindri portalastra e portagomma, nonché ai rulli inchiostatori sono protette con ripari asserviti (1) per l'esercizio normale. Per l'esercizio particolare è stata montata una barra sensibile (2).



Luce	e_0	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Distanza di sicurezza	s_0	160	200	225	250	300	350	400	450	500	555
Distanza fra le barre	e_1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Distanza di sicurezza	s_1	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160

Figura 28: distanze di sicurezza per un riparo a griglia rimovibile o ribaltabile.

La luce e_0 sta a indicare la posizione che il riparo deve raggiungere prima di disinserire o cummutare il comando dei cilindri.

La distanza di sicurezza s_0 vale solo quando è possibile introdurre solo l'avambraccio sotto la griglia. La distanza di sicurezza s_1 si basa sulla distanza e_1 fra le barre della griglia.

Se è possibile invadere la zona d'imbocco frontalmente con il braccio teso, è necessaria una distanza di sicurezza di ≥ 850 mm per luci di $30 \text{ mm} < e_0 < 120 \text{ mm}$.





Figura 29: incollatrice in un laboratorio di falegnameria.

Le zone d'imbocco dei cilindri spalmatori (1) e dosatori (2) sono protette con griglie asservite (3) per l'esercizio normale (spalmatura della colla). Davanti alle zone d'imbocco dei cilindri spalmatori è stata montata, in più, una grembiata-tura sensibile (4).

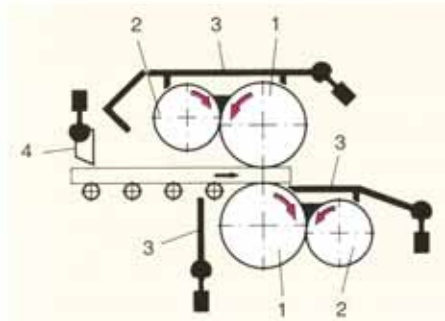


Figura 30: incollatrice in un laboratorio di falegnameria.

Per l'esercizio particolare (pulizia a cilindri in moto) la macchina è protetta convenientemente.

All'apertura della griglia asservita (3) o urtando contro la grembiata-tura sensibile (4) i cilindri vengono disinseriti non appena si scende sotto la distanza di sicurezza s di 120 mm con lo spostamento dei cilindri 1 e 2.

I cilindri non devono essere ravvicinati a forza motrice che a copertura chiusa o a mezzo del comando a uomo presente (comando a impulsi senza autoritegno).

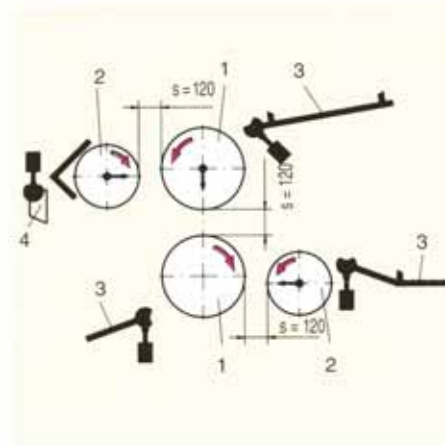


Figura 31



Figura 32

Figure 31 e 32: raffinatrice a 5 cilindri per cioccolato.

Le zone d'imbocco davanti ai cilindri sono protette con un riparo asservito (1) per l'esercizio normale (cilindratura fine della massa di cioccolato). Per l'esercizio particolare (pulizia a cilindri fermi) la macchina è protetta in modo che i cilindri vengano disinseriti immediatamente all'apertura del riparo (2).

Ripari tenenti conto della reazione di avvicinamento (ripari disinnestanti)

Questi dispositivi di protezione (tabella 2) provocano un disinserimento automatico/indiscriminato quando vengono intercettati o urtati con le mani o con altre parti del corpo.

Questi tipi di ripari sono da usare solo laddove è possibile interrompere la condizione di lavoro pericolosa con la rapidità voluta. Devono essere posizionati in modo da rendere impossibile l'accesso alla zona pericolosa prima che sia scattato il dispositivo di protezione ed eliminata la condizione di pericolo.

Per le barre e le grembialature sensibili tenenti conto della reazione di avvicinamento, usate come ripari mobili di segregazione direttamente davanti alla zona d'imbocco dei cilindri (vedere stiratrice a più conche, fig. 37), le distanze di sicurezza s fra il riparo e la zona d'imbocco sono calcolabili secondo la figura 17. Se le barre e le grembialature sensibili possono essere rimosse dalla loro posizione di difesa, la distanza di sicurezza fra il riparo e la zona d'imbocco deve avere dimensioni adattate alla corsa d'inerzia dei cilindri, a meno che il pericolo di trascinarsi non venga eliminato con l'inversione del moto dei cilindri e/o la manovra istantanea di apertura di una coppia di cilindri o di sol-

levamento di un cilindro. L'inversione del moto dei cilindri non deve creare un'altra zona d'imbocco.

Le funicelle e i listelli di comando sono applicabili come dispositivi d'arresto d'emergenza laddove occorre debellare un pericolo immediato o quando risulta impossibile usare un riparo di segregazione davanti alla zona pericolosa.

Le funicelle di comando devono avere un interruttore del tipo a strappo e a pressione (strappo della funicella).

Per liberare le persone dopo un arresto d'emergenza (stop d'emergenza) si devono poter separare i cilindri. Il dispositivo d'arresto d'emergenza può anche provocare direttamente l'apertura o l'inversione del moto dei cilindri, sempre che ciò non crei un'altra zona d'imbocco pericolosa.

◆ Dispositivi di protezione immateriali

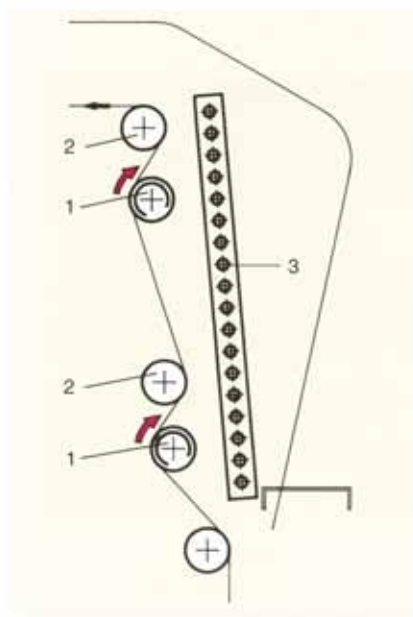


Figura 33: telaio per appretto. Le zone d'imbocco fra i cilindri distanziatori (1) e di rinvio (2) sono protette con una griglia protettiva immateriale (3) per l'esercizio sia normale che particolare.





◆ Barre sensibili

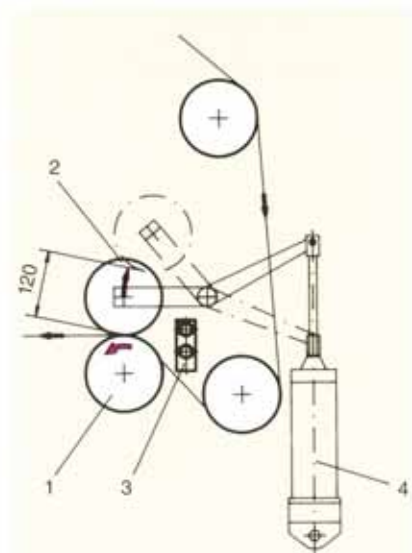
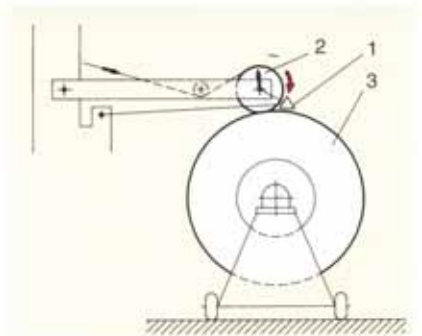


Figura 34: impianto per traino fogli. La zona d'imbocco fra il cilindro (1) e il cilindro (2) è protetta con un riparo immateriale (raggio luminoso) abbinato a un sollevatore cilindri (4) pneumatico. In esercizio normale l'intercettazione della barriera immateriale comporta l'immediato sollevamento del cilindro. Nell'esercizio particolare il riparo immateriale impedisce il pericolo di schiacciamento dalla caduta del cilindro sollevato.

Figura 35: avvolgimatassa di una calandra in un'azienda tessile. La zona d'imbocco fra il cilindro conduttore (2) e la matassa (3) è protetta, per l'esercizio sia normale che particolare, mediante una barra sensibile comandata combinata con un listello sensibile (1). Il contatto con il listello sensibile provoca l'arresto del cilindro conduttore e un suo sollevamento dalla matassa.



◆ Listelli sensibili

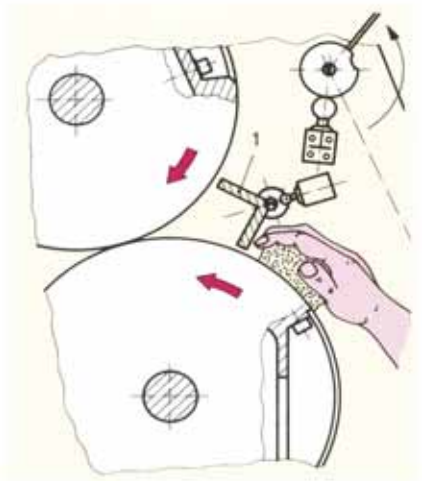


Figura 36: macchina per stampa offset in un'azienda grafica. Il riparo è aperto per l'esercizio particolare. La macchina funziona solo con comando a impulsi e a velocità ridotta (comando a impulsi o a colpi = dispositivo di comando che permette alla macchina di compiere solo una corsa limitata). L'urto contro il listello sensibile (1) provoca l'arresto istantaneo dei cilindri.

◆ **Grembialature sensibili**



Figura 37: stiratrice a più conche in una lavanderia.

L'accesso alle zone d'imbocco fra il cilindro (1) e la cinghia (2) nella conca termica viene impedito da una grembialatura sensibile (3).

Urtando contro la grembialatura si provoca la manovra istantanea d'arresto delle cinghie e di sollevamento dei cilindri dalle conche termiche. (Per ulteriori informazioni vedi capitolo «Ripari tenenti conto della reazione di avvicinamento» a p. 18.)

◆ **Funicelle e listelli d'arresto d'emergenza**

Sono dispositivi d'arresto d'emergenza comandati volutamente.



Figura 38

Figure 38 e 39:

laminatoio per gomma a cilindri gemelli.

Le zone d'imbocco sono protette con funicella (1) e listello (2) d'arresto d'emergenza e con barra sensibile (3) a disinserimento automatico/indiscriminato quale riparo tenente conto della reazione di avvicinamento. In caso di contatto risp. azionamento di questi tipi di dispositivi si provoca la manovra istantanea d'arresto e divaricazione dei cilindri.



Figura 39

Barra sensibile con distanze di sicurezza dalla zona d'imbocco dei cilindri (secondo norma EN per laminatoi a cilindri gemelli per materiale sintetico e gomma).



6.2 Protezioni per cilindri accessibili

Gli spazi tra i cilindri risp. i rulli convogliatori devono avere la superficie di calpestio anti-sdruciolevole (fig. 40).

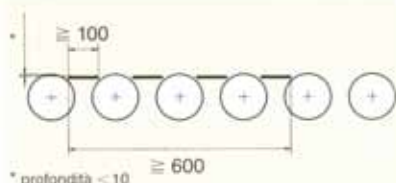


Figura 40: passaggio sopra un trasportatore a rulli in un reparto spedizione.

6.3 Protezioni per cilindri posati liberi in orizzontale

I cilindri devono essere protetti a mezzo di cunei, cavalletti, ecc.

L'accelerazione, il rallentamento e il viaggiare in curva possono trasmettere ai cilindri trasportati forze tali da farli rotolare via dai loro dispositivi di sicurezza, p. es. cunei: occorre quindi adottare ulteriori misure di sicurezza (fig. 41)



Figura 41: cilindri in uno stabilimento per fogli d'alluminio. I cilindri sono assicurati con cunei (1) e nastri d'acciaio (2) contro una loro caduta dalle palette.

6.4 Protezione contro superfici calde dei cilindri e contro il piano in scorrimento avente temperature elevate

Le persone esposte a danni da calore e a ustioni possono proteggersi con:

- rivestimenti;
- isolazioni;
- ripari fissi di segregazione (fig. 42).

Quando per ragioni tecniche di produzione risulta impossibile proteggersi in tal modo, occorre usare guanti e indumenti di protezione appropriati contro il calore. Il relativo equipaggiamento personale deve essere messo a disposizione dal datore di lavoro. Sui posti di lavoro vanno affissi i cartelli d'obbligo (uso dell'equipaggiamento individuale) e d'avvertimento (presenza di rischi residui).



Figura 42: calandra in un'azienda per la lavorazione di materiale sintetico. I tubi di riscaldamento (1) dei cilindri della calandra sono isolati. Un parapetto (2) impedisce la caduta sui cilindri caldi. Il cartello «Attenzione, pericolo di scottature al contatto con oggetti caldi.» (3) avverte del pericolo delle superfici calde.

6.5 Protezione da cariche elettrostatiche dei cilindri e del piano in scorrimento

L'elettricità statica può essere scaricata:

- aumentando la conduttività elettrica del piano in scorrimento, per esempio, con un trattamento a base di prodotti conduttori della superficie di nastri trasportatori e cinghie;
- mettendo a terra tutti gli elementi conduttori che possono caricarsi elettrostaticamente;
- ricorrendo a ionizzatori d'alta tensione per ionizzare l'aria nel campo di produzione di tensione attorno alla zona di stacco del piano in scorrimento dal cilindro. L'effetto di questi apparecchi può essere migliorata abbinandoli a soffierie atte a soffiare gli ioni nel campo di tensione (figg. 43 e 44).
- montando catene, spazzole o nastri a punte d'acciaio nel vicino campo del piano in scorrimento (fig. 43).

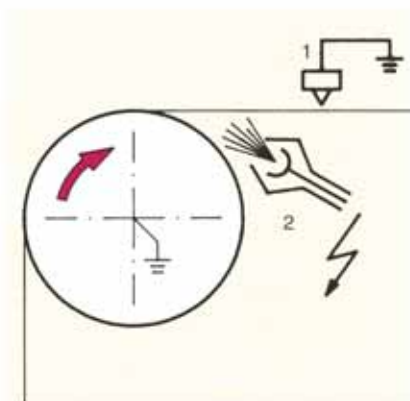


Figura 43: Cilindro con piano in scorrimento protetto contro cariche elettrostatiche.

- 1 catene, spazzole, nastri a punte d'acciaio con messa a terra
- 2 ionizzatore con soffieria ad ugello



Figura 44: impacchettatrice in un'azienda di produzione di lana minerale.

La carica elettrostatica ai cilindri e ai fogli di plastica viene scaricata mediante un ionizzatore abbinato a una soffieria ad ugello

6.6 Protezione dal rumore

Il rumore sul posto di lavoro può essere ridotto:

- separando il posto di lavoro dalla fonte di rumore (p. es. trasmissioni in un locale separato, posto di comando in una cabina fonoisolata);
- fonoisolando il posto di lavoro/il quadro comandi dalla fonte di rumore;
- fonoincapsulando le macchine, gli impianti, ecc.
- adottando misure d'acustica ambientale.

Se il carico fonico sul posto di lavoro (L_{eq}) è superiore a 85 dB(A), il datore di lavoro deve mettere a disposizione protettori auricolari personali. Se il carico fonico è pari o superiore a 88 dB(A), occorre far rispettare l'obbligo di usare i protettori auricolari. Le zone in cui si è tenuti a usare i protettori auricolari devono essere contrassegnate con i rispettivi cartelli d'obbligo (vedere capitolo 7.1).



7 Segnali di pericolo (tecnica della sicurezza d'avvertimento)

Si deve avvertire dell'esistenza di pericoli quando:

- risulta impossibile eliminarli o segregarli;
- esistono rischi residui nonostante tutti i provvedimenti;
- i pericoli si trovano in zone non visibili;
- i pericoli non possono essere individuati come tali.

7.1 Segnaletica di sicurezza

Occorre avvertire che i cilindri possono costituire un pericolo usando cartelli d'avvertimento e d'obbligo appropriati.

Si fa ricorso ai seguenti segnali d'avvertimento:



Figura 45: pericolo trascinalamento mani da rulli (codice Suva 1729/67)

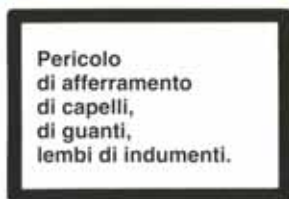


Figura 46: attenzione, pericoli residui alle zone d'imbocco protette accessibili (segnale di avvertimento: codice Suva 1729/33; cartello aggiuntivo, codice Suva 1729/71.i)

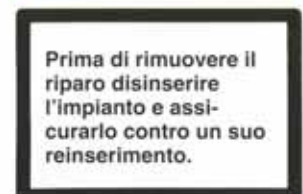


Figura 47: pericolo di trascinalamento in caso di rimozione dei ripari fissi per eseguire lavori di manutenzione (segnale d'avvertimento: codice Suva 1729/33; cartello aggiuntivo, codice Suva 1729/39.i)



Figura 48: pericolo accesso a cilindri o rulli (codice Suva 1729/70)



Figura 49: pericolo superficie calda (codice Suva 1729/68)



Figura 50: tensione elettrica pericolosa (codice Suva 1729/69)

Per contrassegnare le zone in cui occorre usare i dispositivi di protezione individuale, si può ricorrere ai seguenti

cartelli d'obbligo:



Proteggere gli occhi (codice Suva 1729/2)



Proteggere l'udito (codice Suva 1729/5)



È obbligatorio usare i guanti protettivi (codice Suva 1729/40)



Calzature di sicurezza obbligatorie (codice Suva 1729/41)

7.2 Colorazione delle protezioni

- Barre di sicurezza
Le barre di sicurezza davanti alle zone d'imbocco devono essere contrassegnate con apposita colorazione (giallo).
- Funicelle/listelli di comando
Se le funicelle e i listelli di comando vengono usati come dispositivo d'arresto d'emergenza, occorre contrassegnarli in rosso o rosso/bianco.

7.3 Segnali e impianti d'allarme

Per segnalare i pericoli ai cilindri si può ricorrere a segnali visivi, come luci lampeggianti, e acustici, come sirene.

Questi segnali devono:

- precedere l'evento pericoloso;
- essere inequivocabili;
- essere distintamente percetibili e distinguibili da tutti gli altri segnali;
- essere chiaramente individuabili dagli operatori.

Gli impianti d'allarme devono essere concepiti e ubicati in modo da poterli controllare facilmente.

8 Regole importanti per gli operatori

- Non eseguire lavori in esercizio normale e particolare senza far ricorso ai dispositivi di protezione.
- Usare i mezzi di protezione personali laddove è richiesto.
- Eseguire i lavori in esercizio particolare azionando i cilindri con il comando a impulsi in modo da non mettere in pericolo nessuno.
- Controllare periodicamente i dispositivi di protezione e in modo particolare l'efficacia dei dispositivi d'arresto d'emergenza.
- Non eseguire lavori di manutenzione senza aver prima azionato l'interruttore di arre-

sto di sicurezza e averlo bloccato con il vostro lucchetto personale contro un suo reinserimento.

