Muster Maschinenbau GmbH
Beispielstraße 1
12345 Musterstadt
Germania

DOCUMENTAZIONE TECNICA CE

Progetto di esempio: marcatura CE della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600

Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (insieme di macchine)

N. progetto	MUSTER-2026-001-IT
Cliente	Andrea Bergmann, Beispiel Stahlbau GmbH
Sede	Stabilimento dell'utilizzatore, capannone 2 (consegna dopo il collaudo in fabbrica)
Data	03/11/2026
N. documento	MUSTER-2026-001-IT-DOS
Approvazione	Bozza

DESCRIZIONE DELLA MACCHINA

Cella di saldatura MAG robotizzata RSZ-2600 per la saldatura ad arco di assiemi in acciaio con peso del pezzo fino a 40 kg nella produzione in serie. Macchina speciale, esemplare unico. Configurazione come insieme di macchine: (1) Robot industriale a braccio articolato, 6 assi, sbraccio 2600 mm, carico utile 12 kg, fornito dal fabbricante del robot come quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, e istruzioni per l'assemblaggio ai sensi dell'allegato XI. …

Estratto: la descrizione completa si trova all'inizio del modulo 1.

Indice

1. **Valutazione del rischio** — 42 pericoli
2. **Norme applicate** — 24 norme
3. **Dichiarazione di conformità** — 1 dichiarazione
4. **Documentazione tecnica** — Avanzamento 97%
5. **Rapporti di prova** — 76/80 verificati
6. **Sicurezza funzionale** — 5 funzioni di sicurezza
7. **Cibersicurezza** — 8 di 9 sezioni documentate integralmente
8. **Istruzioni per l'uso** — 13 capitoli

Le voci sono cliccabili nel PDF.

1. Valutazione del rischio

secondo la norma EN ISO 12100

Descrizione della macchina

Cella di saldatura MAG robotizzata RSZ-2600 per la saldatura ad arco di assiemi in acciaio con peso del pezzo fino a 40 kg nella produzione in serie. Macchina speciale, esemplare unico.

Configurazione come insieme di macchine: (1) Robot industriale a braccio articolato, 6 assi, sbraccio 2600 mm, carico utile 12 kg, fornito dal fabbricante del robot come quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, e istruzioni per l'assemblaggio ai sensi dell'allegato XI. (2) Tavola girevole a due stazioni con asse di rotazione verticale e rotazione di 180 gradi, parete divisoria centrale fissa con tendina di protezione per saldatura, dispositivi di serraggio pneumatici dei pezzi. (3) Generatore di corrente di saldatura MAG 400 A al 60 % di fattore di servizio, con marcatura CE, con trainafilo e stazione di pulizia della torcia. (4) Aspirazione dei fumi di saldatura 1800 m³/h con cartuccia filtrante. Tutti i componenti sono comandati insieme e immessi sul mercato come un'unica unità.

Concetto di protezione: recinzione perimetrale alta 2200 mm con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura; una porta di manutenzione come riparo mobile interbloccato con bloccaggio del riparo a mancanza di tensione, con sblocco di fuga dall'interno e dispositivo di blocco per lucchetti personali; barriera fotoelettrica di tipo 4 con risoluzione di 30 mm alla stazione di carico, distanza di sicurezza calcolata secondo EN ISO 13855; PLC di sicurezza; dispositivi di arresto di emergenza al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione, con effetto su tutte le macchine parziali della cella; selettore delle modalità operative bloccabile con le modalità Automatico e Regolazione; in modalità di regolazione velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e dispositivo di abilitazione.

Uso: carico e scarico manuali alla rispettiva stazione anteriore da parte di personale qualificato e addestrato, tempo di ciclo di circa 90 secondi. Nessun accesso del personale all'area di lavoro del robot in modalità automatica.

Pericoli: schiacciamento e urto causati dal robot e dalla tavola girevole, radiazione dell'arco nel campo UV e IR, fumi e gas di saldatura, superfici calde e spruzzi di saldatura, rumore, pericolo elettrico, energia pneumatica accumulata.

Dati tecnici: tensione nominale 400 V AC 50 Hz, potenza allacciata 32 kVA, aria compressa 6 bar, livello di pressione acustica di emissione alla stazione di carico 84 dB(A) con incertezza di misura K pari a 2,5 dB, livello di potenza acustica ponderato A 96 dB(A). Installazione fissa in un capannone di produzione al chiuso.

Collegamenti dati: il sistema di comando della cella è collegato al robot, alla tavola girevole e al generatore di corrente di saldatura tramite PROFINET con PROFIsafe. Attraverso un'interfaccia OPC UA la cella riceve gli ordini dal MES dell'utilizzatore e restituisce i dati di produzione. La manutenzione remota da parte del fabbricante avviene tramite un gateway VPN che l'utilizzatore abilita al pulpito di comando. Il pannello HMI dispone di una porta USB per i backup.

Prima immissione sul mercato: marzo 2027. Macchina completa.

Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (insieme di macchine)

Uso previsto: saldatura MAG automatizzata di assiemi in acciaio con peso del pezzo fino a 40 kg nella produzione in serie. L'operatore posiziona manualmente i pezzi nella rispettiva stazione anteriore della tavola girevole a due stazioni, li serra pneumaticamente e preleva gli assiemi saldati; il processo di saldatura viene eseguito in modo completamente automatico dal robot dietro la parete divisoria centrale fissa. La cella è destinata all'uso fisso in un capannone di produzione (al chiuso) e può essere utilizzata solo da personale specializzato istruito nelle modalità operative Automatico e Regolazione. Materiali ammessi: acciai da costruzione non rivestiti secondo la specifica di procedura di saldatura approvata (WPS). Qualsiasi altro uso, in particolare la saldatura di parti rivestite o zincate, è considerato non conforme all'uso previsto.

Limiti della macchina: Limiti di utilizzo: pezzi fino a 40 kg, dimensioni massime 800 x 600 x 400 mm; i pezzi oltre 15 kg vengono caricati con un ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore in loco (portata di almeno 40 kg). Saldatura MAG (processo 135) di acciaio da costruzione non rivestito da S235 a S355, filo pieno da 1,0 a 1,2 mm, gas di protezione M21 (miscela argon-CO2), tempo di ciclo di circa 90 secondi.

Limiti di spazio: superficie occupata dalla cella circa 6,5 x 4,0 m più un corridoio di manutenzione largo almeno 1,0 m tutto intorno alla recinzione perimetrale; accesso del personale solo attraverso la stazione di carico con la barriera fotoelettrica e attraverso la porta di manutenzione interbloccata.

Limiti di tempo: progettata per il funzionamento su due turni (16 h per giorno lavorativo); intervalli di manutenzione secondo le istruzioni per l'uso; durata di vita prevista 12 anni.

Limiti ambientali: al chiuso, da +5 a +40 gradi C, umidità relativa fino al 70 per cento senza condensa, pavimento industriale piano e portante, adeguata ventilazione del capannone.

Limiti energetici e interfacce: 400 V AC 50 Hz, potenza allacciata 32 kVA; aria compressa 6 bar (+/- 0,5 bar); alimentazione del gas di protezione tramite rete ad anello lato utilizzatore o batteria di bombole; aspirazione dei fumi di saldatura 1800 m³/h con cartuccia filtrante, reimmissione dell'aria depurata nel capannone.

Uso scorretto ragionevolmente prevedibile: Elusione o manomissione dei dispositivi di protezione: scavalcamento della recinzione perimetrale, introduzione delle mani attraverso o al di sopra della barriera fotoelettrica, manomissione del bloccaggio del riparo della porta di manutenzione o del dispositivo di abilitazione. Presenza di una seconda persona nella cella in modalità di regolazione al di fuori del campo visivo del personale addetto alla regolazione. Introduzione delle mani nella tavola girevole durante la rotazione, ad esempio per riposizionare un pezzo scivolato. Caricamento di pezzi non ammessi: troppo pesanti, troppo grandi, oleosi, rivestiti o zincati (maggiore emissione di sostanze pericolose). Sollevamento manuale di pezzi oltre 15 kg senza ausilio di sollevamento. Funzionamento con cartuccia filtrante satura o con l'aspirazione spenta. Interventi di pulizia, manutenzione ed eliminazione dei guasti senza sezionamento e protezione contro il reinserimento (energia elettrica, energia pneumatica residua). Utilizzo da parte di personale non istruito. Osservazione dell'arco senza protezione da parte di astanti con la porta di manutenzione aperta in modalità di regolazione.

Modi operativi: Funzionamento automatico, Regolazione / marcia a impulsi, Modalità di manutenzione, Trasporto e installazione, Pulizia, Ricerca guasti, Messa fuori servizio / smontaggio

Metodo di valutazione del rischio applicato

Evidenza della valutazione del rischio

- Data della valutazione del rischio: 18/08/2026
- Livello di revisione: Rev. 2
- Partecipanti: M. Beispiel, coordinatore CE (moderazione); Jonas Weber, collaudatore di messa in servizio; Progettazione meccanica; Progettazione elettrica e automazione; Produzione e assemblaggio

La valutazione segue la norma EN ISO 12100:2010: determinare i limiti della macchina (punto 5.3), identificare i pericoli (5.4), stimare il rischio (5.5), ponderare il rischio (5.6) e attuare la riduzione del rischio in tre fasi (punto 6).

Indice di rischio (IR) = gravità (G) × probabilità di accadimento (P) (matrice 2D sulla base di EN ISO 12100, max. 25).

La gravità (G) descrive, ai sensi di EN ISO 12100, punto 5.5.2.2, l'entità del possibile danno: reversibile o irreversibile e numero di persone coinvolte.

La probabilità di accadimento (P) riunisce, ai sensi di EN ISO 12100, punto 5.5.2.3, tre elementi: frequenza e durata dell'esposizione, probabilità del verificarsi di un evento pericoloso e possibilità di evitare o limitare il danno.

Gravità del possibile danno (G)

- G 1 (Lesione lieve): reversibile, trattata con il primo soccorso, nessun trattamento medico e nessun tempo di assenza (abrasione, lieve contusione)
- G 2 (Lesione di media gravità): reversibile, necessita di trattamento medico, guarigione senza conseguenze permanenti, tempo di assenza fino a pochi giorni (ferita da taglio, distorsione)
- G 3 (Lesione grave): reversibile, ma con trattamento ospedaliero e guarigione prolungata, tempo di assenza superiore a una settimana (frattura ossea, ferita da taglio profonda, ustione di secondo grado)
- G 4 (Lesione molto grave): irreversibile: danno permanente, perdita o perdita funzionale permanente di una parte del corpo, malattia professionale (amputazione, cecità, ipoacusia da rumore)
- G 5 (Mortale): irreversibile: morte di una o più persone, anche a distanza di tempo dall'evento

Probabilità di accadimento (P)

- P 1 (Improbabile): esposizione rara e breve; l'evento pericoloso presuppone più guasti indipendenti; il danno può di regola essere evitato
- P 2 (Raro): esposizione occasionale (meno di una volta al mese); l'evento pericoloso presuppone un guasto di un componente o un comportamento scorretto; il danno è per lo più evitabile
- P 3 (Occasionale): esposizione regolare (da mensile a settimanale); un singolo guasto porta già all'evento pericoloso; il danno è evitabile solo in condizioni favorevoli
- P 4 (Frequente): esposizione frequente (giornaliera) o prolungata nel tempo; l'evento pericoloso è prevedibile nel normale svolgimento; il danno è difficilmente evitabile
- P 5 (Molto frequente): esposizione continua o a ogni ciclo di lavoro; senza misura di protezione l'evento pericoloso si verifica regolarmente; il danno non è evitabile

Valutazione e accettazione del rischio residuo

- Criterio di accettazione: un rischio residuo è considerato adeguatamente ridotto quando sono state considerate tutte le fasi del ciclo di vita e le modalità di funzionamento, è stato rispettato l'ordine di priorità dei tre livelli, secondo lo stato dell'arte non è praticabile alcuna ulteriore misura del livello 1 o 2, le misure non generano nuovi pericoli e i rischi residui rimanenti sono indicati nelle informazioni per l'uso (EN ISO 12100, punto 5.6.2).
- basso (IR ≤ 4): rischio residuo accettabile; indicare i rischi residui nelle informazioni per l'uso.
- medio (IR ≤ 9): accettazione solo con motivazione scritta sul perché, secondo lo stato dell'arte, non sia praticabile alcuna ulteriore misura del livello 1 o 2; informazioni per l'uso obbligatorie.
- alto (IR ≤ 15): non accettabile; sono necessarie ulteriori misure del livello 1 o 2 prima di valutare il rischio residuo.
- molto alto (IR ≤ 25): non accettabile; la macchina non può essere immessa sul mercato in tale condizione.

Livelli di rischio: ≤4 basso · ≤9 medio · ≤15 alto · ≥16 molto alto. Livelli di misure secondo EN ISO 12100: livello 1 = progettazione intrinsecamente sicura (punto 6.2) · livello 2 = misure di protezione tecniche e complementari (punto 6.3) · livello 3 = informazioni per l'uso (punto 6.4).

Protezione dall'alterazione (security for safety)

Analisi delle minacce secondo prEN 50742 (progetto) percorso A nell'ambito della presente valutazione del rischio; valutati 9 scenari del tipo di pericolo «Manipolazione/sicurezza informatica», base giuridica per ciascuno scenario tra parentesi quadre (regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punti 1.1.9, 1.2.1, 1.2.6). IEC 62443-3-3 è citata per ciascuno scenario come riferimento per il percorso B. Nessuna presunzione di conformità finché non esiste un riferimento nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

Inventario delle interfacce: Rete / bus di campo / integrazione di linea; Accesso remoto / manutenzione remota; USB / supporti rimovibili; Pannello operatore (HMI) con gestione di utenti e parametri; Accesso di engineering / programmazione

Copertura delle fasi del ciclo di vita:
Smaltimento: nessun pericolo individuato

Norme citate senza presunzione di conformità: EN 149 (semimaschere filtranti per la protezione contro le particelle; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN 169 (filtri per saldatura), EN 388 (guanti di protezione contro i rischi meccanici; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN 407 (guanti di protezione contro i rischi termici; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN 60903 (guanti isolanti per lavori sotto tensione; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN ISO 11611 (indumenti di protezione per la saldatura e i procedimenti connessi; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN ISO 16321 (protezione degli occhi e del viso sul lavoro; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN ISO 20345 (calzature di sicurezza; quadro giuridico: Regolamento (UE) 2016/425 sui dispositivi di protezione individuale), EN ISO 25980 (tende, strisce e schermi trasparenti per saldatura), ISO 7010 (segnali di sicurezza registrati). Queste norme non sono elencate nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea come norme armonizzate per la direttiva macchine o il regolamento macchine e pertanto non conferiscono alcuna presunzione di conformità; la loro applicazione come regola riconosciuta della tecnica è ammessa.

Pericoli per sottomacchina

Sottomacchina / interfaccia	Pericoli	Rischio massimo iniziale	Rischio residuo massimo
Alimentazione del gas di protezione / sistema di tubazioni	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Aspirazione dei fumi di saldatura (unità filtrante)	2	IR 9 (Medio)	IR 3 (Basso)
Collegamento dati MES / cloud	1	IR 9 (Medio)	IR 3 (Basso)
Dispositivo di serraggio pneumatico (tavola girevole)	1	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Dispositivo di serraggio pneumatico / impianto di aria compressa	1	IR 12 (Alto)	IR 3 (Basso)
Gateway di manutenzione remota / sistema di comando della cella	1	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Generatore di corrente di saldatura / attrezzatura	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Generatore di corrente di saldatura / cavi di saldatura	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
HMI / impostazione dei parametri	1	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Impianto completo (accesso alle zone)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto completo (area di saldatura / tavola girevole)	1	IR 16 (Molto alto)	IR 8 (Medio)
Impianto completo (aspirazione / area di saldatura)	1	IR 16 (Molto alto)	IR 8 (Medio)
Impianto completo (coordinamento del riavvio)	1	IR 15 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto completo (coordinamento dell'arresto di emergenza)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto completo (installazione)	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Impianto completo (integrazione di sistema)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto completo (interfaccia EMC)	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Impianto completo (sistema di comando / sistema di comando di sicurezza)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto completo (smontaggio / smaltimento)	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Impianto completo (trasporto / installazione)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Impianto elettrico (quadro elettrico / generatore di corrente di saldatura)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Interfacce verso dispositivi di terzi	1	IR 8 (Medio)	IR 4 (Basso)
Interfaccia: tavola girevole / robot di saldatura	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)

Sottomacchina / interfaccia	Pericoli	Rischio massimo iniziale	Rischio residuo massimo
Rete di comunicazione	1	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Robot di saldatura	2	IR 15 (Alto)	IR 5 (Medio)
Robot di saldatura / area di saldatura	2	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Sistema di comando / registrazione	1	IR 9 (Medio)	IR 3 (Basso)
Sistema di comando / rete	1	IR 12 (Alto)	IR 4 (Basso)
Sistema di comando di sicurezza / engineering	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Software / documentazione	1	IR 9 (Medio)	IR 3 (Basso)
Stazione di carico	1	IR 15 (Alto)	IR 6 (Medio)
Stazione di carico (interfaccia della barriera fotoelettrica)	1	IR 10 (Alto)	IR 5 (Medio)
Stazione di carico (lato di prelievo)	1	IR 12 (Alto)	IR 6 (Medio)
Stazione di carico (postazione dell'operatore)	1	IR 16 (Molto alto)	IR 8 (Medio)
Stazione di carico / corridoio di manutenzione	2	IR 9 (Medio)	IR 6 (Medio)
Tavola girevole (unità di rotazione)	1	IR 15 (Alto)	IR 5 (Medio)
Torcia di saldatura	1	IR 9 (Medio)	IR 3 (Basso)
Torcia di saldatura / trainafilo	1	IR 12 (Alto)	IR 6 (Medio)

42 pericoli in totale. Un pericolo che interessa più fasi del ciclo di vita compare sotto ciascuna di esse; ne risultano 106 voci.

Trasporto (1 pericolo)

N. 28 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto alla caduta di parti durante il trasporto e l'installazione della cella: Durante il trasporto con gru o carrello elevatore di componenti della cella (segmenti della recinzione perimetrale, quadro elettrico, telaio di base del robot), le parti possono cadere a causa di errori di imbracatura o di oscillazione del carico e colpire persone.

Macchina parziale: Impianto completo (trasporto / installazione) · anche in: Assemblaggio · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tutti i componenti della cella (segmenti della recinzione perimetrale, quadro elettrico, telaio di base del robot) sono dotati di punti di sollevamento integrati in modo permanente e progettati secondo le norme applicabili (ad es. golfari secondo DIN 580 o dadi ad anello secondo DIN 582) con portata massima (WLL) chiaramente contrassegnata per ciascun punto di sollevamento. Il baricentro di ciascun componente è posizionato per via progettuale o documentato mediante contrassegno sul componente in modo che sia possibile mantenere un attacco stabile senza oscillazione del carico, con un angolo di imbracatura non superiore a 60 gradi rispetto alla verticale (β ≤ 60°) (progettazione basata sulla DGUV Regel 109-017 tedesca come riferimento di pianificazione). In questo modo la probabilità di un errore di imbracatura è ridotta dalla progettazione stessa.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto all'oscillazione del carico e alla presenza di persone nella zona pericolosa: (1) Documentazione tecnica di trasporto: per ciascun componente deve essere fornito, come parte dei documenti di montaggio, un piano di imbracatura (disegno con punti di sollevamento, posizione del baricentro, scelta degli accessori di sollevamento e WLL) (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2, informazioni sul trasporto e sulla movimentazione). (2) Delimitazione della zona pericolosa: durante tutti i sollevamenti con gru, l'area sotto e a lato del carico deve essere protetta con barriere fisiche (nastro di delimitazione, recinzioni di sbarramento) in modo da escludere qualsiasi accesso involontario di persone. (3) Accessori di sollevamento: scelta e impiego di accessori di sollevamento controllati (catene, brache, grilli) con WLL sufficiente e un certificato di controllo valido ai sensi del regolamento tedesco sulla sicurezza delle attrezzature di lavoro (BetrSichV). Una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 non è applicabile a questa fase di trasporto; non va assegnato alcun PLr.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2): (1) Includere i piani di imbracatura con punti di sollevamento, posizione del baricentro e WLL per ciascun componente nei capitoli 5.2 e 5.3. (2) Requisito di qualifica: le operazioni con gru e l'imbracatura dei carichi possono essere eseguite solo da imbracatori istruiti e autorizzati (qualifica secondo la DGUV Information 209-013 tedesca). (3) Segnalazione di avvertimento su ciascun componente: segnale di avvertimento «Pericolo: carichi sospesi» (W015 secondo EN ISO 7010:2020), indicazione della massa e del WLL per ciascun punto di sollevamento direttamente sul componente. (4) Specifica dei DPI: casco di protezione, calzature di sicurezza (S3) e giubbotto ad alta visibilità sono obbligatori durante tutte le operazioni di trasporto. (5) Avvertenza: è vietato sostare sotto carichi sospesi.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) durante il trasporto e l'installazione. La gravità resta 5 perché vengono sollevati gruppi fino a circa 1.900 kg (tavola girevole). Nella fase 1 tutte le unità di trasporto dispongono di punti di sollevamento integrati in modo permanente e contrassegnati, con portata ammessa, e di un baricentro documentato per l'imbracatura con un angolo non superiore a 60 gradi rispetto alla verticale. Apparecchi di sollevamento, carrelli elevatori a forche e accessori di sollevamento non fanno parte della macchina; il fabbricante può influire sull'operazione di sollevamento stessa solo tramite punti di sollevamento, piano di imbracatura e contrassegni, e questi mezzi sono attuati (fase 2: piano di imbracatura per ciascun componente, delimitazione della zona pericolosa, requisito di accessori di sollevamento verificati secondo l'ordinanza tedesca sulla sicurezza e la salute sul lavoro BetrSichV). Non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 sulla macchina che impedisca errori di imbracatura o l'oscillazione durante il sollevamento con gru. Il rischio rimanente consiste in errori di imbracatura e nella sosta di persone sotto il carico. Masse, punti di sollevamento, divieto di sostare sotto carichi sospesi e DPI sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitolo 5) e sui componenti (segnale W015, capitolo 2.4).

Assemblaggio (3 pericoli)

N. 28 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto alla caduta di parti durante il trasporto e l'installazione della cella: Durante il trasporto con gru o carrello elevatore di componenti della cella (segmenti della recinzione perimetrale, quadro elettrico, telaio di base del robot), le parti possono cadere a causa di errori di imbracatura o di oscillazione del carico e colpire persone.

Macchina parziale: Impianto completo (trasporto / installazione) · anche in: Trasporto · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tutti i componenti della cella (segmenti della recinzione perimetrale, quadro elettrico, telaio di base del robot) sono dotati di punti di sollevamento integrati in modo permanente e progettati secondo le norme applicabili (ad es. golfari secondo DIN 580 o dadi ad anello secondo DIN 582) con portata massima (WLL) chiaramente contrassegnata per ciascun punto di sollevamento. Il baricentro di ciascun componente è posizionato per via progettuale o documentato mediante contrassegno sul componente in modo che sia possibile mantenere un attacco stabile senza oscillazione del carico, con un angolo di imbracatura non superiore a 60 gradi rispetto alla verticale (β ≤ 60°) (progettazione basata sulla DGUV Regel 109-017 tedesca come riferimento di pianificazione). In questo modo la probabilità di un errore di imbracatura è ridotta dalla progettazione stessa.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto all'oscillazione del carico e alla presenza di persone nella zona pericolosa: (1) Documentazione tecnica di trasporto: per ciascun componente deve essere fornito, come parte dei documenti di montaggio, un piano di imbracatura (disegno con punti di sollevamento, posizione del baricentro, scelta degli accessori di sollevamento e WLL) (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2, informazioni sul trasporto e sulla movimentazione). (2) Delimitazione della zona pericolosa: durante tutti i sollevamenti con gru, l'area sotto e a lato del carico deve essere protetta con barriere fisiche (nastro di delimitazione, recinzioni di sbarramento) in modo da escludere qualsiasi accesso involontario di persone. (3) Accessori di sollevamento: scelta e impiego di accessori di sollevamento controllati (catene, brache, grilli) con WLL sufficiente e un certificato di controllo valido ai sensi del regolamento tedesco sulla sicurezza delle attrezzature di lavoro (BetrSichV). Una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 non è applicabile a questa fase di trasporto; non va assegnato alcun PLr.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2): (1) Includere i piani di imbracatura con punti di sollevamento, posizione del baricentro e WLL per ciascun componente nei capitoli 5.2 e 5.3. (2) Requisito di qualifica: le operazioni con gru e l'imbracatura dei carichi possono essere eseguite solo da imbracatori istruiti e autorizzati (qualifica secondo la DGUV Information 209-013 tedesca). (3) Segnalazione di avvertimento su ciascun componente: segnale di avvertimento «Pericolo: carichi sospesi» (W015 secondo EN ISO 7010:2020), indicazione della massa e del WLL per ciascun punto di sollevamento direttamente sul componente. (4) Specifica dei DPI: casco di protezione, calzature di sicurezza (S3) e giubbotto ad alta visibilità sono obbligatori durante tutte le operazioni di trasporto. (5) Avvertenza: è vietato sostare sotto carichi sospesi.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) durante il trasporto e l'installazione. La gravità resta 5 perché vengono sollevati gruppi fino a circa 1.900 kg (tavola girevole). Nella fase 1 tutte le unità di trasporto dispongono di punti di sollevamento integrati in modo permanente e contrassegnati, con portata ammessa, e di un baricentro documentato per l'imbracatura con un angolo non superiore a 60 gradi rispetto alla verticale. Apparecchi di sollevamento, carrelli elevatori a forche e accessori di sollevamento non fanno parte della macchina; il fabbricante può influire sull'operazione di sollevamento stessa solo tramite punti di sollevamento, piano di imbracatura e contrassegni, e questi mezzi sono attuati (fase 2: piano di imbracatura per ciascun componente, delimitazione della zona pericolosa, requisito di accessori di sollevamento verificati secondo l'ordinanza tedesca sulla sicurezza e la salute sul lavoro BetrSichV). Non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 sulla macchina che impedisca errori di imbracatura o l'oscillazione durante il sollevamento con gru. Il rischio rimanente consiste in errori di imbracatura e nella sosta di persone sotto il carico. Masse, punti di sollevamento, divieto di sostare sotto carichi sospesi e DPI sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitolo 5) e sui componenti (segnale W015, capitolo 2.4).

N. 29 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto a stabilità insufficiente della cella durante l'installazione: se la cella viene installata su un pavimento irregolare o privo di portanza, oppure se i tasselli ad alta resistenza non sono posati e serrati come prescritto, l'impianto può ribaltarsi o spostarsi; le persone nelle vicinanze possono essere colpite.

Macchina parziale: Impianto completo (installazione) · anche in: Messa in servizio · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Stabilità garantita per via progettuale mediante un telaio di base adeguatamente dimensionato e rigido alla torsione (struttura saldata o telaio in acciaio da costruzione) con ampia superficie di appoggio e baricentro basso secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.6 (stabilità). Fori di fissaggio nel telaio di base per l'ancoraggio al pavimento con 2 × 4 tasselli ad alta resistenza M16, da prevedere in modo che l'ancoraggio sia possibile senza lavorazioni successive; l'ancoraggio è progettato in modo da non potersi allentare da solo e da poter essere sciolto solo con un utensile. La posizione del baricentro e la resistenza al ribaltamento devono essere verificate per calcolo nell'ambito della progettazione (verifica di stabilità secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.6).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	(1) Fornitura di un piano di installazione specifico per la macchina (disegno quotato con portanza minima del pavimento di 10 kN/m², tolleranza di planarità del fondo e posizioni dei punti di ancoraggio) come parte della documentazione di consegna, che deve essere approvato dall'utilizzatore prima dell'inizio del montaggio. (2) Contrassegno dei punti di ancoraggio sul telaio di base mediante marcature permanenti (freccia o scritta) in modo che il personale di montaggio possa identificare le posizioni in modo inequivocabile. (3) Per lo stato di montaggio prima della posa dei tasselli: verifica della stabilità senza ancoraggio (verifica della resistenza al ribaltamento, rapporto tra momenti stabilizzanti e momenti ribaltanti di almeno 1,5 secondo le indicazioni del fabbricante). Queste misure non sono funzioni di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 e non richiedono un PLr.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	(1) Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): capitolo 7 (Condizioni di installazione) e capitolo 8 (Montaggio e installazione) con prescrizioni vincolanti per: portanza minima del pavimento (almeno 10 kN/m²), planarità richiesta del fondo, obbligo di ancoraggio al pavimento con 2 × 4 tasselli ad alta resistenza M16 (coppia di serraggio 110 Nm) con indicazione del tipo di tassello e della profondità di ancoraggio, e riferimento al piano di installazione. (2) Segnalazione di avvertimento sul telaio di base: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di ribaltamento prima dell'ancoraggio» su almeno due lati opposti del telaio di base, visibile durante il montaggio. (3) Requisito di qualifica: l'installazione e l'ancoraggio possono essere eseguiti solo da personale specializzato qualificato (meccanici industriali o installatori con esperienza nell'installazione di macchine); il requisito deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso. (4) Avviso sui DPI: calzature di sicurezza (EN ISO 20345, classe di protezione S3) e guanti di protezione durante il montaggio; specifica nelle istruzioni per l'uso.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 39 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Il collegamento di dispositivi di terzi genera una situazione pericolosa: Un dispositivo di terzi collegato (il sistema di controllo di linea sovraordinato o MES dell'utilizzatore, il gateway di manutenzione remota, i segnali lato utilizzatore dell'impianto di aspirazione o dell'alimentazione del gas) invia segnali inattesi, scrive su variabili di comando o occupa risorse. La macchina si avvia, cambia modalità operativa o ignora condizioni di arresto perché le funzioni del dispositivo di terzi non sono state considerate nella valutazione del rischio. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.2.1, quarto comma, lettera h); punto 1.2.4.4]

Macchina parziale: Interfacce verso dispositivi di terzi · anche in: Messa in servizio, Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare le interfacce verso dispositivi di terzi come interfacce di segnale definite con semantica stabilita (nessuna abilitazione di movimenti basata esclusivamente su segnali di terzi), instradare i segnali rilevanti per la sicurezza solo tramite ingressi e uscite sicuri, assegnare in modo univoco la catena di arresto e di arresto di emergenza del dispositivo di terzi.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Elenco bianco (whitelist) dei nodi e delle variabili approvati, controllo di plausibilità dei comandi in ingresso, interblocco dei cambi di modalità operativa tramite interfacce esterne, diagnostica per nodi mancanti o sconosciuti. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso e descrizione delle interfacce per l'integratore (segnali, stati, requisiti per l'insieme secondo l'allegato III, punto 1.2.4.4), avvertenza che il collegamento di dispositivi non approvati richiede una nuova valutazione del rischio.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Messa in servizio (9 pericoli)

N. 12 Elettrico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto al contatto diretto o indiretto con parti in tensione del generatore di corrente di saldatura, del quadro di comando del robot e del sistema di comando della cella (400 V AC, 32 kVA): Il contatto con morsetti, cavi o con l'interno del quadro elettrico quando il quadro è aperto senza sezionamento può causare una scossa elettrica con fibrillazione ventricolare o ustioni.

Macchina parziale: Impianto elettrico (quadro elettrico / generatore di corrente di saldatura) · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tutte le parti in tensione all'interno del quadro elettrico (morsetti, sbarre, morsetti di potenza del generatore di corrente di saldatura) sono realizzate con coperture a prova di contatto (grado di protezione almeno IP 2X o IPXXB secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), in modo che il contatto con parti in tensione sia impedito dalla forma stessa dell'involucro senza necessità di un riparo. Inoltre le distanze minime tra parti in tensione e parti accessibili sono dimensionate in modo che il grado di protezione IP 2X sia mantenuto anche con la porta del quadro aperta (cappucci di protezione, coperture isolanti sulle morsettiere). Ciò riprende per analogia il regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.1 (alimentazione di energia elettrica), nonché EN 60204-1:2018, punto 6.2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Sezionamento e diseccitazione (LOTO): sezionatore principale con posizione OFF bloccabile secondo EN 60204-1:2018, punto 5.3, ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione dell'avviamento inatteso / isolamento dell'energia). Il sezionatore principale deve scollegare l'impianto completo dall'alimentazione su tutti i poli come dispositivo di sezionamento; la tensione residua sui condensatori del generatore di corrente di saldatura deve essere limitata a meno di 60 V DC entro 5 s mediante un tempo di scarica o un circuito di scarica attivo; ove ciò non sia ottenuto, sull'involucro è apposta un'avvertenza con l'indicazione del tempo di scarica (EN 60204-1:2018, punto 6.2.4). Interblocco delle porte del quadro: le porte dei quadri di comando principali sono dotate di una serratura apribile solo con una chiave, che impedisce l'apertura non autorizzata (EN 60204-1:2018, punto 6.2.2). 2. Collegamento equipotenziale di protezione e conduttore di protezione: tutti gli involucri dei quadri elettrici, il generatore di corrente di saldatura e il quadro di comando del robot sono collegati tramite un conduttore di protezione (PE) continuo di sezione adeguata (EN 60204-1:2018, punto 8.2), in modo che in caso di guasto di isolamento la corrente di guasto sia dispersa in sicurezza e il dispositivo di protezione (interruttore automatico / RCD) intervenga. 3. Interruttore differenziale (RCD): impiego di un RCD (tipo B, poiché sono possibili correnti di guasto in corrente continua provenienti da convertitori di frequenza e dal generatore di corrente di saldatura) con corrente differenziale nominale di intervento di 30 mA per i circuiti su cui lavorano persone; nei circuiti in cui un RCD non è compatibile con il processo di saldatura si ricorre invece al monitoraggio dell'isolamento (EN 60204-1:2018, punti 6.3.3 e 7.7). Non è una funzione di sicurezza con requisito di PLr; le misure agiscono in modo passivo e per via progettuale (segnalazione di avvertimento: vedere la fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): documentare la procedura di sezionamento (LOTO) con istruzioni passo per passo, compreso il tempo di scarica dei condensatori del generatore di corrente di saldatura e la verifica dell'assenza di tensione con uno strumento di misura idoneo (rilevatore di tensione categoria CAT III 600 V). Requisito di qualifica: i lavori sull'impianto elettrico possono essere eseguiti solo da persone esperte in elettrotecnica (PES) secondo la norma tedesca di prevenzione degli infortuni DGUV Vorschrift 3, oppure da persone avvertite in elettrotecnica (PAV) sotto la supervisione di una PES. Specifica dei DPI: durante i lavori nel quadro aperto devono essere indossati guanti isolanti (secondo EN 60903, classe 00 per tensioni fino a 500 V AC), occhiali di protezione (protezione dall'arco elettrico) e calzature elettricamente isolanti. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020 deve essere applicato in modo permanente e ben visibile su tutte le porte del quadro e sul generatore di corrente di saldatura. Avvertenza sul rischio residuo nelle istruzioni per l'uso: dopo l'azionamento del sezionatore principale, i condensatori nel generatore di corrente di saldatura e nel convertitore di frequenza del robot possono ancora presentare tensioni pericolose (tempo di attesa di almeno 1 minuto per il generatore di corrente di saldatura, per l'azionamento del robot secondo le indicazioni del fabbricante del robot); l'assenza di tensione deve sempre essere verificata mediante misura.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto alla tensione elettrica di 400 V AC. Nella fase 1 le parti in tensione sono coperte a prova di dito (IP 2X secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), anche con la porta del quadro aperta. Dopo la fase 2, l'interruttore generale bloccabile scollega tutti i poli, le porte del quadro possono essere aperte solo con una chiave, il circuito intermedio del generatore di corrente di saldatura si scarica a non più di 60 V in 1,9 s misurati, il conduttore di protezione (0,08 Ω), l'impedenza dell'anello di guasto (0,28 Ω) e la resistenza di isolamento (> 100 MΩ) sono stati verificati e la protezione in caso di guasto è assicurata da un RCD di tipo B o dal monitoraggio dell'isolamento. Il rischio rimanente è il lavoro della persona esperta in elettrotecnica, che durante la messa in servizio e la ricerca guasti deve eseguire misure su parti in tensione nel quadro aperto. Queste misure non possono essere eseguite in assenza di tensione; per queste fasi del ciclo di vita non è quindi praticabile alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 e la gravità resta 5. La procedura di sezionamento, compresa la verifica dell'assenza di tensione, la qualifica di persona esperta in elettrotecnica, i DPI isolanti e il segnale W012 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.4, 2.6, 8.1 e 10).

N. 29 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto a stabilità insufficiente della cella durante l'installazione: se la cella viene installata su un pavimento irregolare o privo di portanza, oppure se i tasselli ad alta resistenza non sono posati e serrati come prescritto, l'impianto può ribaltarsi o spostarsi; le persone nelle vicinanze possono essere colpite.

Macchina parziale: Impianto completo (installazione) · anche in: Assemblaggio · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Stabilità garantita per via progettuale mediante un telaio di base adeguatamente dimensionato e rigido alla torsione (struttura saldata o telaio in acciaio da costruzione) con ampia superficie di appoggio e baricentro basso secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.6 (stabilità). Fori di fissaggio nel telaio di base per l'ancoraggio al pavimento con 2 × 4 tasselli ad alta resistenza M16, da prevedere in modo che l'ancoraggio sia possibile senza lavorazioni successive; l'ancoraggio è progettato in modo da non potersi allentare da solo e da poter essere sciolto solo con un utensile. La posizione del baricentro e la resistenza al ribaltamento devono essere verificate per calcolo nell'ambito della progettazione (verifica di stabilità secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.6).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	(1) Fornitura di un piano di installazione specifico per la macchina (disegno quotato con portanza minima del pavimento di 10 kN/m², tolleranza di planarità del fondo e posizioni dei punti di ancoraggio) come parte della documentazione di consegna, che deve essere approvato dall'utilizzatore prima dell'inizio del montaggio. (2) Contrassegno dei punti di ancoraggio sul telaio di base mediante marcature permanenti (freccia o scritta) in modo che il personale di montaggio possa identificare le posizioni in modo inequivocabile. (3) Per lo stato di montaggio prima della posa dei tasselli: verifica della stabilità senza ancoraggio (verifica della resistenza al ribaltamento, rapporto tra momenti stabilizzanti e momenti ribaltanti di almeno 1,5 secondo le indicazioni del fabbricante). Queste misure non sono funzioni di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 e non richiedono un PLr.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	(1) Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): capitolo 7 (Condizioni di installazione) e capitolo 8 (Montaggio e installazione) con prescrizioni vincolanti per: portanza minima del pavimento (almeno 10 kN/m²), planarità richiesta del fondo, obbligo di ancoraggio al pavimento con 2 × 4 tasselli ad alta resistenza M16 (coppia di serraggio 110 Nm) con indicazione del tipo di tassello e della profondità di ancoraggio, e riferimento al piano di installazione. (2) Segnalazione di avvertimento sul telaio di base: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di ribaltamento prima dell'ancoraggio» su almeno due lati opposti del telaio di base, visibile durante il montaggio. (3) Requisito di qualifica: l'installazione e l'ancoraggio possono essere eseguiti solo da personale specializzato qualificato (meccanici industriali o installatori con esperienza nell'installazione di macchine); il requisito deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso. (4) Avviso sui DPI: calzature di sicurezza (EN ISO 20345, classe di protezione S3) e guanti di protezione durante il montaggio; specifica nelle istruzioni per l'uso.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 30 Combinazione — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto alla parametrizzazione errata del sistema di comando del robot o del sistema di comando di sicurezza (ad es. distanze di sicurezza errate, limiti di velocità errati in modalità di regolazione, abilitazioni di zona errate): Parametri errati possono far sì che le funzioni di sicurezza non operino come previsto, mettendo in pericolo le persone a causa dei movimenti del robot o della tavola girevole.

Macchina parziale: Impianto completo (sistema di comando / sistema di comando di sicurezza) · anche in: Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	I parametri rilevanti per la sicurezza (limiti di velocità, zone di protezione, abilitazioni di zona) sono memorizzati esclusivamente nel sistema di comando di sicurezza (PLC di sicurezza) e sono protetti da modifiche non autorizzate o involontarie mediante un concetto di accesso basato su ruoli e protetto da password. I set di parametri per le funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 sono memorizzati nel sistema di comando di sicurezza come record di dati immutabili e protetti da checksum (ad es. CRC-32 o equivalente), in modo che qualsiasi modifica involontaria venga rilevata automaticamente all'avviamento del sistema e venga imposto uno stato sicuro. Questo principio corrisponde al principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11 (principi di comando che limitano il verificarsi di pericoli) e riduce la possibilità che parametri errati diventino addirittura efficaci.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Requisito di validazione prima del rilascio: ogni modifica dei parametri rilevanti per la sicurezza richiede un collaudo documentato (prova funzionale di tutte le funzioni di sicurezza interessate da SF-01 a SF-05) eseguito da due persone autorizzate (principio del doppio controllo) prima della rimessa in servizio. Il sistema di comando di sicurezza non può abilitare il funzionamento automatico finché non è stata data una conferma positiva. Base: EN ISO 13849-2:2012 (validazione delle funzioni di sicurezza) ed EN ISO 11161:2007+A1:2010 (verifica e validazione per i sistemi di produzione integrati). 2. Verifica dei parametri da parte del sistema di comando di sicurezza: il sistema di comando di sicurezza (PLr e per SF-02 e SF-04, PLr d per SF-01, SF-03 e SF-05 secondo EN ISO 13849-1:2023) verifica la coerenza dei parametri rilevanti per la sicurezza rispetto ai valori di riferimento memorizzati (confronto dei checksum) all'avviamento e ciclicamente. In caso di discrepanza viene attivato l'arresto di categoria 1 secondo EN 60204-1:2018 e il riavvio è inibito (nessun riavvio automatico secondo EN ISO 14118:2018). 3. Modalità di regolazione SF-05: la velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s (SF-05, PLr d) è limitata a livello hardware nel sistema di comando di sicurezza e non può essere superata da parametri del sistema di comando del robot. Il monitoraggio è effettuato da una SRP/CS secondo EN ISO 13849-1:2023, categoria e PL secondo SF-05 (PLr d). 4. Abilitazione di zona della tavola girevole SF-04: l'abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi (SF-04, PLr e) avviene esclusivamente tramite il sistema di comando di sicurezza sulla base di segnali di sensori verificati; un'abilitazione causata solo da parametri di zona errati nel sistema di comando del robot è esclusa per via progettuale. 5. Gestione delle modifiche: tutte le modifiche dei parametri sono memorizzate con marca temporale, identificazione dell'utente e valore precedente/successivo in un registro delle modifiche a prova di manomissione (audit trail) del sistema di comando di sicurezza. Base: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della procedura di modifica dei parametri con una guida passo per passo, elenco di tutti i parametri rilevanti per la sicurezza per ciascuna funzione di sicurezza (da SF-01 a SF-05), obbligo di eseguire una prova di validazione dopo ogni modifica e obbligo di documentazione nel registro delle modifiche. 2. Requisito di qualifica: le modifiche dei parametri del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato con qualifica comprovata in sicurezza funzionale (ad es. certificazione TÜV come Functional Safety Engineer o equivalente) e con conoscenza del sistema. Ciò deve essere riportato nelle istruzioni per l'uso e in una procedura operativa. 3. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento «Pericolo: elettricità» (W012 secondo EN ISO 7010:2020) e il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) devono essere applicati sul sistema di comando di sicurezza e sul quadro elettrico. Inoltre un segnale informativo con la dicitura: «Modifiche dei parametri solo da parte di personale specializzato autorizzato; è richiesta una successiva prova di validazione». 4. Lista di controllo per la messa in servizio: prima di ogni prima messa in servizio e dopo ogni modifica dei parametri deve essere compilata e firmata una lista di controllo per la messa in servizio specifica dell'impianto (base: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a parametrizzazione errata. Nella fase 1 i parametri rilevanti per la sicurezza sono memorizzati solo nel PLC di sicurezza, protetti da un concetto di accesso basato su ruoli e da set di parametri protetti da checksum. Dopo la fase 2, il PLC di sicurezza verifica i parametri rispetto al riferimento all'avviamento e ciclicamente e, in caso di scostamento, attiva un arresto con blocco al riavvio, il limite di velocità di SF-05 non può essere sovrascritto tramite il sistema di comando del robot, l'abilitazione alla rotazione SF-04 proviene solo dal PLC di sicurezza e ogni modifica viene registrata e validata secondo il principio del doppio controllo in conformità a EN ISO 13849-2:2012 prima del rilascio. Il rischio rimanente è un parametro specificato in modo errato da personale autorizzato e non rilevato durante la validazione. I parametri devono restare modificabili per la messa in servizio, le modifiche e le nuove attrezzature di serraggio; secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura che rilevi un valore tecnicamente errato ma correttamente inserito e validato. Procedura di modifica, qualifica, lista di controllo per la messa in servizio e cartello con testo sull'obbligo di validazione sul quadro elettrico: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6.

N. 31 Combinazione

Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto a livelli di sicurezza diversi delle macchine parziali di fabbricanti diversi (robot, generatore di corrente di saldatura, tavola girevole, impianto di aspirazione): un interblocco di interfaccia mancante o incompleto tra le macchine parziali può far sì che una macchina parziale si avvii anche se un'altra si trova in una condizione non sicura (EN ISO 11161).

Macchina parziale: Impianto completo (integrazione di sistema) · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Architettura di sistema con un unico sistema di comando di sicurezza di livello superiore (Safety Master) come principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11: tutti i segnali di stato rilevanti per la sicurezza delle macchine parziali (modalità operativa del robot, posizione finale della tavola girevole, funzionamento dell'impianto di aspirazione, generatore di corrente di saldatura pronto) sono instradati esclusivamente attraverso il sistema di comando di sicurezza. Nessun azionamento di una macchina parziale riceve un segnale di abilitazione se il sistema di comando di sicurezza non ha valutato come sicuro lo stato complessivo. Con questa centralizzazione la possibilità di un interblocco di interfaccia incompleto è ridotta al minimo per via progettuale: non esistono percorsi di abilitazione paralleli e indipendenti tra le macchine parziali. La definizione delle interfacce è eseguita secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integrazione di sistema, responsabilità, descrizione delle interfacce) ed è documentata nel concetto di sicurezza dell'impianto completo.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Matrice di interblocco secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: per ogni combinazione di macchine parziali viene creata e implementata nel sistema di comando di sicurezza una matrice completa degli stati (modalità operativa x stato delle altre macchine parziali). Ogni segnale di abilitazione è realizzato come combinazione AND di tutti gli stati di sicurezza rilevanti. 2. La funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e) garantisce che la tavola girevole ruoti solo quando il campo di protezione della barriera fotoelettrica è libero, i dispositivi di serraggio sono chiusi e il robot si trova in modo dimostrabile al di fuori dell'area di rotazione. La funzione di sicurezza è progettata a PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 e validata secondo EN ISO 13849-2:2012. 3. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione, categoria di arresto 1, PLr d) e SF-02 (arresto sicuro all'interruzione della barriera fotoelettrica, PLr e) sono coordinate su tutto l'impianto completo: un segnale di arresto di una macchina parziale attiva l'arresto coordinato di tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. Per il robot e la tavola girevole vale la categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018, punto 9.2.2. 4. L'arresto di emergenza dell'impianto completo (SF-03, categoria di arresto 1, PLr d) secondo EN ISO 13850:2015 agisce contemporaneamente su tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. I dispositivi di arresto di emergenza sono disposti al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione. 5. Prevenzione dell'avviamento inatteso secondo EN ISO 14118:2018: dopo ogni arresto (arresto di emergenza, attivazione di un dispositivo di protezione, interruzione dell'alimentazione di energia) è necessario un comando di riavvio deliberato; il riavvio automatico è escluso. 6. Modalità di regolazione con velocità ridotta in sicurezza (SF-05, 250 mm/s, PLr d) e dispositivo di abilitazione secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7; in questa modalità il robot e la tavola girevole si muovono solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza, e il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 finché la porta di manutenzione è aperta.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso dell'impianto completo ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4: la logica di interblocco delle interfacce (matrice degli stati, condizioni di abilitazione per ciascuna macchina parziale) deve essere documentata integralmente. Per ciascuna macchina parziale, il punto di passaggio della responsabilità di sicurezza (fabbricante della macchina parziale fino all'interfaccia, integratore dall'interfaccia in poi) è definito per iscritto nel concetto di sicurezza dell'impianto completo secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 e deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso. Requisito di qualifica: la messa in servizio, la parametrizzazione e le modifiche del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato qualificato con conoscenza di EN ISO 13849-1:2023 ed EN ISO 11161. Segnalazione di avvertimento al pulpito di comando: segnale di avvertimento «Pericolo: avviamento automatico» (W018 secondo EN ISO 7010:2020). Le istruzioni per l'uso devono descrivere le procedure per la ricerca guasti e la messa in servizio, compresa la sequenza in cui le macchine parziali possono essere messe in servizio e le fasi di verifica per controllare l'interblocco delle interfacce prima del primo funzionamento automatico.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) alle interfacce tra macchine parziali di fabbricanti diversi. Il robot (quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione), il generatore di corrente di saldatura e l'unità di aspirazione dispongono di propri sistemi di comando e la loro integrazione richiede una logica di livello superiore. Nella fase 1 tutti gli stati rilevanti per la sicurezza sono instradati attraverso un unico PLC di sicurezza senza percorsi di abilitazione paralleli. Dopo la fase 2, è implementata come logica AND una matrice di interblocco di tutte le modalità operative e di tutti gli stati, le funzioni da SF-01 a SF-05 agiscono sull'intero impianto, ogni arresto provoca un arresto coordinato di tutte le macchine parziali e la validazione è eseguita secondo EN ISO 13849-2:2012 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è un errore sistematico nella specifica della matrice che resta non rilevato durante la validazione. La sicurezza interna delle macchine parziali acquistate è responsabilità dei rispettivi fabbricanti; alle interfacce di cui è responsabile il fabbricante dell'insieme non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 oltre all'interblocco centrale e alla sua validazione. Punti di trasferimento della responsabilità, sequenza di messa in servizio e passi di prova dell'interblocco delle interfacce: istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 2.6 e 8.3.

N. 37 Manipolazione/sicurezza informatica

Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Alterazione involontaria dovuta a errore di configurazione o di utilizzo: Caricato un file di ricetta o di parametri errato, ruoli e password non impostati (password predefinita attiva), configurazione ripristinata in modo incompleto dopo un guasto. Impostazioni rilevanti per la sicurezza si discostano inosservate dalla configurazione approvata. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera b); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d); punto 1.2.1, secondo comma, lettera e)]

Macchina parziale: HMI / impostazione dei parametri · anche in: Regolazione, Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Separare le impostazioni rilevanti per la sicurezza dalle ricette di processo, in modo che un cambio di ricetta non possa modificarle; limitare rigidamente gli intervalli di valori nel sistema di comando di sicurezza (limiti derivanti dalla valutazione del rischio, allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Cambio forzato della password alla messa in servizio, modello di ruoli con approvazione a doppio controllo per le modifiche rilevanti per la sicurezza, confronto della configurazione attiva con il riferimento approvato (checksum) all'avviamento con visualizzazione di eventuali scostamenti, registro delle modifiche. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: lista di controllo per la messa in servizio (password, ruoli, salvataggio della configurazione di riferimento), descrizione dei dati designati come rilevanti per la sicurezza, istruzione per la verifica funzionale dopo le modifiche di configurazione.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 38 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Guasto o disturbo del collegamento alla rete di comunicazione: Un guasto di rete, un sovraccarico (broadcast storm, denial of service), la rottura di un cavo o il cambio di segmento di rete interrompono la comunicazione tra i componenti di comando o la comunicazione orientata alla sicurezza (PROFIsafe). Al ripristino si verifica un avviamento inatteso oppure vengono acquisiti in modo incontrollato valori di riferimento obsoleti. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.2.6; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.3]

Macchina parziale: Rete di comunicazione · anche in: Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare le funzioni di sicurezza in modo che la perdita di comunicazione porti allo stato sicuro (watchdog, monitoraggio temporale dei telegrammi sicuri) e che il riavviamento avvenga solo dopo un riarmo volontario (allegato III, punto 1.2.3). Disaccoppiare la comunicazione orientata alla sicurezza dalla comunicazione standard.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Segmentazione della rete e limitazione del carico (rate limiting, protezione da tempeste di pacchetti sugli switch), monitoraggio della qualità della rete con messaggio diagnostico, comportamento definito alla perdita del collegamento in tutte le modalità operative, collaudato e documentato. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 7.1, SR 7.2, SR 5.1, SR 5.2.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: requisiti per la rete dell'utilizzatore (segmentazione, nodi ammessi, nessun dispositivo di terzi nel segmento di sicurezza), descrizione del comportamento in caso di guasto della comunicazione e della procedura di riavviamento.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 39 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Il collegamento di dispositivi di terzi genera una situazione pericolosa: Un dispositivo di terzi collegato (il sistema di controllo di linea sovraordinato o MES dell'utilizzatore, il gateway di manutenzione remota, i segnali lato utilizzatore dell'impianto di aspirazione o dell'alimentazione del gas) invia segnali inattesi, scrive su variabili di comando o occupa risorse. La macchina si avvia, cambia modalità operativa o ignora condizioni di arresto perché le funzioni del dispositivo di terzi non sono state considerate nella valutazione del rischio. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.2.1, quarto comma, lettera h); punto 1.2.4.4]

Macchina parziale: Interfacce verso dispositivi di terzi · anche in: Assemblaggio, Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare le interfacce verso dispositivi di terzi come interfacce di segnale definite con semantica stabilita (nessuna abilitazione di movimenti basata esclusivamente su segnali di terzi), instradare i segnali rilevanti per la sicurezza solo tramite ingressi e uscite sicuri, assegnare in modo univoco la catena di arresto e di arresto di emergenza del dispositivo di terzi.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Elenco bianco (whitelist) dei nodi e delle variabili approvati, controllo di plausibilità dei comandi in ingresso, interblocco dei cambi di modalità operativa tramite interfacce esterne, diagnostica per nodi mancanti o sconosciuti. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso e descrizione delle interfacce per l'integratore (segnali, stati, requisiti per l'insieme secondo l'allegato III, punto 1.2.4.4), avvertenza che il collegamento di dispositivi non approvati richiede una nuova valutazione del rischio.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 40 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Software rilevante per la sicurezza non identificabile o non contrassegnato: La versione e il checksum del software di sicurezza non possono essere consultati sulla macchina e il software e i dati rilevanti per la sicurezza non sono designati come tali. Dopo un intervento, un aggiornamento o la sostituzione di un dispositivo non è possibile stabilire se la macchina si trovi ancora nello stato controllato; il funzionamento con software non approvato resta inosservato. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.1.9, quarto comma; punto 1.7.4.2]

Macchina parziale: Software / documentazione · anche in: Manutenzione, Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare il software rilevante per la sicurezza come unità delimitata con proprio numero di versione e checksum (separata dal software standard e di visualizzazione), in modo che sia tecnicamente possibile un'identificazione univoca.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Pagina informativa sull'HMI che mostra la versione e il checksum di tutti i componenti software rilevanti per la sicurezza (sempre facilmente accessibile senza login, allegato III, punto 1.1.9, quarto comma), contrassegno dei dati rilevanti per la sicurezza nei nomi dei file, nei menu e nelle esportazioni, confronto con il verbale di collaudo all'avviamento. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: elenco del software e dei dati rilevanti per la sicurezza con le relative versioni (allegato III, punto 1.7.4.2), istruzioni per la consultazione delle informazioni sulla versione, avvertenza sul significato per la conformità e sull'obbligo di segnalare gli scostamenti.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 43 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Accesso di engineering non protetto al sistema di comando di sicurezza: L'accesso di programmazione al sistema di comando di sicurezza o al PLC di sicurezza è raggiungibile senza password o con le credenziali predefinite del fabbricante; il programma di sicurezza può essere sovrascritto o portato in stato di arresto durante il funzionamento ed è possibile il forcing di ingressi e uscite. Le funzioni di protezione vengono rese inefficaci oppure gli attuatori vengono comandati direttamente. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a)]

Macchina parziale: Sistema di comando di sicurezza / engineering · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Mantenere l'accesso di programmazione del sistema di comando di sicurezza fisicamente separato dalla rete di processo (porta dedicata, nel quadro elettrico chiuso a chiave), nessun forcing di segnali rilevanti per la sicurezza nella versione di serie, modifica del programma solo con la macchina in stato di arresto protetto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Password individuale per l'accesso al programma di sicurezza con cambio obbligatorio della password alla messa in servizio, protezione in scrittura e livelli di protezione dell'accesso del sistema di comando attivati, registrazione di tutti gli accessi e di tutte le modifiche del programma con versione e checksum, visualizzazione dello stato del programma sull'HMI. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: protezione dell'accesso e gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore, divieto di modificare il programma senza nuova verifica e documentazione, rinvio ai requisiti in caso di modifica sostanziale.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) tramite l'accesso di engineering al sistema di comando di sicurezza. L'accesso deve restare disponibile per la messa in servizio, la manutenzione e la ricerca guasti. Nella fase 1 la porta di programmazione è separata dalla rete di processo all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave, il forcing di segnali rilevanti per la sicurezza è escluso allo stato di consegna e le modifiche del programma sono ammesse solo nello stato di arresto protetto. Dopo la fase 2, sono attivi una password individuale, la protezione in scrittura e i livelli di protezione dell'accesso, ogni accesso e ogni modifica del programma vengono registrati con versione e checksum e lo stato del programma può essere consultato sul pannello HMI (evidenza secondo IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 e 7.7). Il rischio rimanente è l'uso improprio o l'errore da parte di una persona in possesso di una password valida e della chiave del quadro. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che distingua le modifiche autorizzate da quelle improprie; gli scostamenti diventano rilevabili confrontando versione e checksum con il verbale di collaudo. La gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore e il divieto di modifiche del programma senza nuova prova e documentazione sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.6 e 13).

Regolazione (24 pericoli)

N. 1 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e cesoiamento dovuto alla tavola girevole durante la rotazione automatica: Parti del corpo dell'operatore (mani, braccia) possono essere trascinate e schiacciate tra la tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa o la recinzione perimetrale, in particolare quando si interviene sulla tavola girevole durante la rotazione per riposizionare un pezzo spostato (uso scorretto ragionevolmente prevedibile).

Macchina parziale: Tavola girevole (unità di rotazione) · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Dimensionare gli interstizi tra il bordo della tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa, nonché la recinzione perimetrale, in modo che non si formino punti di schiacciamento: gli interstizi non devono essere inferiori alle distanze minime di EN ISO 13854:2019, tabella 1 (25 mm per le dita, 100 mm per la mano, 120 mm per il braccio, 500 mm per il corpo). In alternativa, mantenere l'interstizio così piccolo che nessuna parte del corpo possa penetrarvi (dimensioni delle aperture secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4). Dove non è realizzabile nessuna delle due dimensioni, configurare la geometria del telaio della tavola in modo da evitare una forma a cuneo convergente (fianchi paralleli o divergenti invece di un interstizio convergente). Inoltre: ridurre la massa e la velocità di rotazione della tavola girevole al minimo funzionalmente necessario (dimensionamento dell'azionamento) per limitare l'energia cinetica che agisce nella zona di schiacciamento.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dopo la fase 1: l'area di rotazione resta una zona pericolosa in cui non si deve entrare mentre l'azionamento è in funzione. Misure di protezione tecniche: 1. Abilitazione del movimento di rotazione solo ad area di rotazione libera (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): l'ESPE (barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020) sorveglia completamente l'area di rotazione; disposizione e distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga (SF-01, PLr d; categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 3. Modalità di regolazione: movimento di rotazione solo a velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e con dispositivo di abilitazione azionato (SF-05, PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 4. Arresto di emergenza nell'area dell'operatore secondo EN ISO 13850:2015, integrato in SF-03 (PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 5. Isolamento dell'energia prima degli interventi: valvola di intercettazione con bloccaggio meccanico (lockout) secondo EN ISO 4414:2010; bloccare la tavola girevole in posizione finale con collegamento di forma (EN ISO 14118:2018).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: è vietato intervenire nell'area di rotazione mentre la tavola girevole è in funzione o non è messa in sicurezza. Prima di qualsiasi intervento (ad es. riposizionamento di un pezzo) l'impianto deve essere completamente spento e messo in sicurezza (lockout/tagout). Per la modalità di regolazione vale una procedura separata con dispositivo di abilitazione, descritta nelle istruzioni per l'uso. 2. Segnali di avvertimento sulla macchina: sulla tavola girevole sono applicati i segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» nonché il segnale di divieto P015 «Vietato introdurre le mani» (secondo EN ISO 7010:2020). 3. Chi può intervenire: la regolazione e la ricerca guasti possono essere eseguite solo da personale istruito. L'istruzione deve essere ripetuta almeno una volta l'anno e documentata per iscritto. 4. Dispositivi di protezione individuale: i guanti di protezione non proteggono dallo schiacciamento. Intervenire nell'area di rotazione solo a tavola girevole ferma. In tutta l'area dell'impianto sono obbligatorie calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026



Avvertimento: pericolo di schiacciamento

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1). La gravità resta 5: la massa e l'azionamento della tavola girevole sono necessari per la rotazione di 180 gradi con un carico utile fino a 2 x 40 kg più le attrezzature di serraggio in un ciclo di circa 90 secondi e sono già stati limitati al livello funzionalmente necessario nella fase 1; gli interstizi sono progettati secondo EN ISO 13854:2019 ed EN ISO 13857:2019 e i bordi della tavola non presentano forme a cuneo convergente. Qualsiasi ulteriore riduzione dell'energia impedirebbe la rotazione. Dopo la fase 2, la tavola ruota solo ad area di rotazione libera (SF-04, PL e), la porta di manutenzione è mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo (SF-01, PL d), la modalità di regolazione è limitata a 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (SF-05) e la tavola viene bloccata con collegamento di forma prima di qualsiasi intervento. Un infortunio richiede quindi l'introduzione deliberata delle mani nella tavola in rotazione eludendo tali dispositivi; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che renda più difficile questo uso scorretto senza impedire la rotazione. Il divieto e l'obbligo di sezionamento prima di ogni intervento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.6 e 9.1) e sulla tavola girevole sono applicati i segnali W019, W024 e P015.

N. 2 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e trascinamento dovuto al robot di saldatura (robot industriale) in modalità di regolazione: a velocità ridotta (comando ad azione mantenuta), gli operatori o il personale addetto alla regolazione possono essere schiacciati o trascinati tra il braccio del robot e le attrezzature periferiche (recinzione perimetrale, tavola girevole, attrezzatura di saldatura) a causa di movimenti imprevisti del robot.

Macchina parziale: Robot di saldatura · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della velocità a un massimo di 250 mm/s (velocità TCP) in modalità di regolazione da parte del sistema di comando del robot come requisito di progettazione intrinseca del robot (EN ISO 10218-1:2025, punti 5.2.7 e 5.5.3). Inoltre: le distanze minime tra le posizioni estreme del robot in modalità di regolazione e le attrezzature periferiche fisse (recinzione perimetrale, tavola girevole, attrezzatura di saldatura) devono essere massimizzate in fase di progettazione, nei limiti consentiti dal layout della cella, per ridurre geometricamente i punti di schiacciamento e di trascinamento. I punti di schiacciamento residui che scendono al di sotto di una distanza minima di 500 mm (corpo) o 300 mm (testa) secondo EN ISO 13854:2019, tabella 1, e non possono essere eliminati per via progettuale, passano alla fase 2 come rischio residuo.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	SF-05 «Velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione», PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023: la funzione di sicurezza SLS (safely-limited speed, qui denominata velocità ridotta in sicurezza) è realizzata tramite una SRP/CS PLr d. Il dispositivo di abilitazione (a 3 posizioni, con funzione di panico) secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7, deve essere azionato in modo continuo; al rilascio o alla pressione a fondo viene avviato un arresto di categoria 1 secondo EN 60204-1:2018. Il personale addetto alla regolazione porta con sé il pendant di programmazione; il pendant di programmazione deve avere l'esclusiva autorità di abilitare il movimento finché sono presenti persone nello spazio protetto (EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.5). L'accesso allo spazio protetto in modalità di regolazione è possibile solo attraverso la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025. Il bloccaggio del riparo sblocca la porta per la modalità di regolazione solo dopo che è stata selezionata la modalità operativa «Regolazione» sul selettore delle modalità operative bloccabile. Isolamento dell'energia prima di accedere allo spazio protetto senza pendant di programmazione: isolamento sicuro secondo EN ISO 14118:2018 (preparazione del lockout/tagout). I punti di schiacciamento residui sono stati verificati rispetto alle distanze minime secondo EN ISO 13854:2019, tabella 1, durante il collaudo in fabbrica.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): modalità di regolazione esclusivamente da parte di personale addetto alla regolazione istruito e autorizzato, con qualifica comprovata come operatore di robot. Descrizione delle posture del corpo e delle aree di movimento ammesse in modalità di regolazione. Segnalazione di avvertimento alla porta di manutenzione: segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020 e avviso «Portare sempre con sé il dispositivo di abilitazione». Specifica dei DPI: calzature di sicurezza S3 (EN ISO 20345), indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di trascinamento da indumenti larghi). Avviso nelle istruzioni per l'uso che l'ingresso nello spazio protetto senza pendant di programmazione attivo e senza dispositivo di abilitazione è vietato.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026



Avvertimento: avviamento automatico

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) in modalità di regolazione. Il teach-in e la verifica delle traiettorie di saldatura richiedono che l'addetto alla regolazione osservi da vicino la torcia sull'attrezzatura mentre il robot è in movimento; per questa attività la presenza nello spazio protetto non può quindi essere esclusa per via progettuale. Nella fase 1 la velocità del TCP è limitata a 250 mm/s (EN ISO 10218-1:2025) e le distanze dalle attrezzature periferiche sono state aumentate nei limiti consentiti dal layout dell'impianto. Dopo la fase 2, i movimenti sono possibili solo a velocità monitorata in sicurezza (SF-05, PL d) con il dispositivo di abilitazione a tre posizioni mantenuto azionato in modo continuo, il pendant di programmazione portatile ha il controllo esclusivo del movimento e il bloccaggio del riparo sblocca la porta di manutenzione solo nella modalità di regolazione selezionata sul selettore delle modalità operative bloccabile. Le misure di protezione per la modalità di regolazione previste dalla EN ISO 10218-2:2025 sono quindi attuate; secondo lo stato dell'arte non è individuabile alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che consenta ancora la regolazione in prossimità della traiettoria. Il rischio rimanente è lo schiacciamento dovuto a un errore di utilizzo nonostante il dispositivo di abilitazione; qualifica, posture del corpo ammesse e comportamento nello spazio protetto sono specificati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.3, 2.6 e 9.3).

N. 4 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo di schiacciamento all'interfaccia tra la tavola girevole e il robot di saldatura (area di trasferimento): Durante la rotazione l'attrezzatura caricata si sposta nell'area di lavoro del robot; l'ingresso non coordinato del robot nell'area di rotazione o la mancanza di un interblocco tra il movimento della tavola girevole e l'abilitazione del robot possono causare collisioni e lesioni da schiacciamento.

Macchina parziale: Interfaccia: tavola girevole / robot di saldatura · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Il raggio di rotazione della tavola girevole e il limite dello spazio di lavoro del robot (inviluppo del TCP) sono coordinati tra loro in fase di progettazione in modo che l'area massima di rotazione dell'attrezzatura e lo spazio di lavoro minimo del robot mantengano tra loro una distanza geometrica minima >= 500 mm (distanza minima per evitare lo schiacciamento del corpo secondo EN ISO 13854:2019, tabella 1) quando entrambi i movimenti sarebbero attivi contemporaneamente. In tal modo la zona di sovrapposizione è ridotta per via progettuale; l'eliminazione completa della sovrapposizione non è possibile con questa topologia di sistema a causa di vincoli funzionali, per cui la sovrapposizione residua è protetta dalla fase 2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	SF-04 «Abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera» con PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 (grafico del rischio: S2/F2/P2). Realizzazione come funzione di sicurezza interbloccata nel PLC di sicurezza: (a) Monitoraggio dell'arresto del robot: il robot deve trovarsi in una posizione di riposo definita al di fuori dell'area di rotazione e deve confermarlo tramite un segnale di retroazione sicuro (uscita sicura del sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.7 e 5.5.8) prima che venga concessa l'abilitazione della tavola girevole. (b) Abilitazione della tavola girevole al robot: finché la tavola girevole non si trova nella posizione finale e bloccata, il sistema di comando del robot non riceve alcun segnale di abilitazione per l'area di ingresso; la tavola girevole è bloccata in posizione finale con collegamento di forma. (c) Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione verso l'area di rotazione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga, incorporato in SF-01 (PLr d). (d) Arresto di emergenza dell'impianto completo secondo EN ISO 13850:2015, incorporato in SF-03 (PLr d), categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018. (e) In modalità di regolazione vale SF-05: velocità ridotta in sicurezza <= 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (PLr d); il personale addetto alla regolazione può entrare nell'area di rotazione solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta. La distanza della recinzione perimetrale dall'area di rotazione è conforme a EN ISO 13857:2019, tabella 2; la recinzione perimetrale è progettata secondo EN ISO 14120:2015.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della logica di interblocco SF-04 e delle modalità operative Automatico e Regolazione; avviso esplicito che è vietato entrare nell'area di rotazione mentre l'impianto è in funzione. Modalità di regolazione: requisito di qualifica da documentare (solo personale specializzato istruito, a conoscenza del dispositivo di abilitazione). Segnalazione di avvertimento all'area di rotazione: segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020; alla porta di manutenzione inoltre il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006). Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345; in modalità di regolazione inoltre indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi). Avvertenza sul rischio residuo in modalità di regolazione e nella ricerca guasti: tenere sempre azionato il dispositivo di abilitazione, non entrare mai nell'area di rotazione senza dispositivo di abilitazione.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel trasferimento tra tavola girevole e robot. Il robot deve raggiungere la stazione appena portata in posizione dalla rotazione; con questo layout dell'impianto una separazione geometrica completa tra l'area di rotazione e lo spazio di lavoro del robot non è quindi possibile per motivi funzionali. Nella fase 1 la sovrapposizione è stata ridotta mediante una distanza minima di 500 mm tra il raggio di rotazione e l'inviluppo del TCP. La sovrapposizione residua è interbloccata reciprocamente: la tavola girevole ruota solo quando il sistema di comando del robot conferma tramite un'uscita sicura la posizione di riposo al di fuori della zona di rotazione, e il robot viene abilitato solo quando la tavola è bloccata nella posizione finale (SF-04, PL e secondo il grafico del rischio S2/F2/P2). Un infortunio richiede quindi un guasto di tale interblocco oppure l'ingresso con l'impianto in funzione eludendo il bloccaggio del riparo (SF-01). L'abilitazione è già realizzata con il livello di prestazione richiesto; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non ridurrebbe in modo misurabile la probabilità di accadimento. In modalità di regolazione vale SF-05 con 250 mm/s e dispositivo di abilitazione. La logica di interblocco, il divieto di ingresso e il comportamento in modalità di regolazione sono descritti nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5, 2.6 e 9.3).

N. 5 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Caduta di pezzi o di parti dell'attrezzatura per guasto del dispositivo di serraggio pneumatico: In caso di mancanza o perdita di aria compressa, gli elementi di serraggio si aprono in modo incontrollato; pezzi fino a 40 kg possono cadere dalla tavola girevole e colpire persone alla stazione di carico.

Macchina parziale: Dispositivo di serraggio pneumatico (tavola girevole) · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio direttamente sul cilindro di serraggio: in caso di mancanza di aria compressa o di perdita nella linea di alimentazione, la pressione di serraggio resta intrappolata nel cilindro e il pezzo rimane serrato; i dispositivi di serraggio si aprono solo quando la valvola viene aperta attivamente per pilotaggio. La forza di serraggio è dimensionata per il peso massimo del pezzo di 40 kg più un fattore di sicurezza secondo EN ISO 4414:2010. Inoltre: limitazione della pressione di esercizio al livello necessario per la funzione di serraggio, per ridurre al minimo l'energia pneumatica accumulata (EN ISO 4414:2010).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio della pressione di serraggio con funzione di sicurezza: un pressostato nella linea di serraggio monitora la pressione di serraggio; se la pressione scende al di sotto della pressione minima di serraggio, l'abilitazione del movimento di rotazione della tavola girevole viene inibita (collegata a SF-04, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023). Finché la pressione di serraggio non è stata confermata, la tavola girevole non ruota. 2. Interblocco meccanico del movimento di rotazione: bloccaggio a collegamento di forma della tavola girevole nella posizione di carico, in modo da impedire la rotazione involontaria con un pezzo serrato o libero; l'interblocco viene rilasciato solo dopo la conferma della pressione di serraggio (interbloccato con SF-04, PLr e). 3. Protezione contro la caduta/dispositivo di arresto: dispositivo meccanico di arresto (lamiera deflettrice) sotto la tavola girevole, dimensionato per il peso massimo del pezzo di 40 kg e per la massima altezza di caduta, per tenere lontane dalla stazione di carico le parti in caduta; progettazione secondo EN ISO 14120:2015. 4. Distanza di sicurezza alla stazione di carico: disposizione della stazione di carico in modo che la zona pericolosa sotto la tavola girevole si trovi al di fuori dell'area di permanenza normale.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del principio di serraggio (dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di mantenimento della pressione) e del monitoraggio della pressione di serraggio; divieto di sostare sotto la tavola girevole durante il funzionamento e durante la ricerca guasti senza arresto messo in sicurezza; procedura in caso di mancanza di aria compressa (arrestare la macchina, ripristinare l'alimentazione di aria compressa, rimuovere il pezzo solo dopo un controllo della pressione). 2. Isolamento dell'energia prima degli interventi: istruzione per lo scarico completo della pressione dell'impianto pneumatico prima dei lavori di manutenzione e assistenza secondo EN ISO 4414:2010 ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione del riavvio inatteso e del rilascio inatteso di energia); a causa della valvola di mantenimento della pressione, la pressione di serraggio resta intrappolata nei cilindri di serraggio, per cui i dispositivi di serraggio devono essere aperti e depressurizzati prima di qualsiasi lavoro sul dispositivo di serraggio; prevedere una valvola di intercettazione e scarico con possibilità di lockout. 3. Segnalazione di avvertimento: applicare alla tavola girevole e alla stazione di carico i segnali di avvertimento W015 «Pericolo: carichi sospesi» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020. 4. Qualifica: i lavori di ricerca guasti e di regolazione devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato istruito; i requisiti devono essere specificati nelle istruzioni per l'uso. 5. DPI: prescrivere l'uso di calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345) alla stazione di carico come protezione dal rischio residuo.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 6 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e urto per riavvio inatteso della tavola girevole o del robot dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto: se manca un sistema coordinato di prevenzione del riavvio (EN ISO 11161), singole macchine parziali possono avviarsi automaticamente mentre nella zona pericolosa sono ancora presenti persone.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento del riavvio) · anche in: Ricerca guasti, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il riavvio dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto è un evento del sistema di comando che, dato il principio funzionale dell'impianto completo (funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole), non può essere eliminato per via progettuale senza annullare la funzione della macchina. Non esiste alcuna misura geometrica o energetica in grado di impedire il riavvio stesso senza abolire la funzione della macchina. La protezione deve quindi essere ottenuta interamente con misure della fase 2 (sistema di comando e interblocco).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Prevenzione coordinata del riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: il sistema di comando dell'impianto completo non deve consentire il riavvio di una macchina parziale (tavola girevole, robot) finché non è stato impartito un comando di riavvio deliberato e manuale da una posizione sicura al di fuori di tutte le zone pericolose. Il comando di riavvio non deve essere attivato automaticamente dopo il riarmo dell'arresto di emergenza o dopo l'eliminazione del guasto. 2. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro, categoria di arresto 1 all'apertura della porta di manutenzione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) e SF-03 (arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) garantiscono che tutti gli azionamenti vengano portati in modo sicuro all'arresto. La prevenzione del riavvio è realizzata come parte integrante delle funzioni di sicurezza SF-01, SF-03 e SF-04 ed è eseguita al rispettivo PLr (SF-04: PLr e; SF-01 e SF-03: PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). 3. Funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023): la tavola girevole può eseguire il proprio movimento di rotazione solo quando l'area di rotazione è stata rilevata come libera dalla barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 (posizionata secondo EN ISO 13855:2024). Questa funzione resta attiva dopo il riavvio e impedisce l'avviamento in presenza di persone. 4. Funzione di sicurezza SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023): in modalità di regolazione il riavvio deve essere consentito esclusivamente tramite un dispositivo di abilitazione (a 3 posizioni secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7), in modo da escludere un riavvio inatteso a piena velocità. 5. Diseccitazione e isolamento dell'energia secondo EN ISO 14118:2018: prima di entrare nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione, l'alimentazione di energia a tutti gli azionamenti interessati (elettrica, pneumatica secondo EN ISO 4414:2010) deve essere disinserita mediante un dispositivo di sezionamento bloccabile e protetta contro la riattivazione involontaria (lockout/tagout). L'energia residua (energia pneumatica accumulata) deve essere dissipata prima di qualsiasi intervento; la tavola girevole deve essere bloccata in posizione finale con collegamento di forma. 6. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga: il bloccaggio del riparo mantiene chiusa la porta di manutenzione finché i movimenti pericolosi non sono stati portati in modo sicuro all'arresto (categoria di arresto 1 completata). L'integrazione avviene nell'ambito di SF-01 (PLr d).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della sequenza di riavvio dopo un arresto di emergenza e dopo l'eliminazione di un guasto; dichiarazione esplicita che il riavvio è ammesso solo dopo che tutte le zone pericolose sono state completamente sgomberate ed è stato impartito dall'esterno un comando di riarmo manuale. Descrizione della procedura di lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018 per tutte le attività di manutenzione e di ricerca guasti. 2. Segnalazione di avvertimento alla porta di manutenzione e alle unità di riarmo: avvertenza sul riavvio inatteso (segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020), avviso dell'obbligo di riarmo dall'esterno. 3. Requisito di qualifica: le attività di regolazione e di manutenzione possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito, formato sulla procedura di riavvio e sul metodo lockout/tagout (EN ISO 10218-2:2025, punto 7.5.12). 4. Specifica dei DPI: all'ingresso nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345); ulteriori DPI secondo quanto stabilito dalla valutazione del rischio del posto di lavoro dell'utilizzatore.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a riavvio inatteso. Il riavvio è un evento di comando del funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole; non esiste alcuna misura progettuale che lo impedisca senza vanificare la funzione della cella (fase 1). Dopo la fase 2, il sistema di comando dell'impianto completo consente il riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 solo a seguito di un comando deliberato dal pulpito di comando al di fuori delle zone pericolose, il blocco al riavvio fa parte di SF-01, SF-03 (PL d) e SF-04 (PL e), l'abilitazione alla rotazione verifica l'area di rotazione anche dopo il riavvio e il dispositivo di blocco per lucchetti personali impedisce la chiusura della porta di manutenzione finché una persona si trova all'interno della cella. Per la ricerca guasti e la manutenzione sono previsti l'interruttore generale bloccabile e la valvola di intercettazione dell'aria compressa bloccabile con funzione di sfiato secondo EN ISO 14118:2018. Il rischio rimanente è un avviamento quando una persona non applica il proprio lucchetto né seziona l'impianto e contemporaneamente il blocco al riavvio si guasta. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che sostituisca il sezionamento da parte della persona. La sequenza di riavvio e la procedura di sezionamento sono descritte nelle istruzioni per l'uso (capitoli 9.5 e 10.4).

N. 7 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Funzione di arresto di emergenza mancante o non coordinata tra le macchine parziali (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, impianto di aspirazione): un arresto di emergenza su una macchina parziale non arresta necessariamente tutte le altre macchine parziali; le persone possono essere messe in pericolo da componenti che continuano a funzionare.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento dell'arresto di emergenza) · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il coordinamento di più sistemi di comando indipendenti richiede necessariamente una logica di comando di livello superiore. Una pura misura progettuale (geometria, limitazione dell'energia, sostituzione) non può sostituire il collegamento mancante dei circuiti di arresto di emergenza. Il principio funzionale dell'impianto completo rende necessario un coordinamento attivo del sistema di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Circuito di arresto di emergenza di livello superiore (SF-03) secondo EN ISO 13850:2015 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010: tutti i dispositivi di arresto di emergenza dell'impianto completo sono integrati in un circuito di sicurezza comune di livello superiore che, all'azionamento in qualsiasi punto, porta tutte le macchine parziali pericolose (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, pneumatica) a un arresto coordinato; l'impianto di aspirazione continua a funzionare per motivi operativi. Categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018 (arresto controllato, seguito dal disinserimento dell'energia): il robot esegue un arresto controllato lungo la propria traiettoria, la tavola girevole frena attivamente, il generatore di corrente di saldatura viene diseccitato e i dispositivi di serraggio restano serrati grazie alla valvola di mantenimento della pressione. La prosecuzione del funzionamento dell'impianto di aspirazione non è una funzione di sicurezza, ma è necessaria per motivi operativi. La funzione di sicurezza SF-03 è specificata con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023 e realizzata in categoria 3 con PL d. L'integrazione del robot avviene tramite il sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.3.3 (campo d'azione dell'arresto di emergenza, interfaccia di sicurezza verso il sistema di comando di livello superiore). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere progettati secondo EN ISO 13850:2015 (pulsante a fungo, sfondo giallo, con autoritenuta, sblocco solo con azione deliberata). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere posizionati in modo che da ogni postazione operativa sia raggiungibile almeno un dispositivo di arresto di emergenza senza esporsi a un pericolo (EN ISO 13850:2015). Interblocco di riavvio: dopo un arresto di emergenza è necessario un riarmo manuale prima che l'impianto possa riavviarsi (EN ISO 13850:2015, punto 4.1.4), per evitare un riavvio inatteso secondo EN ISO 14118:2018.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della topologia di arresto di emergenza dell'impianto completo con una planimetria di tutti i dispositivi di arresto di emergenza e dell'area d'azione di ciascun dispositivo. Indicazione chiara che dopo un arresto di emergenza la zona pericolosa di tutte le macchine parziali deve essere ispezionata prima di eseguire il riarmo. Modalità di regolazione e ricerca guasti: indicazione che l'intervento nella zona pericolosa è ammesso solo dopo che tutte le macchine parziali si sono completamente arrestate e la porta di manutenzione è stata protetta contro la chiusura (lucchetto personale nel dispositivo di blocco). Requisito di qualifica: regolazione e ricerca guasti solo da parte di personale specializzato istruito che conosce la topologia dell'arresto di emergenza. Segnalazione al pulpito di comando: cartello con testo che indica l'area d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza (l'arresto di emergenza agisce su tutte le macchine parziali della cella), integrato dal segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel coordinamento dell'arresto di emergenza. Il collegamento dei circuiti di arresto di emergenza di più macchine parziali è possibile solo mediante il sistema di comando; per questo non esiste alcuna misura della fase 1. È realizzato un circuito di arresto di emergenza di livello superiore SF-03 in categoria 3 con PL d che, da ogni dispositivo di arresto di emergenza (pulpito di comando, porta di manutenzione, pendant di programmazione), arresta congiuntamente robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura e pneumatica, con riarmo manuale secondo EN ISO 13850:2015 e campo d'azione secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010; il livello di prestazione richiesto è raggiunto e le voci di prova relative all'arresto di emergenza sono state superate. Il rischio rimanente è il movimento per inerzia durante l'arresto controllato in categoria di arresto 1. Questa categoria è stata scelta perché il robot frena in modo controllato lungo la propria traiettoria e i dispositivi di serraggio trattengono il pezzo grazie alla valvola di mantenimento della pressione; un arresto in categoria 0 rinuncerebbe a questo controllo senza eliminare il movimento per inerzia. L'arresto di emergenza è una misura di protezione complementare e non sostituisce alcuna protezione. La disposizione e il campo d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5 e 9.5) e sul cartello con testo al pulpito di comando.

N. 8 Meccanico

Rischio prima: G 3 · P 4 · **IR 12**

Pericolo di taglio e puntura dovuto al filo di saldatura (filo pieno da 1,0 a 1,2 mm) alla torcia di saldatura: Il filo che sporge dalla torcia agisce come un ago; durante la regolazione, l'infilaggio del filo o la pulizia della torcia, mani e dita possono essere punte o tagliate.

Macchina parziale: Torcia di saldatura / trainafilo · anche in: Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Ritrazione automatica del filo al termine della saldatura: il comando del trainafilo ritrae automaticamente il filo di una quantità definita (da 5 a 10 mm) nella torcia dopo ogni ciclo di saldatura, in modo che la punta affilata del filo sia arretrata all'interno del tubetto di contatto e non sporga più liberamente. Per via progettuale, in tal modo si riduce al minimo il punto di pericolo (punta del filo libera) per le fasi del ciclo di vita regolazione e pulizia. Inoltre: scelta di un sistema di trainafilo che, nella modalità inching (regolazione), fa avanzare il filo solo con il pulsante premuto in modo continuo (comando ad azione mantenuta, principio dell'uomo morto), in modo che il filo non avanzi in modo incontrollato.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Limitazione meccanica della lunghezza del filo: sul collo della torcia è previsto un fermo regolabile per la lunghezza del filo (cappuccio di protezione della torcia con apertura definita) che limita la lunghezza massima sporgente del filo alla dimensione minima necessaria per il processo. 2. Inibizione dell'avanzamento automatico del filo: l'avanzamento automatico del filo è inibito non appena si apre la porta di manutenzione; con la porta aperta il filo può avanzare solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta. 3. Modalità inching del trainafilo: la modalità inching a velocità di infilaggio ridotta è una funzione del generatore di corrente di saldatura, non una funzione di sicurezza; serve a evitare un avanzamento rapido involontario del filo. 4. Contrassegno del punto di pericolo sulla torcia e sul trainafilo con il segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso esplicito che il filo di saldatura presenta una punta affilata che può perforare la pelle anche da fermo. Descrizione della procedura sicura per l'infilaggio del filo (far avanzare il filo solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta, tagliare l'estremità del filo in modo netto con le tronchesi, non tastare mai a mani nude). 2. Segnalazione di avvertimento sul supporto della torcia e sul trainafilo: segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020. 3. Requisito di qualifica: le attività sulla torcia e sul trainafilo (infilaggio del filo, pulizia) possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito; requisito da documentare nelle istruzioni per l'uso. 4. Specifica dei DPI: durante l'infilaggio del filo e la pulizia della torcia devono essere indossati guanti di protezione resistenti al taglio (secondo EN 388, resistenza alla perforazione almeno livello di prestazione 2); la specifica deve essere riportata nelle istruzioni per l'uso e nell'avviso affisso sul posto di lavoro. 5. Avvertenza sul taglio sicuro della punta del filo: prima di qualsiasi attività manuale sulla torcia la punta del filo deve essere tagliata in modo netto e senza bave con idonee tronchesi; l'utensile deve essere reso disponibile sul posto di lavoro.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto alla punta del filo. Per l'arco il filo deve sporgere dal tubetto di contatto. La ritrazione automatica dopo ogni ciclo e la modalità inching con comando ad azione mantenuta (fase 1), la limitazione della lunghezza mediante il cappuccio di protezione della torcia, il blocco dell'avanzamento automatico del filo con la porta di manutenzione aperta e il tranciafilo della stazione di pulizia della torcia (fase 2) limitano la lunghezza del filo esposto alla dimensione di processo. L'infilaggio del filo durante il cambio del filo e gli interventi sulla torcia restano attività manuali in cui la mano lavora necessariamente in corrispondenza del filo; per queste attività non è possibile applicare un dispositivo di protezione tra mano e filo, per cui un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è praticabile. La lesione da puntura o da taglio che rimane è reversibile. Vi si fa fronte nella fase 3 con guanti resistenti al taglio secondo EN 388, il taglio netto della punta del filo prima di qualsiasi attività manuale, la limitazione al personale istruito e il segnale W022 sul portatorcia e sull'unità trainafilo (istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6).

N. 9 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo ergonomico e di schiacciamento durante il carico e lo scarico manuali di pezzi fino a 40 kg: I pezzi fino a 15 kg vengono caricati a mano, i pezzi oltre 15 kg con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore; in caso di uso scorretto ragionevolmente prevedibile (sollevamento senza ausilio di sollevamento) si verifica un sovraccarico dell'apparato muscolo-scheletrico insieme al rischio di perdere la presa, con conseguente caduta del pezzo su piedi o mani.

Macchina parziale: Stazione di carico (postazione dell'operatore) · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della massa del pezzo movimentato manualmente a un massimo di 15 kg. La soglia è stabilita dal fabbricante per circa 40 sollevamenti all'ora e deriva dalla massa di riferimento secondo EN 1005-2:2003+A1:2008. Per pezzi oltre 15 kg e fino a 40 kg, l'attrezzatura di posizionamento del pezzo alla stazione di carico è progettata in modo che il carico dall'alto con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore sia possibile senza cambiare presa (accesso libero, profondità di inserimento, geometria dei riscontri di posizionamento).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. La stazione di carico è predisposta per un ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore (ausilio di sollevamento non compreso nella fornitura, portata di almeno 40 kg, raggio d'azione che copre l'intera zona di carico). L'accesso dall'alto è libero, in modo che l'operatore possa raggiungere la posizione di carico senza cambiare presa o rilasciare il pezzo. 2. Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) dell'area di appoggio e di brandeggio dell'ausilio di sollevamento alla stazione di carico, in modo che durante il carico l'operatore non stazioni sotto il carico sospeso. 3. La barriera fotoelettrica alla stazione di carico (SF-02, PLr e) protegge la zona pericolosa dell'apertura della macchina; non protegge dalla caduta del pezzo stesso, ma limita l'area in cui possono trovarsi le mani durante il carico.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica chiara della regola di movimentazione (fino a 15 kg a mano, oltre 15 kg con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore, portata di almeno 40 kg) e dei corretti punti di attacco sul pezzo. Specifica della postura del corpo durante il carico secondo EN 1005-4. 2. Segnalazione di avvertimento alla stazione di carico: segnali di avvertimento W015 «Pericolo: carichi sospesi» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» e segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. Cartello con testo «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento» direttamente alla stazione di carico. 3. Requisito di qualifica: prima di iniziare il lavoro gli operatori devono essere istruiti sull'uso dell'ausilio di sollevamento e sulla corretta movimentazione dal punto di vista ergonomico (istruzione documentata). 4. Specifica dei DPI: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345 e guanti di protezione (resistenti al taglio, con presa sicura) sono da prescrivere come DPI minimi per tutte le attività di carico e scarico.

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) durante il carico e lo scarico. I pezzi fino a 40 kg fanno parte dell'uso previsto e il carico manuale è il concetto della macchina (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1); un carico automatico vanificherebbe questo concetto. Nella fase 1 la movimentazione manuale è limitata a 15 kg (specifica del fabbricante derivata dalla massa di riferimento di EN 1005-2:2003+A1:2008) e l'attrezzatura è progettata in modo che i pezzi più pesanti vengano caricati dall'alto con l'ausilio di sollevamento senza cambiare presa. Dopo la fase 2, la stazione di carico è predisposta per l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore e la sua area di brandeggio è contrassegnata sul pavimento. La macchina non è in grado di rilevare se un pezzo oltre 15 kg viene sollevato senza l'ausilio di sollevamento; il rischio rimanente è questo uso scorretto con sovraccarico dell'apparato muscolo-scheletrico o caduta del pezzo. Non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che impedisca questo uso scorretto senza vanificare il carico manuale. Il cartello con testo «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento», le calzature di sicurezza S3, l'istruzione del personale e l'obbligo dell'utilizzatore di mettere a disposizione l'ausilio di sollevamento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.4 e 9.1).

N. 10 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di inciampo, scivolamento e caduta nell'area della stazione di carico e del corridoio di manutenzione a causa di spruzzi di saldatura sul pavimento, cavi, tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) e zone bagnate durante i lavori di pulizia.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Manutenzione, Pulizia, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tenere cavi e tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) lontani dal pavimento della stazione di carico e del corridoio di manutenzione per via progettuale, posandoli in canaline, catene portacavi o sistemi di gestione dei cavi sospesi al soffitto, in modo che non si creino pericoli di inciampo. Progettare i collegamenti alla stazione di carico come pensili a soffitto o pannelli a parete con prese. Ridurre l'esposizione del pavimento agli spruzzi di saldatura mediante lamiere schermanti integrate nel progetto (schermi antispruzzo) alla stazione di saldatura, in modo da ridurre al minimo la ricaduta nell'area dell'operatore. Il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; il requisito per il luogo di installazione (pavimentazione antiscivolo) viene trasmesso all'utilizzatore nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Limitare il rischio residuo dovuto ai pericoli residui di inciampo e scivolamento con le seguenti misure tecniche: (1) Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) per identificare le vie di transito e le zone pericolose ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.15. (2) Illuminazione fissa adeguata della stazione di carico e del corridoio di manutenzione ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.4, in modo che ostacoli e zone bagnate siano riconoscibili tempestivamente; l'illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. (3) Tappetini antispruzzo nell'area immediata di saldatura, facili da rimuovere e da pulire.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Riferimento al pericolo di inciampo e scivolamento dovuto a spruzzi di saldatura, tubi flessibili e bagnato; prescrivere intervalli e procedure di pulizia per l'area del pavimento. (2) Requisito di qualifica: tutte le persone che accedono alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere state istruite sui pericoli e sul tracciato delle vie di transito. (3) Specifica dei DPI: all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza con suola antiscivolo (S3 secondo EN ISO 20345). (4) Segnalazione di avvertimento all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione: applicare il segnale di avvertimento W011 «Pericolo: superficie scivolosa» e il segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. (5) Requisito per il luogo di installazione: pavimentazione antiscivolo alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione, classe di resistenza allo scivolamento almeno R 11 secondo la DGUV Regel 108-003 tedesca.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a inciampo, scivolamento e caduta. Nella fase 1 cavi e tubi flessibili sono stati portati fuori dall'area del pavimento e gli schermi antispruzzo riducono gli spruzzi trasportati fuori dalla cella. Restano gli spruzzi di saldatura che raggiungono il pavimento attraverso l'apertura, aperta per il carico, e le zone bagnate durante la pulizia. L'apertura deve restare aperta per il carico e il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; ulteriori misure progettuali sulla macchina non agiscono su queste cause. Dopo la fase 2, le vie di transito sono contrassegnate, la stazione di carico è illuminata con 500 lx e il corridoio di manutenzione con 200 lx e nell'area di saldatura sono previsti tappetini antispruzzo rimovibili; la prova dei punti di inciampo e di scivolamento è stata superata. Qualsiasi ulteriore misura tecnica sostituirebbe soltanto la pulizia del pavimento, che è prescritta come attività giornaliera. La pulizia giornaliera (istruzioni per l'uso, capitolo 10.2), le calzature di sicurezza S3 antiscivolo, i segnali W011 e W007 (capitolo 2.4) e il requisito di una pavimentazione antiscivolo nel luogo di installazione (panoramica dei rischi residui, capitolo 2.6) costituiscono le informazioni per l'uso.

N. 11 Meccanico

Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto all'accesso simultaneo di più persone a zone diverse della cella (EN ISO 11161): una seconda persona si trova all'interno della cella senza che il personale addetto alla regolazione ne sia a conoscenza; all'avviamento del robot o della tavola girevole la seconda persona viene colpita.

Macchina parziale: Impianto completo (accesso alle zone) · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale dell'impianto completo richiede zone accessibili per i lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti. Il pericolo deriva dalla presenza simultanea di più persone in zone diverse e non può essere risolto con la sola geometria, la sola distanza o la sola limitazione dell'energia senza vanificare lo scopo operativo. Una riduzione dell'energia del robot o della tavola girevole a un livello che escluda con certezza le lesioni non è tecnicamente realizzabile con questo tipo di impianto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Protezione delle persone in caso di ingresso di più persone nella cella, secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: la porta di manutenzione è dotata di un dispositivo di blocco per lucchetti personali. Ogni persona che entra nella cella applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta aperta. Finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata. I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione, con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza. Il riarmo è possibile solo dall'esterno, al pulpito di comando. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga dall'interno secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1, in modo che le persone rimaste all'interno possano lasciare la cella in qualsiasi momento. 3. L'abilitazione dell'avviamento automatico (robot e tavola girevole) è realizzata come funzione di sicurezza: l'avviamento automatico è possibile solo quando la porta di manutenzione è chiusa e mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo e il riarmo è stato dato dall'esterno. La funzione di accesso è SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione) con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023. Indipendentemente da ciò, l'abilitazione della rotazione della tavola girevole resta protetta da SF-04 (PLr e). 4. In modalità di regolazione vale SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). Il dispositivo di abilitazione è personale. La cella dispone di un solo dispositivo di abilitazione, sul pendant di programmazione; i movimenti in modalità di regolazione sono quindi consentiti solo quando all'interno della cella non si trova nessuno oltre alla persona che tiene il dispositivo di abilitazione (per l'istruzione procedurale vedere la fase 3). 5. Le distanze di sicurezza tra lo spazio di lavoro del robot e le aree in cui sono presenti persone sono conformi a EN ISO 13857:2019, tabella 2, e a EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.6 e 5.8.9.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della protezione delle persone alla porta di manutenzione (un lucchetto personale per persona nel dispositivo di blocco, sblocco di fuga dall'interno) e dell'obbligo di applicare il lucchetto prima di entrare e di rimuoverlo solo dopo aver lasciato la cella. Istruzione procedurale per le attività con più persone (regolazione, manutenzione, ricerca guasti) con chiara assegnazione dei ruoli (persona responsabile, coordinamento). 2. Segnali di avvertimento alla porta di manutenzione: segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020, cartello con testo «Applicare il proprio lucchetto personale prima di entrare». 3. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul concetto di accesso di più persone, sull'uso del dispositivo di blocco per lucchetti personali e sullo sblocco di fuga. L'istruzione deve essere documentata. 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345, indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi) all'interno della cella.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) in caso di accesso di più persone. I lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti richiedono zone accessibili; il pericolo per una seconda persona non può essere risolto mediante la geometria o la limitazione dell'energia (fase 1). Dopo la fase 2, ogni persona che entra applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta di manutenzione; finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata, e il riarmo è possibile solo dall'esterno (SF-01, PL d). I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione con l'unico dispositivo di abilitazione personale e a 250 mm/s (SF-05, PL d), e lo sblocco di fuga consente alle persone di uscire dall'interno in qualsiasi momento. Questa protezione delle persone segue EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è una persona che entra nella cella senza il proprio lucchetto mentre l'addetto alla regolazione avvia dei movimenti; anche in questo caso l'impianto si muove solo a velocità ridotta sotto il dispositivo di abilitazione dell'addetto alla regolazione. L'applicazione del lucchetto resta un'azione di ogni singola persona; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che impedisca questo uso scorretto senza limitare i lavori di regolazione. Procedura per i lavori con più persone, cartello con testo alla porta e istruzione del personale: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.5, 2.6 e 9.3.

N. 13 Elettrico

Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto alla corrente di saldatura sul pezzo e sull'attrezzatura: il circuito di saldatura è percorso da correnti elevate (tipicamente da 100 a 350 A); in caso di collegamento di massa difettoso o isolamento danneggiato, le persone che toccano il pezzo o l'attrezzatura possono ricevere una scossa elettrica.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / attrezzatura · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare il telaio dell'attrezzatura e i portapezzi in modo che le superfici conduttive toccabili che si trovano nel circuito della corrente di saldatura siano isolate galvanicamente dal telaio della macchina per via progettuale, mediante isolamento (piastre isolanti in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro tra la piastra di base dell'attrezzatura e il tavolo della macchina, nonché inserti isolanti sulle ganasce di serraggio). Per via progettuale si interrompe così il percorso involontario della corrente attraverso il telaio e le superfici esterne toccabili. Inoltre: definire il punto di collegamento del cavo di massa direttamente sul pezzo o in un punto designato dell'attrezzatura non toccabile dall'operatore e integrarlo, mediante la conformazione (incavo, canale di guida del cavo), in modo che un posizionamento errato del morsetto di massa sia ostacolato per via progettuale.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Generatore di corrente di saldatura: il generatore di corrente di saldatura ha classe di protezione I e grado di protezione IP23S secondo EN IEC 60974-1; l'integrazione nella catena dei conduttori di protezione dell'impianto completo deve essere eseguita secondo EN 60204-1:2018, punto 8 (sezioni dei conduttori di protezione, punti di collegamento). 2. Monitoraggio del collegamento di massa: il monitoraggio della corrente di massa del generatore di corrente di saldatura è attivato; in caso di interruzione o di una resistenza di contatto inammissibilmente elevata, il processo di saldatura viene inibito. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL (non è una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1:2023); per essa non viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 3. Collegamento equipotenziale: tutte le parti conduttive dell'attrezzatura che non sono isolate deliberatamente sono incluse nel collegamento equipotenziale di protezione dell'impianto (EN 60204-1:2018, punto 8.2). 4. Limitazione dell'accesso durante il processo di saldatura: la stazione di carico è protetta dalla barriera fotoelettrica (SF-02, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023); durante la saldatura attiva, l'accesso all'area di saldatura è impedito dalla porta di manutenzione interbloccata (SF-01, PLr d) e dalla logica di abilitazione della tavola girevole (SF-04, PLr e), in modo che il contatto con parti in tensione in modalità automatica sia impedito sia per via progettuale sia con mezzi di tecnica del comando. 5. Gestione dei cavi: i cavi di saldatura e i cavi di massa sono posati in canaline chiuse o in tubi protettivi (protezione dai danni meccanici); devono essere rispettati i raggi minimi di curvatura indicati dal fabbricante; i cavi devono essere assicurati con scarico della trazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del corretto collegamento del morsetto di massa (posizione, pulizia della superficie di contatto, aree di serraggio ammesse); avviso che durante il processo di saldatura è vietato toccare il pezzo e l'attrezzatura; intervalli di controllo dell'isolamento e dello stato dei cavi (controllo visivo ogni giorno lavorativo, misura semestrale dell'isolamento da parte di una persona esperta in elettrotecnica, vedere il capitolo 10.2). 2. Requisito di qualifica: la regolazione, la ricerca guasti e la manutenzione sul generatore di corrente di saldatura e sui suoi collegamenti possono essere eseguite solo da una persona esperta in elettrotecnica o da una persona avvertita in elettrotecnica sotto la supervisione di una persona esperta (termini secondo la definizione di EN 60204-1:2018, punto 3.1). 3. Segnalazione di avvertimento sull'attrezzatura e nell'area di saldatura: applicare in un punto ben visibile il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020; applicare un cartello con testo «Controllare il morsetto di massa prima di iniziare a saldare». 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: durante la regolazione e la ricerca guasti nell'area di saldatura devono essere indossati guanti isolanti (classe di protezione adatta alla bassa tensione) e indumenti protettivi per saldatura.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 14 Elettrico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Interferenze EMC tra generatore di corrente di saldatura e sistema di comando di sicurezza (sistema di comando del robot, unità di valutazione della barriera fotoelettrica, unità di comando del bloccaggio del riparo): gli impulsi di interferenza ad alta frequenza dell'arco MAG possono influenzare le funzioni di sicurezza e causare interventi intempestivi o, in modo più critico, il guasto non rilevato di funzioni di sicurezza (EN ISO 11161).

Macchina parziale: Impianto completo (interfaccia EMC) · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Separazione spaziale e galvanica dei circuiti di saldatura dai circuiti di sicurezza tramite specifica di progetto: (1) Posare il conduttore di ritorno della corrente di saldatura come conduttore di ritorno dedicato vicino al pezzo, direttamente di ritorno dall'attrezzatura di saldatura, in modo da non creare anelli di corrente di grande superficie che agiscono da antenne. (2) Posare i cavi della corrente di saldatura e i cavi di segnale/comando di sicurezza in canaline separate con una separazione minima di 200 mm (distanze di separazione secondo EN 50174-2 ed EN 60204-1:2018, allegato H); incroci solo ad angolo retto. (3) Mettere a terra il generatore di corrente di saldatura e il sistema di comando di sicurezza su sbarre equipotenziali separate collegate a bassa impedenza al conduttore di protezione dell'impianto, per evitare percorsi a impedenza comune. Queste misure riducono l'accoppiamento alla sorgente senza richiedere un dispositivo di protezione.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Per il rischio residuo di interferenze condotte e irradiate: (1) Realizzare tutti i cavi di segnale e di comando di sicurezza (barriera fotoelettrica SF-02, bloccaggio del riparo SF-01, abilitazione della rotazione SF-04, arresto di emergenza SF-03) come cavi schermati; collegare lo schermo a entrambe le estremità a bassa impedenza alla sbarra equipotenziale. (2) Utilizzare filtri di rete (filtri antidisturbo) all'alimentazione del sistema di comando di sicurezza e dell'unità di valutazione della barriera fotoelettrica, dimensionati secondo EN IEC 61000-6-2:2019 (requisiti di immunità per ambienti industriali). (3) Installare il sistema di comando del robot, l'unità di valutazione della barriera fotoelettrica e il unità di comando del bloccaggio del riparo solo in quadri elettrici con schermatura continua (involucri metallici, ingressi cavi conformi ai requisiti EMC). (4) Il sistema di comando di sicurezza e tutti i componenti delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 devono essere conformi in modo dimostrabile ai requisiti di immunità di EN IEC 61000-6-2:2019 (le evidenze dei fabbricanti dei componenti sono agli atti). (5) Le funzioni di sicurezza SF-01 (PLr d), SF-02 (PLr e), SF-03 (PLr d), SF-04 (PLr e) e SF-05 (PLr d) devono essere validate secondo EN ISO 13849-1:2023 ed EN ISO 13849-2:2012; la validazione deve dimostrare l'immunità delle SRP/CS secondo EN ISO 13849-1:2023, allegato L, e le misure contro i guasti di causa comune (allegato F). (6) Generatore di corrente di saldatura: apparecchiatura con marcatura CE e dichiarazione di conformità UE che copre anche la direttiva EMC 2014/30/UE; emissioni del generatore secondo EN IEC 60974-10 (EMC delle apparecchiature per saldatura ad arco), emissioni dell'impianto completo secondo EN IEC 61000-6-4:2019 (rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001). (7) Impianto completo: eseguire un collaudo EMC secondo EN IEC 61000-6-2:2019 nello stato operativo con il processo di saldatura attivo, per verificare l'immunità delle funzioni di sicurezza in condizioni operative reali.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Avviso che le modifiche alla posa dei cavi (cavi della corrente di saldatura, cavi di comando) possono essere eseguite solo da personale specializzato qualificato con competenze in materia di EMC. (2) Istruzione di manutenzione: controllo visivo delle terminazioni degli schermi, dei collegamenti equipotenziali e della separazione delle canaline; intervallo di controllo sei mesi (vedere il capitolo 10.2). (3) Avviso che dopo ogni sostituzione del generatore di corrente di saldatura, del sistema di comando del robot o di componenti di sicurezza è necessario un nuovo controllo funzionale EMC delle funzioni di sicurezza. (4) Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione (modalità operativa Regolazione, SF-05 attiva) deve essere istruito sui quadri di guasto legati all'EMC nei sistemi di comando di sicurezza. (5) Contrassegno sul quadro elettrico del sistema di comando di sicurezza: cartello con testo «Modificare la posa dei cavi solo in conformità allo schema elettrico RSZ-2600-EPL-001».

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 15 Termico — Rischio prima: G 3 · P 4 · **IR 12**

Pericolo di ustione dovuto a pezzi e cordoni di saldatura caldi: Gli assiemi appena saldati raggiungono nella zona del cordone diverse centinaia di gradi Celsius; il prelievo senza guanti di protezione idonei o il contatto con il cordone possono causare gravi ustioni.

Macchina parziale: Stazione di carico (lato di prelievo) · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio operativo della saldatura ad arco con gas di protezione richiede necessariamente un apporto di calore nel pezzo; la temperatura del cordone che ne deriva non può essere ridotta fisicamente a un livello sicuro senza sopprimere il processo di saldatura stesso. La sostituzione del processo di giunzione (ad es. incollaggio, imbullonatura) non è prevista e non soddisferebbe i requisiti del prodotto. Una misura geometrica (distanza dal cordone mediante conformazione) non può essere realizzata per via progettuale nel punto di presa per il prelievo, poiché l'operatore deve afferrare l'assieme.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Tempo di raffreddamento forzato: un periodo di blocco lato comando dopo la fine della saldatura (temporizzatore nel sistema di comando dell'impianto), durante il quale l'abilitazione al prelievo alla stazione di carico (lato di prelievo) resta bloccata. Il periodo di blocco è memorizzato per ciascun programma di saldatura; dipende dalla geometria del pezzo e dall'apporto di calore. Questa funzione non è una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 (nessun PLr assegnato), ma un interblocco legato al processo; riduce la probabilità di accadimento ma non sostituisce l'obbligo di utilizzare i DPI. 2. Spia luminosa / dispositivo di segnalazione: indicatore ottico (spia rossa alla stazione di prelievo) attivo durante il periodo di blocco per raffreddamento e che si spegne non appena viene concessa l'abilitazione. 3. Schermatura termica: la parete divisoria centrale fissa con tendina di protezione per saldatura tra l'area di saldatura e la stazione di prelievo scherma l'operatore dal calore radiante (progettazione secondo EN ISO 13732-1:2008 per quanto riguarda i limiti della temperatura di contatto come riferimento progettuale per le superfici che possono essere toccate inavvertitamente).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): riferimento al rischio di ustione da pezzi e cordoni di saldatura caldi; specifica del tempo di raffreddamento richiesto prima del prelievo; obbligo di indossare guanti di protezione dal calore (DPI di categoria II, idonei al calore da contatto secondo EN 407, livello di prestazione almeno livello 3 per calore da contatto) e, ove applicabile, protezione degli avambracci. 2. Segnalazione di avvertimento alla stazione di prelievo: il segnale di avvertimento W017 «Pericolo: superficie calda» e il segnale di prescrizione M009 «Guanti di protezione obbligatori» secondo EN ISO 7010:2020 devono essere applicati in modo permanente e ben visibile alla stazione di carico (lato di prelievo) (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.1). 3. Qualifica e istruzione: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti, prima di iniziare il lavoro, sul rischio di ustione, sui tempi di raffreddamento e sull'obbligo di utilizzare i DPI; l'istruzione deve essere documentata. 4. Messa a disposizione dei DPI: le istruzioni per l'uso devono indicare all'utilizzatore di mettere a disposizione guanti di protezione dal calore idonei (EN 407) e di controllarne l'uso.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a pezzi caldi. L'apporto di calore è intrinseco al processo di saldatura e non può essere ridotto a un livello innocuo, e l'operatore deve afferrare l'assieme (fase 1 esaurita). Dopo la fase 2, il sistema di comando blocca il prelievo per un tempo di raffreddamento memorizzato per ciascun programma di saldatura, la spia rossa alla stazione di prelievo segnala il blocco e la parete divisoria centrale scherma il calore radiante. Attendere che il cordone scenda al di sotto dei limiti della temperatura di contatto secondo EN ISO 13732-1:2008 supererebbe notevolmente il tempo di ciclo di circa 90 secondi e vanificherebbe la produzione in serie conforme all'uso previsto; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è quindi praticabile. Il rischio rimanente è il contatto con zone del cordone ancora calde dopo la scadenza del periodo di blocco, che provoca un'ustione reversibile. Vi si fa fronte con guanti di protezione dal calore secondo EN 407, i segnali W017 e M009 sul lato di prelievo e l'istruzione del personale (istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.6 e 9.1).

N. 16 Termico

Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo di ustione e di incendio dovuto agli spruzzi di saldatura (scintille volanti): Durante la saldatura MAG si generano spruzzi a temperature superiori a 1500 gradi C; possono cadere su materiali combustibili (imballaggi, oli, indumenti) nell'ambiente circostante e causare incendi o ustioni.

Macchina parziale: Robot di saldatura / area di saldatura · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Ottimizzazione dei parametri di saldatura per ridurre al minimo gli spruzzi: impiego di un processo ad arco a bassi spruzzi (ad es. arco pulsato o arco corto di tipo CMT) al posto del convenzionale arco corto, nei limiti consentiti dal compito di giunzione. Riducendo in modo mirato l'energia e la quantità degli spruzzi trasferiti, si riduce per via progettuale la probabilità che spruzzi in grado di innescare raggiungano materiali combustibili. Inoltre: posizionare l'area di saldatura in modo che nel raggio di protezione dagli spruzzi di 1 m attorno all'area di saldatura non siano conservati né convogliati materiali di esercizio combustibili (oli, lubrificanti, imballaggi). Le linee che convogliano fluidi combustibili devono essere condotte fuori dall'area degli spruzzi o dotate di schermi non combustibili.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Riparo: l'area di saldatura è racchiusa dalla recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura (EN ISO 14120:2015) e dalla parete divisoria centrale della tavola girevole; i pannelli di riempimento e la parete divisoria centrale sono non combustibili e resistenti agli spruzzi di saldatura. Questo involucro impedisce la fuoriuscita degli spruzzi nell'area di lavoro generale. Verso la stazione di carico, la parete divisoria centrale della tavola girevole con la sua tendina di protezione per saldatura secondo EN ISO 25980 scherma l'area di saldatura. 2. Impianto di aspirazione nell'area di saldatura: captazione dei fumi e delle particelle di saldatura direttamente nel punto di origine secondo EN ISO 21904-1:2020, per aspirare le particelle incandescenti e ridurre il carico termico sull'ambiente circostante. 3. Mettere in sicurezza la zona di esclusione di 1 m attorno alla recinzione perimetrale: segnaletica a pavimento permanente gialla e nera secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 e, ove possibile, barriere fisiche; nessuna area di stoccaggio o deposito all'interno della zona. 4. Protezione antincendio: prevedere alla cella un supporto per un estintore (CO2 o polvere, niente acqua a causa dell'impianto elettrico); la messa a disposizione e il controllo degli agenti estinguenti sono a carico dell'utilizzatore (avviso nelle istruzioni per l'uso, fase 3). 5. Funzioni di sicurezza: la porta di manutenzione è integrata nel sistema di comando di sicurezza tramite SF-01 (PLr d) e l'apertura di carico tramite SF-02 (PLr e); la saldatura avviene solo con la porta di manutenzione chiusa e bloccata.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): riferimento al raggio di protezione dagli spruzzi e divieto di conservare materiali combustibili nell'area di saldatura. Specifica degli intervalli ammessi dei parametri di saldatura (corrente, tensione, avanzamento del filo) per ridurre al minimo gli spruzzi. Istruzioni per la pulizia periodica degli spruzzi dalle superfici della macchina e dall'area di saldatura (riduzione del carico di incendio). Istruzioni di procedura in caso di incendio (allarme, primo intervento di spegnimento, evacuazione). 2. Segnali di avvertimento sulla recinzione perimetrale secondo EN ISO 7010:2020: segnale di avvertimento generale W001 con il testo supplementare «Pericolo di incendio dovuto agli spruzzi di saldatura». «Pericolo: superficie calda» (W017) nell'area di saldatura. Segnale di prescrizione M010 «Indumenti protettivi obbligatori» alla porta di manutenzione. 3. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e gli operatori devono essere formati sull'uso dell'impianto di saldatura e sull'uso delle attrezzature antincendio. Il personale addetto alla regolazione richiede una qualifica come specialista di saldatura o un'istruzione equivalente documentata. 4. Specifica dei DPI: durante i lavori di regolazione nell'area di saldatura devono essere indossati i seguenti DPI: indumenti protettivi per saldatura ignifughi (secondo EN ISO 11611), guanti per saldatori (secondo EN 12477), schermo facciale per saldatura o casco da saldatore con filtro per saldatura secondo EN ISO 16321-2 (già EN 169). In modalità automatica con la porta di manutenzione chiusa non sono richiesti DPI da saldatore; è tuttavia vietato entrare nell'area di saldatura durante il funzionamento (istruzioni per l'uso).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 17 Termico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Rischio di ustione dovuto alla torcia di saldatura calda e al collo della torcia: Il collo della torcia e il tubetto di contatto si riscaldano fortemente dopo il processo di saldatura; durante la sostituzione della torcia, la pulizia o la regolazione senza tempo di raffreddamento, mani e dita possono ustionarsi.

Macchina parziale: Torcia di saldatura · anche in: Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di un raffreddamento attivo della torcia (torcia raffreddata ad acqua invece di una torcia raffreddata ad aria): il raffreddamento continuo ad acqua limita per via progettuale l'energia termica nel collo della torcia e sul tubetto di contatto a un livello di temperatura nettamente inferiore. Inoltre: il supporto della torcia e il sistema di sostituzione sono progettati in modo che, durante la sostituzione della torcia, l'operatore tocchi solo zone di presa termicamente disaccoppiate (impugnatura in plastica o ceramica, nessun contatto diretto del metallo con il collo della torcia). Progettazione secondo EN ISO 13732-1:2008 (soglia di ustione per metallo nudo di circa 51 °C per un tempo di contatto di 1 min e 48 °C per 10 min).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio del tempo di raffreddamento: un sensore di temperatura sul collo della torcia segnala al sistema di comando della macchina; l'HMI indica l'abilitazione alla sostituzione e alla pulizia della torcia solo quando la temperatura è scesa al di sotto del valore limite. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1; non le viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 2. Riparo: l'area di saldatura è racchiusa dalla recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura (EN ISO 14120:2015); l'accesso alla torcia per la manutenzione e la pulizia avviene esclusivamente attraverso la porta di manutenzione protetta (SF-01, PLr d). L'accesso involontario alla torcia calda durante il funzionamento automatico è così escluso per via progettuale. 3. Previsione di un appoggio per la torcia con alloggiamento termicamente isolato (supporto in ceramica o silicone) direttamente alla stazione di saldatura, in modo che la torcia venga deposta in modo definito dopo il processo e non venga appoggiata su superfici metalliche conduttive.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: indicare esplicitamente il tempo di raffreddamento dopo la fine della saldatura prima di qualsiasi sostituzione della torcia, pulizia o lavoro di regolazione sulla torcia (valore di riferimento secondo le indicazioni del fabbricante della torcia); includere una procedura per la sostituzione della torcia con la fase «attendere il tempo di raffreddamento o controllare la temperatura». 2. Segnalazione di avvertimento: applicare in modo permanente e ben visibile il segnale di avvertimento «Pericolo: superficie calda» (W017 secondo EN ISO 7010:2020) nell'area della torcia e sulla porta di manutenzione. 3. Qualifica: la sostituzione e la pulizia della torcia possono essere eseguite solo da persone istruite; l'istruzione riguarda il rischio di ustione, i tempi di raffreddamento e il corretto uso dei DPI. 4. Specifica dei DPI: i guanti di protezione dal calore (idonei al calore da contatto, classe di protezione secondo EN 407) sono obbligatori durante la sostituzione della torcia, la pulizia e i lavori di regolazione sulla torcia; questo requisito deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso e segnalato dal segnale di prescrizione «Guanti di protezione obbligatori» (M009 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 18 Radiazioni — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo dovuto alla radiazione ottica dell'arco MAG (UV, visibile, IR): l'arco emette radiazione ultravioletta, visibile e infrarossa intensa; la visione non protetta dell'arco (anche attraverso una porta di manutenzione aperta in modalità di regolazione) può causare lesioni agli occhi (cheratocongiuntivite, danni alla retina) e ustioni cutanee.

Macchina parziale: Robot di saldatura / area di saldatura · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale della saldatura MAG richiede necessariamente un arco aperto con elevata intensità di radiazione; corrente, tensione ed energia dell'arco non possono essere ridotte a un livello al quale il pericolo di radiazione sia eliminato senza interrompere il processo di saldatura. Lo spostamento geometrico del punto di pericolo non è possibile in un impianto di saldatura robotizzato con posizioni di saldatura variabili.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Involucro dell'area di saldatura: recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura come riparo fisso secondo EN ISO 14120:2015; pannelli di riempimento e rivestimento (nero opaco, superficie assorbente la luce) da progettare in modo che all'esterno non fuoriesca alcuna riflessione UV/IR rilevante. Finestre di osservazione e tendine di saldatura da progettare secondo EN ISO 25980. 2. Porta di manutenzione: la porta di manutenzione deve essere dotata di bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (interblocco con bloccaggio del riparo, sblocco di fuga secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1). La funzione di sicurezza «SF-01 Arresto sicuro (categoria di arresto 1) all'apertura della porta di manutenzione» deve essere realizzata con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023: il bloccaggio del riparo sblocca la porta solo dopo che l'arco si è spento e il robot è fermo; non occorre pertanto calcolare una distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024. 3. Modalità di regolazione con porta di manutenzione aperta: finché la porta di manutenzione è aperta, il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 (percorso di disinserimento del PLC di sicurezza come per SF-03, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023), in modo che con la porta aperta non possa essere innescato alcun arco. L'ulteriore inibizione dell'abilitazione alla saldatura nel sistema di comando standard (abilitazione alla saldatura solo con porta di manutenzione chiusa e bloccata) è un interblocco operativo senza requisito di PL. La funzione «SF-05 Velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione» (PLr d) si applica ai movimenti del robot e della tavola girevole. Con la porta di manutenzione chiusa, il bloccaggio del riparo (SF-01) protegge dalla radiazione dell'arco. 4. Protezione dalle radiazioni all'apertura di carico: la parete divisoria centrale della tavola girevole con la sua tendina di protezione per saldatura secondo EN ISO 25980 scherma la stazione di carico, in modo che nessuna radiazione diretta possa raggiungere l'operatore.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: avvertenza sul pericolo di radiazione dell'arco MAG (UV, visibile, IR) ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punti 1.7.4.1 e 1.7.4.2; dichiarazione che il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 finché la porta di manutenzione è aperta; descrizione dei requisiti relativi ai DPI per le attività di regolazione e manutenzione nelle vicinanze dell'area di saldatura. 2. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve conoscere il pericolo di radiazione legato alla saldatura ad arco; l'istruzione ai sensi dell'regolamento tedesco sulla protezione dalle radiazioni ottiche artificiali sul lavoro (OStrV) deve essere indicata nelle istruzioni per l'uso come obbligo dell'utilizzatore. 3. Specifica dei DPI: per le attività in cui non può essere completamente escluso un rischio residuo dovuto a radiazione diffusa (ad es. riflessi durante la regolazione nelle immediate vicinanze): occhiali per saldatura o schermo facciale per saldatura con filtro per saldatura secondo EN ISO 16321-2 (già EN 169), indumenti protettivi resistenti ai raggi UV e guanti di protezione. 4. Segnalazione di avvertimento: segnale di avvertimento «Pericolo: radiazioni ottiche» (W027 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione e all'apertura di carico; segnali di prescrizione «Protezione degli occhi obbligatoria» (M004) e «Indumenti protettivi obbligatori» (M010) secondo EN ISO 7010:2020 da applicare alla porta di manutenzione. 5. Dati di emissione: informazioni sulla radiazione ottica dell'arco nelle istruzioni per l'uso ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punti 1.5.10 e 1.7.4.2; la base è costituita dai dati del fabbricante per il generatore di corrente di saldatura e dalla valutazione dell'emissione di radiazioni secondo EN 12198 (radiazioni emesse dai macchinari).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 19 Radiazioni — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto ai campi elettromagnetici (CEM) generati dal generatore di corrente di saldatura e dai cavi di saldatura: Le elevate correnti di saldatura generano forti campi magnetici; le persone con impianti attivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina) possono essere messe in pericolo dai campi.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / cavi di saldatura · anche in: Funzionamento, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Posare e raggruppare i cavi di saldatura (conduttore di corrente e conduttore di ritorno) in modo che i conduttori di andata e di ritorno siano portati in stretta vicinanza spaziale (coppie di cavi intrecciate o posate in parallelo con distanza minima tra di loro): i campi magnetici dei due conduttori si compensano in parte, riducendo in modo significativo l'intensità di campo risultante nell'ambiente circostante. Mantenere i cavi il più corti possibile dal punto di vista tecnico ed evitare avvolgimenti o posa ad anelli non necessari, poiché gli anelli aumentano l'intensità di campo. Installare il generatore di corrente di saldatura a distanza dalla stazione di carico e dal pulpito di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Proteggere l'accesso all'area di saldatura (cella di saldatura) durante il funzionamento mediante il riparo fisso esistente (recinzione perimetrale secondo EN ISO 14120:2015), in modo che durante il funzionamento automatico le persone non possano entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Progettare la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), che consente l'ingresso solo dopo la disinserzione della corrente di saldatura. Durante la modalità di regolazione e i lavori di manutenzione nelle vicinanze dei cavi: disinserire la corrente di saldatura prima di entrare nella zona pericolosa e assicurarla contro il reinserimento (isolamento dell'energia e arresto secondo EN ISO 14118:2018). I cavi di saldatura corrono interamente all'interno della recinzione perimetrale, in modo che le persone all'esterno della cella mantengano la distanza dai cavi attivi.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: dichiarazione esplicita che il funzionamento della saldatrice genera forti campi elettromagnetici. Le persone con impianti metallici attivi o passivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina, impianti cocleari, impianti metallici) non devono entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura e del generatore di corrente di saldatura. Prima di iniziare attività di regolazione o manutenzione nelle vicinanze dei cavi, la corrente di saldatura deve essere disinserita. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul pericolo CEM; le persone con impianti noti devono essere escluse dalle attività nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Segnalazione di avvertimento: applicare il segnale di avvertimento «Pericolo: campo magnetico» (W006 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione, alla stazione di carico e sul generatore di corrente di saldatura. Inoltre applicare nelle stesse posizioni il segnale di divieto «Accesso vietato alle persone con dispositivi cardiaci impiantati attivi» (P007 secondo EN ISO 7010:2020). Le emissioni CEM devono essere descritte qualitativamente nelle istruzioni per l'uso; la base per la valutazione è costituita dai dati del fabbricante per il generatore di corrente di saldatura secondo EN IEC 62822-2 (valutazione delle apparecchiature per saldatura ad arco rispetto all'esposizione delle persone ai CEM).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 20 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto all'inalazione di fumi e vapori di saldatura (ossidi metallici, manganese, ossidi di ferro): La saldatura MAG di acciaio da costruzione genera particelle e gas nocivi; con aspirazione insufficiente (cartuccia filtrante satura, impianto spento) le concentrazioni nella zona respiratoria dell'operatore superano i valori limite di esposizione professionale.

Macchina parziale: Impianto completo (aspirazione / area di saldatura) · anche in: Funzionamento, Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Sostituzione del materiale di consumo di saldatura: impiego di fili pieni con tenore di manganese dimostrabilmente ridotto (lega a basso Mn, ad es. tenore di Mn < 1,0 % secondo la scheda di dati di sicurezza) al posto di fili animati o fili ad alto tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura (acciaio da costruzione, qualità del cordone). Inoltre: ottimizzazione dei parametri di saldatura (tensione dell'arco, velocità di avanzamento del filo, composizione del gas di protezione) su un'impostazione a basse emissioni di fumi secondo la raccomandazione del fabbricante del generatore di corrente di saldatura, per ridurre al minimo la formazione di fumi alla fonte. Entrambe le misure riducono la massa di inquinanti emessa e quindi la probabilità di un'esposizione nociva; la gravità del possibile danno resta invariata.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Ventilazione tecnica e aspirazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (aspirazione dei fumi di saldatura): captazione dei fumi di saldatura mediante la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura con una portata volumetrica di 1800 m³/h, che garantisce la velocità di captazione nel punto di generazione. L'impianto di aspirazione deve essere dotato di monitoraggio del filtro (pressostato differenziale) che attiva un allarme quando la cartuccia filtrante è satura o l'aspirazione è difettosa; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto (interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio). Schermatura dell'area di saldatura mediante la recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura (EN ISO 14120:2015) e la parete divisoria centrale della tavola girevole, per ridurre al minimo la fuoriuscita dei fumi nell'area dell'operatore. Il monitoraggio dell'aria ambiente per la concentrazione di fumi di saldatura alla stazione di carico è raccomandato all'utilizzatore come misura aggiuntiva.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dei tipi di fumi di saldatura emessi e riferimento ai valori limite di esposizione professionale da rispettare secondo le regole tecniche tedesche per le sostanze pericolose TRGS 900 e TRGS 528; istruzione per il controllo periodico e la sostituzione delle cartucce filtranti (intervallo di manutenzione secondo le indicazioni del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020); divieto di saldare in caso di guasto o spegnimento dell'impianto di aspirazione. Segnali di avvertimento nell'area di saldatura: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Fumi di saldatura nocivi» e segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017) come segnalazione del rischio residuo. Requisito relativo ai DPI: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 o respiratore a filtro con ventilazione assistita per i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia nell'area di saldatura con impianto di aspirazione spento. Requisito di qualifica: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti sui pericoli dei fumi di saldatura e sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione (TRGS 528, punto 5).

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto ai fumi di saldatura. La gravità deriva dalle proprietà dei fumi di saldatura (ossidi metallici, manganese) e resta invariata; il processo MAG è lo scopo della macchina e non può essere sostituito. Nella fase 1 sono previsti filo pieno a basso tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura, e parametri a basse emissioni di fumi. Dopo la fase 2, la cappa sopra l'area di saldatura capta i fumi con 1.800 m³/h, la cella si arresta in modo controllato in caso di aspirazione difettosa o di cartuccia filtrante satura (soglia di allarme guasto 1.400 m³/h), la separazione avviene in classe W3 e la recinzione perimetrale e la parete divisoria centrale schermano la stazione di carico; captazione, efficacia e classe di separazione sono state verificate. Un incapsulamento completo non è possibile perché l'apertura di carico deve restare aperta per il carico manuale, e durante i lavori nell'area di saldatura l'aspirazione è spenta; per questa esposizione residua non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2. Il rischio rimanente consiste nelle emissioni residue alla stazione di carico e nell'esposizione durante i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia. La protezione delle vie respiratorie FFP3 per questi lavori, il divieto di saldare senza un'aspirazione efficace, la manutenzione del filtro e gli obblighi dell'utilizzatore ai sensi della TRGS 528 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.6, 9.1 e 10.2).

N. 24 Rumore — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto al rumore durante il processo di saldatura MAG e dall'azionamento della tavola girevole: Il processo di saldatura (rumore dell'arco, spruzzi) e gli azionamenti meccanici generano livelli di pressione acustica rilevanti alla stazione di carico; in funzionamento continuo (esercizio su due turni, 16 h) il livello di esposizione quotidiana al rumore LEX,8h può raggiungere o superare i valori di azione del regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV).

Macchina parziale: Impianto completo (area di saldatura / tavola girevole) · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Riduzione del rumore alla fonte con misure progettuali secondo EN ISO 11688-1: (1) Ottimizzazione del processo di saldatura: scelta di parametri di saldatura a basse emissioni (arco pulsato al posto dell'arco corto, ove tecnicamente fattibile per il processo), poiché l'arco corto genera maggiori emissioni di spruzzi e di rumore. (2) Incapsulamento dell'azionamento e isolamento dal rumore trasmesso per via solida dell'azionamento della tavola girevole: montaggio elastico del motore di azionamento e del riduttore sul telaio della macchina per ridurre la trasmissione del rumore per via solida alle superfici radianti. (3) Telaio della macchina con profili fonoassorbenti o smorzati (ad es. rivestimento in lamiera con tappetini smorzanti bituminosi) al posto di superfici in lamiera d'acciaio non smorzate, per ridurre l'irraggiamento sonoro. La misurazione e la dichiarazione dei valori di emissione acustica saranno eseguite nella fase 2 e nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	(1) Schermatura acustica dell'area di saldatura mediante la parete divisoria centrale della tavola girevole e i pannelli di riempimento chiusi della recinzione perimetrale tra l'area di saldatura e la stazione di carico. (2) Incapsulamento o rivestimento dell'azionamento della tavola girevole con materiale fonoassorbente, a condizione che sia garantita l'accessibilità per la manutenzione (rivestimento da progettare come riparo secondo EN ISO 14120:2015). (3) Misurazione del rumore alla stazione di carico secondo EN ISO 11202:2010 in condizioni operative rappresentative (modalità automatica, saldatura MAG attiva, tavola girevole in funzione) per determinare il livello di pressione acustica di emissione LpA (misurato: 84 dB(A), K = 2,5 dB). Il livello di esposizione quotidiana al rumore LEX,8h è determinato dall'utilizzatore secondo il regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV). Nota: non è interessata alcuna funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; la determinazione del PLr non si applica a questo pericolo.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	(1) Istruzioni per l'uso (regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2, lettera u)): indicazione del livello di pressione acustica di emissione misurato LpA alla stazione di carico secondo EN ISO 11202:2010 ed EN ISO 4871:2009 (con incertezza di misura K); se LpA supera 80 dB(A), indicazione aggiuntiva del livello di potenza acustica LWA secondo EN ISO 3746:2010. Avviso sugli obblighi dell'utilizzatore ai sensi del regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV): valutazione del rischio, programma di riduzione del rumore a partire dal valore superiore di azione LEX,8h 85 dB(A), obbligo di mettere a disposizione protezioni dell'udito a partire da 80 dB(A), obbligo di indossare protezioni dell'udito a partire da 85 dB(A). (2) Segnalazione di avvertimento alla stazione di carico: segnale di prescrizione «Protezione dell'udito obbligatoria» (M003 secondo EN ISO 7010:2020), da applicare in un punto ben visibile. (3) Qualifica e istruzione: il personale operativo deve essere istruito dall'utilizzatore sul pericolo del rumore, sui valori di azione e sul corretto uso delle protezioni dell'udito. (4) Specifica dei DPI: l'utilizzatore deve mettere a disposizione protezioni dell'udito idonee (cuffie o inserti auricolari) con un valore di attenuazione (SNR) sufficiente in funzione del LEX,8h da lui determinato; scelta secondo EN 458.

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto al rumore; gravità 4 perché la perdita dell'udito da rumore è irreversibile. Il rumore dell'arco ha origine nel processo di saldatura stesso; nella fase 1 sono previsti parametri di saldatura a basse emissioni, l'isolamento dal rumore trasmesso per via solida dell'azionamento della tavola girevole e rivestimenti smorzati. Dopo la fase 2, la parete centrale e i pannelli di riempimento chiusi della recinzione schermano la stazione di carico e l'azionamento è rivestito. I valori misurati alla stazione di carico sono LpA = 84 dB(A) con K = 2,5 dB secondo EN ISO 11202:2010 e LWA = 96 dB(A) secondo EN ISO 3746:2010. L'apertura di carico verso l'operatore deve restare aperta, per cui su questo lato non è possibile un ulteriore incapsulamento, e il rumore dell'arco non può essere ulteriormente ridotto senza modificare il processo; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è praticabile. Il livello di esposizione quotidiana al rumore è determinato dall'organizzazione del lavoro dell'utilizzatore. La dichiarazione delle emissioni sonore secondo EN ISO 4871:2009, gli obblighi relativi alla protezione dell'udito a partire da 80 e 85 dB(A) e il segnale M003 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.4 e 3).

N. 27 Ergonomico — Rischio prima: G 2 · P 3 · **IR 6**

Illuminazione insufficiente alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione: un'illuminazione inadeguata rende difficili il carico e lo scarico in sicurezza dei pezzi e l'esecuzione dei lavori di manutenzione e aumenta il rischio di errori e di infortuni.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione da prevedere nella progettazione: gli apparecchi di illuminazione sono integrati in modo permanente nella struttura della macchina (incorporati nel telaio della recinzione perimetrale), in modo che l'illuminamento alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione sia assicurato in modo permanente indipendentemente dall'illuminazione del capannone. La progettazione è eseguita secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.8 (ergonomia), in combinazione con EN 1837 (illuminazione integrata nelle macchine); l'illuminazione come realizzata fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. L'integrazione nel progetto elimina la dipendenza da fonti di luce esterne che possono essere inadeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto a guasto od ombreggiamento degli apparecchi di illuminazione integrati: monitoraggio della disponibilità operativa dell'illuminazione del posto di lavoro da parte del sistema di comando della macchina (segnalazione in caso di guasto della lampada). Inoltre le aree del corridoio di manutenzione devono essere contrassegnate con segnaletica a pavimento gialla e nera retroriflettente secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 (pericoli di inciampo, limiti del corridoio) e, in corrispondenza dei pericoli di inciampo, con il segnale di avvertimento W007 «Pericolo: ostacolo al suolo» secondo EN ISO 7010:2020. Per il monitoraggio dell'illuminazione non è richiesta una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; in caso di guasto dell'illuminazione il lavoro deve essere interrotto (fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dell'illuminamento dell'illuminazione del posto di lavoro: 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione; avviso che in caso di guasto dell'illuminazione integrata il lavoro deve essere interrotto fino al ripristino dell'illuminazione. Cartello con testo sulla porta di manutenzione: «Interrompere il lavoro in caso di guasto dell'illuminazione». Requisito di qualifica: il personale di manutenzione deve essere istruito a controllare il funzionamento dell'illuminazione prima di iniziare il lavoro. In caso di guasto dell'illuminazione, utilizzare apparecchi di illuminazione portatili idonei per brevi ispezioni; riprendere il lavoro regolare solo dopo il ripristino dell'illuminazione.

Rischio dopo: G 2 · P 1 · **IR 2 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 30 Combinazione — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto alla parametrizzazione errata del sistema di comando del robot o del sistema di comando di sicurezza (ad es. distanze di sicurezza errate, limiti di velocità errati in modalità di regolazione, abilitazioni di zona errate): Parametri errati possono far sì che le funzioni di sicurezza non operino come previsto, mettendo in pericolo le persone a causa dei movimenti del robot o della tavola girevole.

Macchina parziale: Impianto completo (sistema di comando / sistema di comando di sicurezza) · anche in: Messa in servizio, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	I parametri rilevanti per la sicurezza (limiti di velocità, zone di protezione, abilitazioni di zona) sono memorizzati esclusivamente nel sistema di comando di sicurezza (PLC di sicurezza) e sono protetti da modifiche non autorizzate o involontarie mediante un concetto di accesso basato su ruoli e protetto da password. I set di parametri per le funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 sono memorizzati nel sistema di comando di sicurezza come record di dati immutabili e protetti da checksum (ad es. CRC-32 o equivalente), in modo che qualsiasi modifica involontaria venga rilevata automaticamente all'avviamento del sistema e venga imposto uno stato sicuro. Questo principio corrisponde al principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11 (principi di comando che limitano il verificarsi di pericoli) e riduce la possibilità che parametri errati diventino addirittura efficaci.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Requisito di validazione prima del rilascio: ogni modifica dei parametri rilevanti per la sicurezza richiede un collaudo documentato (prova funzionale di tutte le funzioni di sicurezza interessate da SF-01 a SF-05) eseguito da due persone autorizzate (principio del doppio controllo) prima della rimessa in servizio. Il sistema di comando di sicurezza non può abilitare il funzionamento automatico finché non è stata data una conferma positiva. Base: EN ISO 13849-2:2012 (validazione delle funzioni di sicurezza) ed EN ISO 11161:2007+A1:2010 (verifica e validazione per i sistemi di produzione integrati). 2. Verifica dei parametri da parte del sistema di comando di sicurezza: il sistema di comando di sicurezza (PLr e per SF-02 e SF-04, PLr d per SF-01, SF-03 e SF-05 secondo EN ISO 13849-1:2023) verifica la coerenza dei parametri rilevanti per la sicurezza rispetto ai valori di riferimento memorizzati (confronto dei checksum) all'avviamento e ciclicamente. In caso di discrepanza viene attivato l'arresto di categoria 1 secondo EN 60204-1:2018 e il riavvio è inibito (nessun riavvio automatico secondo EN ISO 14118:2018). 3. Modalità di regolazione SF-05: la velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s (SF-05, PLr d) è limitata a livello hardware nel sistema di comando di sicurezza e non può essere superata da parametri del sistema di comando del robot. Il monitoraggio è effettuato da una SRP/CS secondo EN ISO 13849-1:2023, categoria e PL secondo SF-05 (PLr d). 4. Abilitazione di zona della tavola girevole SF-04: l'abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi (SF-04, PLr e) avviene esclusivamente tramite il sistema di comando di sicurezza sulla base di segnali di sensori verificati; un'abilitazione causata solo da parametri di zona errati nel sistema di comando del robot è esclusa per via progettuale. 5. Gestione delle modifiche: tutte le modifiche dei parametri sono memorizzate con marca temporale, identificazione dell'utente e valore precedente/successivo in un registro delle modifiche a prova di manomissione (audit trail) del sistema di comando di sicurezza. Base: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della procedura di modifica dei parametri con una guida passo per passo, elenco di tutti i parametri rilevanti per la sicurezza per ciascuna funzione di sicurezza (da SF-01 a SF-05), obbligo di eseguire una prova di validazione dopo ogni modifica e obbligo di documentazione nel registro delle modifiche. 2. Requisito di qualifica: le modifiche dei parametri del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato con qualifica comprovata in sicurezza funzionale (ad es. certificazione TÜV come Functional Safety Engineer o equivalente) e con conoscenza del sistema. Ciò deve essere riportato nelle istruzioni per l'uso e in una procedura operativa. 3. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento «Pericolo: elettricità» (W012 secondo EN ISO 7010:2020) e il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) devono essere applicati sul sistema di comando di sicurezza e sul quadro elettrico. Inoltre un segnale informativo con la dicitura: «Modifiche dei parametri solo da parte di personale specializzato autorizzato; è richiesta una successiva prova di validazione». 4. Lista di controllo per la messa in servizio: prima di ogni prima messa in servizio e dopo ogni modifica dei parametri deve essere compilata e firmata una lista di controllo per la messa in servizio specifica dell'impianto (base: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a parametrizzazione errata. Nella fase 1 i parametri rilevanti per la sicurezza sono memorizzati solo nel PLC di sicurezza, protetti da un concetto di accesso basato su ruoli e da set di parametri protetti da checksum. Dopo la fase 2, il PLC di sicurezza verifica i parametri rispetto al riferimento all'avviamento e ciclicamente e, in caso di scostamento, attiva un arresto con blocco al riavvio, il limite di velocità di SF-05 non può essere sovrascritto tramite il sistema di comando del robot, l'abilitazione alla rotazione SF-04 proviene solo dal PLC di sicurezza e ogni modifica viene registrata e validata secondo il principio del doppio controllo in conformità a EN ISO 13849-2:2012 prima del rilascio. Il rischio rimanente è un parametro specificato in modo errato da personale autorizzato e non rilevato durante la validazione. I parametri devono restare modificabili per la messa in servizio, le modifiche e le nuove attrezzature di serraggio; secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura che rilevi un valore tecnicamente errato ma correttamente inserito e validato. Procedura di modifica, qualifica, lista di controllo per la messa in servizio e cartello con testo sull'obbligo di validazione sul quadro elettrico: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6.

N. 32 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto al raggiungimento oltre o sotto la barriera fotoelettrica alla stazione di carico (uso scorretto ragionevolmente prevedibile): Le persone raggiungono l'area di rotazione aggirando lateralmente la barriera fotoelettrica o passando sotto di essa senza che venga attivata la funzione di protezione; la tavola girevole o il robot possono avviarsi e intrappolare mani o braccia.

Macchina parziale: Stazione di carico (interfaccia della barriera fotoelettrica) · anche in: Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: la stazione di carico richiede un'apertura di accesso permanentemente aperta per l'introduzione manuale dei pezzi. La chiusura geometrica completa di questa apertura per via progettuale renderebbe la macchina non funzionale. Le distanze minime secondo EN ISO 13854:2019 non possono, come misura progettuale, impedire l'aggiramento laterale di una barriera fotoelettrica finché l'apertura deve restare disponibile per l'accesso dell'operatore. La limitazione della forza o dell'energia sulla tavola girevole o sul robot a un livello non pericoloso (fase 1) non è tecnicamente fattibile con le masse e le coppie in gioco senza pregiudicare la funzione.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Campo di protezione e protezione contro il passaggio sotto: posizionare la barriera fotoelettrica (tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020, SF-02, PLr e) in modo che il campo di protezione copra completamente l'apertura di carico. Le aperture residue sotto e a lato del campo di protezione sono chiuse con ripari fissi (EN ISO 14120:2015) secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4, in modo che non sia possibile raggiungere la zona passando sotto o attorno al campo di protezione. 2. Protezione dei fianchi laterali: ripari fissi (pannelli laterali o guide a canale) secondo EN ISO 14120:2015 devono essere montati su entrambi i lati della barriera fotoelettrica per impedire per via progettuale l'aggiramento laterale. La profondità di questi fianchi deve essere determinata secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4 (distanza di sicurezza in funzione della dimensione dell'apertura), in modo che la zona pericolosa non possa essere raggiunta dalla direzione laterale. 3. Specifica della barriera fotoelettrica: la barriera fotoelettrica deve essere scelta di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 e integrata nella funzione di sicurezza SF-02 (PLr e). La distanza di sicurezza tra la barriera fotoelettrica e la zona pericolosa più vicina deve essere calcolata e mantenuta secondo EN ISO 13855:2024 (raggiungimento attraverso, risoluzione 30 mm per il rilevamento della mano). L'integrazione nel sistema di comando avviene secondo EN ISO 13849-1:2023, PLr e (SF-02).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): dichiarazione esplicita che l'aggiramento laterale o il passaggio sotto la barriera fotoelettrica è vietato e mette fuori efficacia la funzione di sicurezza SF-02. Descrizione della corretta azione di carico (inserire il pezzo frontalmente attraverso la barriera fotoelettrica). Avviso sul pericolo rappresentato dalla tavola girevole e dal robot quando la funzione di protezione non è stata attivata. 2. Segnali di avvertimento (EN ISO 7010:2020): «Pericolo di schiacciamento delle mani» (W024) da applicare su entrambi i lati dei pannelli dei fianchi e sul telaio della barriera fotoelettrica. Segnale di divieto «Vietato introdurre le mani» (P015) all'apertura di accesso. 3. Requisito di qualifica: in modalità di regolazione (SF-05, PLr d, velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione) possono lavorare solo specialisti istruiti che conoscono il funzionamento e i limiti della barriera fotoelettrica. Questo requisito deve essere registrato nelle istruzioni per l'uso e nella documentazione dell'istruzione. 4. DPI: i guanti di protezione non offrono alcuna protezione dai pericoli di schiacciamento e di trascinamento dovuti alla tavola girevole o al robot e non sono adatti come misura di protezione per questo pericolo. Questo avviso deve essere riportato nelle istruzioni per l'uso per evitare false convinzioni.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto all'aggiramento della barriera fotoelettrica o al passaggio al di sotto di essa. L'apertura di carico deve essere permanentemente aperta per il carico in un ciclo di circa 90 secondi e non è realizzabile una limitazione della forza o dell'energia della tavola girevole e del robot (fase 1). Dopo la fase 2, una barriera fotoelettrica di tipo 4 con risoluzione di 30 mm (SF-02, PL e, categoria 4) copre l'apertura senza muting, i fianchi e le aperture sotto e accanto al campo di protezione sono chiusi da ripari fissi secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4, e la distanza di sicurezza è calcolata secondo EN ISO 13855:2024; la corsa di arresto misurata della tavola girevole di 45 mm è inferiore al valore ammesso di 60 mm. Un riparo mobile all'apertura dovrebbe aprirsi e chiudersi a ogni ciclo e creerebbe un proprio punto di schiacciamento sul bordo di chiusura; rispetto alla soluzione realizzata non riduce il rischio. Il rischio rimanente è il ponticellamento deliberato, ad esempio coprendo il campo di protezione con nastro adesivo. Il divieto, il controllo giornaliero con l'asta di prova, i segnali W024 e P015 all'apertura e l'avvertenza che i guanti non proteggono dallo schiacciamento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.4, 9.1 e 9.4).

N. 36 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Manipolazione di parametri rilevanti per la sicurezza tramite la rete: Un accesso in scrittura non autorizzato tramite bus di campo, OPC UA o interfaccia MES modifica parametri rilevanti per la sicurezza (ad es. monitoraggio della porta di manutenzione, parametri della barriera fotoelettrica, limite di velocità in modalità di regolazione). La funzione di protezione diventa inefficace oppure la macchina opera al di fuori dei limiti stabiliti nella valutazione del rischio. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Sistema di comando / rete · anche in: Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Mantenere i parametri rilevanti per la sicurezza esclusivamente nel sistema di comando di sicurezza e renderli, in linea di principio, non scrivibili tramite la rete di processo (accesso in scrittura separato fisicamente o a livello di architettura, rete di sicurezza segmentata rispetto alla comunicazione standard). Memorizzare i valori limite derivanti dalla valutazione del rischio come costanti nel programma di sicurezza, non come dati di ricetta.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Autenticazione e autorizzazione per ogni accesso in scrittura (ruoli, nessuna password predefinita), controllo dell'integrità della configurazione rilevante per la sicurezza (checksum/CRC con procedura di rilascio), controllo di plausibilità dei valori in ingresso rispetto ai limiti ammessi, registrazione di ogni modifica dei parametri con marca temporale e utente. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 2.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 5.1, SR 2.8.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: requisiti di rete per l'utilizzatore (segmentazione, firewall, nessun collegamento diretto a Internet del sistema di comando), elenco dei parametri rilevanti per la sicurezza con l'indicazione che le modifiche sono ammesse solo da parte di personale autorizzato e con successivo controllo funzionale delle funzioni di sicurezza.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 37 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Alterazione involontaria dovuta a errore di configurazione o di utilizzo: Caricato un file di ricetta o di parametri errato, ruoli e password non impostati (password predefinita attiva), configurazione ripristinata in modo incompleto dopo un guasto. Impostazioni rilevanti per la sicurezza si discostano inosservate dalla configurazione approvata. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera b); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d); punto 1.2.1, secondo comma, lettera e)]

Macchina parziale: HMI / impostazione dei parametri · anche in: Funzionamento, Messa in servizio

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Separare le impostazioni rilevanti per la sicurezza dalle ricette di processo, in modo che un cambio di ricetta non possa modificarle; limitare rigidamente gli intervalli di valori nel sistema di comando di sicurezza (limiti derivanti dalla valutazione del rischio, allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Cambio forzato della password alla messa in servizio, modello di ruoli con approvazione a doppio controllo per le modifiche rilevanti per la sicurezza, confronto della configurazione attiva con il riferimento approvato (checksum) all'avviamento con visualizzazione di eventuali scostamenti, registro delle modifiche. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: lista di controllo per la messa in servizio (password, ruoli, salvataggio della configurazione di riferimento), descrizione dei dati designati come rilevanti per la sicurezza, istruzione per la verifica funzionale dopo le modifiche di configurazione.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Funzionamento (29 pericoli)

N. 1 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e cesoiamento dovuto alla tavola girevole durante la rotazione automatica: Parti del corpo dell'operatore (mani, braccia) possono essere trascinate e schiacciate tra la tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa o la recinzione perimetrale, in particolare quando si interviene sulla tavola girevole durante la rotazione per riposizionare un pezzo spostato (uso scorretto ragionevolmente prevedibile).

Macchina parziale: Tavola girevole (unità di rotazione) · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Dimensionare gli interstizi tra il bordo della tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa, nonché la recinzione perimetrale, in modo che non si formino punti di schiacciamento: gli interstizi non devono essere inferiori alle distanze minime di EN ISO 13854:2019, tabella 1 (25 mm per le dita, 100 mm per la mano, 120 mm per il braccio, 500 mm per il corpo). In alternativa, mantenere l'interstizio così piccolo che nessuna parte del corpo possa penetrarvi (dimensioni delle aperture secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4). Dove non è realizzabile nessuna delle due dimensioni, configurare la geometria del telaio della tavola in modo da evitare una forma a cuneo convergente (fianchi paralleli o divergenti invece di un interstizio convergente). Inoltre: ridurre la massa e la velocità di rotazione della tavola girevole al minimo funzionalmente necessario (dimensionamento dell'azionamento) per limitare l'energia cinetica che agisce nella zona di schiacciamento.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dopo la fase 1: l'area di rotazione resta una zona pericolosa in cui non si deve entrare mentre l'azionamento è in funzione. Misure di protezione tecniche: 1. Abilitazione del movimento di rotazione solo ad area di rotazione libera (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): l'ESPE (barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020) sorveglia completamente l'area di rotazione; disposizione e distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga (SF-01, PLr d; categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 3. Modalità di regolazione: movimento di rotazione solo a velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e con dispositivo di abilitazione azionato (SF-05, PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 4. Arresto di emergenza nell'area dell'operatore secondo EN ISO 13850:2015, integrato in SF-03 (PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 5. Isolamento dell'energia prima degli interventi: valvola di intercettazione con bloccaggio meccanico (lockout) secondo EN ISO 4414:2010; bloccare la tavola girevole in posizione finale con collegamento di forma (EN ISO 14118:2018).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: è vietato intervenire nell'area di rotazione mentre la tavola girevole è in funzione o non è messa in sicurezza. Prima di qualsiasi intervento (ad es. riposizionamento di un pezzo) l'impianto deve essere completamente spento e messo in sicurezza (lockout/tagout). Per la modalità di regolazione vale una procedura separata con dispositivo di abilitazione, descritta nelle istruzioni per l'uso. 2. Segnali di avvertimento sulla macchina: sulla tavola girevole sono applicati i segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» nonché il segnale di divieto P015 «Vietato introdurre le mani» (secondo EN ISO 7010:2020). 3. Chi può intervenire: la regolazione e la ricerca guasti possono essere eseguite solo da personale istruito. L'istruzione deve essere ripetuta almeno una volta l'anno e documentata per iscritto. 4. Dispositivi di protezione individuale: i guanti di protezione non proteggono dallo schiacciamento. Intervenire nell'area di rotazione solo a tavola girevole ferma. In tutta l'area dell'impianto sono obbligatorie calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026



Avvertimento: pericolo di schiacciamento

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1). La gravità resta 5: la massa e l'azionamento della tavola girevole sono necessari per la rotazione di 180 gradi con un carico utile fino a 2 x 40 kg più le attrezzature di serraggio in un ciclo di circa 90 secondi e sono già stati limitati al livello funzionalmente necessario nella fase 1; gli interstizi sono progettati secondo EN ISO 13854:2019 ed EN ISO 13857:2019 e i bordi della tavola non presentano forme a cuneo convergente. Qualsiasi ulteriore riduzione dell'energia impedirebbe la rotazione. Dopo la fase 2, la tavola ruota solo ad area di rotazione libera (SF-04, PL e), la porta di manutenzione è mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo (SF-01, PL d), la modalità di regolazione è limitata a 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (SF-05) e la tavola viene bloccata con collegamento di forma prima di qualsiasi intervento. Un infortunio richiede quindi l'introduzione deliberata delle mani nella tavola in rotazione eludendo tali dispositivi; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che renda più difficile questo uso scorretto senza impedire la rotazione. Il divieto e l'obbligo di sezionamento prima di ogni intervento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.6 e 9.1) e sulla tavola girevole sono applicati i segnali W019, W024 e P015.

N. 3 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo di urto e schiacciamento dovuto al robot di saldatura durante il funzionamento automatico in caso di accesso non autorizzato: persone che scavalcano la recinzione perimetrale o manomettono la porta di manutenzione vengono colpite dall'asse del robot che si muove alla piena velocità e forza oppure vengono schiacciate contro parti fisse.

Macchina parziale: Robot di saldatura · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale del robot di saldatura richiede il movimento libero e rapido del braccio del robot con il pieno carico utile all'interno dello spazio di lavoro. Limitare la forza o la velocità a un livello innocuo per le persone (forza d'urto inferiore alla soglia del dolore) è tecnicamente incompatibile con i parametri di processo richiesti nel funzionamento automatico e impedirebbe il processo di saldatura. Con un robot industriale a 6 assi non è possibile eliminare la zona pericolosa soltanto per via geometrica.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Riparo fisso: recinzione perimetrale fissa con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con filtri di protezione per saldatura secondo EN ISO 14120:2015 attorno all'intero spazio di lavoro del robot, altezza 2200 mm. Altezza e distanza dalla zona pericolosa da progettare secondo EN ISO 13857:2019, tabella 2, in modo che non sia possibile né raggiungere la zona dall'alto né scavalcare senza ausili. Le aperture residue da progettare secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4, in modo che non sia possibile raggiungere la zona pericolosa passando sotto o attraverso. 2. Porta di manutenzione interbloccata con bloccaggio del riparo (SF-01): la porta di manutenzione è un riparo mobile interbloccato con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025. L'apertura della porta attiva SF-01 «Arresto sicuro, categoria di arresto 1». Il bloccaggio del riparo mantiene la porta chiusa finché il robot non si è arrestato in modo sicuro. Sblocco di fuga da prevedere secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1. SF-01 è specificata con PLr d; integrazione nel sistema di comando di sicurezza secondo EN ISO 13849-1:2023. 3. Protezione contro la manomissione dei dispositivi di protezione: il dispositivo di interblocco della porta di manutenzione è protetto contro l'elusione secondo EN ISO 14119:2025, punto 8: attuatore con codifica di livello elevato secondo EN ISO 14119:2025, interruttore e attuatore montati con elementi di fissaggio non rimovibili. Inoltre: i pannelli della recinzione perimetrale devono essere fissati in modo da poter essere rimossi solo con un utensile (nessun fissaggio a sgancio rapido), così da escludere l'apertura non autorizzata senza utensile. 4. Dispositivi di arresto di emergenza (SF-03): dispositivi di arresto di emergenza al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione secondo EN ISO 13850:2015, integrati in SF-03 «Arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1», PLr d. 5. Protezione contro il riavvio inatteso: isolamento dell'energia e prevenzione del riavvio secondo EN ISO 14118:2018 da garantire; riavvio dopo l'apertura della porta solo tramite riarmo deliberato da un pulpito di comando situato al di fuori della zona pericolosa. 6. Modalità di regolazione (SF-05): in modalità di regolazione movimento del robot solo a velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e con dispositivo di abilitazione secondo SF-05, PLr d; integrazione secondo EN ISO 10218-2:2025, punti 5.5.6 e 5.7.7, ed EN ISO 13849-1:2023.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione delle regole di accesso allo spazio di lavoro del robot, divieto di scavalcare la recinzione perimetrale, procedura di isolamento dell'energia prima dell'ingresso (lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018), requisiti di qualifica per operatori e personale addetto alla regolazione (istruzione sulla sicurezza del robot secondo EN ISO 10218-2:2025). 2. Segnalazione di avvertimento sulla recinzione perimetrale e alla porta di manutenzione: segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020 e segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006). La segnaletica deve essere applicata in modo ben visibile e permanente. 3. Istruzione: il personale operativo e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti prima della prima messa in servizio e successivamente a intervalli regolari. L'accesso non autorizzato deve essere impedito con misure organizzative (controllo degli accessi, interruttore a chiave per la selezione della modalità operativa secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.2). 4. Avvertenza sul rischio residuo nelle istruzioni per l'uso: nonostante tutte le misure di protezione, in caso di manomissione dei dispositivi di protezione sussiste un rischio residuo; avviso sulle conseguenze penali e di responsabilità della manomissione.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) in caso di accesso non autorizzato durante il funzionamento automatico. Limitare la forza o la velocità del robot a un livello innocuo per le persone non è compatibile con i parametri del processo di saldatura (fase 1), per cui la gravità resta 5. Lo spazio di lavoro del robot è racchiuso su tutti i lati da una recinzione perimetrale alta 2200 mm secondo EN ISO 14120:2015 con distanze secondo EN ISO 13857:2019, i pannelli possono essere rimossi solo con un utensile e l'unica porta è interbloccata, dotata di bloccaggio del riparo (SF-01, PL d) e protetta contro l'elusione secondo EN ISO 14119:2025, punto 8, mediante un attuatore con codifica di livello elevato ed elementi di fissaggio non rimovibili. L'accesso richiede quindi lo scavalcamento deliberato con ausili o la manomissione con utensili. Contro l'elusione deliberata con utensili un ulteriore dispositivo di protezione non offre una protezione sostanzialmente diversa, perché può essere eluso con un impegno comparabile; le misure contro l'elusione ragionevolmente prevedibile sono attuate. Il divieto e le conseguenze della manomissione, le regole di accesso e l'istruzione del personale sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.5 e 2.6) e sulla recinzione e sulla porta sono applicati i segnali W018 e D-P006.

N. 4 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo di schiacciamento all'interfaccia tra la tavola girevole e il robot di saldatura (area di trasferimento): Durante la rotazione l'attrezzatura caricata si sposta nell'area di lavoro del robot; l'ingresso non coordinato del robot nell'area di rotazione o la mancanza di un interblocco tra il movimento della tavola girevole e l'abilitazione del robot possono causare collisioni e lesioni da schiacciamento.

Macchina parziale: Interfaccia: tavola girevole / robot di saldatura · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Il raggio di rotazione della tavola girevole e il limite dello spazio di lavoro del robot (inviluppo del TCP) sono coordinati tra loro in fase di progettazione in modo che l'area massima di rotazione dell'attrezzatura e lo spazio di lavoro minimo del robot mantengano tra loro una distanza geometrica minima >= 500 mm (distanza minima per evitare lo schiacciamento del corpo secondo EN ISO 13854:2019, tabella 1) quando entrambi i movimenti sarebbero attivi contemporaneamente. In tal modo la zona di sovrapposizione è ridotta per via progettuale; l'eliminazione completa della sovrapposizione non è possibile con questa topologia di sistema a causa di vincoli funzionali, per cui la sovrapposizione residua è protetta dalla fase 2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	SF-04 «Abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera» con PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 (grafico del rischio: S2/F2/P2). Realizzazione come funzione di sicurezza interbloccata nel PLC di sicurezza: (a) Monitoraggio dell'arresto del robot: il robot deve trovarsi in una posizione di riposo definita al di fuori dell'area di rotazione e deve confermarlo tramite un segnale di retroazione sicuro (uscita sicura del sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.7 e 5.5.8) prima che venga concessa l'abilitazione della tavola girevole. (b) Abilitazione della tavola girevole al robot: finché la tavola girevole non si trova nella posizione finale e bloccata, il sistema di comando del robot non riceve alcun segnale di abilitazione per l'area di ingresso; la tavola girevole è bloccata in posizione finale con collegamento di forma. (c) Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione verso l'area di rotazione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga, incorporato in SF-01 (PLr d). (d) Arresto di emergenza dell'impianto completo secondo EN ISO 13850:2015, incorporato in SF-03 (PLr d), categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018. (e) In modalità di regolazione vale SF-05: velocità ridotta in sicurezza <= 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (PLr d); il personale addetto alla regolazione può entrare nell'area di rotazione solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta. La distanza della recinzione perimetrale dall'area di rotazione è conforme a EN ISO 13857:2019, tabella 2; la recinzione perimetrale è progettata secondo EN ISO 14120:2015.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della logica di interblocco SF-04 e delle modalità operative Automatico e Regolazione; avviso esplicito che è vietato entrare nell'area di rotazione mentre l'impianto è in funzione. Modalità di regolazione: requisito di qualifica da documentare (solo personale specializzato istruito, a conoscenza del dispositivo di abilitazione). Segnalazione di avvertimento all'area di rotazione: segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020; alla porta di manutenzione inoltre il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006). Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345; in modalità di regolazione inoltre indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi). Avvertenza sul rischio residuo in modalità di regolazione e nella ricerca guasti: tenere sempre azionato il dispositivo di abilitazione, non entrare mai nell'area di rotazione senza dispositivo di abilitazione.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel trasferimento tra tavola girevole e robot. Il robot deve raggiungere la stazione appena portata in posizione dalla rotazione; con questo layout dell'impianto una separazione geometrica completa tra l'area di rotazione e lo spazio di lavoro del robot non è quindi possibile per motivi funzionali. Nella fase 1 la sovrapposizione è stata ridotta mediante una distanza minima di 500 mm tra il raggio di rotazione e l'inviluppo del TCP. La sovrapposizione residua è interbloccata reciprocamente: la tavola girevole ruota solo quando il sistema di comando del robot conferma tramite un'uscita sicura la posizione di riposo al di fuori della zona di rotazione, e il robot viene abilitato solo quando la tavola è bloccata nella posizione finale (SF-04, PL e secondo il grafico del rischio S2/F2/P2). Un infortunio richiede quindi un guasto di tale interblocco oppure l'ingresso con l'impianto in funzione eludendo il bloccaggio del riparo (SF-01). L'abilitazione è già realizzata con il livello di prestazione richiesto; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non ridurrebbe in modo misurabile la probabilità di accadimento. In modalità di regolazione vale SF-05 con 250 mm/s e dispositivo di abilitazione. La logica di interblocco, il divieto di ingresso e il comportamento in modalità di regolazione sono descritti nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5, 2.6 e 9.3).

N. 5 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Caduta di pezzi o di parti dell'attrezzatura per guasto del dispositivo di serraggio pneumatico: In caso di mancanza o perdita di aria compressa, gli elementi di serraggio si aprono in modo incontrollato; pezzi fino a 40 kg possono cadere dalla tavola girevole e colpire persone alla stazione di carico.

Macchina parziale: Dispositivo di serraggio pneumatico (tavola girevole) · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio direttamente sul cilindro di serraggio: in caso di mancanza di aria compressa o di perdita nella linea di alimentazione, la pressione di serraggio resta intrappolata nel cilindro e il pezzo rimane serrato; i dispositivi di serraggio si aprono solo quando la valvola viene aperta attivamente per pilotaggio. La forza di serraggio è dimensionata per il peso massimo del pezzo di 40 kg più un fattore di sicurezza secondo EN ISO 4414:2010. Inoltre: limitazione della pressione di esercizio al livello necessario per la funzione di serraggio, per ridurre al minimo l'energia pneumatica accumulata (EN ISO 4414:2010).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio della pressione di serraggio con funzione di sicurezza: un pressostato nella linea di serraggio monitora la pressione di serraggio; se la pressione scende al di sotto della pressione minima di serraggio, l'abilitazione del movimento di rotazione della tavola girevole viene inibita (collegata a SF-04, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023). Finché la pressione di serraggio non è stata confermata, la tavola girevole non ruota. 2. Interblocco meccanico del movimento di rotazione: bloccaggio a collegamento di forma della tavola girevole nella posizione di carico, in modo da impedire la rotazione involontaria con un pezzo serrato o libero; l'interblocco viene rilasciato solo dopo la conferma della pressione di serraggio (interbloccato con SF-04, PLr e). 3. Protezione contro la caduta/dispositivo di arresto: dispositivo meccanico di arresto (lamiera deflettrice) sotto la tavola girevole, dimensionato per il peso massimo del pezzo di 40 kg e per la massima altezza di caduta, per tenere lontane dalla stazione di carico le parti in caduta; progettazione secondo EN ISO 14120:2015. 4. Distanza di sicurezza alla stazione di carico: disposizione della stazione di carico in modo che la zona pericolosa sotto la tavola girevole si trovi al di fuori dell'area di permanenza normale.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del principio di serraggio (dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di mantenimento della pressione) e del monitoraggio della pressione di serraggio; divieto di sostare sotto la tavola girevole durante il funzionamento e durante la ricerca guasti senza arresto messo in sicurezza; procedura in caso di mancanza di aria compressa (arrestare la macchina, ripristinare l'alimentazione di aria compressa, rimuovere il pezzo solo dopo un controllo della pressione). 2. Isolamento dell'energia prima degli interventi: istruzione per lo scarico completo della pressione dell'impianto pneumatico prima dei lavori di manutenzione e assistenza secondo EN ISO 4414:2010 ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione del riavvio inatteso e del rilascio inatteso di energia); a causa della valvola di mantenimento della pressione, la pressione di serraggio resta intrappolata nei cilindri di serraggio, per cui i dispositivi di serraggio devono essere aperti e depressurizzati prima di qualsiasi lavoro sul dispositivo di serraggio; prevedere una valvola di intercettazione e scarico con possibilità di lockout. 3. Segnalazione di avvertimento: applicare alla tavola girevole e alla stazione di carico i segnali di avvertimento W015 «Pericolo: carichi sospesi» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020. 4. Qualifica: i lavori di ricerca guasti e di regolazione devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato istruito; i requisiti devono essere specificati nelle istruzioni per l'uso. 5. DPI: prescrivere l'uso di calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345) alla stazione di carico come protezione dal rischio residuo.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 7 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Funzione di arresto di emergenza mancante o non coordinata tra le macchine parziali (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, impianto di aspirazione): un arresto di emergenza su una macchina parziale non arresta necessariamente tutte le altre macchine parziali; le persone possono essere messe in pericolo da componenti che continuano a funzionare.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento dell'arresto di emergenza) · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il coordinamento di più sistemi di comando indipendenti richiede necessariamente una logica di comando di livello superiore. Una pura misura progettuale (geometria, limitazione dell'energia, sostituzione) non può sostituire il collegamento mancante dei circuiti di arresto di emergenza. Il principio funzionale dell'impianto completo rende necessario un coordinamento attivo del sistema di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Circuito di arresto di emergenza di livello superiore (SF-03) secondo EN ISO 13850:2015 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010: tutti i dispositivi di arresto di emergenza dell'impianto completo sono integrati in un circuito di sicurezza comune di livello superiore che, all'azionamento in qualsiasi punto, porta tutte le macchine parziali pericolose (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, pneumatica) a un arresto coordinato; l'impianto di aspirazione continua a funzionare per motivi operativi. Categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018 (arresto controllato, seguito dal disinserimento dell'energia): il robot esegue un arresto controllato lungo la propria traiettoria, la tavola girevole frena attivamente, il generatore di corrente di saldatura viene diseccitato e i dispositivi di serraggio restano serrati grazie alla valvola di mantenimento della pressione. La prosecuzione del funzionamento dell'impianto di aspirazione non è una funzione di sicurezza, ma è necessaria per motivi operativi. La funzione di sicurezza SF-03 è specificata con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023 e realizzata in categoria 3 con PL d. L'integrazione del robot avviene tramite il sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.3.3 (campo d'azione dell'arresto di emergenza, interfaccia di sicurezza verso il sistema di comando di livello superiore). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere progettati secondo EN ISO 13850:2015 (pulsante a fungo, sfondo giallo, con autoritenuta, sblocco solo con azione deliberata). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere posizionati in modo che da ogni postazione operativa sia raggiungibile almeno un dispositivo di arresto di emergenza senza esporsi a un pericolo (EN ISO 13850:2015). Interblocco di riavvio: dopo un arresto di emergenza è necessario un riarmo manuale prima che l'impianto possa riavviarsi (EN ISO 13850:2015, punto 4.1.4), per evitare un riavvio inatteso secondo EN ISO 14118:2018.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della topologia di arresto di emergenza dell'impianto completo con una planimetria di tutti i dispositivi di arresto di emergenza e dell'area d'azione di ciascun dispositivo. Indicazione chiara che dopo un arresto di emergenza la zona pericolosa di tutte le macchine parziali deve essere ispezionata prima di eseguire il riarmo. Modalità di regolazione e ricerca guasti: indicazione che l'intervento nella zona pericolosa è ammesso solo dopo che tutte le macchine parziali si sono completamente arrestate e la porta di manutenzione è stata protetta contro la chiusura (lucchetto personale nel dispositivo di blocco). Requisito di qualifica: regolazione e ricerca guasti solo da parte di personale specializzato istruito che conosce la topologia dell'arresto di emergenza. Segnalazione al pulpito di comando: cartello con testo che indica l'area d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza (l'arresto di emergenza agisce su tutte le macchine parziali della cella), integrato dal segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel coordinamento dell'arresto di emergenza. Il collegamento dei circuiti di arresto di emergenza di più macchine parziali è possibile solo mediante il sistema di comando; per questo non esiste alcuna misura della fase 1. È realizzato un circuito di arresto di emergenza di livello superiore SF-03 in categoria 3 con PL d che, da ogni dispositivo di arresto di emergenza (pulpito di comando, porta di manutenzione, pendant di programmazione), arresta congiuntamente robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura e pneumatica, con riarmo manuale secondo EN ISO 13850:2015 e campo d'azione secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010; il livello di prestazione richiesto è raggiunto e le voci di prova relative all'arresto di emergenza sono state superate. Il rischio rimanente è il movimento per inerzia durante l'arresto controllato in categoria di arresto 1. Questa categoria è stata scelta perché il robot frena in modo controllato lungo la propria traiettoria e i dispositivi di serraggio trattengono il pezzo grazie alla valvola di mantenimento della pressione; un arresto in categoria 0 rinuncerebbe a questo controllo senza eliminare il movimento per inerzia. L'arresto di emergenza è una misura di protezione complementare e non sostituisce alcuna protezione. La disposizione e il campo d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5 e 9.5) e sul cartello con testo al pulpito di comando.

N. 9 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo ergonomico e di schiacciamento durante il carico e lo scarico manuali di pezzi fino a 40 kg: I pezzi fino a 15 kg vengono caricati a mano, i pezzi oltre 15 kg con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore; in caso di uso scorretto ragionevolmente prevedibile (sollevamento senza ausilio di sollevamento) si verifica un sovraccarico dell'apparato muscolo-scheletrico insieme al rischio di perdere la presa, con conseguente caduta del pezzo su piedi o mani.

Macchina parziale: Stazione di carico (postazione dell'operatore) · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della massa del pezzo movimentato manualmente a un massimo di 15 kg. La soglia è stabilita dal fabbricante per circa 40 sollevamenti all'ora e deriva dalla massa di riferimento secondo EN 1005-2:2003+A1:2008. Per pezzi oltre 15 kg e fino a 40 kg, l'attrezzatura di posizionamento del pezzo alla stazione di carico è progettata in modo che il carico dall'alto con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore sia possibile senza cambiare presa (accesso libero, profondità di inserimento, geometria dei riscontri di posizionamento).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. La stazione di carico è predisposta per un ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore (ausilio di sollevamento non compreso nella fornitura, portata di almeno 40 kg, raggio d'azione che copre l'intera zona di carico). L'accesso dall'alto è libero, in modo che l'operatore possa raggiungere la posizione di carico senza cambiare presa o rilasciare il pezzo. 2. Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) dell'area di appoggio e di brandeggio dell'ausilio di sollevamento alla stazione di carico, in modo che durante il carico l'operatore non stazioni sotto il carico sospeso. 3. La barriera fotoelettrica alla stazione di carico (SF-02, PLr e) protegge la zona pericolosa dell'apertura della macchina; non protegge dalla caduta del pezzo stesso, ma limita l'area in cui possono trovarsi le mani durante il carico.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica chiara della regola di movimentazione (fino a 15 kg a mano, oltre 15 kg con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore, portata di almeno 40 kg) e dei corretti punti di attacco sul pezzo. Specifica della postura del corpo durante il carico secondo EN 1005-4. 2. Segnalazione di avvertimento alla stazione di carico: segnali di avvertimento W015 «Pericolo: carichi sospesi» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» e segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. Cartello con testo «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento» direttamente alla stazione di carico. 3. Requisito di qualifica: prima di iniziare il lavoro gli operatori devono essere istruiti sull'uso dell'ausilio di sollevamento e sulla corretta movimentazione dal punto di vista ergonomico (istruzione documentata). 4. Specifica dei DPI: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345 e guanti di protezione (resistenti al taglio, con presa sicura) sono da prescrivere come DPI minimi per tutte le attività di carico e scarico.

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) durante il carico e lo scarico. I pezzi fino a 40 kg fanno parte dell'uso previsto e il carico manuale è il concetto della macchina (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1); un carico automatico vanificherebbe questo concetto. Nella fase 1 la movimentazione manuale è limitata a 15 kg (specifica del fabbricante derivata dalla massa di riferimento di EN 1005-2:2003+A1:2008) e l'attrezzatura è progettata in modo che i pezzi più pesanti vengano caricati dall'alto con l'ausilio di sollevamento senza cambiare presa. Dopo la fase 2, la stazione di carico è predisposta per l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore e la sua area di brandeggio è contrassegnata sul pavimento. La macchina non è in grado di rilevare se un pezzo oltre 15 kg viene sollevato senza l'ausilio di sollevamento; il rischio rimanente è questo uso scorretto con sovraccarico dell'apparato muscolo-scheletrico o caduta del pezzo. Non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che impedisca questo uso scorretto senza vanificare il carico manuale. Il cartello con testo «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento», le calzature di sicurezza S3, l'istruzione del personale e l'obbligo dell'utilizzatore di mettere a disposizione l'ausilio di sollevamento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.4 e 9.1).

N. 10 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di inciampo, scivolamento e caduta nell'area della stazione di carico e del corridoio di manutenzione a causa di spruzzi di saldatura sul pavimento, cavi, tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) e zone bagnate durante i lavori di pulizia.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Regolazione, Manutenzione, Pulizia, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tenere cavi e tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) lontani dal pavimento della stazione di carico e del corridoio di manutenzione per via progettuale, posandoli in canaline, catene portacavi o sistemi di gestione dei cavi sospesi al soffitto, in modo che non si creino pericoli di inciampo. Progettare i collegamenti alla stazione di carico come pensili a soffitto o pannelli a parete con prese. Ridurre l'esposizione del pavimento agli spruzzi di saldatura mediante lamiere schermanti integrate nel progetto (schermi antispruzzo) alla stazione di saldatura, in modo da ridurre al minimo la ricaduta nell'area dell'operatore. Il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; il requisito per il luogo di installazione (pavimentazione antiscivolo) viene trasmesso all'utilizzatore nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Limitare il rischio residuo dovuto ai pericoli residui di inciampo e scivolamento con le seguenti misure tecniche: (1) Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) per identificare le vie di transito e le zone pericolose ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.15. (2) Illuminazione fissa adeguata della stazione di carico e del corridoio di manutenzione ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.4, in modo che ostacoli e zone bagnate siano riconoscibili tempestivamente; l'illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. (3) Tappetini antispruzzo nell'area immediata di saldatura, facili da rimuovere e da pulire.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Riferimento al pericolo di inciampo e scivolamento dovuto a spruzzi di saldatura, tubi flessibili e bagnato; prescrivere intervalli e procedure di pulizia per l'area del pavimento. (2) Requisito di qualifica: tutte le persone che accedono alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere state istruite sui pericoli e sul tracciato delle vie di transito. (3) Specifica dei DPI: all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza con suola antiscivolo (S3 secondo EN ISO 20345). (4) Segnalazione di avvertimento all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione: applicare il segnale di avvertimento W011 «Pericolo: superficie scivolosa» e il segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. (5) Requisito per il luogo di installazione: pavimentazione antiscivolo alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione, classe di resistenza allo scivolamento almeno R 11 secondo la DGUV Regel 108-003 tedesca.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a inciampo, scivolamento e caduta. Nella fase 1 cavi e tubi flessibili sono stati portati fuori dall'area del pavimento e gli schermi antispruzzo riducono gli spruzzi trasportati fuori dalla cella. Restano gli spruzzi di saldatura che raggiungono il pavimento attraverso l'apertura, aperta per il carico, e le zone bagnate durante la pulizia. L'apertura deve restare aperta per il carico e il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; ulteriori misure progettuali sulla macchina non agiscono su queste cause. Dopo la fase 2, le vie di transito sono contrassegnate, la stazione di carico è illuminata con 500 lx e il corridoio di manutenzione con 200 lx e nell'area di saldatura sono previsti tappetini antispruzzo rimovibili; la prova dei punti di inciampo e di scivolamento è stata superata. Qualsiasi ulteriore misura tecnica sostituirebbe soltanto la pulizia del pavimento, che è prescritta come attività giornaliera. La pulizia giornaliera (istruzioni per l'uso, capitolo 10.2), le calzature di sicurezza S3 antiscivolo, i segnali W011 e W007 (capitolo 2.4) e il requisito di una pavimentazione antiscivolo nel luogo di installazione (panoramica dei rischi residui, capitolo 2.6) costituiscono le informazioni per l'uso.

N. 13 Elettrico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto alla corrente di saldatura sul pezzo e sull'attrezzatura: il circuito di saldatura è percorso da correnti elevate (tipicamente da 100 a 350 A); in caso di collegamento di massa difettoso o isolamento danneggiato, le persone che toccano il pezzo o l'attrezzatura possono ricevere una scossa elettrica.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / attrezzatura · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare il telaio dell'attrezzatura e i portapezzi in modo che le superfici conduttive toccabili che si trovano nel circuito della corrente di saldatura siano isolate galvanicamente dal telaio della macchina per via progettuale, mediante isolamento (piastre isolanti in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro tra la piastra di base dell'attrezzatura e il tavolo della macchina, nonché inserti isolanti sulle ganasce di serraggio). Per via progettuale si interrompe così il percorso involontario della corrente attraverso il telaio e le superfici esterne toccabili. Inoltre: definire il punto di collegamento del cavo di massa direttamente sul pezzo o in un punto designato dell'attrezzatura non toccabile dall'operatore e integrarlo, mediante la conformazione (incavo, canale di guida del cavo), in modo che un posizionamento errato del morsetto di massa sia ostacolato per via progettuale.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Generatore di corrente di saldatura: il generatore di corrente di saldatura ha classe di protezione I e grado di protezione IP23S secondo EN IEC 60974-1; l'integrazione nella catena dei conduttori di protezione dell'impianto completo deve essere eseguita secondo EN 60204-1:2018, punto 8 (sezioni dei conduttori di protezione, punti di collegamento). 2. Monitoraggio del collegamento di massa: il monitoraggio della corrente di massa del generatore di corrente di saldatura è attivato; in caso di interruzione o di una resistenza di contatto inammissibilmente elevata, il processo di saldatura viene inibito. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL (non è una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1:2023); per essa non viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 3. Collegamento equipotenziale: tutte le parti conduttive dell'attrezzatura che non sono isolate deliberatamente sono incluse nel collegamento equipotenziale di protezione dell'impianto (EN 60204-1:2018, punto 8.2). 4. Limitazione dell'accesso durante il processo di saldatura: la stazione di carico è protetta dalla barriera fotoelettrica (SF-02, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023); durante la saldatura attiva, l'accesso all'area di saldatura è impedito dalla porta di manutenzione interbloccata (SF-01, PLr d) e dalla logica di abilitazione della tavola girevole (SF-04, PLr e), in modo che il contatto con parti in tensione in modalità automatica sia impedito sia per via progettuale sia con mezzi di tecnica del comando. 5. Gestione dei cavi: i cavi di saldatura e i cavi di massa sono posati in canaline chiuse o in tubi protettivi (protezione dai danni meccanici); devono essere rispettati i raggi minimi di curvatura indicati dal fabbricante; i cavi devono essere assicurati con scarico della trazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del corretto collegamento del morsetto di massa (posizione, pulizia della superficie di contatto, aree di serraggio ammesse); avviso che durante il processo di saldatura è vietato toccare il pezzo e l'attrezzatura; intervalli di controllo dell'isolamento e dello stato dei cavi (controllo visivo ogni giorno lavorativo, misura semestrale dell'isolamento da parte di una persona esperta in elettrotecnica, vedere il capitolo 10.2). 2. Requisito di qualifica: la regolazione, la ricerca guasti e la manutenzione sul generatore di corrente di saldatura e sui suoi collegamenti possono essere eseguite solo da una persona esperta in elettrotecnica o da una persona avvertita in elettrotecnica sotto la supervisione di una persona esperta (termini secondo la definizione di EN 60204-1:2018, punto 3.1). 3. Segnalazione di avvertimento sull'attrezzatura e nell'area di saldatura: applicare in un punto ben visibile il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020; applicare un cartello con testo «Controllare il morsetto di massa prima di iniziare a saldare». 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: durante la regolazione e la ricerca guasti nell'area di saldatura devono essere indossati guanti isolanti (classe di protezione adatta alla bassa tensione) e indumenti protettivi per saldatura.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 14 Elettrico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Interferenze EMC tra generatore di corrente di saldatura e sistema di comando di sicurezza (sistema di comando del robot, unità di valutazione della barriera fotoelettrica, unità di comando del bloccaggio del riparo): gli impulsi di interferenza ad alta frequenza dell'arco MAG possono influenzare le funzioni di sicurezza e causare interventi intempestivi o, in modo più critico, il guasto non rilevato di funzioni di sicurezza (EN ISO 11161).

Macchina parziale: Impianto completo (interfaccia EMC) · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Separazione spaziale e galvanica dei circuiti di saldatura dai circuiti di sicurezza tramite specifica di progetto: (1) Posare il conduttore di ritorno della corrente di saldatura come conduttore di ritorno dedicato vicino al pezzo, direttamente di ritorno dall'attrezzatura di saldatura, in modo da non creare anelli di corrente di grande superficie che agiscono da antenne. (2) Posare i cavi della corrente di saldatura e i cavi di segnale/comando di sicurezza in canaline separate con una separazione minima di 200 mm (distanze di separazione secondo EN 50174-2 ed EN 60204-1:2018, allegato H); incroci solo ad angolo retto. (3) Mettere a terra il generatore di corrente di saldatura e il sistema di comando di sicurezza su sbarre equipotenziali separate collegate a bassa impedenza al conduttore di protezione dell'impianto, per evitare percorsi a impedenza comune. Queste misure riducono l'accoppiamento alla sorgente senza richiedere un dispositivo di protezione.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Per il rischio residuo di interferenze condotte e irradiate: (1) Realizzare tutti i cavi di segnale e di comando di sicurezza (barriera fotoelettrica SF-02, bloccaggio del riparo SF-01, abilitazione della rotazione SF-04, arresto di emergenza SF-03) come cavi schermati; collegare lo schermo a entrambe le estremità a bassa impedenza alla sbarra equipotenziale. (2) Utilizzare filtri di rete (filtri antidisturbo) all'alimentazione del sistema di comando di sicurezza e dell'unità di valutazione della barriera fotoelettrica, dimensionati secondo EN IEC 61000-6-2:2019 (requisiti di immunità per ambienti industriali). (3) Installare il sistema di comando del robot, l'unità di valutazione della barriera fotoelettrica e il unità di comando del bloccaggio del riparo solo in quadri elettrici con schermatura continua (involucri metallici, ingressi cavi conformi ai requisiti EMC). (4) Il sistema di comando di sicurezza e tutti i componenti delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 devono essere conformi in modo dimostrabile ai requisiti di immunità di EN IEC 61000-6-2:2019 (le evidenze dei fabbricanti dei componenti sono agli atti). (5) Le funzioni di sicurezza SF-01 (PLr d), SF-02 (PLr e), SF-03 (PLr d), SF-04 (PLr e) e SF-05 (PLr d) devono essere validate secondo EN ISO 13849-1:2023 ed EN ISO 13849-2:2012; la validazione deve dimostrare l'immunità delle SRP/CS secondo EN ISO 13849-1:2023, allegato L, e le misure contro i guasti di causa comune (allegato F). (6) Generatore di corrente di saldatura: apparecchiatura con marcatura CE e dichiarazione di conformità UE che copre anche la direttiva EMC 2014/30/UE; emissioni del generatore secondo EN IEC 60974-10 (EMC delle apparecchiature per saldatura ad arco), emissioni dell'impianto completo secondo EN IEC 61000-6-4:2019 (rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001). (7) Impianto completo: eseguire un collaudo EMC secondo EN IEC 61000-6-2:2019 nello stato operativo con il processo di saldatura attivo, per verificare l'immunità delle funzioni di sicurezza in condizioni operative reali.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Avviso che le modifiche alla posa dei cavi (cavi della corrente di saldatura, cavi di comando) possono essere eseguite solo da personale specializzato qualificato con competenze in materia di EMC. (2) Istruzione di manutenzione: controllo visivo delle terminazioni degli schermi, dei collegamenti equipotenziali e della separazione delle canaline; intervallo di controllo sei mesi (vedere il capitolo 10.2). (3) Avviso che dopo ogni sostituzione del generatore di corrente di saldatura, del sistema di comando del robot o di componenti di sicurezza è necessario un nuovo controllo funzionale EMC delle funzioni di sicurezza. (4) Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione (modalità operativa Regolazione, SF-05 attiva) deve essere istruito sui quadri di guasto legati all'EMC nei sistemi di comando di sicurezza. (5) Contrassegno sul quadro elettrico del sistema di comando di sicurezza: cartello con testo «Modificare la posa dei cavi solo in conformità allo schema elettrico RSZ-2600-EPL-001».

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 15 Termico — Rischio prima: G 3 · P 4 · **IR 12**

Pericolo di ustione dovuto a pezzi e cordoni di saldatura caldi: Gli assiemi appena saldati raggiungono nella zona del cordone diverse centinaia di gradi Celsius; il prelievo senza guanti di protezione idonei o il contatto con il cordone possono causare gravi ustioni.

Macchina parziale: Stazione di carico (lato di prelievo) · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio operativo della saldatura ad arco con gas di protezione richiede necessariamente un apporto di calore nel pezzo; la temperatura del cordone che ne deriva non può essere ridotta fisicamente a un livello sicuro senza sopprimere il processo di saldatura stesso. La sostituzione del processo di giunzione (ad es. incollaggio, imbullonatura) non è prevista e non soddisferebbe i requisiti del prodotto. Una misura geometrica (distanza dal cordone mediante conformazione) non può essere realizzata per via progettuale nel punto di presa per il prelievo, poiché l'operatore deve afferrare l'assieme.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Tempo di raffreddamento forzato: un periodo di blocco lato comando dopo la fine della saldatura (temporizzatore nel sistema di comando dell'impianto), durante il quale l'abilitazione al prelievo alla stazione di carico (lato di prelievo) resta bloccata. Il periodo di blocco è memorizzato per ciascun programma di saldatura; dipende dalla geometria del pezzo e dall'apporto di calore. Questa funzione non è una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1 (nessun PLr assegnato), ma un interblocco legato al processo; riduce la probabilità di accadimento ma non sostituisce l'obbligo di utilizzare i DPI. 2. Spia luminosa / dispositivo di segnalazione: indicatore ottico (spia rossa alla stazione di prelievo) attivo durante il periodo di blocco per raffreddamento e che si spegne non appena viene concessa l'abilitazione. 3. Schermatura termica: la parete divisoria centrale fissa con tendina di protezione per saldatura tra l'area di saldatura e la stazione di prelievo scherma l'operatore dal calore radiante (progettazione secondo EN ISO 13732-1:2008 per quanto riguarda i limiti della temperatura di contatto come riferimento progettuale per le superfici che possono essere toccate inavvertitamente).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): riferimento al rischio di ustione da pezzi e cordoni di saldatura caldi; specifica del tempo di raffreddamento richiesto prima del prelievo; obbligo di indossare guanti di protezione dal calore (DPI di categoria II, idonei al calore da contatto secondo EN 407, livello di prestazione almeno livello 3 per calore da contatto) e, ove applicabile, protezione degli avambracci. 2. Segnalazione di avvertimento alla stazione di prelievo: il segnale di avvertimento W017 «Pericolo: superficie calda» e il segnale di prescrizione M009 «Guanti di protezione obbligatori» secondo EN ISO 7010:2020 devono essere applicati in modo permanente e ben visibile alla stazione di carico (lato di prelievo) (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.1). 3. Qualifica e istruzione: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti, prima di iniziare il lavoro, sul rischio di ustione, sui tempi di raffreddamento e sull'obbligo di utilizzare i DPI; l'istruzione deve essere documentata. 4. Messa a disposizione dei DPI: le istruzioni per l'uso devono indicare all'utilizzatore di mettere a disposizione guanti di protezione dal calore idonei (EN 407) e di controllarne l'uso.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a pezzi caldi. L'apporto di calore è intrinseco al processo di saldatura e non può essere ridotto a un livello innocuo, e l'operatore deve afferrare l'assieme (fase 1 esaurita). Dopo la fase 2, il sistema di comando blocca il prelievo per un tempo di raffreddamento memorizzato per ciascun programma di saldatura, la spia rossa alla stazione di prelievo segnala il blocco e la parete divisoria centrale scherma il calore radiante. Attendere che il cordone scenda al di sotto dei limiti della temperatura di contatto secondo EN ISO 13732-1:2008 supererebbe notevolmente il tempo di ciclo di circa 90 secondi e vanificherebbe la produzione in serie conforme all'uso previsto; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è quindi praticabile. Il rischio rimanente è il contatto con zone del cordone ancora calde dopo la scadenza del periodo di blocco, che provoca un'ustione reversibile. Vi si fa fronte con guanti di protezione dal calore secondo EN 407, i segnali W017 e M009 sul lato di prelievo e l'istruzione del personale (istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.6 e 9.1).

N. 16 Termico

Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo di ustione e di incendio dovuto agli spruzzi di saldatura (scintille volanti): Durante la saldatura MAG si generano spruzzi a temperature superiori a 1500 gradi C; possono cadere su materiali combustibili (imballaggi, oli, indumenti) nell'ambiente circostante e causare incendi o ustioni.

Macchina parziale: Robot di saldatura / area di saldatura · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Ottimizzazione dei parametri di saldatura per ridurre al minimo gli spruzzi: impiego di un processo ad arco a bassi spruzzi (ad es. arco pulsato o arco corto di tipo CMT) al posto del convenzionale arco corto, nei limiti consentiti dal compito di giunzione. Riducendo in modo mirato l'energia e la quantità degli spruzzi trasferiti, si riduce per via progettuale la probabilità che spruzzi in grado di innescare raggiungano materiali combustibili. Inoltre: posizionare l'area di saldatura in modo che nel raggio di protezione dagli spruzzi di 1 m attorno all'area di saldatura non siano conservati né convogliati materiali di esercizio combustibili (oli, lubrificanti, imballaggi). Le linee che convogliano fluidi combustibili devono essere condotte fuori dall'area degli spruzzi o dotate di schermi non combustibili.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Riparo: l'area di saldatura è racchiusa dalla recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura (EN ISO 14120:2015) e dalla parete divisoria centrale della tavola girevole; i pannelli di riempimento e la parete divisoria centrale sono non combustibili e resistenti agli spruzzi di saldatura. Questo involucro impedisce la fuoriuscita degli spruzzi nell'area di lavoro generale. Verso la stazione di carico, la parete divisoria centrale della tavola girevole con la sua tendina di protezione per saldatura secondo EN ISO 25980 scherma l'area di saldatura. 2. Impianto di aspirazione nell'area di saldatura: captazione dei fumi e delle particelle di saldatura direttamente nel punto di origine secondo EN ISO 21904-1:2020, per aspirare le particelle incandescenti e ridurre il carico termico sull'ambiente circostante. 3. Mettere in sicurezza la zona di esclusione di 1 m attorno alla recinzione perimetrale: segnaletica a pavimento permanente gialla e nera secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 e, ove possibile, barriere fisiche; nessuna area di stoccaggio o deposito all'interno della zona. 4. Protezione antincendio: prevedere alla cella un supporto per un estintore (CO2 o polvere, niente acqua a causa dell'impianto elettrico); la messa a disposizione e il controllo degli agenti estinguenti sono a carico dell'utilizzatore (avviso nelle istruzioni per l'uso, fase 3). 5. Funzioni di sicurezza: la porta di manutenzione è integrata nel sistema di comando di sicurezza tramite SF-01 (PLr d) e l'apertura di carico tramite SF-02 (PLr e); la saldatura avviene solo con la porta di manutenzione chiusa e bloccata.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): riferimento al raggio di protezione dagli spruzzi e divieto di conservare materiali combustibili nell'area di saldatura. Specifica degli intervalli ammessi dei parametri di saldatura (corrente, tensione, avanzamento del filo) per ridurre al minimo gli spruzzi. Istruzioni per la pulizia periodica degli spruzzi dalle superfici della macchina e dall'area di saldatura (riduzione del carico di incendio). Istruzioni di procedura in caso di incendio (allarme, primo intervento di spegnimento, evacuazione). 2. Segnali di avvertimento sulla recinzione perimetrale secondo EN ISO 7010:2020: segnale di avvertimento generale W001 con il testo supplementare «Pericolo di incendio dovuto agli spruzzi di saldatura». «Pericolo: superficie calda» (W017) nell'area di saldatura. Segnale di prescrizione M010 «Indumenti protettivi obbligatori» alla porta di manutenzione. 3. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e gli operatori devono essere formati sull'uso dell'impianto di saldatura e sull'uso delle attrezzature antincendio. Il personale addetto alla regolazione richiede una qualifica come specialista di saldatura o un'istruzione equivalente documentata. 4. Specifica dei DPI: durante i lavori di regolazione nell'area di saldatura devono essere indossati i seguenti DPI: indumenti protettivi per saldatura ignifughi (secondo EN ISO 11611), guanti per saldatori (secondo EN 12477), schermo facciale per saldatura o casco da saldatore con filtro per saldatura secondo EN ISO 16321-2 (già EN 169). In modalità automatica con la porta di manutenzione chiusa non sono richiesti DPI da saldatore; è tuttavia vietato entrare nell'area di saldatura durante il funzionamento (istruzioni per l'uso).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 18 Radiazioni — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo dovuto alla radiazione ottica dell'arco MAG (UV, visibile, IR): l'arco emette radiazione ultravioletta, visibile e infrarossa intensa; la visione non protetta dell'arco (anche attraverso una porta di manutenzione aperta in modalità di regolazione) può causare lesioni agli occhi (cheratocongiuntivite, danni alla retina) e ustioni cutanee.

Macchina parziale: Robot di saldatura / area di saldatura · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale della saldatura MAG richiede necessariamente un arco aperto con elevata intensità di radiazione; corrente, tensione ed energia dell'arco non possono essere ridotte a un livello al quale il pericolo di radiazione sia eliminato senza interrompere il processo di saldatura. Lo spostamento geometrico del punto di pericolo non è possibile in un impianto di saldatura robotizzato con posizioni di saldatura variabili.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Involucro dell'area di saldatura: recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura come riparo fisso secondo EN ISO 14120:2015; pannelli di riempimento e rivestimento (nero opaco, superficie assorbente la luce) da progettare in modo che all'esterno non fuoriesca alcuna riflessione UV/IR rilevante. Finestre di osservazione e tendine di saldatura da progettare secondo EN ISO 25980. 2. Porta di manutenzione: la porta di manutenzione deve essere dotata di bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (interblocco con bloccaggio del riparo, sblocco di fuga secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1). La funzione di sicurezza «SF-01 Arresto sicuro (categoria di arresto 1) all'apertura della porta di manutenzione» deve essere realizzata con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023: il bloccaggio del riparo sblocca la porta solo dopo che l'arco si è spento e il robot è fermo; non occorre pertanto calcolare una distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024. 3. Modalità di regolazione con porta di manutenzione aperta: finché la porta di manutenzione è aperta, il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 (percorso di disinserimento del PLC di sicurezza come per SF-03, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023), in modo che con la porta aperta non possa essere innescato alcun arco. L'ulteriore inibizione dell'abilitazione alla saldatura nel sistema di comando standard (abilitazione alla saldatura solo con porta di manutenzione chiusa e bloccata) è un interblocco operativo senza requisito di PL. La funzione «SF-05 Velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione» (PLr d) si applica ai movimenti del robot e della tavola girevole. Con la porta di manutenzione chiusa, il bloccaggio del riparo (SF-01) protegge dalla radiazione dell'arco. 4. Protezione dalle radiazioni all'apertura di carico: la parete divisoria centrale della tavola girevole con la sua tendina di protezione per saldatura secondo EN ISO 25980 scherma la stazione di carico, in modo che nessuna radiazione diretta possa raggiungere l'operatore.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: avvertenza sul pericolo di radiazione dell'arco MAG (UV, visibile, IR) ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punti 1.7.4.1 e 1.7.4.2; dichiarazione che il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 finché la porta di manutenzione è aperta; descrizione dei requisiti relativi ai DPI per le attività di regolazione e manutenzione nelle vicinanze dell'area di saldatura. 2. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve conoscere il pericolo di radiazione legato alla saldatura ad arco; l'istruzione ai sensi dell'regolamento tedesco sulla protezione dalle radiazioni ottiche artificiali sul lavoro (OStrV) deve essere indicata nelle istruzioni per l'uso come obbligo dell'utilizzatore. 3. Specifica dei DPI: per le attività in cui non può essere completamente escluso un rischio residuo dovuto a radiazione diffusa (ad es. riflessi durante la regolazione nelle immediate vicinanze): occhiali per saldatura o schermo facciale per saldatura con filtro per saldatura secondo EN ISO 16321-2 (già EN 169), indumenti protettivi resistenti ai raggi UV e guanti di protezione. 4. Segnalazione di avvertimento: segnale di avvertimento «Pericolo: radiazioni ottiche» (W027 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione e all'apertura di carico; segnali di prescrizione «Protezione degli occhi obbligatoria» (M004) e «Indumenti protettivi obbligatori» (M010) secondo EN ISO 7010:2020 da applicare alla porta di manutenzione. 5. Dati di emissione: informazioni sulla radiazione ottica dell'arco nelle istruzioni per l'uso ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punti 1.5.10 e 1.7.4.2; la base è costituita dai dati del fabbricante per il generatore di corrente di saldatura e dalla valutazione dell'emissione di radiazioni secondo EN 12198 (radiazioni emesse dai macchinari).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 19 Radiazioni

Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto ai campi elettromagnetici (CEM) generati dal generatore di corrente di saldatura e dai cavi di saldatura: Le elevate correnti di saldatura generano forti campi magnetici; le persone con impianti attivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina) possono essere messe in pericolo dai campi.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / cavi di saldatura · anche in: Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Posare e raggruppare i cavi di saldatura (conduttore di corrente e conduttore di ritorno) in modo che i conduttori di andata e di ritorno siano portati in stretta vicinanza spaziale (coppie di cavi intrecciate o posate in parallelo con distanza minima tra di loro): i campi magnetici dei due conduttori si compensano in parte, riducendo in modo significativo l'intensità di campo risultante nell'ambiente circostante. Mantenere i cavi il più corti possibile dal punto di vista tecnico ed evitare avvolgimenti o posa ad anelli non necessari, poiché gli anelli aumentano l'intensità di campo. Installare il generatore di corrente di saldatura a distanza dalla stazione di carico e dal pulpito di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Proteggere l'accesso all'area di saldatura (cella di saldatura) durante il funzionamento mediante il riparo fisso esistente (recinzione perimetrale secondo EN ISO 14120:2015), in modo che durante il funzionamento automatico le persone non possano entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Progettare la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), che consente l'ingresso solo dopo la disinserzione della corrente di saldatura. Durante la modalità di regolazione e i lavori di manutenzione nelle vicinanze dei cavi: disinserire la corrente di saldatura prima di entrare nella zona pericolosa e assicurarla contro il reinserimento (isolamento dell'energia e arresto secondo EN ISO 14118:2018). I cavi di saldatura corrono interamente all'interno della recinzione perimetrale, in modo che le persone all'esterno della cella mantengano la distanza dai cavi attivi.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: dichiarazione esplicita che il funzionamento della saldatrice genera forti campi elettromagnetici. Le persone con impianti metallici attivi o passivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina, impianti cocleari, impianti metallici) non devono entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura e del generatore di corrente di saldatura. Prima di iniziare attività di regolazione o manutenzione nelle vicinanze dei cavi, la corrente di saldatura deve essere disinserita. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul pericolo CEM; le persone con impianti noti devono essere escluse dalle attività nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Segnalazione di avvertimento: applicare il segnale di avvertimento «Pericolo: campo magnetico» (W006 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione, alla stazione di carico e sul generatore di corrente di saldatura. Inoltre applicare nelle stesse posizioni il segnale di divieto «Accesso vietato alle persone con dispositivi cardiaci impiantati attivi» (P007 secondo EN ISO 7010:2020). Le emissioni CEM devono essere descritte qualitativamente nelle istruzioni per l'uso; la base per la valutazione è costituita dai dati del fabbricante per il generatore di corrente di saldatura secondo EN IEC 62822-2 (valutazione delle apparecchiature per saldatura ad arco rispetto all'esposizione delle persone ai CEM).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 20 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto all'inalazione di fumi e vapori di saldatura (ossidi metallici, manganese, ossidi di ferro): La saldatura MAG di acciaio da costruzione genera particelle e gas nocivi; con aspirazione insufficiente (cartuccia filtrante satura, impianto spento) le concentrazioni nella zona respiratoria dell'operatore superano i valori limite di esposizione professionale.

Macchina parziale: Impianto completo (aspirazione / area di saldatura) · anche in: Regolazione, Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Sostituzione del materiale di consumo di saldatura: impiego di fili pieni con tenore di manganese dimostrabilmente ridotto (lega a basso Mn, ad es. tenore di Mn < 1,0 % secondo la scheda di dati di sicurezza) al posto di fili animati o fili ad alto tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura (acciaio da costruzione, qualità del cordone). Inoltre: ottimizzazione dei parametri di saldatura (tensione dell'arco, velocità di avanzamento del filo, composizione del gas di protezione) su un'impostazione a basse emissioni di fumi secondo la raccomandazione del fabbricante del generatore di corrente di saldatura, per ridurre al minimo la formazione di fumi alla fonte. Entrambe le misure riducono la massa di inquinanti emessa e quindi la probabilità di un'esposizione nociva; la gravità del possibile danno resta invariata.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Ventilazione tecnica e aspirazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (aspirazione dei fumi di saldatura): captazione dei fumi di saldatura mediante la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura con una portata volumetrica di 1800 m³/h, che garantisce la velocità di captazione nel punto di generazione. L'impianto di aspirazione deve essere dotato di monitoraggio del filtro (pressostato differenziale) che attiva un allarme quando la cartuccia filtrante è satura o l'aspirazione è difettosa; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto (interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio). Schermatura dell'area di saldatura mediante la recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura (EN ISO 14120:2015) e la parete divisoria centrale della tavola girevole, per ridurre al minimo la fuoriuscita dei fumi nell'area dell'operatore. Il monitoraggio dell'aria ambiente per la concentrazione di fumi di saldatura alla stazione di carico è raccomandato all'utilizzatore come misura aggiuntiva.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dei tipi di fumi di saldatura emessi e riferimento ai valori limite di esposizione professionale da rispettare secondo le regole tecniche tedesche per le sostanze pericolose TRGS 900 e TRGS 528; istruzione per il controllo periodico e la sostituzione delle cartucce filtranti (intervallo di manutenzione secondo le indicazioni del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020); divieto di saldare in caso di guasto o spegnimento dell'impianto di aspirazione. Segnali di avvertimento nell'area di saldatura: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Fumi di saldatura nocivi» e segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017) come segnalazione del rischio residuo. Requisito relativo ai DPI: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 o respiratore a filtro con ventilazione assistita per i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia nell'area di saldatura con impianto di aspirazione spento. Requisito di qualifica: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti sui pericoli dei fumi di saldatura e sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione (TRGS 528, punto 5).

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto ai fumi di saldatura. La gravità deriva dalle proprietà dei fumi di saldatura (ossidi metallici, manganese) e resta invariata; il processo MAG è lo scopo della macchina e non può essere sostituito. Nella fase 1 sono previsti filo pieno a basso tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura, e parametri a basse emissioni di fumi. Dopo la fase 2, la cappa sopra l'area di saldatura capta i fumi con 1.800 m³/h, la cella si arresta in modo controllato in caso di aspirazione difettosa o di cartuccia filtrante satura (soglia di allarme guasto 1.400 m³/h), la separazione avviene in classe W3 e la recinzione perimetrale e la parete divisoria centrale schermano la stazione di carico; captazione, efficacia e classe di separazione sono state verificate. Un incapsulamento completo non è possibile perché l'apertura di carico deve restare aperta per il carico manuale, e durante i lavori nell'area di saldatura l'aspirazione è spenta; per questa esposizione residua non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2. Il rischio rimanente consiste nelle emissioni residue alla stazione di carico e nell'esposizione durante i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia. La protezione delle vie respiratorie FFP3 per questi lavori, il divieto di saldare senza un'aspirazione efficace, la manutenzione del filtro e gli obblighi dell'utilizzatore ai sensi della TRGS 528 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.6, 9.1 e 10.2).

N. 21 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto al gas di protezione (miscela argon-CO2 M21) in caso di perdita: Argon e CO2 sono più pesanti dell'aria, per cui il gas di protezione può accumularsi in prossimità del pavimento; in caso di perdite maggiori in ambienti poco ventilati sussiste il rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno.

Macchina parziale: Alimentazione del gas di protezione / sistema di tubazioni · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della pressione nel sistema di tubazioni: limitare la pressione di esercizio dell'alimentazione del gas di protezione al livello minimo necessario per il processo di saldatura (regolatore di pressione al collegamento di alimentazione della cella). Una pressione di sistema più bassa riduce la quantità di gas che fuoriesce in caso di guasto e quindi il potenziale di accumulo. Inoltre: progettare il percorso delle tubazioni e i punti di collegamento in modo da ridurre al minimo le perdite per via progettuale: impiego di raccordi a compressione con anello tagliente o di raccordi pressati al posto di fascette stringitubo sui tratti di tubazione fissi; ridurre le lunghezze dei tubi flessibili al minimo necessario per l'esercizio; nessuna posa di tubazioni in prossimità del pavimento in fosse o vani chiusi (posa vicino al soffitto, ove possibile). Queste misure agiscono direttamente sulla fonte di energia (gas in pressione accumulato) e sul luogo del pericolo (zona di accumulo).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Intercettazione automatica dell'alimentazione del gas: elettrovalvola (chiusa a riposo) nella linea di alimentazione del gas di protezione, che interrompe automaticamente l'alimentazione del gas all'arresto della macchina, all'arresto di emergenza (SF-03) e durante le pause operative; inoltre una valvola di intercettazione manuale all'esterno della cella. 2. Monitoraggio delle perdite: verifica di plausibilità del consumo di gas tramite il sistema di comando della macchina (segnalazione quando si verifica un flusso di gas senza processo di saldatura attivo, come indicatore di perdita); controllo visivo giornaliero dei raccordi dei tubi flessibili come requisito di manutenzione. 3. Installazione dell'alimentazione del gas di protezione prevista in loco (centrale di bombole o stazione di prelievo) in un'area ventilata del capannone, non in fosse, scantinati o nicchie anguste. In caso di installazione in aree poco ventilate, l'utilizzatore è tenuto a prevedere un dispositivo di allarme per l'ossigeno (avviso nelle istruzioni per l'uso). Per questo pericolo non è necessaria una funzione di sicurezza con requisito di PLr; il rischio è controllato mediante intercettazione, luogo di installazione e ventilazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso sul rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno in caso di perdite maggiori in aree poco ventilate; requisito di un'adeguata ventilazione del capannone nel luogo di installazione; lavori sull'alimentazione del gas solo con linea intercettata e depressurizzata (EN ISO 14118:2018). 2. Qualifica: lavori su tubazioni e raccordi di gas compresso solo da parte di personale specializzato istruito; istruzione secondo la DGUV Regel 100-500, capitolo 2.26, e secondo TRGS 528 (obbligo dell'utilizzatore). 3. Segnalazione di avvertimento: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di asfissia dovuto al gas di protezione» nel luogo di installazione dell'alimentazione del gas; segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) sulle aree di alimentazione chiuse a chiave. 4. Per i lavori in aree anguste o poco ventilate (ad es. sostituzione di bombole in nicchie): utilizzare un dispositivo portatile di allarme per l'ossigeno; non lavorare da soli.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 24 Rumore — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto al rumore durante il processo di saldatura MAG e dall'azionamento della tavola girevole: Il processo di saldatura (rumore dell'arco, spruzzi) e gli azionamenti meccanici generano livelli di pressione acustica rilevanti alla stazione di carico; in funzionamento continuo (esercizio su due turni, 16 h) il livello di esposizione quotidiana al rumore LEX,8h può raggiungere o superare i valori di azione del regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV).

Macchina parziale: Impianto completo (area di saldatura / tavola girevole) · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Riduzione del rumore alla fonte con misure progettuali secondo EN ISO 11688-1: (1) Ottimizzazione del processo di saldatura: scelta di parametri di saldatura a basse emissioni (arco pulsato al posto dell'arco corto, ove tecnicamente fattibile per il processo), poiché l'arco corto genera maggiori emissioni di spruzzi e di rumore. (2) Incapsulamento dell'azionamento e isolamento dal rumore trasmesso per via solida dell'azionamento della tavola girevole: montaggio elastico del motore di azionamento e del riduttore sul telaio della macchina per ridurre la trasmissione del rumore per via solida alle superfici radianti. (3) Telaio della macchina con profili fonoassorbenti o smorzati (ad es. rivestimento in lamiera con tappetini smorzanti bituminosi) al posto di superfici in lamiera d'acciaio non smorzate, per ridurre l'irraggiamento sonoro. La misurazione e la dichiarazione dei valori di emissione acustica saranno eseguite nella fase 2 e nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	(1) Schermatura acustica dell'area di saldatura mediante la parete divisoria centrale della tavola girevole e i pannelli di riempimento chiusi della recinzione perimetrale tra l'area di saldatura e la stazione di carico. (2) Incapsulamento o rivestimento dell'azionamento della tavola girevole con materiale fonoassorbente, a condizione che sia garantita l'accessibilità per la manutenzione (rivestimento da progettare come riparo secondo EN ISO 14120:2015). (3) Misurazione del rumore alla stazione di carico secondo EN ISO 11202:2010 in condizioni operative rappresentative (modalità automatica, saldatura MAG attiva, tavola girevole in funzione) per determinare il livello di pressione acustica di emissione LpA (misurato: 84 dB(A), K = 2,5 dB). Il livello di esposizione quotidiana al rumore LEX,8h è determinato dall'utilizzatore secondo il regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV). Nota: non è interessata alcuna funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; la determinazione del PLr non si applica a questo pericolo.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	(1) Istruzioni per l'uso (regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4.2, lettera u)): indicazione del livello di pressione acustica di emissione misurato LpA alla stazione di carico secondo EN ISO 11202:2010 ed EN ISO 4871:2009 (con incertezza di misura K); se LpA supera 80 dB(A), indicazione aggiuntiva del livello di potenza acustica LWA secondo EN ISO 3746:2010. Avviso sugli obblighi dell'utilizzatore ai sensi del regolamento tedesco sulla protezione dal rumore e dalle vibrazioni sul lavoro (LärmVibrationsArbSchV): valutazione del rischio, programma di riduzione del rumore a partire dal valore superiore di azione LEX,8h 85 dB(A), obbligo di mettere a disposizione protezioni dell'udito a partire da 80 dB(A), obbligo di indossare protezioni dell'udito a partire da 85 dB(A). (2) Segnalazione di avvertimento alla stazione di carico: segnale di prescrizione «Protezione dell'udito obbligatoria» (M003 secondo EN ISO 7010:2020), da applicare in un punto ben visibile. (3) Qualifica e istruzione: il personale operativo deve essere istruito dall'utilizzatore sul pericolo del rumore, sui valori di azione e sul corretto uso delle protezioni dell'udito. (4) Specifica dei DPI: l'utilizzatore deve mettere a disposizione protezioni dell'udito idonee (cuffie o inserti auricolari) con un valore di attenuazione (SNR) sufficiente in funzione del LEX,8h da lui determinato; scelta secondo EN 458.

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto al rumore; gravità 4 perché la perdita dell'udito da rumore è irreversibile. Il rumore dell'arco ha origine nel processo di saldatura stesso; nella fase 1 sono previsti parametri di saldatura a basse emissioni, l'isolamento dal rumore trasmesso per via solida dell'azionamento della tavola girevole e rivestimenti smorzati. Dopo la fase 2, la parete centrale e i pannelli di riempimento chiusi della recinzione schermano la stazione di carico e l'azionamento è rivestito. I valori misurati alla stazione di carico sono LpA = 84 dB(A) con K = 2,5 dB secondo EN ISO 11202:2010 e LWA = 96 dB(A) secondo EN ISO 3746:2010. L'apertura di carico verso l'operatore deve restare aperta, per cui su questo lato non è possibile un ulteriore incapsulamento, e il rumore dell'arco non può essere ulteriormente ridotto senza modificare il processo; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è praticabile. Il livello di esposizione quotidiana al rumore è determinato dall'organizzazione del lavoro dell'utilizzatore. La dichiarazione delle emissioni sonore secondo EN ISO 4871:2009, gli obblighi relativi alla protezione dell'udito a partire da 80 e 85 dB(A) e il segnale M003 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.4 e 3).

N. 27 Ergonomico — Rischio prima: G 2 · P 3 · **IR 6**

Illuminazione insufficiente alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione: un'illuminazione inadeguata rende difficili il carico e lo scarico in sicurezza dei pezzi e l'esecuzione dei lavori di manutenzione e aumenta il rischio di errori e di infortuni.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Regolazione, Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione da prevedere nella progettazione: gli apparecchi di illuminazione sono integrati in modo permanente nella struttura della macchina (incorporati nel telaio della recinzione perimetrale), in modo che l'illuminamento alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione sia assicurato in modo permanente indipendentemente dall'illuminazione del capannone. La progettazione è eseguita secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.8 (ergonomia), in combinazione con EN 1837 (illuminazione integrata nelle macchine); l'illuminazione come realizzata fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. L'integrazione nel progetto elimina la dipendenza da fonti di luce esterne che possono essere inadeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto a guasto od ombreggiamento degli apparecchi di illuminazione integrati: monitoraggio della disponibilità operativa dell'illuminazione del posto di lavoro da parte del sistema di comando della macchina (segnalazione in caso di guasto della lampada). Inoltre le aree del corridoio di manutenzione devono essere contrassegnate con segnaletica a pavimento gialla e nera retroriflettente secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 (pericoli di inciampo, limiti del corridoio) e, in corrispondenza dei pericoli di inciampo, con il segnale di avvertimento W007 «Pericolo: ostacolo al suolo» secondo EN ISO 7010:2020. Per il monitoraggio dell'illuminazione non è richiesta una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; in caso di guasto dell'illuminazione il lavoro deve essere interrotto (fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dell'illuminamento dell'illuminazione del posto di lavoro: 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione; avviso che in caso di guasto dell'illuminazione integrata il lavoro deve essere interrotto fino al ripristino dell'illuminazione. Cartello con testo sulla porta di manutenzione: «Interrompere il lavoro in caso di guasto dell'illuminazione». Requisito di qualifica: il personale di manutenzione deve essere istruito a controllare il funzionamento dell'illuminazione prima di iniziare il lavoro. In caso di guasto dell'illuminazione, utilizzare apparecchi di illuminazione portatili idonei per brevi ispezioni; riprendere il lavoro regolare solo dopo il ripristino dell'illuminazione.

Rischio dopo: G 2 · P 1 · **IR 2 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 31 Combinazione — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto a livelli di sicurezza diversi delle macchine parziali di fabbricanti diversi (robot, generatore di corrente di saldatura, tavola girevole, impianto di aspirazione): un interblocco di interfaccia mancante o incompleto tra le macchine parziali può far sì che una macchina parziale si avvii anche se un'altra si trova in una condizione non sicura (EN ISO 11161).

Macchina parziale: Impianto completo (integrazione di sistema) · anche in: Messa in servizio, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Architettura di sistema con un unico sistema di comando di sicurezza di livello superiore (Safety Master) come principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11: tutti i segnali di stato rilevanti per la sicurezza delle macchine parziali (modalità operativa del robot, posizione finale della tavola girevole, funzionamento dell'impianto di aspirazione, generatore di corrente di saldatura pronto) sono instradati esclusivamente attraverso il sistema di comando di sicurezza. Nessun azionamento di una macchina parziale riceve un segnale di abilitazione se il sistema di comando di sicurezza non ha valutato come sicuro lo stato complessivo. Con questa centralizzazione la possibilità di un interblocco di interfaccia incompleto è ridotta al minimo per via progettuale: non esistono percorsi di abilitazione paralleli e indipendenti tra le macchine parziali. La definizione delle interfacce è eseguita secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integrazione di sistema, responsabilità, descrizione delle interfacce) ed è documentata nel concetto di sicurezza dell'impianto completo.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Matrice di interblocco secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: per ogni combinazione di macchine parziali viene creata e implementata nel sistema di comando di sicurezza una matrice completa degli stati (modalità operativa x stato delle altre macchine parziali). Ogni segnale di abilitazione è realizzato come combinazione AND di tutti gli stati di sicurezza rilevanti. 2. La funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e) garantisce che la tavola girevole ruoti solo quando il campo di protezione della barriera fotoelettrica è libero, i dispositivi di serraggio sono chiusi e il robot si trova in modo dimostrabile al di fuori dell'area di rotazione. La funzione di sicurezza è progettata a PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 e validata secondo EN ISO 13849-2:2012. 3. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione, categoria di arresto 1, PLr d) e SF-02 (arresto sicuro all'interruzione della barriera fotoelettrica, PLr e) sono coordinate su tutto l'impianto completo: un segnale di arresto di una macchina parziale attiva l'arresto coordinato di tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. Per il robot e la tavola girevole vale la categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018, punto 9.2.2. 4. L'arresto di emergenza dell'impianto completo (SF-03, categoria di arresto 1, PLr d) secondo EN ISO 13850:2015 agisce contemporaneamente su tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. I dispositivi di arresto di emergenza sono disposti al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione. 5. Prevenzione dell'avviamento inatteso secondo EN ISO 14118:2018: dopo ogni arresto (arresto di emergenza, attivazione di un dispositivo di protezione, interruzione dell'alimentazione di energia) è necessario un comando di riavvio deliberato; il riavvio automatico è escluso. 6. Modalità di regolazione con velocità ridotta in sicurezza (SF-05, 250 mm/s, PLr d) e dispositivo di abilitazione secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7; in questa modalità il robot e la tavola girevole si muovono solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza, e il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 finché la porta di manutenzione è aperta.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso dell'impianto completo ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4: la logica di interblocco delle interfacce (matrice degli stati, condizioni di abilitazione per ciascuna macchina parziale) deve essere documentata integralmente. Per ciascuna macchina parziale, il punto di passaggio della responsabilità di sicurezza (fabbricante della macchina parziale fino all'interfaccia, integratore dall'interfaccia in poi) è definito per iscritto nel concetto di sicurezza dell'impianto completo secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 e deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso. Requisito di qualifica: la messa in servizio, la parametrizzazione e le modifiche del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato qualificato con conoscenza di EN ISO 13849-1:2023 ed EN ISO 11161. Segnalazione di avvertimento al pulpito di comando: segnale di avvertimento «Pericolo: avviamento automatico» (W018 secondo EN ISO 7010:2020). Le istruzioni per l'uso devono descrivere le procedure per la ricerca guasti e la messa in servizio, compresa la sequenza in cui le macchine parziali possono essere messe in servizio e le fasi di verifica per controllare l'interblocco delle interfacce prima del primo funzionamento automatico.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) alle interfacce tra macchine parziali di fabbricanti diversi. Il robot (quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione), il generatore di corrente di saldatura e l'unità di aspirazione dispongono di propri sistemi di comando e la loro integrazione richiede una logica di livello superiore. Nella fase 1 tutti gli stati rilevanti per la sicurezza sono instradati attraverso un unico PLC di sicurezza senza percorsi di abilitazione paralleli. Dopo la fase 2, è implementata come logica AND una matrice di interblocco di tutte le modalità operative e di tutti gli stati, le funzioni da SF-01 a SF-05 agiscono sull'intero impianto, ogni arresto provoca un arresto coordinato di tutte le macchine parziali e la validazione è eseguita secondo EN ISO 13849-2:2012 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è un errore sistematico nella specifica della matrice che resta non rilevato durante la validazione. La sicurezza interna delle macchine parziali acquistate è responsabilità dei rispettivi fabbricanti; alle interfacce di cui è responsabile il fabbricante dell'insieme non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 oltre all'interblocco centrale e alla sua validazione. Punti di trasferimento della responsabilità, sequenza di messa in servizio e passi di prova dell'interblocco delle interfacce: istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 2.6 e 8.3.

N. 32 Meccanico

Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto al raggiungimento oltre o sotto la barriera fotoelettrica alla stazione di carico (uso scorretto ragionevolmente prevedibile): Le persone raggiungono l'area di rotazione aggirando lateralmente la barriera fotoelettrica o passando sotto di essa senza che venga attivata la funzione di protezione; la tavola girevole o il robot possono avviarsi e intrappolare mani o braccia.

Macchina parziale: Stazione di carico (interfaccia della barriera fotoelettrica) · anche in: Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: la stazione di carico richiede un'apertura di accesso permanentemente aperta per l'introduzione manuale dei pezzi. La chiusura geometrica completa di questa apertura per via progettuale renderebbe la macchina non funzionale. Le distanze minime secondo EN ISO 13854:2019 non possono, come misura progettuale, impedire l'aggiramento laterale di una barriera fotoelettrica finché l'apertura deve restare disponibile per l'accesso dell'operatore. La limitazione della forza o dell'energia sulla tavola girevole o sul robot a un livello non pericoloso (fase 1) non è tecnicamente fattibile con le masse e le coppie in gioco senza pregiudicare la funzione.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Campo di protezione e protezione contro il passaggio sotto: posizionare la barriera fotoelettrica (tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020, SF-02, PLr e) in modo che il campo di protezione copra completamente l'apertura di carico. Le aperture residue sotto e a lato del campo di protezione sono chiuse con ripari fissi (EN ISO 14120:2015) secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4, in modo che non sia possibile raggiungere la zona passando sotto o attorno al campo di protezione. 2. Protezione dei fianchi laterali: ripari fissi (pannelli laterali o guide a canale) secondo EN ISO 14120:2015 devono essere montati su entrambi i lati della barriera fotoelettrica per impedire per via progettuale l'aggiramento laterale. La profondità di questi fianchi deve essere determinata secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4 (distanza di sicurezza in funzione della dimensione dell'apertura), in modo che la zona pericolosa non possa essere raggiunta dalla direzione laterale. 3. Specifica della barriera fotoelettrica: la barriera fotoelettrica deve essere scelta di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 e integrata nella funzione di sicurezza SF-02 (PLr e). La distanza di sicurezza tra la barriera fotoelettrica e la zona pericolosa più vicina deve essere calcolata e mantenuta secondo EN ISO 13855:2024 (raggiungimento attraverso, risoluzione 30 mm per il rilevamento della mano). L'integrazione nel sistema di comando avviene secondo EN ISO 13849-1:2023, PLr e (SF-02).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): dichiarazione esplicita che l'aggiramento laterale o il passaggio sotto la barriera fotoelettrica è vietato e mette fuori efficacia la funzione di sicurezza SF-02. Descrizione della corretta azione di carico (inserire il pezzo frontalmente attraverso la barriera fotoelettrica). Avviso sul pericolo rappresentato dalla tavola girevole e dal robot quando la funzione di protezione non è stata attivata. 2. Segnali di avvertimento (EN ISO 7010:2020): «Pericolo di schiacciamento delle mani» (W024) da applicare su entrambi i lati dei pannelli dei fianchi e sul telaio della barriera fotoelettrica. Segnale di divieto «Vietato introdurre le mani» (P015) all'apertura di accesso. 3. Requisito di qualifica: in modalità di regolazione (SF-05, PLr d, velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione) possono lavorare solo specialisti istruiti che conoscono il funzionamento e i limiti della barriera fotoelettrica. Questo requisito deve essere registrato nelle istruzioni per l'uso e nella documentazione dell'istruzione. 4. DPI: i guanti di protezione non offrono alcuna protezione dai pericoli di schiacciamento e di trascinamento dovuti alla tavola girevole o al robot e non sono adatti come misura di protezione per questo pericolo. Questo avviso deve essere riportato nelle istruzioni per l'uso per evitare false convinzioni.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto all'aggiramento della barriera fotoelettrica o al passaggio al di sotto di essa. L'apertura di carico deve essere permanentemente aperta per il carico in un ciclo di circa 90 secondi e non è realizzabile una limitazione della forza o dell'energia della tavola girevole e del robot (fase 1). Dopo la fase 2, una barriera fotoelettrica di tipo 4 con risoluzione di 30 mm (SF-02, PL e, categoria 4) copre l'apertura senza muting, i fianchi e le aperture sotto e accanto al campo di protezione sono chiusi da ripari fissi secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4, e la distanza di sicurezza è calcolata secondo EN ISO 13855:2024; la corsa di arresto misurata della tavola girevole di 45 mm è inferiore al valore ammesso di 60 mm. Un riparo mobile all'apertura dovrebbe aprirsi e chiudersi a ogni ciclo e creerebbe un proprio punto di schiacciamento sul bordo di chiusura; rispetto alla soluzione realizzata non riduce il rischio. Il rischio rimanente è il ponticellamento deliberato, ad esempio coprendo il campo di protezione con nastro adesivo. Il divieto, il controllo giornaliero con l'asta di prova, i segnali W024 e P015 all'apertura e l'avvertenza che i guanti non proteggono dallo schiacciamento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.4, 9.1 e 9.4).

N. 34 Termico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di incendio nell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura (incendio del filtro): Scintille e particelle incandescenti aspirate dal processo possono accumularsi nella cartuccia filtrante e innescare un fuoco covante o un incendio del filtro, anche con ritardo dopo la fine del turno. Il fumo dell'incendio può diffondersi nel capannone attraverso il sistema di tubazioni e il ricircolo dell'aria.

Macchina parziale: Aspirazione dei fumi di saldatura (unità filtrante) · anche in: Manutenzione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Riduzione delle scintille nel punto di origine mediante la configurazione dei parametri di saldatura e la geometria di aspirazione: progettare la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura e il percorso dei condotti in modo che le scintille aspirate si siano raffreddate prima di raggiungere la cartuccia filtrante. Inoltre prevedere un separatore di scintille preliminare (lamiera deflettrice/separatore a ciclone) come componente integrato direttamente a monte della cartuccia filtrante, che separa per inerzia le particelle grossolane e le scintille prima del contatto con il mezzo filtrante. Questo componente è parte integrante della progettazione dell'impianto di aspirazione e non un dispositivo di protezione a valle. Progettazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (requisiti per gli impianti di aspirazione dei fumi di saldatura).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Il rischio residuo rimanente di un incendio del filtro è limitato dalle seguenti misure di protezione tecniche: 1. Monitoraggio termico della cartuccia filtrante: sensore di temperatura (termostato o termocoppia) nell'alloggiamento del filtro con soglia di intervento; al superamento, spegnimento automatico del ventilatore di aspirazione e chiusura di una serranda di intercettazione motorizzata nel sistema di tubazioni per impedire l'apporto di ossigeno. Integrazione nel sistema di comando della macchina come interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto. 2. Dispositivo di spegnimento sull'alloggiamento del filtro: almeno un'apertura di immissione dell'agente estinguente richiudibile (lancia di spegnimento) sull'alloggiamento; un dispositivo di spegnimento automatico non fa parte della fornitura e, se necessario, viene aggiunto dall'utilizzatore secondo il proprio concetto di protezione antincendio. 3. Serranda di intercettazione motorizzata nel condotto di ricircolo dell'aria verso il capannone: chiusura automatica in caso di allarme incendio per impedire la propagazione del fumo nel capannone. Integrazione nel sistema di comando della macchina come interblocco operativo senza requisito di PL. 4. Rilevatori di fumo e di CO nell'alloggiamento del filtro e nel condotto dell'aria di scarico come livello di rilevamento ridondante, con inoltro dell'allarme a un luogo presidiato in permanenza o a una centrale di allarme antincendio (responsabilità dell'utilizzatore, da concordare con il concetto di protezione antincendio dell'edificio). 5. Tempo di funzionamento residuo del ventilatore di aspirazione dopo la fine della saldatura: programmare a livello del sistema di comando un tempo minimo di funzionamento residuo di 10 minuti, in modo che le particelle incandescenti ancora presenti nelle tubazioni siano trasportate completamente nel separatore e raffreddate prima dello spegnimento dell'impianto. Dimensionamento del tempo di funzionamento residuo in base alla lunghezza delle tubazioni e alla portata volumetrica.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): - Riferimento al pericolo di incendio dovuto a scintille e particelle incandescenti nell'impianto filtrante; descrizione del meccanismo di danno, compresa l'accensione ritardata. - Il tempo prescritto di funzionamento residuo del ventilatore di aspirazione dopo la fine della saldatura (valore minimo derivante dalla progettazione) come istruzione operativa vincolante. - Intervalli di manutenzione per cartucce filtranti, separatori di scintille preliminari e sensori di temperatura; indicazione del livello di carico al quale la cartuccia filtrante deve essere sostituita (indicazione del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020). - Divieto di far funzionare l'impianto di aspirazione con un sensore di temperatura difettoso o una serranda di intercettazione inefficace. - Procedura in caso di allarme incendio: abbandonare immediatamente l'impianto, allertare i vigili del fuoco, non tentare di intervenire autonomamente sull'alloggiamento del filtro (l'apertura può alimentare un fuoco covante). - Avviso che al termine di un turno, prima di lasciare l'edificio, deve essere eseguito un controllo visivo dell'alloggiamento del filtro (temperatura, odore). Segnalazione di avvertimento sull'impianto di aspirazione: - Segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di incendio dovuto a scintille nel filtro» sull'alloggiamento del filtro e sull'apertura di manutenzione. - Cartello con testo «Non aprire in caso di allarme incendio» sullo sportello di manutenzione dell'alloggiamento del filtro. Qualifica e istruzione: - Il personale operativo e il personale di manutenzione devono essere istruiti prima di iniziare il lavoro e successivamente almeno una volta l'anno sul pericolo di incendio, sul funzionamento dei dispositivi di protezione e sul corretto comportamento in caso di incendio (obbligo dell'utilizzatore). - I lavori di manutenzione sull'impianto filtrante solo da parte di personale istruito con DPI adeguati (guanti di protezione e, ove applicabile, protezione delle vie respiratorie durante la sostituzione del filtro a causa dell'esposizione ai fumi di saldatura).

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 35 Ergonomico

Rischio prima: G 3 · P 5 · **IR 15**

Pericolo dovuto a posture forzate e movimenti ripetitivi durante il carico e lo scarico dei pezzi: L'operatore esegue ripetutamente movimenti di presa, sollevamento e serraggio con un ciclo di circa 90 secondi; le posture sfavorevoli del corpo (flessione, estensione) con geometrie variabili dei pezzi sollecitano la colonna vertebrale, le spalle e i polsi.

Macchina parziale: Stazione di carico

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Stazione di carico regolabile in altezza (pedana di lavoro in piedi regolabile in altezza per l'operatore), progettata per l'intervallo di statura da P5 a P95 della popolazione di operatori secondo EN ISO 14738:2008 ed EN 1005-4 (altezza di lavoro per assemblaggio/movimentazione: circa da 900 a 1100 mm sopra il piano di appoggio, regolabile individualmente). Progettare il portapezzi o l'attrezzatura di serraggio in modo che tutti i punti di presa si trovino nella zona di presa raccomandata (altezza del gomito ±150 mm, raggio d'azione orizzontale max. 400 mm davanti al corpo), senza flessione né estensione. Il peso del pezzo e la frequenza di movimentazione sono stati valutati con la massa di riferimento secondo EN 1005-2:2003+A1:2008: per circa 40 sollevamenti all'ora il fabbricante ha fissato una soglia di 15 kg per la movimentazione manuale; i pezzi più pesanti, fino a 40 kg, vengono caricati con un ausilio di sollevamento. Progettare la geometria di presa dell'attrezzatura di serraggio per una posizione neutra del polso (nessuna deviazione ulnare/radiale, nessuna pronazione forzata) secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.8.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Per pezzi oltre 15 kg alla stazione di carico deve essere utilizzato un ausilio di sollevamento (bilanciatore, sollevatore a ventosa o gru a bandiera) con portata di almeno 40 kg. L'ausilio di sollevamento è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore e non fa parte della fornitura; lo spazio libero necessario per il suo impiego è previsto alla stazione di carico. Il sistema di comando della macchina non impone un ciclo forzato: il ciclo successivo parte solo quando l'operatore preme il pulsante di avvio del ciclo, in modo da consentire micropause. Garantire alla stazione di carico un'illuminazione di almeno 500 lx (compito visivo: posizionamento del pezzo) per evitare posture scorrette dovute a visibilità insufficiente.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): indicazione della massa o delle masse dei pezzi, della valutazione della movimentazione manuale dei carichi secondo EN 1005-2:2003+A1:2008 e delle posture di lavoro secondo EN 1005-4; istruzioni per la corretta regolazione dell'altezza di lavoro con una guida alla regolazione. Istruzione ergonomica per gli operatori: corretta tecnica di sollevamento, uso dell'ausilio di sollevamento, riconoscimento dei segnali di sovraccarico. Riferimento nelle istruzioni per l'uso all'obbligo dell'utilizzatore in materia di sorveglianza sanitaria ai sensi del regolamento tedesco sulla medicina del lavoro (ArbMedVV), ossia l'offerta di sorveglianza sanitaria per attività che comportano lavoro fisico pesante. Segnalazione di avvertimento alla stazione di carico: cartello con testo «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento». Requisito di qualifica: gli operatori devono essere istruiti sul corretto utilizzo ergonomico e sulla regolazione della pedana di lavoro in piedi.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a movimenti ripetuti di presa, sollevamento e serraggio. Il carico e lo scarico manuali in un ciclo di circa 90 secondi sono il compito previsto. Nella fase 1 l'altezza di lavoro è regolabile tramite la pedana per stature da P5 a P95, i punti di presa si trovano all'altezza del gomito, le maniglie sono progettate per una posizione neutra del polso e la movimentazione manuale è limitata a 15 kg. Dopo la fase 2, per i pezzi più pesanti è disponibile l'ausilio di sollevamento, il sistema di comando non impone un ciclo forzato (avvio da parte dell'operatore, micropause possibili) e il posto di lavoro è illuminato con 500 lx. La sollecitazione rimanente dipende dalla durata del turno, dalle pause e dalla rotazione delle mansioni, ossia dall'organizzazione del lavoro dell'utilizzatore. Un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 sarebbe efficace solo con il carico automatico, che vanificherebbe il concetto della macchina. La regolazione della pedana, l'istruzione ergonomica e l'avviso sulla sorveglianza sanitaria fanno parte delle informazioni per l'uso (istruzioni per l'uso, capitoli 2.6, 4.2 e 9.4).

N. 36 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Manipolazione di parametri rilevanti per la sicurezza tramite la rete: Un accesso in scrittura non autorizzato tramite bus di campo, OPC UA o interfaccia MES modifica parametri rilevanti per la sicurezza (ad es. monitoraggio della porta di manutenzione, parametri della barriera fotoelettrica, limite di velocità in modalità di regolazione). La funzione di protezione diventa inefficace oppure la macchina opera al di fuori dei limiti stabiliti nella valutazione del rischio. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Sistema di comando / rete · anche in: Regolazione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Mantenere i parametri rilevanti per la sicurezza esclusivamente nel sistema di comando di sicurezza e renderli, in linea di principio, non scrivibili tramite la rete di processo (accesso in scrittura separato fisicamente o a livello di architettura, rete di sicurezza segmentata rispetto alla comunicazione standard). Memorizzare i valori limite derivanti dalla valutazione del rischio come costanti nel programma di sicurezza, non come dati di ricetta.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Autenticazione e autorizzazione per ogni accesso in scrittura (ruoli, nessuna password predefinita), controllo dell'integrità della configurazione rilevante per la sicurezza (checksum/CRC con procedura di rilascio), controllo di plausibilità dei valori in ingresso rispetto ai limiti ammessi, registrazione di ogni modifica dei parametri con marca temporale e utente. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 2.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 5.1, SR 2.8.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: requisiti di rete per l'utilizzatore (segmentazione, firewall, nessun collegamento diretto a Internet del sistema di comando), elenco dei parametri rilevanti per la sicurezza con l'indicazione che le modifiche sono ammesse solo da parte di personale autorizzato e con successivo controllo funzionale delle funzioni di sicurezza.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 37 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Alterazione involontaria dovuta a errore di configurazione o di utilizzo: Caricato un file di ricetta o di parametri errato, ruoli e password non impostati (password predefinita attiva), configurazione ripristinata in modo incompleto dopo un guasto. Impostazioni rilevanti per la sicurezza si discostano inosservate dalla configurazione approvata. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera b); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d); punto 1.2.1, secondo comma, lettera e)]

Macchina parziale: HMI / impostazione dei parametri · anche in: Regolazione, Messa in servizio

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Separare le impostazioni rilevanti per la sicurezza dalle ricette di processo, in modo che un cambio di ricetta non possa modificarle; limitare rigidamente gli intervalli di valori nel sistema di comando di sicurezza (limiti derivanti dalla valutazione del rischio, allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Cambio forzato della password alla messa in servizio, modello di ruoli con approvazione a doppio controllo per le modifiche rilevanti per la sicurezza, confronto della configurazione attiva con il riferimento approvato (checksum) all'avviamento con visualizzazione di eventuali scostamenti, registro delle modifiche. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: lista di controllo per la messa in servizio (password, ruoli, salvataggio della configurazione di riferimento), descrizione dei dati designati come rilevanti per la sicurezza, istruzione per la verifica funzionale dopo le modifiche di configurazione.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 38 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Guasto o disturbo del collegamento alla rete di comunicazione: Un guasto di rete, un sovraccarico (broadcast storm, denial of service), la rottura di un cavo o il cambio di segmento di rete interrompono la comunicazione tra i componenti di comando o la comunicazione orientata alla sicurezza (PROFIsafe). Al ripristino si verifica un avviamento inatteso oppure vengono acquisiti in modo incontrollato valori di riferimento obsoleti. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.2.6; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.3]

Macchina parziale: Rete di comunicazione · anche in: Messa in servizio

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare le funzioni di sicurezza in modo che la perdita di comunicazione porti allo stato sicuro (watchdog, monitoraggio temporale dei telegrammi sicuri) e che il riavviamento avvenga solo dopo un riarmo volontario (allegato III, punto 1.2.3). Disaccoppiare la comunicazione orientata alla sicurezza dalla comunicazione standard.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Segmentazione della rete e limitazione del carico (rate limiting, protezione da tempeste di pacchetti sugli switch), monitoraggio della qualità della rete con messaggio diagnostico, comportamento definito alla perdita del collegamento in tutte le modalità operative, collaudato e documentato. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 7.1, SR 7.2, SR 5.1, SR 5.2.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: requisiti per la rete dell'utilizzatore (segmentazione, nodi ammessi, nessun dispositivo di terzi nel segmento di sicurezza), descrizione del comportamento in caso di guasto della comunicazione e della procedura di riavviamento.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 39 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Il collegamento di dispositivi di terzi genera una situazione pericolosa: Un dispositivo di terzi collegato (il sistema di controllo di linea sovraordinato o MES dell'utilizzatore, il gateway di manutenzione remota, i segnali lato utilizzatore dell'impianto di aspirazione o dell'alimentazione del gas) invia segnali inattesi, scrive su variabili di comando o occupa risorse. La macchina si avvia, cambia modalità operativa o ignora condizioni di arresto perché le funzioni del dispositivo di terzi non sono state considerate nella valutazione del rischio. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.2.1, quarto comma, lettera h); punto 1.2.4.4]

Macchina parziale: Interfacce verso dispositivi di terzi · anche in: Assemblaggio, Messa in servizio

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare le interfacce verso dispositivi di terzi come interfacce di segnale definite con semantica stabilita (nessuna abilitazione di movimenti basata esclusivamente su segnali di terzi), instradare i segnali rilevanti per la sicurezza solo tramite ingressi e uscite sicuri, assegnare in modo univoco la catena di arresto e di arresto di emergenza del dispositivo di terzi.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Elenco bianco (whitelist) dei nodi e delle variabili approvati, controllo di plausibilità dei comandi in ingresso, interblocco dei cambi di modalità operativa tramite interfacce esterne, diagnostica per nodi mancanti o sconosciuti. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso e descrizione delle interfacce per l'integratore (segnali, stati, requisiti per l'insieme secondo l'allegato III, punto 1.2.4.4), avvertenza che il collegamento di dispositivi non approvati richiede una nuova valutazione del rischio.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 40 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Software rilevante per la sicurezza non identificabile o non contrassegnato: La versione e il checksum del software di sicurezza non possono essere consultati sulla macchina e il software e i dati rilevanti per la sicurezza non sono designati come tali. Dopo un intervento, un aggiornamento o la sostituzione di un dispositivo non è possibile stabilire se la macchina si trovi ancora nello stato controllato; il funzionamento con software non approvato resta inosservato. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.1.9, quarto comma; punto 1.7.4.2]

Macchina parziale: Software / documentazione · anche in: Messa in servizio, Manutenzione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare il software rilevante per la sicurezza come unità delimitata con proprio numero di versione e checksum (separata dal software standard e di visualizzazione), in modo che sia tecnicamente possibile un'identificazione univoca.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Pagina informativa sull'HMI che mostra la versione e il checksum di tutti i componenti software rilevanti per la sicurezza (sempre facilmente accessibile senza login, allegato III, punto 1.1.9, quarto comma), contrassegno dei dati rilevanti per la sicurezza nei nomi dei file, nei menu e nelle esportazioni, confronto con il verbale di collaudo all'avviamento. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: elenco del software e dei dati rilevanti per la sicurezza con le relative versioni (allegato III, punto 1.7.4.2), istruzioni per la consultazione delle informazioni sulla versione, avvertenza sul significato per la conformità e sull'obbligo di segnalare gli scostamenti.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 41 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Evidenze mancanti o incomplete degli interventi (registrazione): Gli interventi su hardware, software o configurazione rilevanti per la sicurezza non vengono registrati oppure vengono registrati senza marca temporale e autore; i registri si sovrascrivono dopo breve tempo o sono esposti a manipolazione. Gli interventi non autorizzati restano inosservati e la traccia di audit non è disponibile su richiesta delle autorità. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, quinto comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)]

Macchina parziale: Sistema di comando / registrazione · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Prevedere la registrazione degli eventi come funzione fissa del sistema di comando (non disattivabile dall'operatore), con memoria non volatile di dimensioni adeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Registrazione degli eventi rilevanti per la sicurezza con marca temporale, identità dell'utente e contenuto della modifica (accesso, modifica di parametri e configurazione, caricamento di software con versione e checksum, apertura di gruppi costruttivi rilevanti per la sicurezza, sessioni di accesso remoto), protezione contro la cancellazione e la modifica, esportazione in forma leggibile, conservazione dei caricamenti e dei dati associati fino a cinque anni dopo il caricamento (allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: accesso ai registri ed esportazione, obblighi di conservazione dell'utilizzatore in caso di cessione della macchina, procedura in caso di richiesta dell'autorità, avvertenza sulla capacità di memoria e sulla sincronizzazione oraria.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 42 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Dati di produzione o di ricetta falsificati provenienti da MES o cloud: I dati di ordine e di ricetta acquisiti da MES, ERP o piattaforma cloud (ad es. parametri di saldatura, numero di programma o assegnazione del pezzo) sono falsificati, obsoleti o destinati a una macchina sbagliata. La macchina opera con specifiche al di fuori dei limiti di sicurezza o con un riferimento errato a pezzo e programma. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera b); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Collegamento dati MES / cloud

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Fissare i limiti di sicurezza nel sistema di comando di sicurezza indipendentemente dai dati di ricetta acquisiti; i dati di ricetta controllano solo parametri di processo entro tali limiti (allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Verifica dell'integrità e dell'origine dei set di dati acquisiti (firma o checksum, assegnazione di macchina e utensile), controllo di plausibilità rispetto agli intervalli ammessi con rifiuto e segnalazione, fase di rilascio da parte di personale autorizzato per le nuove ricette, registro dei set di dati acquisiti. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 3.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 1.2.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: responsabilità dell'utilizzatore per la qualità dei dati, descrizione dei controlli e dei messaggi, istruzione in caso di set di dati rifiutati.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 44 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Accesso remoto non autorizzato o errato tramite il gateway di manutenzione remota: Attraverso la connessione VPN IPsec del gateway di manutenzione remota, una persona non autorizzata con credenziali rubate oppure un tecnico autorizzato nel momento sbagliato interviene sul sistema di comando della cella: modifica del programma o dei parametri, riarmo di guasti o avvio di movimenti mentre sono presenti persone alla stazione di carico o nel corridoio di manutenzione. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Gateway di manutenzione remota / sistema di comando della cella · anche in: Manutenzione, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Accesso remoto progettato in modo da non poter attivare movimenti pericolosi né eludere funzioni di sicurezza: il gateway di manutenzione remota raggiunge solo il sistema di comando standard e il pannello HMI; il PLC di sicurezza non ha alcun percorso di accesso remoto. I comandi di movimento e il riarmo dei guasti sono possibili solo da postazioni di comando con vista sulla zona pericolosa (allegato III, punto 1.2.2).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Manutenzione remota disattivata alla consegna; una sessione può essere abilitata solo in loco con l'interruttore a chiave al pulpito di comando, termina automaticamente dopo quattro ore ed è indicata sul pannello HMI come «Manutenzione remota attiva»; VPN IPsec con autenticazione a più fattori e account personali per i tecnici remoti; registrazione di ogni sessione con utente, ora e azioni eseguite, conservazione secondo l'allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (capitolo 13.3): procedura per l'abilitazione e la conclusione delle sessioni di manutenzione remota, obbligo di disponibilità in loco di una persona responsabile, azione in caso di sospetto accesso non autorizzato (terminare la sessione con l'interruttore a chiave, informare il fabbricante), referente per le comunicazioni di sicurezza del fabbricante.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Manutenzione (18 pericoli)

N. 6 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e urto per riavvio inatteso della tavola girevole o del robot dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto: se manca un sistema coordinato di prevenzione del riavvio (EN ISO 11161), singole macchine parziali possono avviarsi automaticamente mentre nella zona pericolosa sono ancora presenti persone.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento del riavvio) · anche in: Ricerca guasti, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il riavvio dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto è un evento del sistema di comando che, dato il principio funzionale dell'impianto completo (funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole), non può essere eliminato per via progettuale senza annullare la funzione della macchina. Non esiste alcuna misura geometrica o energetica in grado di impedire il riavvio stesso senza abolire la funzione della macchina. La protezione deve quindi essere ottenuta interamente con misure della fase 2 (sistema di comando e interblocco).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Prevenzione coordinata del riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: il sistema di comando dell'impianto completo non deve consentire il riavvio di una macchina parziale (tavola girevole, robot) finché non è stato impartito un comando di riavvio deliberato e manuale da una posizione sicura al di fuori di tutte le zone pericolose. Il comando di riavvio non deve essere attivato automaticamente dopo il riarmo dell'arresto di emergenza o dopo l'eliminazione del guasto. 2. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro, categoria di arresto 1 all'apertura della porta di manutenzione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) e SF-03 (arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) garantiscono che tutti gli azionamenti vengano portati in modo sicuro all'arresto. La prevenzione del riavvio è realizzata come parte integrante delle funzioni di sicurezza SF-01, SF-03 e SF-04 ed è eseguita al rispettivo PLr (SF-04: PLr e; SF-01 e SF-03: PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). 3. Funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023): la tavola girevole può eseguire il proprio movimento di rotazione solo quando l'area di rotazione è stata rilevata come libera dalla barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 (posizionata secondo EN ISO 13855:2024). Questa funzione resta attiva dopo il riavvio e impedisce l'avviamento in presenza di persone. 4. Funzione di sicurezza SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023): in modalità di regolazione il riavvio deve essere consentito esclusivamente tramite un dispositivo di abilitazione (a 3 posizioni secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7), in modo da escludere un riavvio inatteso a piena velocità. 5. Diseccitazione e isolamento dell'energia secondo EN ISO 14118:2018: prima di entrare nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione, l'alimentazione di energia a tutti gli azionamenti interessati (elettrica, pneumatica secondo EN ISO 4414:2010) deve essere disinserita mediante un dispositivo di sezionamento bloccabile e protetta contro la riattivazione involontaria (lockout/tagout). L'energia residua (energia pneumatica accumulata) deve essere dissipata prima di qualsiasi intervento; la tavola girevole deve essere bloccata in posizione finale con collegamento di forma. 6. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga: il bloccaggio del riparo mantiene chiusa la porta di manutenzione finché i movimenti pericolosi non sono stati portati in modo sicuro all'arresto (categoria di arresto 1 completata). L'integrazione avviene nell'ambito di SF-01 (PLr d).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della sequenza di riavvio dopo un arresto di emergenza e dopo l'eliminazione di un guasto; dichiarazione esplicita che il riavvio è ammesso solo dopo che tutte le zone pericolose sono state completamente sgomberate ed è stato impartito dall'esterno un comando di riarmo manuale. Descrizione della procedura di lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018 per tutte le attività di manutenzione e di ricerca guasti. 2. Segnalazione di avvertimento alla porta di manutenzione e alle unità di riarmo: avvertenza sul riavvio inatteso (segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020), avviso dell'obbligo di riarmo dall'esterno. 3. Requisito di qualifica: le attività di regolazione e di manutenzione possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito, formato sulla procedura di riavvio e sul metodo lockout/tagout (EN ISO 10218-2:2025, punto 7.5.12). 4. Specifica dei DPI: all'ingresso nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345); ulteriori DPI secondo quanto stabilito dalla valutazione del rischio del posto di lavoro dell'utilizzatore.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a riavvio inatteso. Il riavvio è un evento di comando del funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole; non esiste alcuna misura progettuale che lo impedisca senza vanificare la funzione della cella (fase 1). Dopo la fase 2, il sistema di comando dell'impianto completo consente il riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 solo a seguito di un comando deliberato dal pulpito di comando al di fuori delle zone pericolose, il blocco al riavvio fa parte di SF-01, SF-03 (PL d) e SF-04 (PL e), l'abilitazione alla rotazione verifica l'area di rotazione anche dopo il riavvio e il dispositivo di blocco per lucchetti personali impedisce la chiusura della porta di manutenzione finché una persona si trova all'interno della cella. Per la ricerca guasti e la manutenzione sono previsti l'interruttore generale bloccabile e la valvola di intercettazione dell'aria compressa bloccabile con funzione di sfiato secondo EN ISO 14118:2018. Il rischio rimanente è un avviamento quando una persona non applica il proprio lucchetto né seziona l'impianto e contemporaneamente il blocco al riavvio si guasta. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che sostituisca il sezionamento da parte della persona. La sequenza di riavvio e la procedura di sezionamento sono descritte nelle istruzioni per l'uso (capitoli 9.5 e 10.4).

N. 8 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 4 · **IR 12**

Pericolo di taglio e puntura dovuto al filo di saldatura (filo pieno da 1,0 a 1,2 mm) alla torcia di saldatura: Il filo che sporge dalla torcia agisce come un ago; durante la regolazione, l'infilaggio del filo o la pulizia della torcia, mani e dita possono essere punte o tagliate.

Macchina parziale: Torcia di saldatura / trainafilo · anche in: Regolazione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Ritrazione automatica del filo al termine della saldatura: il comando del trainafilo ritrae automaticamente il filo di una quantità definita (da 5 a 10 mm) nella torcia dopo ogni ciclo di saldatura, in modo che la punta affilata del filo sia arretrata all'interno del tubetto di contatto e non sporga più liberamente. Per via progettuale, in tal modo si riduce al minimo il punto di pericolo (punta del filo libera) per le fasi del ciclo di vita regolazione e pulizia. Inoltre: scelta di un sistema di trainafilo che, nella modalità inching (regolazione), fa avanzare il filo solo con il pulsante premuto in modo continuo (comando ad azione mantenuta, principio dell'uomo morto), in modo che il filo non avanzi in modo incontrollato.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Limitazione meccanica della lunghezza del filo: sul collo della torcia è previsto un fermo regolabile per la lunghezza del filo (cappuccio di protezione della torcia con apertura definita) che limita la lunghezza massima sporgente del filo alla dimensione minima necessaria per il processo. 2. Inibizione dell'avanzamento automatico del filo: l'avanzamento automatico del filo è inibito non appena si apre la porta di manutenzione; con la porta aperta il filo può avanzare solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta. 3. Modalità inching del trainafilo: la modalità inching a velocità di infilaggio ridotta è una funzione del generatore di corrente di saldatura, non una funzione di sicurezza; serve a evitare un avanzamento rapido involontario del filo. 4. Contrassegno del punto di pericolo sulla torcia e sul trainafilo con il segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso esplicito che il filo di saldatura presenta una punta affilata che può perforare la pelle anche da fermo. Descrizione della procedura sicura per l'infilaggio del filo (far avanzare il filo solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta, tagliare l'estremità del filo in modo netto con le tronchesi, non tastare mai a mani nude). 2. Segnalazione di avvertimento sul supporto della torcia e sul trainafilo: segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020. 3. Requisito di qualifica: le attività sulla torcia e sul trainafilo (infilaggio del filo, pulizia) possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito; requisito da documentare nelle istruzioni per l'uso. 4. Specifica dei DPI: durante l'infilaggio del filo e la pulizia della torcia devono essere indossati guanti di protezione resistenti al taglio (secondo EN 388, resistenza alla perforazione almeno livello di prestazione 2); la specifica deve essere riportata nelle istruzioni per l'uso e nell'avviso affisso sul posto di lavoro. 5. Avvertenza sul taglio sicuro della punta del filo: prima di qualsiasi attività manuale sulla torcia la punta del filo deve essere tagliata in modo netto e senza bave con idonee tronchesi; l'utensile deve essere reso disponibile sul posto di lavoro.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto alla punta del filo. Per l'arco il filo deve sporgere dal tubetto di contatto. La ritrazione automatica dopo ogni ciclo e la modalità inching con comando ad azione mantenuta (fase 1), la limitazione della lunghezza mediante il cappuccio di protezione della torcia, il blocco dell'avanzamento automatico del filo con la porta di manutenzione aperta e il tranciafilo della stazione di pulizia della torcia (fase 2) limitano la lunghezza del filo esposto alla dimensione di processo. L'infilaggio del filo durante il cambio del filo e gli interventi sulla torcia restano attività manuali in cui la mano lavora necessariamente in corrispondenza del filo; per queste attività non è possibile applicare un dispositivo di protezione tra mano e filo, per cui un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è praticabile. La lesione da puntura o da taglio che rimane è reversibile. Vi si fa fronte nella fase 3 con guanti resistenti al taglio secondo EN 388, il taglio netto della punta del filo prima di qualsiasi attività manuale, la limitazione al personale istruito e il segnale W022 sul portatorcia e sull'unità trainafilo (istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6).

N. 10 Meccanico

Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di inciampo, scivolamento e caduta nell'area della stazione di carico e del corridoio di manutenzione a causa di spruzzi di saldatura sul pavimento, cavi, tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) e zone bagnate durante i lavori di pulizia.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Regolazione, Pulizia, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tenere cavi e tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) lontani dal pavimento della stazione di carico e del corridoio di manutenzione per via progettuale, posandoli in canaline, catene portacavi o sistemi di gestione dei cavi sospesi al soffitto, in modo che non si creino pericoli di inciampo. Progettare i collegamenti alla stazione di carico come pensili a soffitto o pannelli a parete con prese. Ridurre l'esposizione del pavimento agli spruzzi di saldatura mediante lamiere schermanti integrate nel progetto (schermi antispruzzo) alla stazione di saldatura, in modo da ridurre al minimo la ricaduta nell'area dell'operatore. Il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; il requisito per il luogo di installazione (pavimentazione antiscivolo) viene trasmesso all'utilizzatore nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Limitare il rischio residuo dovuto ai pericoli residui di inciampo e scivolamento con le seguenti misure tecniche: (1) Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) per identificare le vie di transito e le zone pericolose ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.15. (2) Illuminazione fissa adeguata della stazione di carico e del corridoio di manutenzione ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.4, in modo che ostacoli e zone bagnate siano riconoscibili tempestivamente; l'illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. (3) Tappetini antispruzzo nell'area immediata di saldatura, facili da rimuovere e da pulire.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Riferimento al pericolo di inciampo e scivolamento dovuto a spruzzi di saldatura, tubi flessibili e bagnato; prescrivere intervalli e procedure di pulizia per l'area del pavimento. (2) Requisito di qualifica: tutte le persone che accedono alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere state istruite sui pericoli e sul tracciato delle vie di transito. (3) Specifica dei DPI: all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza con suola antiscivolo (S3 secondo EN ISO 20345). (4) Segnalazione di avvertimento all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione: applicare il segnale di avvertimento W011 «Pericolo: superficie scivolosa» e il segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. (5) Requisito per il luogo di installazione: pavimentazione antiscivolo alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione, classe di resistenza allo scivolamento almeno R 11 secondo la DGUV Regel 108-003 tedesca.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a inciampo, scivolamento e caduta. Nella fase 1 cavi e tubi flessibili sono stati portati fuori dall'area del pavimento e gli schermi antispruzzo riducono gli spruzzi trasportati fuori dalla cella. Restano gli spruzzi di saldatura che raggiungono il pavimento attraverso l'apertura, aperta per il carico, e le zone bagnate durante la pulizia. L'apertura deve restare aperta per il carico e il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; ulteriori misure progettuali sulla macchina non agiscono su queste cause. Dopo la fase 2, le vie di transito sono contrassegnate, la stazione di carico è illuminata con 500 lx e il corridoio di manutenzione con 200 lx e nell'area di saldatura sono previsti tappetini antispruzzo rimovibili; la prova dei punti di inciampo e di scivolamento è stata superata. Qualsiasi ulteriore misura tecnica sostituirebbe soltanto la pulizia del pavimento, che è prescritta come attività giornaliera. La pulizia giornaliera (istruzioni per l'uso, capitolo 10.2), le calzature di sicurezza S3 antiscivolo, i segnali W011 e W007 (capitolo 2.4) e il requisito di una pavimentazione antiscivolo nel luogo di installazione (panoramica dei rischi residui, capitolo 2.6) costituiscono le informazioni per l'uso.

N. 11 Meccanico

Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto all'accesso simultaneo di più persone a zone diverse della cella (EN ISO 11161): una seconda persona si trova all'interno della cella senza che il personale addetto alla regolazione ne sia a conoscenza; all'avviamento del robot o della tavola girevole la seconda persona viene colpita.

Macchina parziale: Impianto completo (accesso alle zone) · anche in: Regolazione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale dell'impianto completo richiede zone accessibili per i lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti. Il pericolo deriva dalla presenza simultanea di più persone in zone diverse e non può essere risolto con la sola geometria, la sola distanza o la sola limitazione dell'energia senza vanificare lo scopo operativo. Una riduzione dell'energia del robot o della tavola girevole a un livello che escluda con certezza le lesioni non è tecnicamente realizzabile con questo tipo di impianto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Protezione delle persone in caso di ingresso di più persone nella cella, secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: la porta di manutenzione è dotata di un dispositivo di blocco per lucchetti personali. Ogni persona che entra nella cella applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta aperta. Finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata. I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione, con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza. Il riarmo è possibile solo dall'esterno, al pulpito di comando. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga dall'interno secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1, in modo che le persone rimaste all'interno possano lasciare la cella in qualsiasi momento. 3. L'abilitazione dell'avviamento automatico (robot e tavola girevole) è realizzata come funzione di sicurezza: l'avviamento automatico è possibile solo quando la porta di manutenzione è chiusa e mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo e il riarmo è stato dato dall'esterno. La funzione di accesso è SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione) con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023. Indipendentemente da ciò, l'abilitazione della rotazione della tavola girevole resta protetta da SF-04 (PLr e). 4. In modalità di regolazione vale SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). Il dispositivo di abilitazione è personale. La cella dispone di un solo dispositivo di abilitazione, sul pendant di programmazione; i movimenti in modalità di regolazione sono quindi consentiti solo quando all'interno della cella non si trova nessuno oltre alla persona che tiene il dispositivo di abilitazione (per l'istruzione procedurale vedere la fase 3). 5. Le distanze di sicurezza tra lo spazio di lavoro del robot e le aree in cui sono presenti persone sono conformi a EN ISO 13857:2019, tabella 2, e a EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.6 e 5.8.9.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della protezione delle persone alla porta di manutenzione (un lucchetto personale per persona nel dispositivo di blocco, sblocco di fuga dall'interno) e dell'obbligo di applicare il lucchetto prima di entrare e di rimuoverlo solo dopo aver lasciato la cella. Istruzione procedurale per le attività con più persone (regolazione, manutenzione, ricerca guasti) con chiara assegnazione dei ruoli (persona responsabile, coordinamento). 2. Segnali di avvertimento alla porta di manutenzione: segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020, cartello con testo «Applicare il proprio lucchetto personale prima di entrare». 3. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul concetto di accesso di più persone, sull'uso del dispositivo di blocco per lucchetti personali e sullo sblocco di fuga. L'istruzione deve essere documentata. 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345, indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi) all'interno della cella.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) in caso di accesso di più persone. I lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti richiedono zone accessibili; il pericolo per una seconda persona non può essere risolto mediante la geometria o la limitazione dell'energia (fase 1). Dopo la fase 2, ogni persona che entra applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta di manutenzione; finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata, e il riarmo è possibile solo dall'esterno (SF-01, PL d). I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione con l'unico dispositivo di abilitazione personale e a 250 mm/s (SF-05, PL d), e lo sblocco di fuga consente alle persone di uscire dall'interno in qualsiasi momento. Questa protezione delle persone segue EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è una persona che entra nella cella senza il proprio lucchetto mentre l'addetto alla regolazione avvia dei movimenti; anche in questo caso l'impianto si muove solo a velocità ridotta sotto il dispositivo di abilitazione dell'addetto alla regolazione. L'applicazione del lucchetto resta un'azione di ogni singola persona; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che impedisca questo uso scorretto senza limitare i lavori di regolazione. Procedura per i lavori con più persone, cartello con testo alla porta e istruzione del personale: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.5, 2.6 e 9.3.

N. 12 Elettrico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto al contatto diretto o indiretto con parti in tensione del generatore di corrente di saldatura, del quadro di comando del robot e del sistema di comando della cella (400 V AC, 32 kVA): Il contatto con morsetti, cavi o con l'interno del quadro elettrico quando il quadro è aperto senza sezionamento può causare una scossa elettrica con fibrillazione ventricolare o ustioni.

Macchina parziale: Impianto elettrico (quadro elettrico / generatore di corrente di saldatura) · anche in: Messa in servizio, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tutte le parti in tensione all'interno del quadro elettrico (morsetti, sbarre, morsetti di potenza del generatore di corrente di saldatura) sono realizzate con coperture a prova di contatto (grado di protezione almeno IP 2X o IPXXB secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), in modo che il contatto con parti in tensione sia impedito dalla forma stessa dell'involucro senza necessità di un riparo. Inoltre le distanze minime tra parti in tensione e parti accessibili sono dimensionate in modo che il grado di protezione IP 2X sia mantenuto anche con la porta del quadro aperta (cappucci di protezione, coperture isolanti sulle morsettiere). Ciò riprende per analogia il regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.1 (alimentazione di energia elettrica), nonché EN 60204-1:2018, punto 6.2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Sezionamento e diseccitazione (LOTO): sezionatore principale con posizione OFF bloccabile secondo EN 60204-1:2018, punto 5.3, ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione dell'avviamento inatteso / isolamento dell'energia). Il sezionatore principale deve scollegare l'impianto completo dall'alimentazione su tutti i poli come dispositivo di sezionamento; la tensione residua sui condensatori del generatore di corrente di saldatura deve essere limitata a meno di 60 V DC entro 5 s mediante un tempo di scarica o un circuito di scarica attivo; ove ciò non sia ottenuto, sull'involucro è apposta un'avvertenza con l'indicazione del tempo di scarica (EN 60204-1:2018, punto 6.2.4). Interblocco delle porte del quadro: le porte dei quadri di comando principali sono dotate di una serratura apribile solo con una chiave, che impedisce l'apertura non autorizzata (EN 60204-1:2018, punto 6.2.2). 2. Collegamento equipotenziale di protezione e conduttore di protezione: tutti gli involucri dei quadri elettrici, il generatore di corrente di saldatura e il quadro di comando del robot sono collegati tramite un conduttore di protezione (PE) continuo di sezione adeguata (EN 60204-1:2018, punto 8.2), in modo che in caso di guasto di isolamento la corrente di guasto sia dispersa in sicurezza e il dispositivo di protezione (interruttore automatico / RCD) intervenga. 3. Interruttore differenziale (RCD): impiego di un RCD (tipo B, poiché sono possibili correnti di guasto in corrente continua provenienti da convertitori di frequenza e dal generatore di corrente di saldatura) con corrente differenziale nominale di intervento di 30 mA per i circuiti su cui lavorano persone; nei circuiti in cui un RCD non è compatibile con il processo di saldatura si ricorre invece al monitoraggio dell'isolamento (EN 60204-1:2018, punti 6.3.3 e 7.7). Non è una funzione di sicurezza con requisito di PLr; le misure agiscono in modo passivo e per via progettuale (segnalazione di avvertimento: vedere la fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): documentare la procedura di sezionamento (LOTO) con istruzioni passo per passo, compreso il tempo di scarica dei condensatori del generatore di corrente di saldatura e la verifica dell'assenza di tensione con uno strumento di misura idoneo (rilevatore di tensione categoria CAT III 600 V). Requisito di qualifica: i lavori sull'impianto elettrico possono essere eseguiti solo da persone esperte in elettrotecnica (PES) secondo la norma tedesca di prevenzione degli infortuni DGUV Vorschrift 3, oppure da persone avvertite in elettrotecnica (PAV) sotto la supervisione di una PES. Specifica dei DPI: durante i lavori nel quadro aperto devono essere indossati guanti isolanti (secondo EN 60903, classe 00 per tensioni fino a 500 V AC), occhiali di protezione (protezione dall'arco elettrico) e calzature elettricamente isolanti. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020 deve essere applicato in modo permanente e ben visibile su tutte le porte del quadro e sul generatore di corrente di saldatura. Avvertenza sul rischio residuo nelle istruzioni per l'uso: dopo l'azionamento del sezionatore principale, i condensatori nel generatore di corrente di saldatura e nel convertitore di frequenza del robot possono ancora presentare tensioni pericolose (tempo di attesa di almeno 1 minuto per il generatore di corrente di saldatura, per l'azionamento del robot secondo le indicazioni del fabbricante del robot); l'assenza di tensione deve sempre essere verificata mediante misura.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto alla tensione elettrica di 400 V AC. Nella fase 1 le parti in tensione sono coperte a prova di dito (IP 2X secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), anche con la porta del quadro aperta. Dopo la fase 2, l'interruttore generale bloccabile scollega tutti i poli, le porte del quadro possono essere aperte solo con una chiave, il circuito intermedio del generatore di corrente di saldatura si scarica a non più di 60 V in 1,9 s misurati, il conduttore di protezione (0,08 Ω), l'impedenza dell'anello di guasto (0,28 Ω) e la resistenza di isolamento (> 100 MΩ) sono stati verificati e la protezione in caso di guasto è assicurata da un RCD di tipo B o dal monitoraggio dell'isolamento. Il rischio rimanente è il lavoro della persona esperta in elettrotecnica, che durante la messa in servizio e la ricerca guasti deve eseguire misure su parti in tensione nel quadro aperto. Queste misure non possono essere eseguite in assenza di tensione; per queste fasi del ciclo di vita non è quindi praticabile alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 e la gravità resta 5. La procedura di sezionamento, compresa la verifica dell'assenza di tensione, la qualifica di persona esperta in elettrotecnica, i DPI isolanti e il segnale W012 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.4, 2.6, 8.1 e 10).

N. 17 Termico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Rischio di ustione dovuto alla torcia di saldatura calda e al collo della torcia: Il collo della torcia e il tubetto di contatto si riscaldano fortemente dopo il processo di saldatura; durante la sostituzione della torcia, la pulizia o la regolazione senza tempo di raffreddamento, mani e dita possono ustionarsi.

Macchina parziale: Torcia di saldatura · anche in: Regolazione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di un raffreddamento attivo della torcia (torcia raffreddata ad acqua invece di una torcia raffreddata ad aria): il raffreddamento continuo ad acqua limita per via progettuale l'energia termica nel collo della torcia e sul tubetto di contatto a un livello di temperatura nettamente inferiore. Inoltre: il supporto della torcia e il sistema di sostituzione sono progettati in modo che, durante la sostituzione della torcia, l'operatore tocchi solo zone di presa termicamente disaccoppiate (impugnatura in plastica o ceramica, nessun contatto diretto del metallo con il collo della torcia). Progettazione secondo EN ISO 13732-1:2008 (soglia di ustione per metallo nudo di circa 51 °C per un tempo di contatto di 1 min e 48 °C per 10 min).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio del tempo di raffreddamento: un sensore di temperatura sul collo della torcia segnala al sistema di comando della macchina; l'HMI indica l'abilitazione alla sostituzione e alla pulizia della torcia solo quando la temperatura è scesa al di sotto del valore limite. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1; non le viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 2. Riparo: l'area di saldatura è racchiusa dalla recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura (EN ISO 14120:2015); l'accesso alla torcia per la manutenzione e la pulizia avviene esclusivamente attraverso la porta di manutenzione protetta (SF-01, PLr d). L'accesso involontario alla torcia calda durante il funzionamento automatico è così escluso per via progettuale. 3. Previsione di un appoggio per la torcia con alloggiamento termicamente isolato (supporto in ceramica o silicone) direttamente alla stazione di saldatura, in modo che la torcia venga deposta in modo definito dopo il processo e non venga appoggiata su superfici metalliche conduttive.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: indicare esplicitamente il tempo di raffreddamento dopo la fine della saldatura prima di qualsiasi sostituzione della torcia, pulizia o lavoro di regolazione sulla torcia (valore di riferimento secondo le indicazioni del fabbricante della torcia); includere una procedura per la sostituzione della torcia con la fase «attendere il tempo di raffreddamento o controllare la temperatura». 2. Segnalazione di avvertimento: applicare in modo permanente e ben visibile il segnale di avvertimento «Pericolo: superficie calda» (W017 secondo EN ISO 7010:2020) nell'area della torcia e sulla porta di manutenzione. 3. Qualifica: la sostituzione e la pulizia della torcia possono essere eseguite solo da persone istruite; l'istruzione riguarda il rischio di ustione, i tempi di raffreddamento e il corretto uso dei DPI. 4. Specifica dei DPI: i guanti di protezione dal calore (idonei al calore da contatto, classe di protezione secondo EN 407) sono obbligatori durante la sostituzione della torcia, la pulizia e i lavori di regolazione sulla torcia; questo requisito deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso e segnalato dal segnale di prescrizione «Guanti di protezione obbligatori» (M009 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 19 Radiazioni — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto ai campi elettromagnetici (CEM) generati dal generatore di corrente di saldatura e dai cavi di saldatura: Le elevate correnti di saldatura generano forti campi magnetici; le persone con impianti attivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina) possono essere messe in pericolo dai campi.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / cavi di saldatura · anche in: Funzionamento, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Posare e raggruppare i cavi di saldatura (conduttore di corrente e conduttore di ritorno) in modo che i conduttori di andata e di ritorno siano portati in stretta vicinanza spaziale (coppie di cavi intrecciate o posate in parallelo con distanza minima tra di loro): i campi magnetici dei due conduttori si compensano in parte, riducendo in modo significativo l'intensità di campo risultante nell'ambiente circostante. Mantenere i cavi il più corti possibile dal punto di vista tecnico ed evitare avvolgimenti o posa ad anelli non necessari, poiché gli anelli aumentano l'intensità di campo. Installare il generatore di corrente di saldatura a distanza dalla stazione di carico e dal pulpito di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Proteggere l'accesso all'area di saldatura (cella di saldatura) durante il funzionamento mediante il riparo fisso esistente (recinzione perimetrale secondo EN ISO 14120:2015), in modo che durante il funzionamento automatico le persone non possano entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Progettare la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), che consente l'ingresso solo dopo la disinserzione della corrente di saldatura. Durante la modalità di regolazione e i lavori di manutenzione nelle vicinanze dei cavi: disinserire la corrente di saldatura prima di entrare nella zona pericolosa e assicurarla contro il reinserimento (isolamento dell'energia e arresto secondo EN ISO 14118:2018). I cavi di saldatura corrono interamente all'interno della recinzione perimetrale, in modo che le persone all'esterno della cella mantengano la distanza dai cavi attivi.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: dichiarazione esplicita che il funzionamento della saldatrice genera forti campi elettromagnetici. Le persone con impianti metallici attivi o passivi (pacemaker cardiaci, pompe per insulina, impianti cocleari, impianti metallici) non devono entrare nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura e del generatore di corrente di saldatura. Prima di iniziare attività di regolazione o manutenzione nelle vicinanze dei cavi, la corrente di saldatura deve essere disinserita. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul pericolo CEM; le persone con impianti noti devono essere escluse dalle attività nelle immediate vicinanze dei cavi di saldatura attivi. Segnalazione di avvertimento: applicare il segnale di avvertimento «Pericolo: campo magnetico» (W006 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione, alla stazione di carico e sul generatore di corrente di saldatura. Inoltre applicare nelle stesse posizioni il segnale di divieto «Accesso vietato alle persone con dispositivi cardiaci impiantati attivi» (P007 secondo EN ISO 7010:2020). Le emissioni CEM devono essere descritte qualitativamente nelle istruzioni per l'uso; la base per la valutazione è costituita dai dati del fabbricante per il generatore di corrente di saldatura secondo EN IEC 62822-2 (valutazione delle apparecchiature per saldatura ad arco rispetto all'esposizione delle persone ai CEM).

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 20 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto all'inalazione di fumi e vapori di saldatura (ossidi metallici, manganese, ossidi di ferro): La saldatura MAG di acciaio da costruzione genera particelle e gas nocivi; con aspirazione insufficiente (cartuccia filtrante satura, impianto spento) le concentrazioni nella zona respiratoria dell'operatore superano i valori limite di esposizione professionale.

Macchina parziale: Impianto completo (aspirazione / area di saldatura) · anche in: Funzionamento, Regolazione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Sostituzione del materiale di consumo di saldatura: impiego di fili pieni con tenore di manganese dimostrabilmente ridotto (lega a basso Mn, ad es. tenore di Mn < 1,0 % secondo la scheda di dati di sicurezza) al posto di fili animati o fili ad alto tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura (acciaio da costruzione, qualità del cordone). Inoltre: ottimizzazione dei parametri di saldatura (tensione dell'arco, velocità di avanzamento del filo, composizione del gas di protezione) su un'impostazione a basse emissioni di fumi secondo la raccomandazione del fabbricante del generatore di corrente di saldatura, per ridurre al minimo la formazione di fumi alla fonte. Entrambe le misure riducono la massa di inquinanti emessa e quindi la probabilità di un'esposizione nociva; la gravità del possibile danno resta invariata.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Ventilazione tecnica e aspirazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (aspirazione dei fumi di saldatura): captazione dei fumi di saldatura mediante la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura con una portata volumetrica di 1800 m³/h, che garantisce la velocità di captazione nel punto di generazione. L'impianto di aspirazione deve essere dotato di monitoraggio del filtro (pressostato differenziale) che attiva un allarme quando la cartuccia filtrante è satura o l'aspirazione è difettosa; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto (interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio). Schermatura dell'area di saldatura mediante la recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura (EN ISO 14120:2015) e la parete divisoria centrale della tavola girevole, per ridurre al minimo la fuoriuscita dei fumi nell'area dell'operatore. Il monitoraggio dell'aria ambiente per la concentrazione di fumi di saldatura alla stazione di carico è raccomandato all'utilizzatore come misura aggiuntiva.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dei tipi di fumi di saldatura emessi e riferimento ai valori limite di esposizione professionale da rispettare secondo le regole tecniche tedesche per le sostanze pericolose TRGS 900 e TRGS 528; istruzione per il controllo periodico e la sostituzione delle cartucce filtranti (intervallo di manutenzione secondo le indicazioni del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020); divieto di saldare in caso di guasto o spegnimento dell'impianto di aspirazione. Segnali di avvertimento nell'area di saldatura: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Fumi di saldatura nocivi» e segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017) come segnalazione del rischio residuo. Requisito relativo ai DPI: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 o respiratore a filtro con ventilazione assistita per i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia nell'area di saldatura con impianto di aspirazione spento. Requisito di qualifica: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti sui pericoli dei fumi di saldatura e sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione (TRGS 528, punto 5).

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto ai fumi di saldatura. La gravità deriva dalle proprietà dei fumi di saldatura (ossidi metallici, manganese) e resta invariata; il processo MAG è lo scopo della macchina e non può essere sostituito. Nella fase 1 sono previsti filo pieno a basso tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura, e parametri a basse emissioni di fumi. Dopo la fase 2, la cappa sopra l'area di saldatura capta i fumi con 1.800 m³/h, la cella si arresta in modo controllato in caso di aspirazione difettosa o di cartuccia filtrante satura (soglia di allarme guasto 1.400 m³/h), la separazione avviene in classe W3 e la recinzione perimetrale e la parete divisoria centrale schermano la stazione di carico; captazione, efficacia e classe di separazione sono state verificate. Un incapsulamento completo non è possibile perché l'apertura di carico deve restare aperta per il carico manuale, e durante i lavori nell'area di saldatura l'aspirazione è spenta; per questa esposizione residua non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2. Il rischio rimanente consiste nelle emissioni residue alla stazione di carico e nell'esposizione durante i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia. La protezione delle vie respiratorie FFP3 per questi lavori, il divieto di saldare senza un'aspirazione efficace, la manutenzione del filtro e gli obblighi dell'utilizzatore ai sensi della TRGS 528 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.6, 9.1 e 10.2).

N. 21 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto al gas di protezione (miscela argon-CO2 M21) in caso di perdita: Argon e CO2 sono più pesanti dell'aria, per cui il gas di protezione può accumularsi in prossimità del pavimento; in caso di perdite maggiori in ambienti poco ventilati sussiste il rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno.

Macchina parziale: Alimentazione del gas di protezione / sistema di tubazioni · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della pressione nel sistema di tubazioni: limitare la pressione di esercizio dell'alimentazione del gas di protezione al livello minimo necessario per il processo di saldatura (regolatore di pressione al collegamento di alimentazione della cella). Una pressione di sistema più bassa riduce la quantità di gas che fuoriesce in caso di guasto e quindi il potenziale di accumulo. Inoltre: progettare il percorso delle tubazioni e i punti di collegamento in modo da ridurre al minimo le perdite per via progettuale: impiego di raccordi a compressione con anello tagliente o di raccordi pressati al posto di fascette stringitubo sui tratti di tubazione fissi; ridurre le lunghezze dei tubi flessibili al minimo necessario per l'esercizio; nessuna posa di tubazioni in prossimità del pavimento in fosse o vani chiusi (posa vicino al soffitto, ove possibile). Queste misure agiscono direttamente sulla fonte di energia (gas in pressione accumulato) e sul luogo del pericolo (zona di accumulo).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Intercettazione automatica dell'alimentazione del gas: elettrovalvola (chiusa a riposo) nella linea di alimentazione del gas di protezione, che interrompe automaticamente l'alimentazione del gas all'arresto della macchina, all'arresto di emergenza (SF-03) e durante le pause operative; inoltre una valvola di intercettazione manuale all'esterno della cella. 2. Monitoraggio delle perdite: verifica di plausibilità del consumo di gas tramite il sistema di comando della macchina (segnalazione quando si verifica un flusso di gas senza processo di saldatura attivo, come indicatore di perdita); controllo visivo giornaliero dei raccordi dei tubi flessibili come requisito di manutenzione. 3. Installazione dell'alimentazione del gas di protezione prevista in loco (centrale di bombole o stazione di prelievo) in un'area ventilata del capannone, non in fosse, scantinati o nicchie anguste. In caso di installazione in aree poco ventilate, l'utilizzatore è tenuto a prevedere un dispositivo di allarme per l'ossigeno (avviso nelle istruzioni per l'uso). Per questo pericolo non è necessaria una funzione di sicurezza con requisito di PLr; il rischio è controllato mediante intercettazione, luogo di installazione e ventilazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso sul rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno in caso di perdite maggiori in aree poco ventilate; requisito di un'adeguata ventilazione del capannone nel luogo di installazione; lavori sull'alimentazione del gas solo con linea intercettata e depressurizzata (EN ISO 14118:2018). 2. Qualifica: lavori su tubazioni e raccordi di gas compresso solo da parte di personale specializzato istruito; istruzione secondo la DGUV Regel 100-500, capitolo 2.26, e secondo TRGS 528 (obbligo dell'utilizzatore). 3. Segnalazione di avvertimento: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di asfissia dovuto al gas di protezione» nel luogo di installazione dell'alimentazione del gas; segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) sulle aree di alimentazione chiuse a chiave. 4. Per i lavori in aree anguste o poco ventilate (ad es. sostituzione di bombole in nicchie): utilizzare un dispositivo portatile di allarme per l'ossigeno; non lavorare da soli.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 22 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 3 · P 2 · **IR 6**

Pericolo dovuto alla polvere del filtro durante la sostituzione della cartuccia filtrante dell'aspirazione dei fumi di saldatura: La cartuccia filtrante contiene fumi di saldatura separati con ossidi metallici e particelle fini; se sostituita senza adeguate misure di protezione delle vie respiratorie, le polveri vengono rilasciate e inalate.

Macchina parziale: Aspirazione dei fumi di saldatura (unità filtrante) · anche in: Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Contenimento della polvere per via progettuale durante la sostituzione del filtro: l'unità filtrante è dotata di un sistema bag-in/bag-out integrato, in modo che la cartuccia filtrante contaminata possa essere rimossa e sigillata in un sacchetto di plastica chiuso senza contatto diretto con la polvere. Per via progettuale si riduce così al minimo il rilascio di polvere alla fonte (sostituzione della rimozione aperta con una procedura di sostituzione chiusa secondo EN ISO 12100, punto 6.2.4). Inoltre: l'impulso di pulizia (getto di pressione) prima della sostituzione è consentito SOLO con alloggiamento chiuso e impianto di aspirazione disattivato, per compattare i depositi di polvere nella cartuccia e ridurre il rilascio all'apertura.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Misure di protezione tecniche per il rischio residuo (polvere residua all'apertura dell'alloggiamento e nella manipolazione della cartuccia): 1. Alloggiamento di aspirazione con interblocco della depressione: l'alloggiamento del filtro può essere aperto per via progettuale solo con ventilatore spento e impianto depressurizzato (interblocco meccanico, nessuna funzione di sicurezza con requisito di PLr, poiché non è coinvolto alcun azionamento di movimento). 2. Aspirazione locale nel punto di sostituzione: sull'alloggiamento del filtro deve essere previsto un bocchettone di collegamento per un'unità di aspirazione mobile (aspirapolvere industriale classe di polvere H secondo EN 60335-2-69, idoneo per polveri da fumi di saldatura); viene attivato durante la sostituzione e cattura le particelle residue rilasciate. 3. Marcatura dell'unità filtrante: sull'alloggiamento del filtro deve essere applicato in modo permanente il segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Polvere nociva».
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (capitolo 10.2): istruzioni dettagliate passo per passo per la sostituzione del filtro con descrizione della procedura bag-in/bag-out; informazioni sulla composizione delle polveri separate (ossidi metallici, particelle fini, eventualmente sostanze CMR a seconda del materiale di saldatura); avviso di smaltimento (le cartucce filtranti contaminate devono essere smaltite come rifiuti pericolosi secondo la normativa sui rifiuti applicabile). 2. Requisito di qualifica: la sostituzione del filtro deve essere eseguita solo da personale specializzato formato e informato sul pericolo delle polveri dei fumi di saldatura. 3. Specifica dei DPI: durante la sostituzione del filtro devono essere indossati almeno: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 per particelle fini e ossidi metallici; guanti di protezione (resistenti agli agenti chimici); occhiali di protezione (protezione dalle particelle). I requisiti relativi ai DPI devono essere specificati in modo permanente nelle istruzioni per l'uso e mediante il segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017 secondo EN ISO 7010:2020) sull'alloggiamento del filtro. 4. Riferimento alla normativa in materia di sicurezza e salute sul lavoro: l'utilizzatore deve essere informato dei propri obblighi ai sensi di TRGS 528 (lavori di saldatura) e dell'regolamento tedesco sulle sostanze pericolose (GefStoffV), in particolare per quanto riguarda la valutazione del rischio per le polveri CMR e la messa a disposizione di DPI idonei.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 23 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo dovuto all'energia pneumatica residua durante i lavori di manutenzione e di eliminazione dei guasti: Dopo lo spegnimento dell'alimentazione di aria compressa, nelle linee e nei cilindri del dispositivo di serraggio rimane una pressione residua; un rilascio incontrollato della pressione può causare movimenti improvvisi degli elementi di serraggio e ferire persone o proiettare pezzi.

Macchina parziale: Dispositivo di serraggio pneumatico / impianto di aria compressa · anche in: Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione per via progettuale dell'energia pneumatica residua: in caso di calo di pressione, i dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica trattengono il pezzo mediante una valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio; il pressostato monitora la pressione di serraggio (SF-04). Il volume intrappolato tra la valvola di mantenimento della pressione e il cilindro è ridotto al minimo per via progettuale (linee corte, valvole di mantenimento della pressione montate direttamente sul cilindro), in modo che resti accumulata solo una piccola quantità di energia. Prima di qualsiasi intervento, la pressione di serraggio intrappolata viene scaricata aprendo i dispositivi di serraggio; in caso di guasto viene scaricata in modo controllato mediante il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione. Progettazione secondo EN ISO 4414:2010. Nota: la gravità di un evento di energia residua rimanente è ridotta da questa misura, poiché l'energia cinetica degli elementi di serraggio è notevolmente inferiore con un piccolo volume residuo e uno scarico strozzato.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Valvola di intercettazione per la manutenzione con funzione di sfiato (predisposta per lockout/tagout) secondo EN ISO 4414:2010 ed EN ISO 14118:2018: installare all'ingresso del dispositivo di serraggio pneumatico una valvola di intercettazione con sfiato controllato integrato (funzione di scarico progressivo); in posizione di intercettazione la valvola deve scaricare in modo controllato e strozzato il tratto di linea a valle prima che sia possibile qualsiasi intervento. La valvola deve essere assicurata con un lucchetto (dispositivo di lockout). 2. Manometro o indicatore di pressione sul tratto di linea tra la valvola di intercettazione e il cilindro, in modo che l'operatore possa verificare visivamente la riduzione della pressione a 0 bar (EN ISO 4414:2010). 3. Indicatore di pressione residua all'accesso di manutenzione: prima di qualsiasi intervento si verifica l'assenza di pressione sull'indicatore di pressione residua; l'indicatore è un dispositivo operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1:2023. 4. Riparo: i dispositivi di serraggio si trovano all'interno della recinzione perimetrale (EN ISO 14120:2015); l'accesso per la manutenzione e l'eliminazione dei guasti avviene attraverso la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): istruzione di lavoro per la manutenzione e l'eliminazione dei guasti sul dispositivo di serraggio pneumatico con procedura esplicita passo per passo: (a) rimuovere il pezzo e aprire i dispositivi di serraggio, (b) intercettare l'alimentazione di aria compressa alla valvola di intercettazione per la manutenzione e attendere lo sfiato, (c) in caso di guasto, scaricare l'eventuale pressione residua intrappolata mediante il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione, quindi verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar, (d) applicare il lucchetto di lockout, (e) solo allora intervenire sull'impianto. Includere un avviso sul pericolo dovuto alla pressione residua e alla proiezione di pezzi. 2. Segnalazione di avvertimento sul dispositivo di serraggio e sulla valvola di intercettazione: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pressione residua nell'attrezzatura di serraggio»; segnale informativo «Prima dell'intervento: scaricare a 0 bar e bloccare la valvola di intercettazione». 3. Requisito di qualifica: lavori di manutenzione e di eliminazione dei guasti sull'impianto pneumatico solo da parte di specialisti istruiti con conoscenza delle regole di sicurezza pneumatiche (EN ISO 4414:2010). 4. Specifica dei DPI: prescrivere occhiali di protezione (protezione degli occhi da parti proiettate) e guanti di protezione all'apertura dei collegamenti pneumatici.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 27 Ergonomico — Rischio prima: G 2 · P 3 · **IR 6**

Illuminazione insufficiente alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione: un'illuminazione inadeguata rende difficili il carico e lo scarico in sicurezza dei pezzi e l'esecuzione dei lavori di manutenzione e aumenta il rischio di errori e di infortuni.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Regolazione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione da prevedere nella progettazione: gli apparecchi di illuminazione sono integrati in modo permanente nella struttura della macchina (incorporati nel telaio della recinzione perimetrale), in modo che l'illuminamento alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione sia assicurato in modo permanente indipendentemente dall'illuminazione del capannone. La progettazione è eseguita secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.8 (ergonomia), in combinazione con EN 1837 (illuminazione integrata nelle macchine); l'illuminazione come realizzata fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. L'integrazione nel progetto elimina la dipendenza da fonti di luce esterne che possono essere inadeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto a guasto od ombreggiamento degli apparecchi di illuminazione integrati: monitoraggio della disponibilità operativa dell'illuminazione del posto di lavoro da parte del sistema di comando della macchina (segnalazione in caso di guasto della lampada). Inoltre le aree del corridoio di manutenzione devono essere contrassegnate con segnaletica a pavimento gialla e nera retroriflettente secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 (pericoli di inciampo, limiti del corridoio) e, in corrispondenza dei pericoli di inciampo, con il segnale di avvertimento W007 «Pericolo: ostacolo al suolo» secondo EN ISO 7010:2020. Per il monitoraggio dell'illuminazione non è richiesta una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; in caso di guasto dell'illuminazione il lavoro deve essere interrotto (fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dell'illuminamento dell'illuminazione del posto di lavoro: 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione; avviso che in caso di guasto dell'illuminazione integrata il lavoro deve essere interrotto fino al ripristino dell'illuminazione. Cartello con testo sulla porta di manutenzione: «Interrompere il lavoro in caso di guasto dell'illuminazione». Requisito di qualifica: il personale di manutenzione deve essere istruito a controllare il funzionamento dell'illuminazione prima di iniziare il lavoro. In caso di guasto dell'illuminazione, utilizzare apparecchi di illuminazione portatili idonei per brevi ispezioni; riprendere il lavoro regolare solo dopo il ripristino dell'illuminazione.

Rischio dopo: G 2 · P 1 · **IR 2 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 30 Combinazione — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto alla parametrizzazione errata del sistema di comando del robot o del sistema di comando di sicurezza (ad es. distanze di sicurezza errate, limiti di velocità errati in modalità di regolazione, abilitazioni di zona errate): Parametri errati possono far sì che le funzioni di sicurezza non operino come previsto, mettendo in pericolo le persone a causa dei movimenti del robot o della tavola girevole.

Macchina parziale: Impianto completo (sistema di comando / sistema di comando di sicurezza) · anche in: Messa in servizio, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	I parametri rilevanti per la sicurezza (limiti di velocità, zone di protezione, abilitazioni di zona) sono memorizzati esclusivamente nel sistema di comando di sicurezza (PLC di sicurezza) e sono protetti da modifiche non autorizzate o involontarie mediante un concetto di accesso basato su ruoli e protetto da password. I set di parametri per le funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 sono memorizzati nel sistema di comando di sicurezza come record di dati immutabili e protetti da checksum (ad es. CRC-32 o equivalente), in modo che qualsiasi modifica involontaria venga rilevata automaticamente all'avviamento del sistema e venga imposto uno stato sicuro. Questo principio corrisponde al principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11 (principi di comando che limitano il verificarsi di pericoli) e riduce la possibilità che parametri errati diventino addirittura efficaci.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Requisito di validazione prima del rilascio: ogni modifica dei parametri rilevanti per la sicurezza richiede un collaudo documentato (prova funzionale di tutte le funzioni di sicurezza interessate da SF-01 a SF-05) eseguito da due persone autorizzate (principio del doppio controllo) prima della rimessa in servizio. Il sistema di comando di sicurezza non può abilitare il funzionamento automatico finché non è stata data una conferma positiva. Base: EN ISO 13849-2:2012 (validazione delle funzioni di sicurezza) ed EN ISO 11161:2007+A1:2010 (verifica e validazione per i sistemi di produzione integrati). 2. Verifica dei parametri da parte del sistema di comando di sicurezza: il sistema di comando di sicurezza (PLr e per SF-02 e SF-04, PLr d per SF-01, SF-03 e SF-05 secondo EN ISO 13849-1:2023) verifica la coerenza dei parametri rilevanti per la sicurezza rispetto ai valori di riferimento memorizzati (confronto dei checksum) all'avviamento e ciclicamente. In caso di discrepanza viene attivato l'arresto di categoria 1 secondo EN 60204-1:2018 e il riavvio è inibito (nessun riavvio automatico secondo EN ISO 14118:2018). 3. Modalità di regolazione SF-05: la velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s (SF-05, PLr d) è limitata a livello hardware nel sistema di comando di sicurezza e non può essere superata da parametri del sistema di comando del robot. Il monitoraggio è effettuato da una SRP/CS secondo EN ISO 13849-1:2023, categoria e PL secondo SF-05 (PLr d). 4. Abilitazione di zona della tavola girevole SF-04: l'abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi (SF-04, PLr e) avviene esclusivamente tramite il sistema di comando di sicurezza sulla base di segnali di sensori verificati; un'abilitazione causata solo da parametri di zona errati nel sistema di comando del robot è esclusa per via progettuale. 5. Gestione delle modifiche: tutte le modifiche dei parametri sono memorizzate con marca temporale, identificazione dell'utente e valore precedente/successivo in un registro delle modifiche a prova di manomissione (audit trail) del sistema di comando di sicurezza. Base: EN ISO 11161:2007+A1:2010.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della procedura di modifica dei parametri con una guida passo per passo, elenco di tutti i parametri rilevanti per la sicurezza per ciascuna funzione di sicurezza (da SF-01 a SF-05), obbligo di eseguire una prova di validazione dopo ogni modifica e obbligo di documentazione nel registro delle modifiche. 2. Requisito di qualifica: le modifiche dei parametri del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato con qualifica comprovata in sicurezza funzionale (ad es. certificazione TÜV come Functional Safety Engineer o equivalente) e con conoscenza del sistema. Ciò deve essere riportato nelle istruzioni per l'uso e in una procedura operativa. 3. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento «Pericolo: elettricità» (W012 secondo EN ISO 7010:2020) e il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) devono essere applicati sul sistema di comando di sicurezza e sul quadro elettrico. Inoltre un segnale informativo con la dicitura: «Modifiche dei parametri solo da parte di personale specializzato autorizzato; è richiesta una successiva prova di validazione». 4. Lista di controllo per la messa in servizio: prima di ogni prima messa in servizio e dopo ogni modifica dei parametri deve essere compilata e firmata una lista di controllo per la messa in servizio specifica dell'impianto (base: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a parametrizzazione errata. Nella fase 1 i parametri rilevanti per la sicurezza sono memorizzati solo nel PLC di sicurezza, protetti da un concetto di accesso basato su ruoli e da set di parametri protetti da checksum. Dopo la fase 2, il PLC di sicurezza verifica i parametri rispetto al riferimento all'avviamento e ciclicamente e, in caso di scostamento, attiva un arresto con blocco al riavvio, il limite di velocità di SF-05 non può essere sovrascritto tramite il sistema di comando del robot, l'abilitazione alla rotazione SF-04 proviene solo dal PLC di sicurezza e ogni modifica viene registrata e validata secondo il principio del doppio controllo in conformità a EN ISO 13849-2:2012 prima del rilascio. Il rischio rimanente è un parametro specificato in modo errato da personale autorizzato e non rilevato durante la validazione. I parametri devono restare modificabili per la messa in servizio, le modifiche e le nuove attrezzature di serraggio; secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura che rilevi un valore tecnicamente errato ma correttamente inserito e validato. Procedura di modifica, qualifica, lista di controllo per la messa in servizio e cartello con testo sull'obbligo di validazione sul quadro elettrico: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6.

N. 34 Termico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di incendio nell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura (incendio del filtro): Scintille e particelle incandescenti aspirate dal processo possono accumularsi nella cartuccia filtrante e innescare un fuoco covante o un incendio del filtro, anche con ritardo dopo la fine del turno. Il fumo dell'incendio può diffondersi nel capannone attraverso il sistema di tubazioni e il ricircolo dell'aria.

Macchina parziale: Aspirazione dei fumi di saldatura (unità filtrante) · anche in: Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Riduzione delle scintille nel punto di origine mediante la configurazione dei parametri di saldatura e la geometria di aspirazione: progettare la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura e il percorso dei condotti in modo che le scintille aspirate si siano raffreddate prima di raggiungere la cartuccia filtrante. Inoltre prevedere un separatore di scintille preliminare (lamiera deflettrice/separatore a ciclone) come componente integrato direttamente a monte della cartuccia filtrante, che separa per inerzia le particelle grossolane e le scintille prima del contatto con il mezzo filtrante. Questo componente è parte integrante della progettazione dell'impianto di aspirazione e non un dispositivo di protezione a valle. Progettazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (requisiti per gli impianti di aspirazione dei fumi di saldatura).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Il rischio residuo rimanente di un incendio del filtro è limitato dalle seguenti misure di protezione tecniche: 1. Monitoraggio termico della cartuccia filtrante: sensore di temperatura (termostato o termocoppia) nell'alloggiamento del filtro con soglia di intervento; al superamento, spegnimento automatico del ventilatore di aspirazione e chiusura di una serranda di intercettazione motorizzata nel sistema di tubazioni per impedire l'apporto di ossigeno. Integrazione nel sistema di comando della macchina come interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto. 2. Dispositivo di spegnimento sull'alloggiamento del filtro: almeno un'apertura di immissione dell'agente estinguente richiudibile (lancia di spegnimento) sull'alloggiamento; un dispositivo di spegnimento automatico non fa parte della fornitura e, se necessario, viene aggiunto dall'utilizzatore secondo il proprio concetto di protezione antincendio. 3. Serranda di intercettazione motorizzata nel condotto di ricircolo dell'aria verso il capannone: chiusura automatica in caso di allarme incendio per impedire la propagazione del fumo nel capannone. Integrazione nel sistema di comando della macchina come interblocco operativo senza requisito di PL. 4. Rilevatori di fumo e di CO nell'alloggiamento del filtro e nel condotto dell'aria di scarico come livello di rilevamento ridondante, con inoltro dell'allarme a un luogo presidiato in permanenza o a una centrale di allarme antincendio (responsabilità dell'utilizzatore, da concordare con il concetto di protezione antincendio dell'edificio). 5. Tempo di funzionamento residuo del ventilatore di aspirazione dopo la fine della saldatura: programmare a livello del sistema di comando un tempo minimo di funzionamento residuo di 10 minuti, in modo che le particelle incandescenti ancora presenti nelle tubazioni siano trasportate completamente nel separatore e raffreddate prima dello spegnimento dell'impianto. Dimensionamento del tempo di funzionamento residuo in base alla lunghezza delle tubazioni e alla portata volumetrica.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): - Riferimento al pericolo di incendio dovuto a scintille e particelle incandescenti nell'impianto filtrante; descrizione del meccanismo di danno, compresa l'accensione ritardata. - Il tempo prescritto di funzionamento residuo del ventilatore di aspirazione dopo la fine della saldatura (valore minimo derivante dalla progettazione) come istruzione operativa vincolante. - Intervalli di manutenzione per cartucce filtranti, separatori di scintille preliminari e sensori di temperatura; indicazione del livello di carico al quale la cartuccia filtrante deve essere sostituita (indicazione del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020). - Divieto di far funzionare l'impianto di aspirazione con un sensore di temperatura difettoso o una serranda di intercettazione inefficace. - Procedura in caso di allarme incendio: abbandonare immediatamente l'impianto, allertare i vigili del fuoco, non tentare di intervenire autonomamente sull'alloggiamento del filtro (l'apertura può alimentare un fuoco covante). - Avviso che al termine di un turno, prima di lasciare l'edificio, deve essere eseguito un controllo visivo dell'alloggiamento del filtro (temperatura, odore). Segnalazione di avvertimento sull'impianto di aspirazione: - Segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di incendio dovuto a scintille nel filtro» sull'alloggiamento del filtro e sull'apertura di manutenzione. - Cartello con testo «Non aprire in caso di allarme incendio» sullo sportello di manutenzione dell'alloggiamento del filtro. Qualifica e istruzione: - Il personale operativo e il personale di manutenzione devono essere istruiti prima di iniziare il lavoro e successivamente almeno una volta l'anno sul pericolo di incendio, sul funzionamento dei dispositivi di protezione e sul corretto comportamento in caso di incendio (obbligo dell'utilizzatore). - I lavori di manutenzione sull'impianto filtrante solo da parte di personale istruito con DPI adeguati (guanti di protezione e, ove applicabile, protezione delle vie respiratorie durante la sostituzione del filtro a causa dell'esposizione ai fumi di saldatura).

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 40 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Software rilevante per la sicurezza non identificabile o non contrassegnato: La versione e il checksum del software di sicurezza non possono essere consultati sulla macchina e il software e i dati rilevanti per la sicurezza non sono designati come tali. Dopo un intervento, un aggiornamento o la sostituzione di un dispositivo non è possibile stabilire se la macchina si trovi ancora nello stato controllato; il funzionamento con software non approvato resta inosservato. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.1.9, quarto comma; punto 1.7.4.2]

Macchina parziale: Software / documentazione · anche in: Messa in servizio, Funzionamento

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Realizzare il software rilevante per la sicurezza come unità delimitata con proprio numero di versione e checksum (separata dal software standard e di visualizzazione), in modo che sia tecnicamente possibile un'identificazione univoca.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Pagina informativa sull'HMI che mostra la versione e il checksum di tutti i componenti software rilevanti per la sicurezza (sempre facilmente accessibile senza login, allegato III, punto 1.1.9, quarto comma), contrassegno dei dati rilevanti per la sicurezza nei nomi dei file, nei menu e nelle esportazioni, confronto con il verbale di collaudo all'avviamento. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: elenco del software e dei dati rilevanti per la sicurezza con le relative versioni (allegato III, punto 1.7.4.2), istruzioni per la consultazione delle informazioni sulla versione, avvertenza sul significato per la conformità e sull'obbligo di segnalare gli scostamenti.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 41 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Evidenze mancanti o incomplete degli interventi (registrazione): Gli interventi su hardware, software o configurazione rilevanti per la sicurezza non vengono registrati oppure vengono registrati senza marca temporale e autore; i registri si sovrascrivono dopo breve tempo o sono esposti a manipolazione. Gli interventi non autorizzati restano inosservati e la traccia di audit non è disponibile su richiesta delle autorità. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, quinto comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)]

Macchina parziale: Sistema di comando / registrazione · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Prevedere la registrazione degli eventi come funzione fissa del sistema di comando (non disattivabile dall'operatore), con memoria non volatile di dimensioni adeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Registrazione degli eventi rilevanti per la sicurezza con marca temporale, identità dell'utente e contenuto della modifica (accesso, modifica di parametri e configurazione, caricamento di software con versione e checksum, apertura di gruppi costruttivi rilevanti per la sicurezza, sessioni di accesso remoto), protezione contro la cancellazione e la modifica, esportazione in forma leggibile, conservazione dei caricamenti e dei dati associati fino a cinque anni dopo il caricamento (allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: accesso ai registri ed esportazione, obblighi di conservazione dell'utilizzatore in caso di cessione della macchina, procedura in caso di richiesta dell'autorità, avvertenza sulla capacità di memoria e sulla sincronizzazione oraria.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 43 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Accesso di engineering non protetto al sistema di comando di sicurezza: L'accesso di programmazione al sistema di comando di sicurezza o al PLC di sicurezza è raggiungibile senza password o con le credenziali predefinite del fabbricante; il programma di sicurezza può essere sovrascritto o portato in stato di arresto durante il funzionamento ed è possibile il forcing di ingressi e uscite. Le funzioni di protezione vengono rese inefficaci oppure gli attuatori vengono comandati direttamente. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a)]

Macchina parziale: Sistema di comando di sicurezza / engineering · anche in: Messa in servizio, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Mantenere l'accesso di programmazione del sistema di comando di sicurezza fisicamente separato dalla rete di processo (porta dedicata, nel quadro elettrico chiuso a chiave), nessun forcing di segnali rilevanti per la sicurezza nella versione di serie, modifica del programma solo con la macchina in stato di arresto protetto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Password individuale per l'accesso al programma di sicurezza con cambio obbligatorio della password alla messa in servizio, protezione in scrittura e livelli di protezione dell'accesso del sistema di comando attivati, registrazione di tutti gli accessi e di tutte le modifiche del programma con versione e checksum, visualizzazione dello stato del programma sull'HMI. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: protezione dell'accesso e gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore, divieto di modificare il programma senza nuova verifica e documentazione, rinvio ai requisiti in caso di modifica sostanziale.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) tramite l'accesso di engineering al sistema di comando di sicurezza. L'accesso deve restare disponibile per la messa in servizio, la manutenzione e la ricerca guasti. Nella fase 1 la porta di programmazione è separata dalla rete di processo all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave, il forcing di segnali rilevanti per la sicurezza è escluso allo stato di consegna e le modifiche del programma sono ammesse solo nello stato di arresto protetto. Dopo la fase 2, sono attivi una password individuale, la protezione in scrittura e i livelli di protezione dell'accesso, ogni accesso e ogni modifica del programma vengono registrati con versione e checksum e lo stato del programma può essere consultato sul pannello HMI (evidenza secondo IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 e 7.7). Il rischio rimanente è l'uso improprio o l'errore da parte di una persona in possesso di una password valida e della chiave del quadro. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che distingua le modifiche autorizzate da quelle improprie; gli scostamenti diventano rilevabili confrontando versione e checksum con il verbale di collaudo. La gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore e il divieto di modifiche del programma senza nuova prova e documentazione sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.6 e 13).

N. 44 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Accesso remoto non autorizzato o errato tramite il gateway di manutenzione remota: Attraverso la connessione VPN IPsec del gateway di manutenzione remota, una persona non autorizzata con credenziali rubate oppure un tecnico autorizzato nel momento sbagliato interviene sul sistema di comando della cella: modifica del programma o dei parametri, riarmo di guasti o avvio di movimenti mentre sono presenti persone alla stazione di carico o nel corridoio di manutenzione. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Gateway di manutenzione remota / sistema di comando della cella · anche in: Funzionamento, Ricerca guasti

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Accesso remoto progettato in modo da non poter attivare movimenti pericolosi né eludere funzioni di sicurezza: il gateway di manutenzione remota raggiunge solo il sistema di comando standard e il pannello HMI; il PLC di sicurezza non ha alcun percorso di accesso remoto. I comandi di movimento e il riarmo dei guasti sono possibili solo da postazioni di comando con vista sulla zona pericolosa (allegato III, punto 1.2.2).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Manutenzione remota disattivata alla consegna; una sessione può essere abilitata solo in loco con l'interruttore a chiave al pulpito di comando, termina automaticamente dopo quattro ore ed è indicata sul pannello HMI come «Manutenzione remota attiva»; VPN IPsec con autenticazione a più fattori e account personali per i tecnici remoti; registrazione di ogni sessione con utente, ora e azioni eseguite, conservazione secondo l'allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (capitolo 13.3): procedura per l'abilitazione e la conclusione delle sessioni di manutenzione remota, obbligo di disponibilità in loco di una persona responsabile, azione in caso di sospetto accesso non autorizzato (terminare la sessione con l'interruttore a chiave, informare il fabbricante), referente per le comunicazioni di sicurezza del fabbricante.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Pulizia (6 pericoli)

N. 8 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 4 · **IR 12**

Pericolo di taglio e puntura dovuto al filo di saldatura (filo pieno da 1,0 a 1,2 mm) alla torcia di saldatura: Il filo che sporge dalla torcia agisce come un ago; durante la regolazione, l'infilaggio del filo o la pulizia della torcia, mani e dita possono essere punte o tagliate.

Macchina parziale: Torcia di saldatura / trainafilo · anche in: Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Ritrazione automatica del filo al termine della saldatura: il comando del trainafilo ritrae automaticamente il filo di una quantità definita (da 5 a 10 mm) nella torcia dopo ogni ciclo di saldatura, in modo che la punta affilata del filo sia arretrata all'interno del tubetto di contatto e non sporga più liberamente. Per via progettuale, in tal modo si riduce al minimo il punto di pericolo (punta del filo libera) per le fasi del ciclo di vita regolazione e pulizia. Inoltre: scelta di un sistema di trainafilo che, nella modalità inching (regolazione), fa avanzare il filo solo con il pulsante premuto in modo continuo (comando ad azione mantenuta, principio dell'uomo morto), in modo che il filo non avanzi in modo incontrollato.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Limitazione meccanica della lunghezza del filo: sul collo della torcia è previsto un fermo regolabile per la lunghezza del filo (cappuccio di protezione della torcia con apertura definita) che limita la lunghezza massima sporgente del filo alla dimensione minima necessaria per il processo. 2. Inibizione dell'avanzamento automatico del filo: l'avanzamento automatico del filo è inibito non appena si apre la porta di manutenzione; con la porta aperta il filo può avanzare solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta. 3. Modalità inching del trainafilo: la modalità inching a velocità di infilaggio ridotta è una funzione del generatore di corrente di saldatura, non una funzione di sicurezza; serve a evitare un avanzamento rapido involontario del filo. 4. Contrassegno del punto di pericolo sulla torcia e sul trainafilo con il segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso esplicito che il filo di saldatura presenta una punta affilata che può perforare la pelle anche da fermo. Descrizione della procedura sicura per l'infilaggio del filo (far avanzare il filo solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta, tagliare l'estremità del filo in modo netto con le tronchesi, non tastare mai a mani nude). 2. Segnalazione di avvertimento sul supporto della torcia e sul trainafilo: segnale di avvertimento W022 «Pericolo: elemento tagliente» secondo EN ISO 7010:2020. 3. Requisito di qualifica: le attività sulla torcia e sul trainafilo (infilaggio del filo, pulizia) possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito; requisito da documentare nelle istruzioni per l'uso. 4. Specifica dei DPI: durante l'infilaggio del filo e la pulizia della torcia devono essere indossati guanti di protezione resistenti al taglio (secondo EN 388, resistenza alla perforazione almeno livello di prestazione 2); la specifica deve essere riportata nelle istruzioni per l'uso e nell'avviso affisso sul posto di lavoro. 5. Avvertenza sul taglio sicuro della punta del filo: prima di qualsiasi attività manuale sulla torcia la punta del filo deve essere tagliata in modo netto e senza bave con idonee tronchesi; l'utensile deve essere reso disponibile sul posto di lavoro.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto alla punta del filo. Per l'arco il filo deve sporgere dal tubetto di contatto. La ritrazione automatica dopo ogni ciclo e la modalità inching con comando ad azione mantenuta (fase 1), la limitazione della lunghezza mediante il cappuccio di protezione della torcia, il blocco dell'avanzamento automatico del filo con la porta di manutenzione aperta e il tranciafilo della stazione di pulizia della torcia (fase 2) limitano la lunghezza del filo esposto alla dimensione di processo. L'infilaggio del filo durante il cambio del filo e gli interventi sulla torcia restano attività manuali in cui la mano lavora necessariamente in corrispondenza del filo; per queste attività non è possibile applicare un dispositivo di protezione tra mano e filo, per cui un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non è praticabile. La lesione da puntura o da taglio che rimane è reversibile. Vi si fa fronte nella fase 3 con guanti resistenti al taglio secondo EN 388, il taglio netto della punta del filo prima di qualsiasi attività manuale, la limitazione al personale istruito e il segnale W022 sul portatorcia e sull'unità trainafilo (istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.6).

N. 10 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di inciampo, scivolamento e caduta nell'area della stazione di carico e del corridoio di manutenzione a causa di spruzzi di saldatura sul pavimento, cavi, tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) e zone bagnate durante i lavori di pulizia.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Regolazione, Manutenzione, Ricerca guasti · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tenere cavi e tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) lontani dal pavimento della stazione di carico e del corridoio di manutenzione per via progettuale, posandoli in canaline, catene portacavi o sistemi di gestione dei cavi sospesi al soffitto, in modo che non si creino pericoli di inciampo. Progettare i collegamenti alla stazione di carico come pensili a soffitto o pannelli a parete con prese. Ridurre l'esposizione del pavimento agli spruzzi di saldatura mediante lamiere schermanti integrate nel progetto (schermi antispruzzo) alla stazione di saldatura, in modo da ridurre al minimo la ricaduta nell'area dell'operatore. Il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; il requisito per il luogo di installazione (pavimentazione antiscivolo) viene trasmesso all'utilizzatore nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Limitare il rischio residuo dovuto ai pericoli residui di inciampo e scivolamento con le seguenti misure tecniche: (1) Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) per identificare le vie di transito e le zone pericolose ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.15. (2) Illuminazione fissa adeguata della stazione di carico e del corridoio di manutenzione ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.4, in modo che ostacoli e zone bagnate siano riconoscibili tempestivamente; l'illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. (3) Tappetini antispruzzo nell'area immediata di saldatura, facili da rimuovere e da pulire.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Riferimento al pericolo di inciampo e scivolamento dovuto a spruzzi di saldatura, tubi flessibili e bagnato; prescrivere intervalli e procedure di pulizia per l'area del pavimento. (2) Requisito di qualifica: tutte le persone che accedono alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere state istruite sui pericoli e sul tracciato delle vie di transito. (3) Specifica dei DPI: all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza con suola antiscivolo (S3 secondo EN ISO 20345). (4) Segnalazione di avvertimento all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione: applicare il segnale di avvertimento W011 «Pericolo: superficie scivolosa» e il segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. (5) Requisito per il luogo di installazione: pavimentazione antiscivolo alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione, classe di resistenza allo scivolamento almeno R 11 secondo la DGUV Regel 108-003 tedesca.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a inciampo, scivolamento e caduta. Nella fase 1 cavi e tubi flessibili sono stati portati fuori dall'area del pavimento e gli schermi antispruzzo riducono gli spruzzi trasportati fuori dalla cella. Restano gli spruzzi di saldatura che raggiungono il pavimento attraverso l'apertura, aperta per il carico, e le zone bagnate durante la pulizia. L'apertura deve restare aperta per il carico e il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; ulteriori misure progettuali sulla macchina non agiscono su queste cause. Dopo la fase 2, le vie di transito sono contrassegnate, la stazione di carico è illuminata con 500 lx e il corridoio di manutenzione con 200 lx e nell'area di saldatura sono previsti tappetini antispruzzo rimovibili; la prova dei punti di inciampo e di scivolamento è stata superata. Qualsiasi ulteriore misura tecnica sostituirebbe soltanto la pulizia del pavimento, che è prescritta come attività giornaliera. La pulizia giornaliera (istruzioni per l'uso, capitolo 10.2), le calzature di sicurezza S3 antiscivolo, i segnali W011 e W007 (capitolo 2.4) e il requisito di una pavimentazione antiscivolo nel luogo di installazione (panoramica dei rischi residui, capitolo 2.6) costituiscono le informazioni per l'uso.

N. 17 Termico

Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Rischio di ustione dovuto alla torcia di saldatura calda e al collo della torcia: Il collo della torcia e il tubetto di contatto si riscaldano fortemente dopo il processo di saldatura; durante la sostituzione della torcia, la pulizia o la regolazione senza tempo di raffreddamento, mani e dita possono ustionarsi.

Macchina parziale: Torcia di saldatura · anche in: Manutenzione, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di un raffreddamento attivo della torcia (torcia raffreddata ad acqua invece di una torcia raffreddata ad aria): il raffreddamento continuo ad acqua limita per via progettuale l'energia termica nel collo della torcia e sul tubetto di contatto a un livello di temperatura nettamente inferiore. Inoltre: il supporto della torcia e il sistema di sostituzione sono progettati in modo che, durante la sostituzione della torcia, l'operatore tocchi solo zone di presa termicamente disaccoppiate (impugnatura in plastica o ceramica, nessun contatto diretto del metallo con il collo della torcia). Progettazione secondo EN ISO 13732-1:2008 (soglia di ustione per metallo nudo di circa 51 °C per un tempo di contatto di 1 min e 48 °C per 10 min).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio del tempo di raffreddamento: un sensore di temperatura sul collo della torcia segnala al sistema di comando della macchina; l'HMI indica l'abilitazione alla sostituzione e alla pulizia della torcia solo quando la temperatura è scesa al di sotto del valore limite. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1; non le viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 2. Riparo: l'area di saldatura è racchiusa dalla recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e finestre di osservazione con protezione per saldatura (EN ISO 14120:2015); l'accesso alla torcia per la manutenzione e la pulizia avviene esclusivamente attraverso la porta di manutenzione protetta (SF-01, PLr d). L'accesso involontario alla torcia calda durante il funzionamento automatico è così escluso per via progettuale. 3. Previsione di un appoggio per la torcia con alloggiamento termicamente isolato (supporto in ceramica o silicone) direttamente alla stazione di saldatura, in modo che la torcia venga deposta in modo definito dopo il processo e non venga appoggiata su superfici metalliche conduttive.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: indicare esplicitamente il tempo di raffreddamento dopo la fine della saldatura prima di qualsiasi sostituzione della torcia, pulizia o lavoro di regolazione sulla torcia (valore di riferimento secondo le indicazioni del fabbricante della torcia); includere una procedura per la sostituzione della torcia con la fase «attendere il tempo di raffreddamento o controllare la temperatura». 2. Segnalazione di avvertimento: applicare in modo permanente e ben visibile il segnale di avvertimento «Pericolo: superficie calda» (W017 secondo EN ISO 7010:2020) nell'area della torcia e sulla porta di manutenzione. 3. Qualifica: la sostituzione e la pulizia della torcia possono essere eseguite solo da persone istruite; l'istruzione riguarda il rischio di ustione, i tempi di raffreddamento e il corretto uso dei DPI. 4. Specifica dei DPI: i guanti di protezione dal calore (idonei al calore da contatto, classe di protezione secondo EN 407) sono obbligatori durante la sostituzione della torcia, la pulizia e i lavori di regolazione sulla torcia; questo requisito deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso e segnalato dal segnale di prescrizione «Guanti di protezione obbligatori» (M009 secondo EN ISO 7010:2020) alla porta di manutenzione.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 20 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 4 · **IR 16**

Pericolo dovuto all'inalazione di fumi e vapori di saldatura (ossidi metallici, manganese, ossidi di ferro): La saldatura MAG di acciaio da costruzione genera particelle e gas nocivi; con aspirazione insufficiente (cartuccia filtrante satura, impianto spento) le concentrazioni nella zona respiratoria dell'operatore superano i valori limite di esposizione professionale.

Macchina parziale: Impianto completo (aspirazione / area di saldatura) · anche in: Funzionamento, Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Sostituzione del materiale di consumo di saldatura: impiego di fili pieni con tenore di manganese dimostrabilmente ridotto (lega a basso Mn, ad es. tenore di Mn < 1,0 % secondo la scheda di dati di sicurezza) al posto di fili animati o fili ad alto tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura (acciaio da costruzione, qualità del cordone). Inoltre: ottimizzazione dei parametri di saldatura (tensione dell'arco, velocità di avanzamento del filo, composizione del gas di protezione) su un'impostazione a basse emissioni di fumi secondo la raccomandazione del fabbricante del generatore di corrente di saldatura, per ridurre al minimo la formazione di fumi alla fonte. Entrambe le misure riducono la massa di inquinanti emessa e quindi la probabilità di un'esposizione nociva; la gravità del possibile danno resta invariata.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Ventilazione tecnica e aspirazione secondo EN ISO 21904-1:2020 (aspirazione dei fumi di saldatura): captazione dei fumi di saldatura mediante la cappa di aspirazione sopra l'area di saldatura con una portata volumetrica di 1800 m³/h, che garantisce la velocità di captazione nel punto di generazione. L'impianto di aspirazione deve essere dotato di monitoraggio del filtro (pressostato differenziale) che attiva un allarme quando la cartuccia filtrante è satura o l'aspirazione è difettosa; la cella si arresta in modo controllato e può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto (interblocco operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1, non gli viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio). Schermatura dell'area di saldatura mediante la recinzione perimetrale con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura (EN ISO 14120:2015) e la parete divisoria centrale della tavola girevole, per ridurre al minimo la fuoriuscita dei fumi nell'area dell'operatore. Il monitoraggio dell'aria ambiente per la concentrazione di fumi di saldatura alla stazione di carico è raccomandato all'utilizzatore come misura aggiuntiva.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dei tipi di fumi di saldatura emessi e riferimento ai valori limite di esposizione professionale da rispettare secondo le regole tecniche tedesche per le sostanze pericolose TRGS 900 e TRGS 528; istruzione per il controllo periodico e la sostituzione delle cartucce filtranti (intervallo di manutenzione secondo le indicazioni del fabbricante, EN ISO 21904-1:2020); divieto di saldare in caso di guasto o spegnimento dell'impianto di aspirazione. Segnali di avvertimento nell'area di saldatura: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Fumi di saldatura nocivi» e segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017) come segnalazione del rischio residuo. Requisito relativo ai DPI: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 o respiratore a filtro con ventilazione assistita per i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia nell'area di saldatura con impianto di aspirazione spento. Requisito di qualifica: gli operatori e il personale addetto alla regolazione devono essere istruiti sui pericoli dei fumi di saldatura e sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione (TRGS 528, punto 5).

Rischio dopo: G 4 · P 2 · **IR 8 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 8 (G 4, P 2) dovuto ai fumi di saldatura. La gravità deriva dalle proprietà dei fumi di saldatura (ossidi metallici, manganese) e resta invariata; il processo MAG è lo scopo della macchina e non può essere sostituito. Nella fase 1 sono previsti filo pieno a basso tenore di manganese, nei limiti consentiti dal compito di saldatura, e parametri a basse emissioni di fumi. Dopo la fase 2, la cappa sopra l'area di saldatura capta i fumi con 1.800 m³/h, la cella si arresta in modo controllato in caso di aspirazione difettosa o di cartuccia filtrante satura (soglia di allarme guasto 1.400 m³/h), la separazione avviene in classe W3 e la recinzione perimetrale e la parete divisoria centrale schermano la stazione di carico; captazione, efficacia e classe di separazione sono state verificate. Un incapsulamento completo non è possibile perché l'apertura di carico deve restare aperta per il carico manuale, e durante i lavori nell'area di saldatura l'aspirazione è spenta; per questa esposizione residua non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2. Il rischio rimanente consiste nelle emissioni residue alla stazione di carico e nell'esposizione durante i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia. La protezione delle vie respiratorie FFP3 per questi lavori, il divieto di saldare senza un'aspirazione efficace, la manutenzione del filtro e gli obblighi dell'utilizzatore ai sensi della TRGS 528 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 1.2, 2.6, 9.1 e 10.2).

N. 22 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 3 · P 2 · **IR 6**

Pericolo dovuto alla polvere del filtro durante la sostituzione della cartuccia filtrante dell'aspirazione dei fumi di saldatura: La cartuccia filtrante contiene fumi di saldatura separati con ossidi metallici e particelle fini; se sostituita senza adeguate misure di protezione delle vie respiratorie, le polveri vengono rilasciate e inalate.

Macchina parziale: Aspirazione dei fumi di saldatura (unità filtrante) · anche in: Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Contenimento della polvere per via progettuale durante la sostituzione del filtro: l'unità filtrante è dotata di un sistema bag-in/bag-out integrato, in modo che la cartuccia filtrante contaminata possa essere rimossa e sigillata in un sacchetto di plastica chiuso senza contatto diretto con la polvere. Per via progettuale si riduce così al minimo il rilascio di polvere alla fonte (sostituzione della rimozione aperta con una procedura di sostituzione chiusa secondo EN ISO 12100, punto 6.2.4). Inoltre: l'impulso di pulizia (getto di pressione) prima della sostituzione è consentito SOLO con alloggiamento chiuso e impianto di aspirazione disattivato, per compattare i depositi di polvere nella cartuccia e ridurre il rilascio all'apertura.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Misure di protezione tecniche per il rischio residuo (polvere residua all'apertura dell'alloggiamento e nella manipolazione della cartuccia): 1. Alloggiamento di aspirazione con interblocco della depressione: l'alloggiamento del filtro può essere aperto per via progettuale solo con ventilatore spento e impianto depressurizzato (interblocco meccanico, nessuna funzione di sicurezza con requisito di PLr, poiché non è coinvolto alcun azionamento di movimento). 2. Aspirazione locale nel punto di sostituzione: sull'alloggiamento del filtro deve essere previsto un bocchettone di collegamento per un'unità di aspirazione mobile (aspirapolvere industriale classe di polvere H secondo EN 60335-2-69, idoneo per polveri da fumi di saldatura); viene attivato durante la sostituzione e cattura le particelle residue rilasciate. 3. Marcatura dell'unità filtrante: sull'alloggiamento del filtro deve essere applicato in modo permanente il segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Polvere nociva».
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (capitolo 10.2): istruzioni dettagliate passo per passo per la sostituzione del filtro con descrizione della procedura bag-in/bag-out; informazioni sulla composizione delle polveri separate (ossidi metallici, particelle fini, eventualmente sostanze CMR a seconda del materiale di saldatura); avviso di smaltimento (le cartucce filtranti contaminate devono essere smaltite come rifiuti pericolosi secondo la normativa sui rifiuti applicabile). 2. Requisito di qualifica: la sostituzione del filtro deve essere eseguita solo da personale specializzato formato e informato sul pericolo delle polveri dei fumi di saldatura. 3. Specifica dei DPI: durante la sostituzione del filtro devono essere indossati almeno: semimaschera filtrante FFP3 secondo EN 149 per particelle fini e ossidi metallici; guanti di protezione (resistenti agli agenti chimici); occhiali di protezione (protezione dalle particelle). I requisiti relativi ai DPI devono essere specificati in modo permanente nelle istruzioni per l'uso e mediante il segnale di prescrizione «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017 secondo EN ISO 7010:2020) sull'alloggiamento del filtro. 4. Riferimento alla normativa in materia di sicurezza e salute sul lavoro: l'utilizzatore deve essere informato dei propri obblighi ai sensi di TRGS 528 (lavori di saldatura) e dell'regolamento tedesco sulle sostanze pericolose (GefStoffV), in particolare per quanto riguarda la valutazione del rischio per le polveri CMR e la messa a disposizione di DPI idonei.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 27 Ergonomico — Rischio prima: G 2 · P 3 · **IR 6**

Illuminazione insufficiente alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione: un'illuminazione inadeguata rende difficili il carico e lo scarico in sicurezza dei pezzi e l'esecuzione dei lavori di manutenzione e aumenta il rischio di errori e di infortuni.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione da prevedere nella progettazione: gli apparecchi di illuminazione sono integrati in modo permanente nella struttura della macchina (incorporati nel telaio della recinzione perimetrale), in modo che l'illuminamento alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione sia assicurato in modo permanente indipendentemente dall'illuminazione del capannone. La progettazione è eseguita secondo EN ISO 12100:2010, punto 6.2.8 (ergonomia), in combinazione con EN 1837 (illuminazione integrata nelle macchine); l'illuminazione come realizzata fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. L'integrazione nel progetto elimina la dipendenza da fonti di luce esterne che possono essere inadeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dovuto a guasto od ombreggiamento degli apparecchi di illuminazione integrati: monitoraggio della disponibilità operativa dell'illuminazione del posto di lavoro da parte del sistema di comando della macchina (segnalazione in caso di guasto della lampada). Inoltre le aree del corridoio di manutenzione devono essere contrassegnate con segnaletica a pavimento gialla e nera retroriflettente secondo la regola tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 (pericoli di inciampo, limiti del corridoio) e, in corrispondenza dei pericoli di inciampo, con il segnale di avvertimento W007 «Pericolo: ostacolo al suolo» secondo EN ISO 7010:2020. Per il monitoraggio dell'illuminazione non è richiesta una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1; in caso di guasto dell'illuminazione il lavoro deve essere interrotto (fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): specifica dell'illuminamento dell'illuminazione del posto di lavoro: 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione; avviso che in caso di guasto dell'illuminazione integrata il lavoro deve essere interrotto fino al ripristino dell'illuminazione. Cartello con testo sulla porta di manutenzione: «Interrompere il lavoro in caso di guasto dell'illuminazione». Requisito di qualifica: il personale di manutenzione deve essere istruito a controllare il funzionamento dell'illuminazione prima di iniziare il lavoro. In caso di guasto dell'illuminazione, utilizzare apparecchi di illuminazione portatili idonei per brevi ispezioni; riprendere il lavoro regolare solo dopo il ripristino dell'illuminazione.

Rischio dopo: G 2 · P 1 · **IR 2 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Ricerca guasti (15 pericoli)

N. 1 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e cesoiamento dovuto alla tavola girevole durante la rotazione automatica: Parti del corpo dell'operatore (mani, braccia) possono essere trascinate e schiacciate tra la tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa o la recinzione perimetrale, in particolare quando si interviene sulla tavola girevole durante la rotazione per riposizionare un pezzo spostato (uso scorretto ragionevolmente prevedibile).

Macchina parziale: Tavola girevole (unità di rotazione) · anche in: Funzionamento, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Dimensionare gli interstizi tra il bordo della tavola girevole e la parete divisoria centrale fissa, nonché la recinzione perimetrale, in modo che non si formino punti di schiacciamento: gli interstizi non devono essere inferiori alle distanze minime di EN ISO 13854:2019, tabella 1 (25 mm per le dita, 100 mm per la mano, 120 mm per il braccio, 500 mm per il corpo). In alternativa, mantenere l'interstizio così piccolo che nessuna parte del corpo possa penetrarvi (dimensioni delle aperture secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4). Dove non è realizzabile nessuna delle due dimensioni, configurare la geometria del telaio della tavola in modo da evitare una forma a cuneo convergente (fianchi paralleli o divergenti invece di un interstizio convergente). Inoltre: ridurre la massa e la velocità di rotazione della tavola girevole al minimo funzionalmente necessario (dimensionamento dell'azionamento) per limitare l'energia cinetica che agisce nella zona di schiacciamento.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Rischio residuo dopo la fase 1: l'area di rotazione resta una zona pericolosa in cui non si deve entrare mentre l'azionamento è in funzione. Misure di protezione tecniche: 1. Abilitazione del movimento di rotazione solo ad area di rotazione libera (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): l'ESPE (barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020) sorveglia completamente l'area di rotazione; disposizione e distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga (SF-01, PLr d; categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 3. Modalità di regolazione: movimento di rotazione solo a velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e con dispositivo di abilitazione azionato (SF-05, PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 4. Arresto di emergenza nell'area dell'operatore secondo EN ISO 13850:2015, integrato in SF-03 (PLr d, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018). 5. Isolamento dell'energia prima degli interventi: valvola di intercettazione con bloccaggio meccanico (lockout) secondo EN ISO 4414:2010; bloccare la tavola girevole in posizione finale con collegamento di forma (EN ISO 14118:2018).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso: è vietato intervenire nell'area di rotazione mentre la tavola girevole è in funzione o non è messa in sicurezza. Prima di qualsiasi intervento (ad es. riposizionamento di un pezzo) l'impianto deve essere completamente spento e messo in sicurezza (lockout/tagout). Per la modalità di regolazione vale una procedura separata con dispositivo di abilitazione, descritta nelle istruzioni per l'uso. 2. Segnali di avvertimento sulla macchina: sulla tavola girevole sono applicati i segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» nonché il segnale di divieto P015 «Vietato introdurre le mani» (secondo EN ISO 7010:2020). 3. Chi può intervenire: la regolazione e la ricerca guasti possono essere eseguite solo da personale istruito. L'istruzione deve essere ripetuta almeno una volta l'anno e documentata per iscritto. 4. Dispositivi di protezione individuale: i guanti di protezione non proteggono dallo schiacciamento. Intervenire nell'area di rotazione solo a tavola girevole ferma. In tutta l'area dell'impianto sono obbligatorie calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026



Avvertimento: pericolo di schiacciamento

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1). La gravità resta 5: la massa e l'azionamento della tavola girevole sono necessari per la rotazione di 180 gradi con un carico utile fino a 2 x 40 kg più le attrezzature di serraggio in un ciclo di circa 90 secondi e sono già stati limitati al livello funzionalmente necessario nella fase 1; gli interstizi sono progettati secondo EN ISO 13854:2019 ed EN ISO 13857:2019 e i bordi della tavola non presentano forme a cuneo convergente. Qualsiasi ulteriore riduzione dell'energia impedirebbe la rotazione. Dopo la fase 2, la tavola ruota solo ad area di rotazione libera (SF-04, PL e), la porta di manutenzione è mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo (SF-01, PL d), la modalità di regolazione è limitata a 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (SF-05) e la tavola viene bloccata con collegamento di forma prima di qualsiasi intervento. Un infortunio richiede quindi l'introduzione deliberata delle mani nella tavola in rotazione eludendo tali dispositivi; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che renda più difficile questo uso scorretto senza impedire la rotazione. Il divieto e l'obbligo di sezionamento prima di ogni intervento sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.2, 2.6 e 9.1) e sulla tavola girevole sono applicati i segnali W019, W024 e P015.

N. 4 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo di schiacciamento all'interfaccia tra la tavola girevole e il robot di saldatura (area di trasferimento): Durante la rotazione l'attrezzatura caricata si sposta nell'area di lavoro del robot; l'ingresso non coordinato del robot nell'area di rotazione o la mancanza di un interblocco tra il movimento della tavola girevole e l'abilitazione del robot possono causare collisioni e lesioni da schiacciamento.

Macchina parziale: Interfaccia: tavola girevole / robot di saldatura · anche in: Funzionamento, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Il raggio di rotazione della tavola girevole e il limite dello spazio di lavoro del robot (inviluppo del TCP) sono coordinati tra loro in fase di progettazione in modo che l'area massima di rotazione dell'attrezzatura e lo spazio di lavoro minimo del robot mantengano tra loro una distanza geometrica minima >= 500 mm (distanza minima per evitare lo schiacciamento del corpo secondo EN ISO 13854:2019, tabella 1) quando entrambi i movimenti sarebbero attivi contemporaneamente. In tal modo la zona di sovrapposizione è ridotta per via progettuale; l'eliminazione completa della sovrapposizione non è possibile con questa topologia di sistema a causa di vincoli funzionali, per cui la sovrapposizione residua è protetta dalla fase 2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	SF-04 «Abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera» con PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 (grafico del rischio: S2/F2/P2). Realizzazione come funzione di sicurezza interbloccata nel PLC di sicurezza: (a) Monitoraggio dell'arresto del robot: il robot deve trovarsi in una posizione di riposo definita al di fuori dell'area di rotazione e deve confermarlo tramite un segnale di retroazione sicuro (uscita sicura del sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.7 e 5.5.8) prima che venga concessa l'abilitazione della tavola girevole. (b) Abilitazione della tavola girevole al robot: finché la tavola girevole non si trova nella posizione finale e bloccata, il sistema di comando del robot non riceve alcun segnale di abilitazione per l'area di ingresso; la tavola girevole è bloccata in posizione finale con collegamento di forma. (c) Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione verso l'area di rotazione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga, incorporato in SF-01 (PLr d). (d) Arresto di emergenza dell'impianto completo secondo EN ISO 13850:2015, incorporato in SF-03 (PLr d), categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018. (e) In modalità di regolazione vale SF-05: velocità ridotta in sicurezza <= 250 mm/s con dispositivo di abilitazione (PLr d); il personale addetto alla regolazione può entrare nell'area di rotazione solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta. La distanza della recinzione perimetrale dall'area di rotazione è conforme a EN ISO 13857:2019, tabella 2; la recinzione perimetrale è progettata secondo EN ISO 14120:2015.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della logica di interblocco SF-04 e delle modalità operative Automatico e Regolazione; avviso esplicito che è vietato entrare nell'area di rotazione mentre l'impianto è in funzione. Modalità di regolazione: requisito di qualifica da documentare (solo personale specializzato istruito, a conoscenza del dispositivo di abilitazione). Segnalazione di avvertimento all'area di rotazione: segnali di avvertimento W019 «Pericolo di schiacciamento» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020; alla porta di manutenzione inoltre il segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006). Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345; in modalità di regolazione inoltre indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi). Avvertenza sul rischio residuo in modalità di regolazione e nella ricerca guasti: tenere sempre azionato il dispositivo di abilitazione, non entrare mai nell'area di rotazione senza dispositivo di abilitazione.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel trasferimento tra tavola girevole e robot. Il robot deve raggiungere la stazione appena portata in posizione dalla rotazione; con questo layout dell'impianto una separazione geometrica completa tra l'area di rotazione e lo spazio di lavoro del robot non è quindi possibile per motivi funzionali. Nella fase 1 la sovrapposizione è stata ridotta mediante una distanza minima di 500 mm tra il raggio di rotazione e l'inviluppo del TCP. La sovrapposizione residua è interbloccata reciprocamente: la tavola girevole ruota solo quando il sistema di comando del robot conferma tramite un'uscita sicura la posizione di riposo al di fuori della zona di rotazione, e il robot viene abilitato solo quando la tavola è bloccata nella posizione finale (SF-04, PL e secondo il grafico del rischio S2/F2/P2). Un infortunio richiede quindi un guasto di tale interblocco oppure l'ingresso con l'impianto in funzione eludendo il bloccaggio del riparo (SF-01). L'abilitazione è già realizzata con il livello di prestazione richiesto; un'ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 non ridurrebbe in modo misurabile la probabilità di accadimento. In modalità di regolazione vale SF-05 con 250 mm/s e dispositivo di abilitazione. La logica di interblocco, il divieto di ingresso e il comportamento in modalità di regolazione sono descritti nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5, 2.6 e 9.3).

N. 5 Meccanico

Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Caduta di pezzi o di parti dell'attrezzatura per guasto del dispositivo di serraggio pneumatico: In caso di mancanza o perdita di aria compressa, gli elementi di serraggio si aprono in modo incontrollato; pezzi fino a 40 kg possono cadere dalla tavola girevole e colpire persone alla stazione di carico.

Macchina parziale: Dispositivo di serraggio pneumatico (tavola girevole) · anche in: Funzionamento, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Impiego di dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio direttamente sul cilindro di serraggio: in caso di mancanza di aria compressa o di perdita nella linea di alimentazione, la pressione di serraggio resta intrappolata nel cilindro e il pezzo rimane serrato; i dispositivi di serraggio si aprono solo quando la valvola viene aperta attivamente per pilotaggio. La forza di serraggio è dimensionata per il peso massimo del pezzo di 40 kg più un fattore di sicurezza secondo EN ISO 4414:2010. Inoltre: limitazione della pressione di esercizio al livello necessario per la funzione di serraggio, per ridurre al minimo l'energia pneumatica accumulata (EN ISO 4414:2010).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Monitoraggio della pressione di serraggio con funzione di sicurezza: un pressostato nella linea di serraggio monitora la pressione di serraggio; se la pressione scende al di sotto della pressione minima di serraggio, l'abilitazione del movimento di rotazione della tavola girevole viene inibita (collegata a SF-04, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023). Finché la pressione di serraggio non è stata confermata, la tavola girevole non ruota. 2. Interblocco meccanico del movimento di rotazione: bloccaggio a collegamento di forma della tavola girevole nella posizione di carico, in modo da impedire la rotazione involontaria con un pezzo serrato o libero; l'interblocco viene rilasciato solo dopo la conferma della pressione di serraggio (interbloccato con SF-04, PLr e). 3. Protezione contro la caduta/dispositivo di arresto: dispositivo meccanico di arresto (lamiera deflettrice) sotto la tavola girevole, dimensionato per il peso massimo del pezzo di 40 kg e per la massima altezza di caduta, per tenere lontane dalla stazione di carico le parti in caduta; progettazione secondo EN ISO 14120:2015. 4. Distanza di sicurezza alla stazione di carico: disposizione della stazione di carico in modo che la zona pericolosa sotto la tavola girevole si trovi al di fuori dell'area di permanenza normale.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del principio di serraggio (dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di mantenimento della pressione) e del monitoraggio della pressione di serraggio; divieto di sostare sotto la tavola girevole durante il funzionamento e durante la ricerca guasti senza arresto messo in sicurezza; procedura in caso di mancanza di aria compressa (arrestare la macchina, ripristinare l'alimentazione di aria compressa, rimuovere il pezzo solo dopo un controllo della pressione). 2. Isolamento dell'energia prima degli interventi: istruzione per lo scarico completo della pressione dell'impianto pneumatico prima dei lavori di manutenzione e assistenza secondo EN ISO 4414:2010 ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione del riavvio inatteso e del rilascio inatteso di energia); a causa della valvola di mantenimento della pressione, la pressione di serraggio resta intrappolata nei cilindri di serraggio, per cui i dispositivi di serraggio devono essere aperti e depressurizzati prima di qualsiasi lavoro sul dispositivo di serraggio; prevedere una valvola di intercettazione e scarico con possibilità di lockout. 3. Segnalazione di avvertimento: applicare alla tavola girevole e alla stazione di carico i segnali di avvertimento W015 «Pericolo: carichi sospesi» e W024 «Pericolo di schiacciamento delle mani» secondo EN ISO 7010:2020. 4. Qualifica: i lavori di ricerca guasti e di regolazione devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato istruito; i requisiti devono essere specificati nelle istruzioni per l'uso. 5. DPI: prescrivere l'uso di calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345) alla stazione di carico come protezione dal rischio residuo.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 6 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 3 · **IR 15**

Pericolo di schiacciamento e urto per riavvio inatteso della tavola girevole o del robot dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto: se manca un sistema coordinato di prevenzione del riavvio (EN ISO 11161), singole macchine parziali possono avviarsi automaticamente mentre nella zona pericolosa sono ancora presenti persone.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento del riavvio) · anche in: Manutenzione, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il riavvio dopo un arresto di emergenza o dopo l'eliminazione di un guasto è un evento del sistema di comando che, dato il principio funzionale dell'impianto completo (funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole), non può essere eliminato per via progettuale senza annullare la funzione della macchina. Non esiste alcuna misura geometrica o energetica in grado di impedire il riavvio stesso senza abolire la funzione della macchina. La protezione deve quindi essere ottenuta interamente con misure della fase 2 (sistema di comando e interblocco).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Prevenzione coordinata del riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: il sistema di comando dell'impianto completo non deve consentire il riavvio di una macchina parziale (tavola girevole, robot) finché non è stato impartito un comando di riavvio deliberato e manuale da una posizione sicura al di fuori di tutte le zone pericolose. Il comando di riavvio non deve essere attivato automaticamente dopo il riarmo dell'arresto di emergenza o dopo l'eliminazione del guasto. 2. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro, categoria di arresto 1 all'apertura della porta di manutenzione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) e SF-03 (arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023) garantiscono che tutti gli azionamenti vengano portati in modo sicuro all'arresto. La prevenzione del riavvio è realizzata come parte integrante delle funzioni di sicurezza SF-01, SF-03 e SF-04 ed è eseguita al rispettivo PLr (SF-04: PLr e; SF-01 e SF-03: PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). 3. Funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023): la tavola girevole può eseguire il proprio movimento di rotazione solo quando l'area di rotazione è stata rilevata come libera dalla barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 (posizionata secondo EN ISO 13855:2024). Questa funzione resta attiva dopo il riavvio e impedisce l'avviamento in presenza di persone. 4. Funzione di sicurezza SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023): in modalità di regolazione il riavvio deve essere consentito esclusivamente tramite un dispositivo di abilitazione (a 3 posizioni secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7), in modo da escludere un riavvio inatteso a piena velocità. 5. Diseccitazione e isolamento dell'energia secondo EN ISO 14118:2018: prima di entrare nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione, l'alimentazione di energia a tutti gli azionamenti interessati (elettrica, pneumatica secondo EN ISO 4414:2010) deve essere disinserita mediante un dispositivo di sezionamento bloccabile e protetta contro la riattivazione involontaria (lockout/tagout). L'energia residua (energia pneumatica accumulata) deve essere dissipata prima di qualsiasi intervento; la tavola girevole deve essere bloccata in posizione finale con collegamento di forma. 6. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga: il bloccaggio del riparo mantiene chiusa la porta di manutenzione finché i movimenti pericolosi non sono stati portati in modo sicuro all'arresto (categoria di arresto 1 completata). L'integrazione avviene nell'ambito di SF-01 (PLr d).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della sequenza di riavvio dopo un arresto di emergenza e dopo l'eliminazione di un guasto; dichiarazione esplicita che il riavvio è ammesso solo dopo che tutte le zone pericolose sono state completamente sgomberate ed è stato impartito dall'esterno un comando di riarmo manuale. Descrizione della procedura di lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018 per tutte le attività di manutenzione e di ricerca guasti. 2. Segnalazione di avvertimento alla porta di manutenzione e alle unità di riarmo: avvertenza sul riavvio inatteso (segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020), avviso dell'obbligo di riarmo dall'esterno. 3. Requisito di qualifica: le attività di regolazione e di manutenzione possono essere eseguite solo da personale specializzato istruito, formato sulla procedura di riavvio e sul metodo lockout/tagout (EN ISO 10218-2:2025, punto 7.5.12). 4. Specifica dei DPI: all'ingresso nella zona pericolosa per la ricerca guasti o la manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza (S3 secondo EN ISO 20345); ulteriori DPI secondo quanto stabilito dalla valutazione del rischio del posto di lavoro dell'utilizzatore.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto a riavvio inatteso. Il riavvio è un evento di comando del funzionamento automatico coordinato di robot e tavola girevole; non esiste alcuna misura progettuale che lo impedisca senza vanificare la funzione della cella (fase 1). Dopo la fase 2, il sistema di comando dell'impianto completo consente il riavvio secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 solo a seguito di un comando deliberato dal pulpito di comando al di fuori delle zone pericolose, il blocco al riavvio fa parte di SF-01, SF-03 (PL d) e SF-04 (PL e), l'abilitazione alla rotazione verifica l'area di rotazione anche dopo il riavvio e il dispositivo di blocco per lucchetti personali impedisce la chiusura della porta di manutenzione finché una persona si trova all'interno della cella. Per la ricerca guasti e la manutenzione sono previsti l'interruttore generale bloccabile e la valvola di intercettazione dell'aria compressa bloccabile con funzione di sfiato secondo EN ISO 14118:2018. Il rischio rimanente è un avviamento quando una persona non applica il proprio lucchetto né seziona l'impianto e contemporaneamente il blocco al riavvio si guasta. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che sostituisca il sezionamento da parte della persona. La sequenza di riavvio e la procedura di sezionamento sono descritte nelle istruzioni per l'uso (capitoli 9.5 e 10.4).

N. 7 Meccanico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Funzione di arresto di emergenza mancante o non coordinata tra le macchine parziali (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, impianto di aspirazione): un arresto di emergenza su una macchina parziale non arresta necessariamente tutte le altre macchine parziali; le persone possono essere messe in pericolo da componenti che continuano a funzionare.

Macchina parziale: Impianto completo (coordinamento dell'arresto di emergenza) · anche in: Funzionamento, Regolazione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il coordinamento di più sistemi di comando indipendenti richiede necessariamente una logica di comando di livello superiore. Una pura misura progettuale (geometria, limitazione dell'energia, sostituzione) non può sostituire il collegamento mancante dei circuiti di arresto di emergenza. Il principio funzionale dell'impianto completo rende necessario un coordinamento attivo del sistema di comando.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Circuito di arresto di emergenza di livello superiore (SF-03) secondo EN ISO 13850:2015 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010: tutti i dispositivi di arresto di emergenza dell'impianto completo sono integrati in un circuito di sicurezza comune di livello superiore che, all'azionamento in qualsiasi punto, porta tutte le macchine parziali pericolose (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, pneumatica) a un arresto coordinato; l'impianto di aspirazione continua a funzionare per motivi operativi. Categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018 (arresto controllato, seguito dal disinserimento dell'energia): il robot esegue un arresto controllato lungo la propria traiettoria, la tavola girevole frena attivamente, il generatore di corrente di saldatura viene diseccitato e i dispositivi di serraggio restano serrati grazie alla valvola di mantenimento della pressione. La prosecuzione del funzionamento dell'impianto di aspirazione non è una funzione di sicurezza, ma è necessaria per motivi operativi. La funzione di sicurezza SF-03 è specificata con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023 e realizzata in categoria 3 con PL d. L'integrazione del robot avviene tramite il sistema di comando del robot secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.3.3 (campo d'azione dell'arresto di emergenza, interfaccia di sicurezza verso il sistema di comando di livello superiore). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere progettati secondo EN ISO 13850:2015 (pulsante a fungo, sfondo giallo, con autoritenuta, sblocco solo con azione deliberata). I dispositivi di arresto di emergenza devono essere posizionati in modo che da ogni postazione operativa sia raggiungibile almeno un dispositivo di arresto di emergenza senza esporsi a un pericolo (EN ISO 13850:2015). Interblocco di riavvio: dopo un arresto di emergenza è necessario un riarmo manuale prima che l'impianto possa riavviarsi (EN ISO 13850:2015, punto 4.1.4), per evitare un riavvio inatteso secondo EN ISO 14118:2018.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della topologia di arresto di emergenza dell'impianto completo con una planimetria di tutti i dispositivi di arresto di emergenza e dell'area d'azione di ciascun dispositivo. Indicazione chiara che dopo un arresto di emergenza la zona pericolosa di tutte le macchine parziali deve essere ispezionata prima di eseguire il riarmo. Modalità di regolazione e ricerca guasti: indicazione che l'intervento nella zona pericolosa è ammesso solo dopo che tutte le macchine parziali si sono completamente arrestate e la porta di manutenzione è stata protetta contro la chiusura (lucchetto personale nel dispositivo di blocco). Requisito di qualifica: regolazione e ricerca guasti solo da parte di personale specializzato istruito che conosce la topologia dell'arresto di emergenza. Segnalazione al pulpito di comando: cartello con testo che indica l'area d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza (l'arresto di emergenza agisce su tutte le macchine parziali della cella), integrato dal segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) nel coordinamento dell'arresto di emergenza. Il collegamento dei circuiti di arresto di emergenza di più macchine parziali è possibile solo mediante il sistema di comando; per questo non esiste alcuna misura della fase 1. È realizzato un circuito di arresto di emergenza di livello superiore SF-03 in categoria 3 con PL d che, da ogni dispositivo di arresto di emergenza (pulpito di comando, porta di manutenzione, pendant di programmazione), arresta congiuntamente robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura e pneumatica, con riarmo manuale secondo EN ISO 13850:2015 e campo d'azione secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010; il livello di prestazione richiesto è raggiunto e le voci di prova relative all'arresto di emergenza sono state superate. Il rischio rimanente è il movimento per inerzia durante l'arresto controllato in categoria di arresto 1. Questa categoria è stata scelta perché il robot frena in modo controllato lungo la propria traiettoria e i dispositivi di serraggio trattengono il pezzo grazie alla valvola di mantenimento della pressione; un arresto in categoria 0 rinuncerebbe a questo controllo senza eliminare il movimento per inerzia. L'arresto di emergenza è una misura di protezione complementare e non sostituisce alcuna protezione. La disposizione e il campo d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.5 e 9.5) e sul cartello con testo al pulpito di comando.

N. 10 Meccanico — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Pericolo di inciampo, scivolamento e caduta nell'area della stazione di carico e del corridoio di manutenzione a causa di spruzzi di saldatura sul pavimento, cavi, tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) e zone bagnate durante i lavori di pulizia.

Macchina parziale: Stazione di carico / corridoio di manutenzione · anche in: Funzionamento, Regolazione, Manutenzione, Pulizia · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tenere cavi e tubi flessibili (aria compressa, gas di protezione) lontani dal pavimento della stazione di carico e del corridoio di manutenzione per via progettuale, posandoli in canaline, catene portacavi o sistemi di gestione dei cavi sospesi al soffitto, in modo che non si creino pericoli di inciampo. Progettare i collegamenti alla stazione di carico come pensili a soffitto o pannelli a parete con prese. Ridurre l'esposizione del pavimento agli spruzzi di saldatura mediante lamiere schermanti integrate nel progetto (schermi antispruzzo) alla stazione di saldatura, in modo da ridurre al minimo la ricaduta nell'area dell'operatore. Il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; il requisito per il luogo di installazione (pavimentazione antiscivolo) viene trasmesso all'utilizzatore nella fase 3.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Limitare il rischio residuo dovuto ai pericoli residui di inciampo e scivolamento con le seguenti misure tecniche: (1) Segnaletica a pavimento (giallo/nero secondo ASR A1.3 tedesca) per identificare le vie di transito e le zone pericolose ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.15. (2) Illuminazione fissa adeguata della stazione di carico e del corridoio di manutenzione ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.4, in modo che ostacoli e zone bagnate siano riconoscibili tempestivamente; l'illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 fornisce 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione. (3) Tappetini antispruzzo nell'area immediata di saldatura, facili da rimuovere e da pulire.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): (1) Riferimento al pericolo di inciampo e scivolamento dovuto a spruzzi di saldatura, tubi flessibili e bagnato; prescrivere intervalli e procedure di pulizia per l'area del pavimento. (2) Requisito di qualifica: tutte le persone che accedono alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere state istruite sui pericoli e sul tracciato delle vie di transito. (3) Specifica dei DPI: all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione devono essere indossate calzature di sicurezza con suola antiscivolo (S3 secondo EN ISO 20345). (4) Segnalazione di avvertimento all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione: applicare il segnale di avvertimento W011 «Pericolo: superficie scivolosa» e il segnale di prescrizione M008 «Calzature di sicurezza obbligatorie» secondo EN ISO 7010:2020. (5) Requisito per il luogo di installazione: pavimentazione antiscivolo alla stazione di carico e nel corridoio di manutenzione, classe di resistenza allo scivolamento almeno R 11 secondo la DGUV Regel 108-003 tedesca.

Rischio dopo: G 3 · P 2 · **IR 6 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 6 (G 3, P 2) dovuto a inciampo, scivolamento e caduta. Nella fase 1 cavi e tubi flessibili sono stati portati fuori dall'area del pavimento e gli schermi antispruzzo riducono gli spruzzi trasportati fuori dalla cella. Restano gli spruzzi di saldatura che raggiungono il pavimento attraverso l'apertura, aperta per il carico, e le zone bagnate durante la pulizia. L'apertura deve restare aperta per il carico e il pavimento del capannone non fa parte della fornitura; ulteriori misure progettuali sulla macchina non agiscono su queste cause. Dopo la fase 2, le vie di transito sono contrassegnate, la stazione di carico è illuminata con 500 lx e il corridoio di manutenzione con 200 lx e nell'area di saldatura sono previsti tappetini antispruzzo rimovibili; la prova dei punti di inciampo e di scivolamento è stata superata. Qualsiasi ulteriore misura tecnica sostituirebbe soltanto la pulizia del pavimento, che è prescritta come attività giornaliera. La pulizia giornaliera (istruzioni per l'uso, capitolo 10.2), le calzature di sicurezza S3 antiscivolo, i segnali W011 e W007 (capitolo 2.4) e il requisito di una pavimentazione antiscivolo nel luogo di installazione (panoramica dei rischi residui, capitolo 2.6) costituiscono le informazioni per l'uso.

N. 11 Meccanico

Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto all'accesso simultaneo di più persone a zone diverse della cella (EN ISO 11161): una seconda persona si trova all'interno della cella senza che il personale addetto alla regolazione ne sia a conoscenza; all'avviamento del robot o della tavola girevole la seconda persona viene colpita.

Macchina parziale: Impianto completo (accesso alle zone) · anche in: Regolazione, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Misure di progettazione intrinsecamente sicura esaurite: il principio funzionale dell'impianto completo richiede zone accessibili per i lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti. Il pericolo deriva dalla presenza simultanea di più persone in zone diverse e non può essere risolto con la sola geometria, la sola distanza o la sola limitazione dell'energia senza vanificare lo scopo operativo. Una riduzione dell'energia del robot o della tavola girevole a un livello che escluda con certezza le lesioni non è tecnicamente realizzabile con questo tipo di impianto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Protezione delle persone in caso di ingresso di più persone nella cella, secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: la porta di manutenzione è dotata di un dispositivo di blocco per lucchetti personali. Ogni persona che entra nella cella applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta aperta. Finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata. I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione, con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza. Il riarmo è possibile solo dall'esterno, al pulpito di comando. 2. Bloccaggio del riparo della porta di manutenzione secondo EN ISO 14119:2025 con sblocco di fuga dall'interno secondo EN ISO 14119:2025, punto 6.9.1, in modo che le persone rimaste all'interno possano lasciare la cella in qualsiasi momento. 3. L'abilitazione dell'avviamento automatico (robot e tavola girevole) è realizzata come funzione di sicurezza: l'avviamento automatico è possibile solo quando la porta di manutenzione è chiusa e mantenuta chiusa dal bloccaggio del riparo e il riarmo è stato dato dall'esterno. La funzione di accesso è SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione) con PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023. Indipendentemente da ciò, l'abilitazione della rotazione della tavola girevole resta protetta da SF-04 (PLr e). 4. In modalità di regolazione vale SF-05 (velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s con dispositivo di abilitazione, PLr d secondo EN ISO 13849-1:2023). Il dispositivo di abilitazione è personale. La cella dispone di un solo dispositivo di abilitazione, sul pendant di programmazione; i movimenti in modalità di regolazione sono quindi consentiti solo quando all'interno della cella non si trova nessuno oltre alla persona che tiene il dispositivo di abilitazione (per l'istruzione procedurale vedere la fase 3). 5. Le distanze di sicurezza tra lo spazio di lavoro del robot e le aree in cui sono presenti persone sono conformi a EN ISO 13857:2019, tabella 2, e a EN ISO 10218-2:2025, punti 5.4.6 e 5.8.9.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione della protezione delle persone alla porta di manutenzione (un lucchetto personale per persona nel dispositivo di blocco, sblocco di fuga dall'interno) e dell'obbligo di applicare il lucchetto prima di entrare e di rimuoverlo solo dopo aver lasciato la cella. Istruzione procedurale per le attività con più persone (regolazione, manutenzione, ricerca guasti) con chiara assegnazione dei ruoli (persona responsabile, coordinamento). 2. Segnali di avvertimento alla porta di manutenzione: segnale di avvertimento W018 «Pericolo: avviamento automatico» secondo EN ISO 7010:2020, cartello con testo «Applicare il proprio lucchetto personale prima di entrare». 3. Requisito di qualifica: il personale addetto alla regolazione e alla manutenzione deve essere istruito sul concetto di accesso di più persone, sull'uso del dispositivo di blocco per lucchetti personali e sullo sblocco di fuga. L'istruzione deve essere documentata. 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345, indumenti protettivi aderenti (nessun rischio di impigliamento da indumenti larghi) all'interno della cella.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) in caso di accesso di più persone. I lavori di regolazione, manutenzione e ricerca guasti richiedono zone accessibili; il pericolo per una seconda persona non può essere risolto mediante la geometria o la limitazione dell'energia (fase 1). Dopo la fase 2, ogni persona che entra applica il proprio lucchetto personale al dispositivo di blocco della porta di manutenzione; finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata, e il riarmo è possibile solo dall'esterno (SF-01, PL d). I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione con l'unico dispositivo di abilitazione personale e a 250 mm/s (SF-05, PL d), e lo sblocco di fuga consente alle persone di uscire dall'interno in qualsiasi momento. Questa protezione delle persone segue EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è una persona che entra nella cella senza il proprio lucchetto mentre l'addetto alla regolazione avvia dei movimenti; anche in questo caso l'impianto si muove solo a velocità ridotta sotto il dispositivo di abilitazione dell'addetto alla regolazione. L'applicazione del lucchetto resta un'azione di ogni singola persona; non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 che impedisca questo uso scorretto senza limitare i lavori di regolazione. Procedura per i lavori con più persone, cartello con testo alla porta e istruzione del personale: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.5, 2.6 e 9.3.

N. 12 Elettrico — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto al contatto diretto o indiretto con parti in tensione del generatore di corrente di saldatura, del quadro di comando del robot e del sistema di comando della cella (400 V AC, 32 kVA): Il contatto con morsetti, cavi o con l'interno del quadro elettrico quando il quadro è aperto senza sezionamento può causare una scossa elettrica con fibrillazione ventricolare o ustioni.

Macchina parziale: Impianto elettrico (quadro elettrico / generatore di corrente di saldatura) · anche in: Manutenzione, Messa in servizio · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Tutte le parti in tensione all'interno del quadro elettrico (morsetti, sbarre, morsetti di potenza del generatore di corrente di saldatura) sono realizzate con coperture a prova di contatto (grado di protezione almeno IP 2X o IPXXB secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), in modo che il contatto con parti in tensione sia impedito dalla forma stessa dell'involucro senza necessità di un riparo. Inoltre le distanze minime tra parti in tensione e parti accessibili sono dimensionate in modo che il grado di protezione IP 2X sia mantenuto anche con la porta del quadro aperta (cappucci di protezione, coperture isolanti sulle morsettiere). Ciò riprende per analogia il regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.5.1 (alimentazione di energia elettrica), nonché EN 60204-1:2018, punto 6.2.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Sezionamento e diseccitazione (LOTO): sezionatore principale con posizione OFF bloccabile secondo EN 60204-1:2018, punto 5.3, ed EN ISO 14118:2018 (prevenzione dell'avviamento inatteso / isolamento dell'energia). Il sezionatore principale deve scollegare l'impianto completo dall'alimentazione su tutti i poli come dispositivo di sezionamento; la tensione residua sui condensatori del generatore di corrente di saldatura deve essere limitata a meno di 60 V DC entro 5 s mediante un tempo di scarica o un circuito di scarica attivo; ove ciò non sia ottenuto, sull'involucro è apposta un'avvertenza con l'indicazione del tempo di scarica (EN 60204-1:2018, punto 6.2.4). Interblocco delle porte del quadro: le porte dei quadri di comando principali sono dotate di una serratura apribile solo con una chiave, che impedisce l'apertura non autorizzata (EN 60204-1:2018, punto 6.2.2). 2. Collegamento equipotenziale di protezione e conduttore di protezione: tutti gli involucri dei quadri elettrici, il generatore di corrente di saldatura e il quadro di comando del robot sono collegati tramite un conduttore di protezione (PE) continuo di sezione adeguata (EN 60204-1:2018, punto 8.2), in modo che in caso di guasto di isolamento la corrente di guasto sia dispersa in sicurezza e il dispositivo di protezione (interruttore automatico / RCD) intervenga. 3. Interruttore differenziale (RCD): impiego di un RCD (tipo B, poiché sono possibili correnti di guasto in corrente continua provenienti da convertitori di frequenza e dal generatore di corrente di saldatura) con corrente differenziale nominale di intervento di 30 mA per i circuiti su cui lavorano persone; nei circuiti in cui un RCD non è compatibile con il processo di saldatura si ricorre invece al monitoraggio dell'isolamento (EN 60204-1:2018, punti 6.3.3 e 7.7). Non è una funzione di sicurezza con requisito di PLr; le misure agiscono in modo passivo e per via progettuale (segnalazione di avvertimento: vedere la fase 3).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): documentare la procedura di sezionamento (LOTO) con istruzioni passo per passo, compreso il tempo di scarica dei condensatori del generatore di corrente di saldatura e la verifica dell'assenza di tensione con uno strumento di misura idoneo (rilevatore di tensione categoria CAT III 600 V). Requisito di qualifica: i lavori sull'impianto elettrico possono essere eseguiti solo da persone esperte in elettrotecnica (PES) secondo la norma tedesca di prevenzione degli infortuni DGUV Vorschrift 3, oppure da persone avvertite in elettrotecnica (PAV) sotto la supervisione di una PES. Specifica dei DPI: durante i lavori nel quadro aperto devono essere indossati guanti isolanti (secondo EN 60903, classe 00 per tensioni fino a 500 V AC), occhiali di protezione (protezione dall'arco elettrico) e calzature elettricamente isolanti. Segnalazione di avvertimento: il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020 deve essere applicato in modo permanente e ben visibile su tutte le porte del quadro e sul generatore di corrente di saldatura. Avvertenza sul rischio residuo nelle istruzioni per l'uso: dopo l'azionamento del sezionatore principale, i condensatori nel generatore di corrente di saldatura e nel convertitore di frequenza del robot possono ancora presentare tensioni pericolose (tempo di attesa di almeno 1 minuto per il generatore di corrente di saldatura, per l'azionamento del robot secondo le indicazioni del fabbricante del robot); l'assenza di tensione deve sempre essere verificata mediante misura.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) dovuto alla tensione elettrica di 400 V AC. Nella fase 1 le parti in tensione sono coperte a prova di dito (IP 2X secondo EN 60204-1:2018, punto 6.2.2), anche con la porta del quadro aperta. Dopo la fase 2, l'interruttore generale bloccabile scollega tutti i poli, le porte del quadro possono essere aperte solo con una chiave, il circuito intermedio del generatore di corrente di saldatura si scarica a non più di 60 V in 1,9 s misurati, il conduttore di protezione (0,08 Ω), l'impedenza dell'anello di guasto (0,28 Ω) e la resistenza di isolamento (> 100 MΩ) sono stati verificati e la protezione in caso di guasto è assicurata da un RCD di tipo B o dal monitoraggio dell'isolamento. Il rischio rimanente è il lavoro della persona esperta in elettrotecnica, che durante la messa in servizio e la ricerca guasti deve eseguire misure su parti in tensione nel quadro aperto. Queste misure non possono essere eseguite in assenza di tensione; per queste fasi del ciclo di vita non è quindi praticabile alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 e la gravità resta 5. La procedura di sezionamento, compresa la verifica dell'assenza di tensione, la qualifica di persona esperta in elettrotecnica, i DPI isolanti e il segnale W012 sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.4, 2.6, 8.1 e 10).

N. 13 Elettrico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto alla corrente di saldatura sul pezzo e sull'attrezzatura: il circuito di saldatura è percorso da correnti elevate (tipicamente da 100 a 350 A); in caso di collegamento di massa difettoso o isolamento danneggiato, le persone che toccano il pezzo o l'attrezzatura possono ricevere una scossa elettrica.

Macchina parziale: Generatore di corrente di saldatura / attrezzatura · anche in: Regolazione, Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare il telaio dell'attrezzatura e i portapezzi in modo che le superfici conduttive toccabili che si trovano nel circuito della corrente di saldatura siano isolate galvanicamente dal telaio della macchina per via progettuale, mediante isolamento (piastre isolanti in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro tra la piastra di base dell'attrezzatura e il tavolo della macchina, nonché inserti isolanti sulle ganasce di serraggio). Per via progettuale si interrompe così il percorso involontario della corrente attraverso il telaio e le superfici esterne toccabili. Inoltre: definire il punto di collegamento del cavo di massa direttamente sul pezzo o in un punto designato dell'attrezzatura non toccabile dall'operatore e integrarlo, mediante la conformazione (incavo, canale di guida del cavo), in modo che un posizionamento errato del morsetto di massa sia ostacolato per via progettuale.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Generatore di corrente di saldatura: il generatore di corrente di saldatura ha classe di protezione I e grado di protezione IP23S secondo EN IEC 60974-1; l'integrazione nella catena dei conduttori di protezione dell'impianto completo deve essere eseguita secondo EN 60204-1:2018, punto 8 (sezioni dei conduttori di protezione, punti di collegamento). 2. Monitoraggio del collegamento di massa: il monitoraggio della corrente di massa del generatore di corrente di saldatura è attivato; in caso di interruzione o di una resistenza di contatto inammissibilmente elevata, il processo di saldatura viene inibito. La funzione è un interblocco operativo senza requisito di PL (non è una funzione di sicurezza ai sensi di EN ISO 13849-1:2023); per essa non viene riconosciuta alcuna riduzione del rischio. 3. Collegamento equipotenziale: tutte le parti conduttive dell'attrezzatura che non sono isolate deliberatamente sono incluse nel collegamento equipotenziale di protezione dell'impianto (EN 60204-1:2018, punto 8.2). 4. Limitazione dell'accesso durante il processo di saldatura: la stazione di carico è protetta dalla barriera fotoelettrica (SF-02, PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023); durante la saldatura attiva, l'accesso all'area di saldatura è impedito dalla porta di manutenzione interbloccata (SF-01, PLr d) e dalla logica di abilitazione della tavola girevole (SF-04, PLr e), in modo che il contatto con parti in tensione in modalità automatica sia impedito sia per via progettuale sia con mezzi di tecnica del comando. 5. Gestione dei cavi: i cavi di saldatura e i cavi di massa sono posati in canaline chiuse o in tubi protettivi (protezione dai danni meccanici); devono essere rispettati i raggi minimi di curvatura indicati dal fabbricante; i cavi devono essere assicurati con scarico della trazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): descrizione del corretto collegamento del morsetto di massa (posizione, pulizia della superficie di contatto, aree di serraggio ammesse); avviso che durante il processo di saldatura è vietato toccare il pezzo e l'attrezzatura; intervalli di controllo dell'isolamento e dello stato dei cavi (controllo visivo ogni giorno lavorativo, misura semestrale dell'isolamento da parte di una persona esperta in elettrotecnica, vedere il capitolo 10.2). 2. Requisito di qualifica: la regolazione, la ricerca guasti e la manutenzione sul generatore di corrente di saldatura e sui suoi collegamenti possono essere eseguite solo da una persona esperta in elettrotecnica o da una persona avvertita in elettrotecnica sotto la supervisione di una persona esperta (termini secondo la definizione di EN 60204-1:2018, punto 3.1). 3. Segnalazione di avvertimento sull'attrezzatura e nell'area di saldatura: applicare in un punto ben visibile il segnale di avvertimento W012 «Pericolo: elettricità» secondo EN ISO 7010:2020; applicare un cartello con testo «Controllare il morsetto di massa prima di iniziare a saldare». 4. Specifica dei DPI nelle istruzioni per l'uso: durante la regolazione e la ricerca guasti nell'area di saldatura devono essere indossati guanti isolanti (classe di protezione adatta alla bassa tensione) e indumenti protettivi per saldatura.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 21 Materiali/sostanze — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo dovuto al gas di protezione (miscela argon-CO2 M21) in caso di perdita: Argon e CO2 sono più pesanti dell'aria, per cui il gas di protezione può accumularsi in prossimità del pavimento; in caso di perdite maggiori in ambienti poco ventilati sussiste il rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno.

Macchina parziale: Alimentazione del gas di protezione / sistema di tubazioni · anche in: Funzionamento, Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione della pressione nel sistema di tubazioni: limitare la pressione di esercizio dell'alimentazione del gas di protezione al livello minimo necessario per il processo di saldatura (regolatore di pressione al collegamento di alimentazione della cella). Una pressione di sistema più bassa riduce la quantità di gas che fuoriesce in caso di guasto e quindi il potenziale di accumulo. Inoltre: progettare il percorso delle tubazioni e i punti di collegamento in modo da ridurre al minimo le perdite per via progettuale: impiego di raccordi a compressione con anello tagliente o di raccordi pressati al posto di fascette stringitubo sui tratti di tubazione fissi; ridurre le lunghezze dei tubi flessibili al minimo necessario per l'esercizio; nessuna posa di tubazioni in prossimità del pavimento in fosse o vani chiusi (posa vicino al soffitto, ove possibile). Queste misure agiscono direttamente sulla fonte di energia (gas in pressione accumulato) e sul luogo del pericolo (zona di accumulo).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Intercettazione automatica dell'alimentazione del gas: elettrovalvola (chiusa a riposo) nella linea di alimentazione del gas di protezione, che interrompe automaticamente l'alimentazione del gas all'arresto della macchina, all'arresto di emergenza (SF-03) e durante le pause operative; inoltre una valvola di intercettazione manuale all'esterno della cella. 2. Monitoraggio delle perdite: verifica di plausibilità del consumo di gas tramite il sistema di comando della macchina (segnalazione quando si verifica un flusso di gas senza processo di saldatura attivo, come indicatore di perdita); controllo visivo giornaliero dei raccordi dei tubi flessibili come requisito di manutenzione. 3. Installazione dell'alimentazione del gas di protezione prevista in loco (centrale di bombole o stazione di prelievo) in un'area ventilata del capannone, non in fosse, scantinati o nicchie anguste. In caso di installazione in aree poco ventilate, l'utilizzatore è tenuto a prevedere un dispositivo di allarme per l'ossigeno (avviso nelle istruzioni per l'uso). Per questo pericolo non è necessaria una funzione di sicurezza con requisito di PLr; il rischio è controllato mediante intercettazione, luogo di installazione e ventilazione.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): avviso sul rischio di asfissia per spostamento dell'ossigeno in caso di perdite maggiori in aree poco ventilate; requisito di un'adeguata ventilazione del capannone nel luogo di installazione; lavori sull'alimentazione del gas solo con linea intercettata e depressurizzata (EN ISO 14118:2018). 2. Qualifica: lavori su tubazioni e raccordi di gas compresso solo da parte di personale specializzato istruito; istruzione secondo la DGUV Regel 100-500, capitolo 2.26, e secondo TRGS 528 (obbligo dell'utilizzatore). 3. Segnalazione di avvertimento: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pericolo di asfissia dovuto al gas di protezione» nel luogo di installazione dell'alimentazione del gas; segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (ASR A1.3 tedesca, D-P006) sulle aree di alimentazione chiuse a chiave. 4. Per i lavori in aree anguste o poco ventilate (ad es. sostituzione di bombole in nicchie): utilizzare un dispositivo portatile di allarme per l'ossigeno; non lavorare da soli.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 23 Meccanico

Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Pericolo dovuto all'energia pneumatica residua durante i lavori di manutenzione e di eliminazione dei guasti: Dopo lo spegnimento dell'alimentazione di aria compressa, nelle linee e nei cilindri del dispositivo di serraggio rimane una pressione residua; un rilascio incontrollato della pressione può causare movimenti improvvisi degli elementi di serraggio e ferire persone o proiettare pezzi.

Macchina parziale: Dispositivo di serraggio pneumatico / impianto di aria compressa · anche in: Manutenzione · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Limitazione per via progettuale dell'energia pneumatica residua: in caso di calo di pressione, i dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica trattengono il pezzo mediante una valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio; il pressostato monitora la pressione di serraggio (SF-04). Il volume intrappolato tra la valvola di mantenimento della pressione e il cilindro è ridotto al minimo per via progettuale (linee corte, valvole di mantenimento della pressione montate direttamente sul cilindro), in modo che resti accumulata solo una piccola quantità di energia. Prima di qualsiasi intervento, la pressione di serraggio intrappolata viene scaricata aprendo i dispositivi di serraggio; in caso di guasto viene scaricata in modo controllato mediante il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione. Progettazione secondo EN ISO 4414:2010. Nota: la gravità di un evento di energia residua rimanente è ridotta da questa misura, poiché l'energia cinetica degli elementi di serraggio è notevolmente inferiore con un piccolo volume residuo e uno scarico strozzato.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Valvola di intercettazione per la manutenzione con funzione di sfiato (predisposta per lockout/tagout) secondo EN ISO 4414:2010 ed EN ISO 14118:2018: installare all'ingresso del dispositivo di serraggio pneumatico una valvola di intercettazione con sfiato controllato integrato (funzione di scarico progressivo); in posizione di intercettazione la valvola deve scaricare in modo controllato e strozzato il tratto di linea a valle prima che sia possibile qualsiasi intervento. La valvola deve essere assicurata con un lucchetto (dispositivo di lockout). 2. Manometro o indicatore di pressione sul tratto di linea tra la valvola di intercettazione e il cilindro, in modo che l'operatore possa verificare visivamente la riduzione della pressione a 0 bar (EN ISO 4414:2010). 3. Indicatore di pressione residua all'accesso di manutenzione: prima di qualsiasi intervento si verifica l'assenza di pressione sull'indicatore di pressione residua; l'indicatore è un dispositivo operativo senza requisito di PL ai sensi di EN ISO 13849-1:2023. 4. Riparo: i dispositivi di serraggio si trovano all'interno della recinzione perimetrale (EN ISO 14120:2015); l'accesso per la manutenzione e l'eliminazione dei guasti avviene attraverso la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d).
Fase 3 · Informazioni per l'uso	1. Istruzioni per l'uso (regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): istruzione di lavoro per la manutenzione e l'eliminazione dei guasti sul dispositivo di serraggio pneumatico con procedura esplicita passo per passo: (a) rimuovere il pezzo e aprire i dispositivi di serraggio, (b) intercettare l'alimentazione di aria compressa alla valvola di intercettazione per la manutenzione e attendere lo sfiato, (c) in caso di guasto, scaricare l'eventuale pressione residua intrappolata mediante il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione, quindi verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar, (d) applicare il lucchetto di lockout, (e) solo allora intervenire sull'impianto. Includere un avviso sul pericolo dovuto alla pressione residua e alla proiezione di pezzi. 2. Segnalazione di avvertimento sul dispositivo di serraggio e sulla valvola di intercettazione: segnale di avvertimento generale W001 secondo EN ISO 7010:2020 con il testo supplementare «Pressione residua nell'attrezzatura di serraggio»; segnale informativo «Prima dell'intervento: scaricare a 0 bar e bloccare la valvola di intercettazione». 3. Requisito di qualifica: lavori di manutenzione e di eliminazione dei guasti sull'impianto pneumatico solo da parte di specialisti istruiti con conoscenza delle regole di sicurezza pneumatiche (EN ISO 4414:2010). 4. Specifica dei DPI: prescrivere occhiali di protezione (protezione degli occhi da parti proiettate) e guanti di protezione all'apertura dei collegamenti pneumatici.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 31 Combinazione — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Pericolo dovuto a livelli di sicurezza diversi delle macchine parziali di fabbricanti diversi (robot, generatore di corrente di saldatura, tavola girevole, impianto di aspirazione): un interblocco di interfaccia mancante o incompleto tra le macchine parziali può far sì che una macchina parziale si avvii anche se un'altra si trova in una condizione non sicura (EN ISO 11161).

Macchina parziale: Impianto completo (integrazione di sistema) · anche in: Messa in servizio, Funzionamento · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Architettura di sistema con un unico sistema di comando di sicurezza di livello superiore (Safety Master) come principio di comando intrinsecamente sicuro secondo EN ISO 12100, punto 6.2.11: tutti i segnali di stato rilevanti per la sicurezza delle macchine parziali (modalità operativa del robot, posizione finale della tavola girevole, funzionamento dell'impianto di aspirazione, generatore di corrente di saldatura pronto) sono instradati esclusivamente attraverso il sistema di comando di sicurezza. Nessun azionamento di una macchina parziale riceve un segnale di abilitazione se il sistema di comando di sicurezza non ha valutato come sicuro lo stato complessivo. Con questa centralizzazione la possibilità di un interblocco di interfaccia incompleto è ridotta al minimo per via progettuale: non esistono percorsi di abilitazione paralleli e indipendenti tra le macchine parziali. La definizione delle interfacce è eseguita secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integrazione di sistema, responsabilità, descrizione delle interfacce) ed è documentata nel concetto di sicurezza dell'impianto completo.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Matrice di interblocco secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: per ogni combinazione di macchine parziali viene creata e implementata nel sistema di comando di sicurezza una matrice completa degli stati (modalità operativa x stato delle altre macchine parziali). Ogni segnale di abilitazione è realizzato come combinazione AND di tutti gli stati di sicurezza rilevanti. 2. La funzione di sicurezza SF-04 (abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera, PLr e) garantisce che la tavola girevole ruoti solo quando il campo di protezione della barriera fotoelettrica è libero, i dispositivi di serraggio sono chiusi e il robot si trova in modo dimostrabile al di fuori dell'area di rotazione. La funzione di sicurezza è progettata a PLr e secondo EN ISO 13849-1:2023 e validata secondo EN ISO 13849-2:2012. 3. Le funzioni di sicurezza SF-01 (arresto sicuro all'apertura della porta di manutenzione, categoria di arresto 1, PLr d) e SF-02 (arresto sicuro all'interruzione della barriera fotoelettrica, PLr e) sono coordinate su tutto l'impianto completo: un segnale di arresto di una macchina parziale attiva l'arresto coordinato di tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. Per il robot e la tavola girevole vale la categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018, punto 9.2.2. 4. L'arresto di emergenza dell'impianto completo (SF-03, categoria di arresto 1, PLr d) secondo EN ISO 13850:2015 agisce contemporaneamente su tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando di sicurezza. I dispositivi di arresto di emergenza sono disposti al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione. 5. Prevenzione dell'avviamento inatteso secondo EN ISO 14118:2018: dopo ogni arresto (arresto di emergenza, attivazione di un dispositivo di protezione, interruzione dell'alimentazione di energia) è necessario un comando di riavvio deliberato; il riavvio automatico è escluso. 6. Modalità di regolazione con velocità ridotta in sicurezza (SF-05, 250 mm/s, PLr d) e dispositivo di abilitazione secondo EN ISO 10218-2:2025, punto 5.7.7; in questa modalità il robot e la tavola girevole si muovono solo con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza, e il generatore di corrente di saldatura è disattivato in sicurezza tramite SF-01 finché la porta di manutenzione è aperta.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso dell'impianto completo ai sensi del regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4: la logica di interblocco delle interfacce (matrice degli stati, condizioni di abilitazione per ciascuna macchina parziale) deve essere documentata integralmente. Per ciascuna macchina parziale, il punto di passaggio della responsabilità di sicurezza (fabbricante della macchina parziale fino all'interfaccia, integratore dall'interfaccia in poi) è definito per iscritto nel concetto di sicurezza dell'impianto completo secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010 e deve essere indicato nelle istruzioni per l'uso. Requisito di qualifica: la messa in servizio, la parametrizzazione e le modifiche del sistema di comando di sicurezza possono essere eseguite solo da personale specializzato qualificato con conoscenza di EN ISO 13849-1:2023 ed EN ISO 11161. Segnalazione di avvertimento al pulpito di comando: segnale di avvertimento «Pericolo: avviamento automatico» (W018 secondo EN ISO 7010:2020). Le istruzioni per l'uso devono descrivere le procedure per la ricerca guasti e la messa in servizio, compresa la sequenza in cui le macchine parziali possono essere messe in servizio e le fasi di verifica per controllare l'interblocco delle interfacce prima del primo funzionamento automatico.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) alle interfacce tra macchine parziali di fabbricanti diversi. Il robot (quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione), il generatore di corrente di saldatura e l'unità di aspirazione dispongono di propri sistemi di comando e la loro integrazione richiede una logica di livello superiore. Nella fase 1 tutti gli stati rilevanti per la sicurezza sono instradati attraverso un unico PLC di sicurezza senza percorsi di abilitazione paralleli. Dopo la fase 2, è implementata come logica AND una matrice di interblocco di tutte le modalità operative e di tutti gli stati, le funzioni da SF-01 a SF-05 agiscono sull'intero impianto, ogni arresto provoca un arresto coordinato di tutte le macchine parziali e la validazione è eseguita secondo EN ISO 13849-2:2012 ed EN ISO 11161:2007+A1:2010. Il rischio rimanente è un errore sistematico nella specifica della matrice che resta non rilevato durante la validazione. La sicurezza interna delle macchine parziali acquistate è responsabilità dei rispettivi fabbricanti; alle interfacce di cui è responsabile il fabbricante dell'insieme non è stata individuata alcuna ulteriore misura della fase 1 o della fase 2 oltre all'interblocco centrale e alla sua validazione. Punti di trasferimento della responsabilità, sequenza di messa in servizio e passi di prova dell'interblocco delle interfacce: istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 2.6 e 8.3.

N. 41 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 3 · P 3 · **IR 9**

Evidenze mancanti o incomplete degli interventi (registrazione): Gli interventi su hardware, software o configurazione rilevanti per la sicurezza non vengono registrati oppure vengono registrati senza marca temporale e autore; i registri si sovrascrivono dopo breve tempo o sono esposti a manipolazione. Gli interventi non autorizzati restano inosservati e la traccia di audit non è disponibile su richiesta delle autorità. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, quinto comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)]

Macchina parziale: Sistema di comando / registrazione · anche in: Funzionamento, Manutenzione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Prevedere la registrazione degli eventi come funzione fissa del sistema di comando (non disattivabile dall'operatore), con memoria non volatile di dimensioni adeguate.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Registrazione degli eventi rilevanti per la sicurezza con marca temporale, identità dell'utente e contenuto della modifica (accesso, modifica di parametri e configurazione, caricamento di software con versione e checksum, apertura di gruppi costruttivi rilevanti per la sicurezza, sessioni di accesso remoto), protezione contro la cancellazione e la modifica, esportazione in forma leggibile, conservazione dei caricamenti e dei dati associati fino a cinque anni dopo il caricamento (allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f)). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: accesso ai registri ed esportazione, obblighi di conservazione dell'utilizzatore in caso di cessione della macchina, procedura in caso di richiesta dell'autorità, avvertenza sulla capacità di memoria e sulla sincronizzazione oraria.

Rischio dopo: G 3 · P 1 · **IR 3 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

N. 43 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 5 · P 2 · **IR 10**

Accesso di engineering non protetto al sistema di comando di sicurezza: L'accesso di programmazione al sistema di comando di sicurezza o al PLC di sicurezza è raggiungibile senza password o con le credenziali predefinite del fabbricante; il programma di sicurezza può essere sovrascritto o portato in stato di arresto durante il funzionamento ed è possibile il forcing di ingressi e uscite. Le funzioni di protezione vengono rese inefficaci oppure gli attuatori vengono comandati direttamente. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, secondo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a)]

Macchina parziale: Sistema di comando di sicurezza / engineering · anche in: Messa in servizio, Manutenzione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Mantenere l'accesso di programmazione del sistema di comando di sicurezza fisicamente separato dalla rete di processo (porta dedicata, nel quadro elettrico chiuso a chiave), nessun forcing di segnali rilevanti per la sicurezza nella versione di serie, modifica del programma solo con la macchina in stato di arresto protetto.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Password individuale per l'accesso al programma di sicurezza con cambio obbligatorio della password alla messa in servizio, protezione in scrittura e livelli di protezione dell'accesso del sistema di comando attivati, registrazione di tutti gli accessi e di tutte le modifiche del programma con versione e checksum, visualizzazione dello stato del programma sull'HMI. Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso: protezione dell'accesso e gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore, divieto di modificare il programma senza nuova verifica e documentazione, rinvio ai requisiti in caso di modifica sostanziale.

Rischio dopo: G 5 · P 1 · **IR 5 (Medio)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Motivazione dell'accettazione: Rischio residuo IR 5 (G 5, P 1) tramite l'accesso di engineering al sistema di comando di sicurezza. L'accesso deve restare disponibile per la messa in servizio, la manutenzione e la ricerca guasti. Nella fase 1 la porta di programmazione è separata dalla rete di processo all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave, il forcing di segnali rilevanti per la sicurezza è escluso allo stato di consegna e le modifiche del programma sono ammesse solo nello stato di arresto protetto. Dopo la fase 2, sono attivi una password individuale, la protezione in scrittura e i livelli di protezione dell'accesso, ogni accesso e ogni modifica del programma vengono registrati con versione e checksum e lo stato del programma può essere consultato sul pannello HMI (evidenza secondo IEC 62443-3-3 SR 1.1, 1.5, 2.1, 2.8, 3.4 e 7.7). Il rischio rimanente è l'uso improprio o l'errore da parte di una persona in possesso di una password valida e della chiave del quadro. Secondo lo stato dell'arte non è disponibile una misura tecnica che distingua le modifiche autorizzate da quelle improprie; gli scostamenti diventano rilevabili confrontando versione e checksum con il verbale di collaudo. La gestione delle password come obbligo dell'utilizzatore e il divieto di modifiche del programma senza nuova prova e documentazione sono indicati nelle istruzioni per l'uso (capitoli 2.6 e 13).

N. 44 Manipolazione/sicurezza informatica — Rischio prima: G 4 · P 3 · **IR 12**

Accesso remoto non autorizzato o errato tramite il gateway di manutenzione remota: Attraverso la connessione VPN IPsec del gateway di manutenzione remota, una persona non autorizzata con credenziali rubate oppure un tecnico autorizzato nel momento sbagliato interviene sul sistema di comando della cella: modifica del programma o dei parametri, riarmo di guasti o avvio di movimenti mentre sono presenti persone alla stazione di carico o nel corridoio di manutenzione. [regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9, primo comma; punto 1.1.9, terzo comma; punto 1.2.1, secondo comma, lettera a); punto 1.2.1, secondo comma, lettera d)]

Macchina parziale: Gateway di manutenzione remota / sistema di comando della cella · anche in: Funzionamento, Manutenzione

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Accesso remoto progettato in modo da non poter attivare movimenti pericolosi né eludere funzioni di sicurezza: il gateway di manutenzione remota raggiunge solo il sistema di comando standard e il pannello HMI; il PLC di sicurezza non ha alcun percorso di accesso remoto. I comandi di movimento e il riarmo dei guasti sono possibili solo da postazioni di comando con vista sulla zona pericolosa (allegato III, punto 1.2.2).
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	Manutenzione remota disattivata alla consegna; una sessione può essere abilitata solo in loco con l'interruttore a chiave al pulpito di comando, termina automaticamente dopo quattro ore ed è indicata sul pannello HMI come «Manutenzione remota attiva»; VPN IPsec con autenticazione a più fattori e account personali per i tecnici remoti; registrazione di ogni sessione con utente, ora e azioni eseguite, conservazione secondo l'allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f). Riferimento delle evidenze percorso B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (capitolo 13.3): procedura per l'abilitazione e la conclusione delle sessioni di manutenzione remota, obbligo di disponibilità in loco di una persona responsabile, azione in caso di sospetto accesso non autorizzato (terminare la sessione con l'interruttore a chiave, informare il fabbricante), referente per le comunicazioni di sicurezza del fabbricante.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Messa fuori servizio (1 pericolo)

N. 33 Meccanico — Rischio prima: G 4 · P 2 · **IR 8**

Pericolo durante lo smontaggio della cella al termine della vita utile: Durante lo smontaggio dei segmenti della recinzione perimetrale, del telaio di base del robot e del quadro elettrico sorgono pericoli dovuti a componenti pesanti (schiacciamento, caduta), a energia residua nelle linee (aria compressa, elettrica) e a spigoli vivi sulle parti in lamiera.

Macchina parziale: Impianto completo (smontaggio / smaltimento) · Proposto con il supporto dell'IA

Fase 1 · Misure di progettazione intrinsecamente sicura	Progettare i segmenti della recinzione perimetrale, il telaio di base del robot e il quadro elettrico con punti di sollevamento standardizzati (ad es. fori filettati per golfari secondo DIN 580 o occhielli per gru integrati), in modo che ciascun componente possa essere imbracato singolarmente e in posizione assicurata senza che le persone debbano sostare sotto il carico sospeso. Sbavare già in fase di progettazione gli spigoli della lamiera su parti dell'involucro e profili della recinzione perimetrale e raccordarli con un raggio >= 0,5 mm (disegno di fabbricazione) per ridurre intrinsecamente il rischio di tagli. Progettare le linee pneumatiche con uno stato predefinito a riposo in caso di isolamento dell'energia: scegliere le valvole in modo che, allo spegnimento dell'alimentazione di aria compressa, le linee vengano scaricate automaticamente (ritorno a molla in posizione di scarico secondo EN ISO 4414:2010); la pressione intrappolata nei cilindri di serraggio dalla valvola di mantenimento della pressione viene scaricata prima dello smontaggio aprendo i dispositivi di serraggio.
Fase 2 · Protezioni e/o misure di protezione complementari	1. Isolamento dell'energia e diseccitazione prima dell'inizio dello smontaggio: individuare il dispositivo di sezionamento dell'energia elettrica (sezionatore principale con possibilità di blocco secondo EN 60204-1:2018, punto 5.3) e la valvola di intercettazione con funzione di sfiato per l'aria compressa (EN ISO 4414:2010) e bloccarli in uno stato assicurato e diseccitato prima di iniziare lo smontaggio (procedura lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018). Verificare l'assenza di tensione mediante misura prima di aprire il quadro elettrico e i collegamenti delle linee. 2. Movimentazione dei carichi: per componenti con peso singolo superiore a 25 kg (massa di riferimento secondo EN 1005-2:2003+A1:2008) devono essere impiegati mezzi di sollevamento idonei (gru, transpallet, sollevatore a ventosa) con portata adeguata e marcatura CE (punti di sollevamento e pesi: vedere le istruzioni per l'uso, capitoli 5.2 e 5.3). 3. Distanza di sicurezza durante il sollevamento: divieto di sostare sotto carichi sospesi secondo la procedura operativa; recinzione di sbarramento attorno all'area di smontaggio.
Fase 3 · Informazioni per l'uso	Istruzioni per l'uso (capitolo 11, regolamento (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.7.4): istruzioni di smontaggio passo per passo con una sequenza definita (prima isolamento dell'energia e sfiato, poi smontaggio meccanico); dati di peso e posizione del baricentro per ciascun componente; indicazione dei punti di sollevamento con uno schema; riferimento alla procedura lockout/tagout secondo EN ISO 14118:2018. Segnalazione di avvertimento sul quadro elettrico e sul distributore pneumatico: segnale di avvertimento «Pericolo: elettricità» (W012 secondo EN ISO 7010:2020) e un segnale informativo che indica la possibile pressione residua nelle linee pneumatiche. Requisito di qualifica: lo smontaggio deve essere eseguito solo da personale specializzato con formazione in elettrotecnica (per i lavori sull'equipaggiamento elettrico) e istruzione sull'uso dei mezzi di sollevamento. Specifica dei DPI: guanti di protezione contro i rischi meccanici (EN 388), calzature di sicurezza S3 (EN ISO 20345), casco di protezione durante l'uso dei mezzi di sollevamento.

Rischio dopo: G 4 · P 1 · **IR 4 (Basso)** Rischio residuo accettato: Sì, 18/08/2026

Valutazioni ai sensi di altri atti giuridici (metodologia propria, non parte della valutazione del rischio secondo EN ISO 12100)

Ogni valutazione segue la metodologia dell'atto giuridico interessato. I pericoli per le persone che ne derivano figurano con la relativa stima del rischio nell'elenco dei pericoli.

Compatibilità elettromagnetica (direttiva EMC 2014/30/UE)

Apparecchio (dispositivo finito o combinazione messa a disposizione come unica unità funzionale), Ambiente industriale: l'evidenza tramite Misurazione sul sistema completo (rapporto di prova di un laboratorio) è disponibile, resta ancora aperto maggiore immunità delle funzioni di sicurezza. Immunità secondo EN IEC 61000-6-2, emissione secondo EN IEC 61000-6-4. In sospeso: 1 punto.

Regolamento macchine (UE) 2023/1230 Allegato III punto 1.2.1 (sicurezza e affidabilità dei sistemi di comando), punto 1.5.10 e punto 1.5.11 (radiazioni della macchina ed esterne): il sistema di comando deve rimanere sicuro anche in presenza di disturbi. Si applica inoltre la direttiva EMC 2014/30/UE con i requisiti essenziali dell'Allegato I: l'emissione non deve rendere impossibile il funzionamento previsto di altre apparecchiature e la macchina deve avere un livello di immunità adeguato ai disturbi prevedibili. Procedura secondo l'Art. 14 (Allegato II controllo interno della produzione o Allegato III esame UE del tipo). Per le installazioni fisse, in luogo della valutazione della conformità si applica l'Allegato I n. 2 con le buone pratiche ingegneristiche e l'obbligo di documentazione dell'Art. 19, paragrafo 1.

Classificazione	Apparecchio (dispositivo finito o combinazione messa a disposizione come unica unità funzionale)
Ambiente elettromagnetico	Ambiente industriale
Immunità	EN IEC 61000-6-2
Emissione	EN IEC 61000-6-4
Modalità di dimostrazione	Misurazione sul sistema completo (rapporto di prova di un laboratorio)
Evidenza di prova	RSZ-2600-EMV-001
Funzioni di sicurezza dipendenti da sistemi elettronici	sì, evidenza dell'immunità maggiorata mancante
Avvertenza nelle istruzioni per l'uso (limitazione d'uso articolo 18, paragrafo 2, azionamenti da C2 a C4)	presente
Procedura di valutazione della conformità (articolo 14)	Controllo interno della produzione (allegato II, modulo A)
Risultato	Evidenza mancante

Cibersicurezza (CRA, regolamento (UE) 2024/2847)

Rientra nell'ambito di applicazione ai sensi dell'articolo 2, paragrafo 1 CRA, classificazione Prodotto standard (non incluso nell'allegato III o IV). A questo prodotto si applicano gli obblighi di segnalazione di cui all'articolo 14 CRA; gli altri obblighi si applicano in caso di immissione sul mercato a partire dal 11 dicembre 2027 o dopo una modifica sostanziale a partire da tale data (articolo 71, paragrafo 2, articolo 69, paragrafo 2 CRA).

Il regolamento macchine (UE) 2023/1230 richiede nell'allegato III, punto 1.1.9, la protezione dall'alterazione e, al punto 1.2.1, sistemi di comando sicuri. Ad esso si affianca il regolamento sulla ciberresilienza (UE) 2024/2847 con obblighi propri: si applica ai prodotti con elementi digitali il cui uso comprende una connessione dati diretta o indiretta con un dispositivo o una rete (art. 2, par. 1, CRA). Gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 CRA si applicano dall'11 settembre 2026 anche ai prodotti già immessi sul mercato (art. 69, par.

3, CRA); gli altri obblighi riguardano i prodotti immessi sul mercato a partire dall'11 dicembre 2027 o modificati sostanzialmente successivamente (art. 71, par. 2, art. 69, par. 2, CRA). I due atti giuridici si applicano in parallelo. La conformità al CRA può agevolare la dimostrazione ai sensi dell'allegato III, punti 1.1.9 e 1.2.1 (considerando 53 CRA), ma non determina al riguardo alcuna presunzione di conformità (a contrario dall'art. 20, par. 9, del regolamento macchine).

Ambito di applicazione (articolo 2, paragrafo 1 CRA)	Rientra: il prodotto è soggetto al regolamento sulla ciberresilienza (art. 2, par. 1, CRA). Gli obblighi oggi applicabili dipendono dalla data di immissione sul mercato.
Funzionalità di base (articolo 7, paragrafo 1 CRA)	Saldatura MAG robotizzata di assiemi in acciaio nella produzione in serie. Il software comanda il robot, la tavola girevole, il processo di saldatura e l'aspirazione dei fumi. Le funzioni di rete, VPN e accesso provengono da componenti acquistati e non costituiscono la funzionalità principale della cella; sono registrate come componenti con una propria classificazione.
Classificazione (allegati III e IV CRA)	Prodotto standard (non incluso nell'allegato III o IV)
Classificazione confermata	Sì
Stato degli obblighi	Il prodotto è immesso sul mercato prima dell'11 dicembre 2027. Del regolamento sulla ciberresilienza si applicano allora soltanto gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 (art. 69, par. 3, CRA); i requisiti essenziali di cibersicurezza, la valutazione della conformità ai sensi del CRA e la marcatura CE ai sensi del CRA si applicano solo se il prodotto viene modificato sostanzialmente a partire dall'11 dicembre 2027 (art. 69, par. 2, CRA). I requisiti di cibersicurezza previsti da altri atti giuridici restano impregiudicati, come quelli della direttiva apparecchiature radio tramite il regolamento delegato (UE) 2022/30 fino al 10 dicembre 2027 e l'allegato III, punto 1.1.9, del regolamento macchine dal 20 gennaio 2027.
Obblighi di segnalazione (articolo 14 CRA)	Gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 CRA si applicano dall'11 settembre 2026, anche ai prodotti immessi sul mercato in precedenza (art. 69, par. 3, CRA).
Dichiarazione di conformità UE (articolo 28 CRA)	Nessuna dichiarazione ai sensi del regolamento: per un'immissione sul mercato anteriore all'11 dicembre 2027 si applicano unicamente gli obblighi di segnalazione di cui all'articolo 14 (articolo 69, paragrafo 3 CRA), purché il prodotto non sia successivamente oggetto di modifica sostanziale (articolo 69, paragrafo 2 CRA).
Valutazione del rischio di cibersicurezza ed evidenze	La valutazione dei rischi di cibersicurezza ai sensi dell'art. 13, parr. 2 e 3, CRA, i requisiti dell'allegato I, i componenti di terzi, il periodo di assistenza e il processo di segnalazione sono gestiti separatamente e documentati nella relazione CRA. Non costituiscono una valutazione del rischio secondo EN ISO 12100.

Elenco dei requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute applicabili

Allegato IV, parte A, lettera b), punto i), del regolamento (UE) 2023/1230; requisiti secondo l'allegato III

56 applicabili, 73 non applicabili, 0 aperti (su 129)

Tutti i 129 requisiti sono stati valutati.

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.1.2	Principi di integrazione della sicurezza	**applicabile**	Valutazione del rischio secondo EN ISO 12100:2010 con 42 pericoli in tutte le fasi del ciclo di vita, misure di protezione per ciascun pericolo nell'ordine dei fasi da 1 a 3. Limiti della macchina, uso previsto e uso scorretto ragionevolmente prevedibile: istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 2.1 e 2.2; rischi residui e DPI: capitolo 2.6.	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.1.3	Materiali e prodotti	**applicabile**	I fumi di saldatura e le polveri dei filtri prodotti durante il funzionamento sono valutati come sostanze pericolose (rapporto di prova: sostanze pericolose emesse individuate, superato). I pannelli di riempimento della recinzione e la parete centrale sono incombustibili e resistenti agli spruzzi di saldatura. I materiali di esercizio e ausiliari (liquido di raffreddamento, agente antispruzzo, lubrificanti) sono manipolati e smaltiti secondo la scheda di dati di sicurezza: istruzioni per l'uso, capitoli 10.3 e 11.	N. 16, N. 20, N. 22
1.1.4	Illuminazione	**applicabile**	Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina con 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione, segnalazione di guasto sul pannello HMI: istruzioni per l'uso, capitoli 3 e 4.1; controllo funzionale alla prima messa in servizio (capitolo 8.3) e quotidiano (capitolo 10.2).	N. 27
1.1.5	Progettazione di una macchina o di un prodotto correlato ai fini della movimentazione	**applicabile**	Punti di sollevamento contrassegnati, posizioni del baricentro e masse per ciascuna unità di trasporto, dispositivi di fissaggio per il trasporto e mezzi di trasporto ammessi: istruzioni per l'uso, capitolo 5; istruzioni per lo smontaggio e il successivo trasporto: capitolo 11.	N. 28, N. 33
1.1.6	Ergonomia	**applicabile**	Movimentazione manuale fino a 15 kg secondo EN 1005-2:2003+A1:2008, oltre tale peso l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore; pedana regolabile in altezza, punti di presa all'altezza dei gomiti, nessun ciclo vincolato (avvio del ciclo da parte dell'operatore): istruzioni per l'uso, capitoli 4.2, 4.3 e 9.1.	N. 9, N. 35
1.1.7	Posti di manovra	**applicabile**	Il posto dell'operatore si trova al di fuori dell'area di saldatura, dietro la parete divisoria centrale. I fumi di saldatura sono captati nel punto di origine (rapporto di prova: captazione nel punto di origine ed efficacia 1.800 m^3/h, superato); un'elettrovalvola normalmente chiusa intercetta l'alimentazione del gas di protezione all'arresto e durante le pause: istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.2.	N. 20, N. 21
1.1.8	Sedili	non applicabile	La cella non dispone di alcun posto di lavoro presso il quale possa essere previsto un sedile: alla stazione di carico l'operatore carica e scarica i pezzi in un ciclo di circa 90 secondi, fino a 15 kg a mano e quelli più pesanti con l'ausilio di sollevamento (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 4.2). Questa attività richiede libertà di movimento in piedi; le condizioni di lavoro non consentono un sedile. L'altezza di lavoro viene adattata mediante la pedana regolabile in altezza (pericolo n. 35).	
1.1.9	Protezione dall'alterazione	**applicabile**	Rapporto di prova Protezione dall'alterazione: voci da A1 ad A6 e A12 superate. Rete della cella collegata solo tramite il gateway fornito con firewall, manutenzione remota solo dopo l'abilitazione tramite l'interruttore a chiave, versione e checksum del software rilevante per la sicurezza consultabili sul pannello HMI senza effettuare l'accesso, registro degli eventi protetto: istruzioni per l'uso, capitolo 13.	N. 36, N. 37, N. 39, N. 40, N. 41, N. 42, N. 43, N. 44

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.2.1	Sicurezza e affidabilità dei sistemi di comando	**applicabile**	Funzioni di sicurezza secondo EN ISO 13849-1:2023: SF-01 (PL d, categoria 3), SF-02 (PL e, categoria 4), SF-03 (PL d, categoria 3), SF-04 (PL e, categoria 4), SF-05 (PL d, categoria 3), PL richiesto raggiunto in ogni caso; validazione secondo EN ISO 13849-2:2012 (istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 8.3). Immunità secondo EN IEC 61000-6-2:2019, rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001. Rapporto di prova Protezione dall'alterazione: A8 (registro di tracciabilità) superato, A10 non applicabile (nessun comando senza fili).	N. 14, N. 30, N. 31, N. 36, N. 37, N. 38, N. 39, N. 41, N. 42, N. 43, N. 44
1.2.2	Dispositivi di comando	**applicabile**	Dispositivi di comando sul pulpito di comando accanto all'apertura di carico, al di fuori della zona pericolosa e con vista sull'apertura: avvio ciclo, riarmo, arresto di emergenza, selettore delle modalità operative bloccabile, interruttore a chiave per la manutenzione remota; pendant di programmazione con dispositivo di abilitazione a tre posizioni; segnale acustico di preavviso prima di ogni avvio automatico: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5, 4.2 e 9.2.	N. 6
1.2.3	Avviamento	**applicabile**	Avviamento solo mediante azione volontaria sull'avvio ciclo con campo di protezione libero e funzioni di sicurezza riarmate; blocco al riavvio dopo l'intervento di un dispositivo di protezione, dopo l'arresto di emergenza e dopo il ripristino dell'alimentazione secondo EN ISO 14118:2018 (rapporto di prova: blocco al riavvio dopo interruzione dell'alimentazione, superato): istruzioni per l'uso, capitoli 2.5, 4.3 e 9.5.	N. 6, N. 38
1.2.4	Arresto	**applicabile**	I requisiti relativi all'arresto sono dimostrati nei sottopunti da 1.2.4.1 a 1.2.4.4.	
1.2.4.1	Arresto normale	**applicabile**	Arresto nel funzionamento normale a fine turno tramite il pannello HMI nella posizione di base e tramite l'interruttore generale, che seziona tutti i poli; equipaggiamento elettrico secondo EN 60204-1:2018: istruzioni per l'uso, capitoli 9.2 e 9.5.	
1.2.4.2	Arresto operativo	**applicabile**	Durante l'arresto operativo per il carico l'arresto resta monitorato: la tavola girevole ruota solo dopo l'avvio del ciclo con campo di protezione libero e posizione di riposo del robot confermata da un segnale sicuro (SF-04, PL e), ed è bloccata con accoppiamento di forma nella sua posizione finale; un'intrusione nel campo di protezione attiva l'arresto sicuro (SF-02, PL e): istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 4.3.	N. 4
1.2.4.3	Arresto di emergenza	**applicabile**	Arresto di emergenza SF-03 (PL d, categoria 3) secondo EN ISO 13850:2015 con dispositivi di arresto di emergenza sul pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione, categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1:2018, riavvio solo dopo lo sblocco e il riarmo (rapporto di prova: arresto di emergenza in tutte le postazioni e in tutte le modalità operative nonché verificato elettricamente, superato): istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 9.5.	N. 7

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.2.4.4	Insieme di macchine o di prodotti correlati	**applicabile**	Insieme di macchine secondo EN ISO 11161:2007+A1:2010: un unico PLC di sicurezza comune per tutte le macchine parziali; l'arresto di emergenza e l'intervento dei dispositivi di protezione agiscono su robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura e trainafilo; cartello con testo sul pulpito di comando che indica il campo d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.5.	N. 7, N. 31, N. 39
1.2.5	Selezione del modo di comando o di funzionamento	**applicabile**	Selettore delle modalità operative bloccabile con le modalità Automatico e Regolazione; in modalità di regolazione, movimenti solo a velocità ridotta in sicurezza di 250 mm/s e con il dispositivo di abilitazione a tre posizioni (SF-05, PL d) secondo EN ISO 10218-2:2025 (rapporto di prova: selettore delle modalità operative superato, comando a due mani non applicabile): istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 9.3.	N. 2, N. 11
1.2.6	Guasto dell'alimentazione di energia o del collegamento alla rete di comunicazione	**applicabile**	Dopo il ripristino dell'alimentazione l'impianto resta fermo grazie al blocco al riavvio; in caso di mancanza di aria compressa la valvola di mantenimento della pressione mantiene serrati i pezzi e il pressostato blocca il movimento di rotazione (istruzioni per l'uso, capitolo 9.5). Comportamento in caso di guasto, ripristino o modifica della connessione alla rete di comunicazione verificato (rapporto di prova Protezione dall'alterazione: A9 superato).	N. 5, N. 38
1.3.1	Rischio di perdita di stabilità	**applicabile**	Ancoraggio del basamento del robot e della tavola girevole con tasselli ad alta resistenza M16 per un momento di ribaltamento fino a circa 8 kNm e requisiti per il pavimento del capannone (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2), contrassegno «Pericolo di ribaltamento prima dell'ancoraggio» sul telaio di base (capitolo 2.4); rapporto di prova: stabilità e ancoraggio superato.	N. 29
1.3.2	Rischio di rottura durante il funzionamento	**applicabile**	Parti in pressione dell'impianto pneumatico secondo EN ISO 4414:2010 (rapporto di prova: prova di pressione a 6,0 bar con pressione di intervento verificata della valvola limitatrice di pressione di 7,5 bar e stato dei tubi flessibili/delle tubazioni, superato); giunto anticollisione sulla torcia di saldatura con arresto di sicurezza; controllo semestrale delle coppie di serraggio dell'ancoraggio: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 10.2.	
1.3.3	Rischi dovuti a caduta o proiezione di oggetti	**applicabile**	Valvola di mantenimento della pressione nella linea di serraggio e monitoraggio della pressione di serraggio in SF-04, lamiera deflettrice sotto la tavola girevole come dispositivo di raccolta e protezione dagli urti, incapsulamento dell'area di saldatura contro gli spruzzi, punti di sollevamento per il trasporto: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5, 4.1 e 5.	N. 5, N. 9, N. 16, N. 23, N. 28
1.3.4	Rischi dovuti a superfici, spigoli e angoli	**applicabile**	La valutazione del rischio valuta gli spigoli vivi delle parti in lamiera durante lo smontaggio al termine della durata di vita; procedura ed equipaggiamento di protezione: istruzioni per l'uso, capitolo 11.	N. 33

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.3.5	Rischi dovuti alle macchine o ai prodotti correlati combinati	non applicabile	La RSZ-2600 non è una macchina combinata ai sensi di questo requisito: esegue un'unica operazione (saldatura MAG) e non dispone di elementi per operazioni diverse tra i quali il pezzo venga trasferito a mano (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 4.3). L'interazione delle macchine parziali dell'insieme è dimostrata al punto 1.2.4.4.	
1.3.6	Rischi dovuti a variazioni delle condizioni di utilizzo	**applicabile**	Solo programmi di saldatura rilasciati, selezione del programma sul pannello HMI; regolazione e cambio delle attrezzature di serraggio solo da parte dell'addetto alla regolazione con l'impianto fermo e il circuito di serraggio depressurizzato, nuove attrezzature di serraggio solo previo rilascio da parte del fabbricante, controllo del primo pezzo dopo ogni regolazione, nuovi programmi dapprima in modalità di regolazione: istruzioni per l'uso, capitoli 2.1, 3 e 9.4.	N. 30, N. 42
1.3.7	Rischi dovuti agli elementi mobili	**applicabile**	Distanze minime sulla tavola girevole secondo EN ISO 13854:2019, distanze di sicurezza secondo EN ISO 13857:2019, robot e cella robotizzata secondo EN ISO 10218-1:2025 ed EN ISO 10218-2:2025; misure di protezione contro gli elementi mobili tramite le funzioni da SF-01 a SF-05 (rapporto di prova: distanze della recinzione perimetrale, ripari interbloccati e barriera fotoelettrica superati): istruzioni per l'uso, capitolo 2.5.	N. 1, N. 2, N. 3, N. 4, N. 6, N. 8, N. 11, N. 32
1.3.8	Scelta della protezione contro i rischi dovuti agli elementi mobili	**applicabile**	Scelta delle protezioni: recinzione perimetrale fissa secondo EN ISO 14120:2015 attorno allo spazio di lavoro del robot, porta di manutenzione interbloccata con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 per l'accesso occasionale, barriera fotoelettrica di tipo 4 all'apertura di carico per l'accesso in ogni ciclo con distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024: istruzioni per l'uso, capitolo 2.5.	N. 1, N. 3, N. 32
1.3.8.1	Elementi mobili di trasmissione	**applicabile**	L'azionamento della tavola girevole è rivestito e il rivestimento è realizzato come riparo secondo EN ISO 14120:2015; rivestimenti e pannelli inferiori devono essere montati completamente durante il montaggio (istruzioni per l'uso, capitolo 8.2). Gli azionamenti del robot operano all'interno della recinzione perimetrale. Rapporto di prova: fissaggio delle protezioni superato.	
1.3.8.2	Elementi mobili che partecipano al processo di lavoro	**applicabile**	Gli elementi mobili che partecipano alla lavorazione (robot con torcia, tavola girevole, trainafilo) sono resi inaccessibili dalla recinzione perimetrale e dalla porta di manutenzione con bloccaggio del riparo; resta accessibile solo l'apertura di carico, protetta dalla barriera fotoelettrica (SF-02) e dall'abilitazione alla rotazione (SF-04); in modalità di regolazione si applica SF-05: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 9.3.	N. 1, N. 2, N. 3, N. 4, N. 8, N. 32
1.3.9	Rischi dovuti a movimenti non comandati	**applicabile**	Contro il movimento a partire dall'arresto: valvola di mantenimento della pressione nella linea di serraggio con azionamento manuale ausiliario, bloccaggio con accoppiamento di forma della tavola girevole, valvola di intercettazione con funzione di scarico e indicatore di pressione residua (rapporto di prova: scarico della pressione residua documentato, superato); sostegno di un asse del robot prima dello sblocco del freno: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5, 2.6 e 10.4.	N. 5, N. 6, N. 23

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.4.1	Requisiti generali	**applicabile**	Ripari e dispositivi di protezione montati in modo permanente, rimovibili solo con un utensile e protetti contro l'elusione (attuatore codificato secondo EN ISO 14119:2025), distanze secondo EN ISO 13857:2019 (rapporto di prova: ispezione visiva di tutte le protezioni, fissaggio e distanze della recinzione perimetrale superati); controlli quotidiani e periodici: istruzioni per l'uso, capitoli 9.4 e 10.2.	N. 3, N. 32
1.4.2	Requisiti specifici per i ripari	**applicabile**	I requisiti specifici per i ripari sono dimostrati ai punti 1.4.2.1 e 1.4.2.2; progettazione secondo EN ISO 14120:2015.	
1.4.2.1	Ripari fissi	**applicabile**	Recinzione perimetrale alta 2200 mm con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura e pannello inferiore secondo EN ISO 14120:2015, pannelli rimovibili solo con un utensile, lamiere laterali e coperture accanto e sotto la barriera fotoelettrica secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4 (rapporto di prova: distanze della recinzione perimetrale secondo EN ISO 13857 superato): istruzioni per l'uso, capitolo 2.5.	N. 3, N. 32
1.4.2.2	Ripari mobili interbloccati	**applicabile**	Porta di manutenzione con interblocco e bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119:2025 (SF-01, PL d), sblocco solo dopo lo spegnimento dell'arco e con arresto monitorato, sblocco di fuga dall'interno, dispositivo di blocco per lucchetti personali (rapporto di prova: ripari interbloccati superato): istruzioni per l'uso, capitolo 2.5.	N. 3, N. 6, N. 11
1.4.2.3	Ripari regolabili che limitano l'accesso	non applicabile	La cella non dispone di ripari regolabili: lo spazio di lavoro del robot è racchiuso da ripari fissi (1.4.2.1) e dalla porta di manutenzione interbloccata (1.4.2.2), e l'apertura di carico è protetta da una barriera fotoelettrica (1.4.3). Un accesso regolabile agli elementi mobili non è necessario per il processo di lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 4.3).	
1.4.3	Requisiti particolari per i dispositivi di protezione	**applicabile**	Barriera fotoelettrica di tipo 4 con risoluzione di 30 mm all'apertura di carico (SF-02, PL e, categoria 4) senza muting, distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855:2024, spazio di arresto misurato della tavola girevole 45 mm con 60 mm ammessi; dispositivo di abilitazione a tre posizioni sul pendant di programmazione (SF-05). Rapporto di prova: barriera fotoelettrica e misura dello spazio di arresto superati. Istruzioni per l'uso, capitolo 2.5.	N. 2, N. 32
1.5.1	Alimentazione di energia elettrica	**applicabile**	Equipaggiamento elettrico secondo EN 60204-1:2018, obiettivi di sicurezza della direttiva bassa tensione ai sensi dell'allegato III, punto 1.5.1 (istruzioni per l'uso, capitolo 1.4). Rapporto di prova elettrica: conduttore di protezione 0,08 Ω, impedenza dell'anello di guasto 0,28 Ω con condizione di disconnessione soddisfatta, resistenza di isolamento > 100 MΩ a 500 V DC, tensione residua 1,9 s fino a ≤ 60 V e conformità allo schema elettrico superati. Sezionamento e tempo di scarica: capitoli 8.1 e 10.	N. 12, N. 13

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.5.2	Elettricità statica	non applicabile	La valutazione del rischio non individua alcun pericolo dovuto a cariche elettrostatiche: la cella lavora esclusivamente assiemi in acciaio e nessun materiale isolante in nastro, materia plastica o liquido infiammabile, e il luogo di installazione non è un'area a rischio di esplosione (istruzioni per l'uso, capitoli 1.1 e 7.3). Tutti i gruppi conduttivi, compresa la recinzione perimetrale, sono collegati al conduttore di protezione (rapporto di prova: conduttore di protezione 0,08 Ω fino al punto di messa a terra della recinzione perimetrale).	
1.5.3	Alimentazione di energia diversa da quella elettrica	**applicabile**	Impianto pneumatico secondo EN ISO 4414:2010 a 6 bar con valvola di intercettazione bloccabile con funzione di scarico e indicatore di pressione residua; gas di protezione M21 con elettrovalvola normalmente chiusa. Rapporto di prova: prova di pressione, prova di tenuta, stato dei tubi flessibili/delle tubazioni, scarico della pressione residua e tenuta delle parti che convogliano sostanze superati. Istruzioni per l'uso, capitoli 4.1, 7.4 e 10.	N. 5, N. 21, N. 23
1.5.4	Errori di montaggio	**applicabile**	Montaggio in una sequenza definita con coppie di serraggio secondo il piano di installazione RSZ-2600-LAY-001 (istruzioni per l'uso, capitolo 8.2); posa dei cavi, collegamenti degli schermi e collegamento equipotenziale solo secondo lo schema elettrico RSZ-2600-EPL-001, con cartello con testo sul quadro elettrico (capitoli 2.4 e 7.3); attrezzature di serraggio specifiche per il pezzo solo previo rilascio da parte del fabbricante (capitolo 3); dopo la sostituzione del generatore di corrente di saldatura, del sistema di comando del robot o di componenti di sicurezza, ripetizione della prova funzionale delle funzioni da SF-01 a SF-05 (capitolo 7.3).	N. 14, N. 29
1.5.5	Temperature estreme	**applicabile**	Periodo di blocco per raffreddamento per ciascun programma di saldatura con spia luminosa rossa alla stazione di prelievo, monitoraggio della temperatura al collo della torcia con indicazione di abilitazione, temperature di contatto secondo EN ISO 13732-1:2008 come riferimento di progettazione; segnale di avvertimento W017 e protezione delle mani: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.5 e 9.1.	N. 15, N. 17
1.5.6	Incendio	**applicabile**	Incapsulamento con pannelli di riempimento incombustibili, separatore di scintille preliminare, monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, serrande di intercettazione motorizzate, rivelatori di fumo e di CO, prosecuzione del funzionamento dell'aspirazione per almeno 10 minuti; comportamento in caso di incendio nell'unità di aspirazione e inoltro dell'allarme incendio da parte dell'utilizzatore: istruzioni per l'uso, capitoli 1.2, 2.5 e 9.5.	N. 16, N. 34
1.5.7	Esplosione	non applicabile	La valutazione del rischio non individua alcun pericolo di esplosione e il profilo macchina del progetto non indica alcuna atmosfera esplosiva: il gas di protezione M21 (82 per cento argon, 18 per cento CO2) non è infiammabile, non vengono utilizzati altri gas e il funzionamento in aree a rischio di esplosione è escluso (istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 1.3 e 2.1). Il pericolo di incendio dovuto alle scintille nella cartuccia filtrante è trattato al punto 1.5.6.	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.5.8	Rumore	**applicabile**	Livello di pressione acustica di emissione alla stazione di carico LpA = 84 dB(A), K = 2,5 dB secondo EN ISO 11202:2010, livello di potenza acustica LWA = 96 dB(A) secondo EN ISO 3746:2010, dichiarazione secondo EN ISO 4871:2009 con condizioni di misura e valore di picco ponderato C (rapporto di prova: livello di pressione acustica di emissione, livello di potenza acustica e indicazione del rumore nelle istruzioni per l'uso superati): istruzioni per l'uso, capitolo 3; riduzione del rumore durante il montaggio: capitolo 8.2.	N. 24
1.5.9	Vibrazioni	non applicabile	La valutazione del rischio non individua alcun pericolo dovuto alle vibrazioni: la cella è una macchina fissa ancorata al pavimento, priva di utensili portatili o guidati a mano e senza sedile o posto di guida, e l'operatore si trova sulla pedana davanti alla cella (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 7.2). L'azionamento della tavola girevole è montato su supporti elastici (pericolo n. 24, fase 1).	
1.5.10	Radiazioni	**applicabile**	Radiazione ottica dell'arco: incapsulamento con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura, finestre di osservazione e tendina di protezione per saldatura, bloccaggio del riparo della porta di manutenzione fino allo spegnimento dell'arco, segnale di avvertimento W027. Campi elettromagnetici: accesso alle vicinanze dei cavi di saldatura solo con la corrente di saldatura disinserita, segnale di avvertimento W006 e segnale di divieto P007. Istruzioni per l'uso, capitoli 2.4 e 2.5.	N. 18, N. 19
1.5.11	Radiazioni esterne	**applicabile**	Immunità per l'ambiente industriale secondo EN IEC 61000-6-2:2019, misura sull'impianto completo nel rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001 (rapporto di prova EMC superato); cavi di sicurezza schermati e canaline separate per i cavi della corrente di saldatura e i cavi di comando: istruzioni per l'uso, capitolo 7.3.	N. 14
1.5.12	Radiazioni laser	non applicabile	La cella non contiene apparecchiature laser: il processo di saldatura è la saldatura MAG (processo 135), la dotazione di fornitura secondo le istruzioni per l'uso, capitolo 1.1, non comprende alcuna sorgente laser e la valutazione del rischio non individua alcun pericolo dovuto alla radiazione laser.	
1.5.13	Emissioni di materiali e sostanze pericolosi	**applicabile**	Aspirazione dei fumi di saldatura secondo EN ISO 21904-1:2020 con cappa di captazione, 1.800 m³/h, allarme guasto al di sotto di 1.400 m³/h, classe di separazione W3; gas di protezione con elettrovalvola normalmente chiusa; sostituzione del filtro a bassa emissione di polvere tramite il sistema bag-in/bag-out. Rapporto di prova: sostanze pericolose emesse individuate, captazione nel punto di origine, efficacia, classe del filtro e monitoraggio, tenuta e indicazioni nelle istruzioni per l'uso superati. Istruzioni per l'uso, capitoli 3, 9.1 e 10.2.	N. 20, N. 21, N. 22

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.5.14	Rischio di restare intrappolati in una macchina	**applicabile**	Sblocco di fuga della porta di manutenzione dall'interno senza utensili, dispositivo di blocco per lucchetti personali contro il rischio di rimanere chiusi all'interno, liberazione delle persone intrappolate tramite il dispositivo di sblocco dei freni del robot e il freno motore della tavola girevole: istruzioni per l'uso, capitoli 2.5 e 2.6.	N. 11
1.5.15	Rischio di scivolamento, inciampo o caduta	**applicabile**	Cavi e tubi flessibili portati fuori dalla superficie del pavimento, passacavi a pavimento con protezione carrabile, marcature a pavimento gialle e nere, illuminazione, segnali di avvertimento W011 e W007 (rapporto di prova: pericoli di inciampo/scivolamento, superato); pulizia del pavimento: istruzioni per l'uso, capitoli 2.4, 2.5 e 10.2.	N. 10, N. 27
1.5.16	Fulmini	non applicabile	La cella è destinata esclusivamente all'installazione in aree interne asciutte di un capannone di produzione e l'uso all'aperto è escluso (istruzioni per l'uso, capitoli 1.1, 2.1 e 7.3). Durante l'uso non è esposta agli effetti dei fulmini che richiederebbero sulla macchina un sistema per scaricare a terra la carica elettrica.	
1.6.1	Manutenzione di una macchina o di un prodotto correlato	**applicabile**	Piano di ispezione e manutenzione con interventi da quotidiani ad annuali, manutenzione con la macchina ferma e sezionata, controlli funzionali dei dispositivi di protezione dall'esterno della cella, diagnostica sul pannello HMI dall'esterno, modulo di registrazione della manutenzione RSZ-2600-WNW-001: istruzioni per l'uso, capitolo 10.	
1.6.2	Accesso ai posti di lavoro e ai punti di intervento per la manutenzione	**applicabile**	Spazio libero di almeno 1,0 m tutto intorno e di almeno 1,2 m davanti alla porta di manutenzione, area di comando e di deposito di 2,0 m davanti all'apertura di carico, altezza libera del capannone di almeno 3,2 m per i lavori sul tetto della cella, accesso all'interno della cella attraverso la porta di manutenzione: istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 7.1.	N. 10
1.6.3	Sezionamento delle fonti di energia	**applicabile**	Interruttore generale con posizione di spegnimento bloccabile, che seziona tutti i poli secondo EN 60204-1:2018; valvola di intercettazione dell'aria compressa bloccabile con funzione di scarico e indicatore di pressione residua secondo EN ISO 4414:2010; sezionamento e messa in sicurezza secondo EN ISO 14118:2018 (rapporto di prova: tensione residua e scarico della pressione residua superati): istruzioni per l'uso, capitoli 2.5, 8.1 e 10.	N. 6, N. 12, N. 23, N. 33
1.6.4	Interventi degli operatori	**applicabile**	Gli interventi sono limitati: pulizia della torcia controllata da programma con tranciafilo, diagnostica sul pannello HMI dall'esterno della cella, controlli funzionali dall'esterno. Interventi inevitabili (cambio del filo, cambio della torcia, spostamento del robot in posizione libera) solo in modalità di regolazione con SF-05 o con l'impianto sezionato, cambio della torcia solo dopo l'abilitazione da parte del monitoraggio della temperatura: istruzioni per l'uso, capitoli 4.3, 9.3 e 10.4.	N. 8, N. 17

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.6.5	Pulizia delle parti interne	**applicabile**	L'alloggiamento del filtro dell'unità di aspirazione viene pulito senza entrarvi: sostituzione della cartuccia tramite il sistema bag-in/bag-out, pulizia con un aspiratore industriale di classe di polvere H, nessuna soffiatura: istruzioni per l'uso, capitolo 10.2.	N. 22
1.7.1	Informazioni e avvertenze sulla macchina e sul prodotto correlato	**applicabile**	Informazioni in chiaro sul pannello HMI, colonna luminosa e indicatori: istruzioni per l'uso, capitolo 9.2; segnali di sicurezza secondo EN ISO 7010:2020: capitolo 2.4.	
1.7.1.1	Informazioni e dispositivi di informazione	**applicabile**	Pannello HMI con selezione del programma, stato operativo, messaggi di guasto in chiaro e intervalli di manutenzione; versione e checksum del software rilevante per la sicurezza alla voce «Info» senza effettuare l'accesso: istruzioni per l'uso, capitoli 9.2 e 13.	
1.7.1.2	Dispositivi di avvertimento	**applicabile**	Segnale acustico di preavviso prima di ogni avvio automatico, colonna luminosa verde, gialla e rossa, spia luminosa rossa durante il periodo di blocco per raffreddamento, segnalazioni in caso di guasto dell'illuminazione del posto di lavoro e di allarme incendio dell'unità di aspirazione, indicazione «Manutenzione remota attiva»: istruzioni per l'uso, capitoli 9.2 e 13.	
1.7.2	Avvertenza sui rischi residui	**applicabile**	Segnali di avvertimento, di divieto e di prescrizione secondo EN ISO 7010:2020 e cartelli con testo nei punti pericolosi: istruzioni per l'uso, capitolo 2.4; rischi residui per fase del ciclo di vita con le misure di protezione della valutazione del rischio: capitolo 2.6.	
1.7.3	Marcatura delle macchine e dei prodotti correlati	**applicabile**	Targa dati sulla parete laterale destra del quadro elettrico con fabbricante, tipo, numero di serie, anno di costruzione, dati di allacciamento elettrico, peso e marcatura CE (istruzioni per l'uso, capitolo 3). Rapporto di prova: dati verificati sulla targa finita; la targa viene applicata dopo la firma della dichiarazione di conformità.	
1.7.4	Istruzioni per l'uso	**applicabile**	Istruzioni per l'uso edizione 09/2026, versione 1.1, 13 capitoli, redatte secondo l'allegato III, punti da 1.7.4 a 1.7.4.2 (capitoli 1.4 e 1.5). Rapporto di prova: indicazioni nelle istruzioni per l'uso sulle sostanze pericolose, dichiarazione sul rumore nelle istruzioni per l'uso e voce A11 sulla protezione dall'alterazione superate.	
1.7.4.1	Principi generali per la redazione delle istruzioni per l'uso	**applicabile**	Struttura secondo il ciclo di vita, dalla consegna allo smaltimento, informazioni di sicurezza raggruppate nel capitolo 2 e all'inizio dei capitoli relativi alle attività, avvertenze graduate ed elenco delle abbreviazioni (capitolo 1.5), uso scorretto ragionevolmente prevedibile (capitolo 2.2), regola per le traduzioni (capitolo 1.4).	
1.7.4.2	Contenuto delle istruzioni per l'uso	**applicabile**	Contenuti secondo l'allegato III, punto 1.7.4.2: limiti e uso (capitoli 1 e 2), dati tecnici e valori di emissione sonora (capitolo 3), trasporto (capitolo 5), immagazzinamento (capitolo 6), installazione (capitolo 7), assemblaggio e prima messa in servizio (capitolo 8), funzionamento (capitolo 9), manutenzione (capitolo 10), smontaggio e smaltimento (capitolo 11), documenti (capitolo 12) e cibersicurezza con versione del software e aggiornamenti (capitolo 13).	N. 24, N. 28, N. 40

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
1.7.5	Documentazione commerciale	non applicabile	La RSZ-2600 è una macchina speciale costruita come esemplare unico per un solo utilizzatore (istruzioni per l'uso, capitolo 4); la documentazione commerciale relativa a questa macchina non fa parte dei documenti di progetto. Se tale documentazione viene redatta, le sue indicazioni relative alla sicurezza e alle emissioni devono corrispondere alle istruzioni per l'uso.	
2.1	Macchine e prodotti correlati per prodotti alimentari e macchine e prodotti correlati per prodotti cosmetici o farmaceutici	non applicabile	La parte 2 si applica alle macchine alimentari e alle macchine per prodotti cosmetici o farmaceutici, alle macchine portatili tenute o condotte a mano, alle macchine per la lavorazione del legno e di materie con caratteristiche fisiche simili e alle macchine per l'applicazione di pesticidi. La RSZ-2600 è una cella di saldatura fissa per assiemi in acciaio (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1) e non rientra in nessuna di queste categorie.	
2.2	Macchine portatili tenute o condotte a mano e prodotti correlati	non applicabile	La parte 2 si applica alle macchine alimentari e alle macchine per prodotti cosmetici o farmaceutici, alle macchine portatili tenute o condotte a mano, alle macchine per la lavorazione del legno e di materie con caratteristiche fisiche simili e alle macchine per l'applicazione di pesticidi. La RSZ-2600 è una cella di saldatura fissa per assiemi in acciaio (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1) e non rientra in nessuna di queste categorie.	
2.3	Macchine o prodotti correlati per la lavorazione del legno e di materiali con caratteristiche fisiche simili	non applicabile	La parte 2 si applica alle macchine alimentari e alle macchine per prodotti cosmetici o farmaceutici, alle macchine portatili tenute o condotte a mano, alle macchine per la lavorazione del legno e di materie con caratteristiche fisiche simili e alle macchine per l'applicazione di pesticidi. La RSZ-2600 è una cella di saldatura fissa per assiemi in acciaio (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1) e non rientra in nessuna di queste categorie.	
2.4	Macchine o prodotti correlati per l'applicazione di prodotti fitosanitari	non applicabile	La parte 2 si applica alle macchine alimentari e alle macchine per prodotti cosmetici o farmaceutici, alle macchine portatili tenute o condotte a mano, alle macchine per la lavorazione del legno e di materie con caratteristiche fisiche simili e alle macchine per l'applicazione di pesticidi. La RSZ-2600 è una cella di saldatura fissa per assiemi in acciaio (istruzioni per l'uso, capitolo 2.1) e non rientra in nessuna di queste categorie.	
3.2.1	Posto di guida	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
3.2.2	Sedili	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.2.3	Posti per altre persone	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.2.4	Funzione di monitoraggio	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.3.1	Dispositivi di comando	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.3.2	Avviamento/spostamento	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
3.3.3	Arresto/frenatura	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.3.4	Spostamento di macchine con operatore a terra	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.3.5	Guasto del circuito di comando	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.1	Movimenti incontrollati	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.2	Elementi mobili di trasmissione	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
3.4.3	Ribaltamento e capovolgimento	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.4	Caduta di oggetti	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.5	Accessi	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.6	Dispositivi di traino	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.4.7	Trasmissione di potenza tra una macchina semovente (o un trattore) e una macchina azionata	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
3.5.1	Batterie	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.5.2	Incendio	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.5.3	Emissione di sostanze pericolose	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.5.4	Rischio di contatto con linee aeree in tensione	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.6.1	Segnali, dispositivi di segnalazione e avvertenze	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
3.6.2	Marcatura	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.6.3	Istruzioni per l'uso (mobilità)	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.6.3.1	Vibrazioni	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.6.3.2	Usi multipli	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	
3.6.3.3	Macchine mobili autonome o prodotti correlati	non applicabile	La parte 3 si applica ai pericoli dovuti alla mobilità delle macchine. La RSZ-2600 è un insieme di macchine fisso: il basamento del robot e la tavola girevole sono ancorati al pavimento del capannone con tasselli ad alta resistenza (istruzioni per l'uso, capitoli 7.2 e 8.2); la cella non si sposta, non è condotta da un conducente a piedi e non dispone di posto di guida né di posti per persone trasportate. Il trasporto e lo spostamento avvengono solo in unità di trasporto, con l'impianto fermo, mediante carrelli industriali o una gru (capitolo 5).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
4.1.2	Misure di protezione contro i pericoli meccanici	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.1	Rischi dovuti alla mancanza di stabilità	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.2	Macchine o prodotti correlati che si spostano su guide o su vie di corsa	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.3	Resistenza meccanica	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.4	Pulegge, tamburi, ruote, funi e catene	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
4.1.2.5	Accessori di sollevamento e loro componenti	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.6	Controllo dei movimenti	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.7	Movimenti dei carichi durante l'utilizzo	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.8	Macchine che servono posti di carico fissi	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.8.1	Movimenti del supporto del carico	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
4.1.2.8.2	Accesso al supporto del carico	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.8.3	Rischi dovuti al contatto con il supporto di carico in movimento	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.8.4	Rischi dovuti a carichi che cadono dal supporto di carico	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.2.8.5	Punti di carico	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.1.3	Idoneità all'uso	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
4.2.1	Controllo dei movimenti	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.2.2	Limitazione del carico	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.2.3	Impianti guidati da funi	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.3.1	Catene, funi e cinghie	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.3.2	Accessori di sollevamento	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
4.3.3	Macchine per il sollevamento di carichi o prodotti correlati	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.4.1	Accessori di sollevamento	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
4.4.2	Macchine per il sollevamento di carichi o prodotti correlati	non applicabile	La parte 4 si applica ai pericoli derivanti dalle operazioni di sollevamento. La RSZ-2600 non solleva carichi: la tavola girevole ruota i pezzi attorno a un asse verticale senza alcuna variazione di altezza, il robot guida la torcia di saldatura e il carico e lo scarico sono eseguiti dall'operatore (istruzioni per l'uso, capitoli 4.1 e 4.3). L'ausilio di sollevamento per i pezzi oltre 15 kg è messo a disposizione in loco dall'utilizzatore; non fa parte della fornitura né di questo insieme di macchine (capitolo 1.1).	
5.1	Rischi dovuti alla mancanza di stabilità	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	
5.2	Mobilità	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	
5.3	Dispositivi di comando	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	
5.4	Arresto del movimento di traslazione	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	
5.5	Incendio	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	

N.	Requisito	Stato	Motivazione / dimostrazione	Pericoli
5.6	Emissione di gas di scarico	non applicabile	La parte 5 si applica alle macchine destinate ai lavori in sotterraneo. La RSZ-2600 è destinata esclusivamente all'installazione in un capannone di produzione asciutto (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 7.3).	
6.1	Generalità (sollevamento di persone)	non applicabile	La parte 6 si applica alle macchine che presentano pericoli dovuti al sollevamento di persone. La RSZ-2600 non solleva né trasporta persone. La pedana regolabile in altezza alla stazione di carico viene regolata in base all'altezza corporea dell'operatore prima dell'inizio del lavoro e funge da superficie di stazionamento durante il lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 9.4).	
6.2	Dispositivi di comando	non applicabile	La parte 6 si applica alle macchine che presentano pericoli dovuti al sollevamento di persone. La RSZ-2600 non solleva né trasporta persone. La pedana regolabile in altezza alla stazione di carico viene regolata in base all'altezza corporea dell'operatore prima dell'inizio del lavoro e funge da superficie di stazionamento durante il lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 9.4).	
6.3	Rischi per le persone nel supporto del carico o su di esso	non applicabile	La parte 6 si applica alle macchine che presentano pericoli dovuti al sollevamento di persone. La RSZ-2600 non solleva né trasporta persone. La pedana regolabile in altezza alla stazione di carico viene regolata in base all'altezza corporea dell'operatore prima dell'inizio del lavoro e funge da superficie di stazionamento durante il lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 9.4).	
6.4	Macchine o prodotti correlati che collegano piani definiti	non applicabile	La parte 6 si applica alle macchine che presentano pericoli dovuti al sollevamento di persone. La RSZ-2600 non solleva né trasporta persone. La pedana regolabile in altezza alla stazione di carico viene regolata in base all'altezza corporea dell'operatore prima dell'inizio del lavoro e funge da superficie di stazionamento durante il lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 9.4).	
6.5	Marcatura (sollevamento di persone)	non applicabile	La parte 6 si applica alle macchine che presentano pericoli dovuti al sollevamento di persone. La RSZ-2600 non solleva né trasporta persone. La pedana regolabile in altezza alla stazione di carico viene regolata in base all'altezza corporea dell'operatore prima dell'inizio del lavoro e funge da superficie di stazionamento durante il lavoro (istruzioni per l'uso, capitoli 4.2 e 9.4).	

Per le misure di protezione relative a ciascun pericolo, vedere la valutazione del rischio.

2. Norme applicate

norme applicate dalla lista di controllo

Note secondo la Gazzetta ufficiale: EN ISO 11202:2010: La Gazzetta ufficiale cita questa norma insieme a EN ISO 11202:2010/A1:2021. La presunzione di conformità si riferisce alla versione citata. La versione senza la modifica ha perso la presunzione di conformità il 11/10/2023.
EN ISO 14119:2025: La Gazzetta ufficiale cita questa norma insieme a EN ISO 14119:2025/A11:2026. La presunzione di conformità si riferisce alla versione citata.

Norme di tipo A (norme fondamentali di sicurezza) (1)

Norma	Titolo	Elencata in
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)	2006/42/CE

Norme di tipo B (norme di sicurezza di gruppo) (20)

Norma	Titolo	Elencata in
EN 1005-2:2003+A1:2008	Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery	2006/42/CE
EN 60204-1:2018	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements	2006/42/CE, 2014/35/EU
EN IEC 61000-6-2:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-2: Generic standards. Immunity for industrial environments	2014/30/EU
EN IEC 61000-6-4:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-4: Generic standards. Emission standard for industrial environments	2014/30/EU
EN ISO 11161:2007+A1:2010	Safety of machinery. Integrated manufacturing systems. Basic requirements	2006/42/CE
EN ISO 11202:2010	Acoustics - Noise emitted by machinery and equipment - Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections (ISO 11202:2010)	2006/42/CE
EN ISO 13732-1:2008	Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces (ISO 13732-1:2006)	2006/42/CE
EN ISO 13849-1:2023	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2023)	2006/42/CE

Norma	Titolo	Elencata in
EN ISO 13849-2:2012	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 2: Validation (ISO 13849-2:2012)	2006/42/CE
EN ISO 13850:2015	Safety of machinery - Emergency stop function - Principles for design (ISO 13850:2015)	2006/42/CE
EN ISO 13854:2019	Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body (ISO 13854:2017)	2006/42/CE
EN ISO 13855:2024	Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body (ISO 13855:2024)	2006/42/CE
EN ISO 13857:2019	Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs (ISO 13857:2019)	2006/42/CE
EN ISO 14118:2018	Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up (ISO 14118:2017)	2006/42/CE
EN ISO 14119:2025	Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection (ISO 14119:2024)	2006/42/CE
EN ISO 14120:2015	Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards (ISO 14120:2015)	2006/42/CE
EN ISO 3746:2010	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (ISO 3746:2010)	2000/14/CE, 2006/42/CE
EN ISO 4414:2010	Pneumatic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4414:2010)	2006/42/CE
EN ISO 4871:2009	Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (ISO 4871:1996)	2000/14/CE, 2006/42/CE
EN ISO 7010:2020	Graphical symbols. Safety colours and safety signs. Registered safety signs	

Norme di tipo C (norme di prodotto) (3)

Norma	Titolo	Elencata in
EN ISO 10218-1:2025	Robotics - Safety requirements - Part 1: Industrial robots (ISO 10218-1:2025)	2006/42/CE
EN ISO 10218-2:2025	Robotics - Safety requirements - Part 2: Industrial robot applications and robot cells (ISO 10218-	2006/42/CE

Norma	Titolo	Elencata in
	2:2025)	
EN ISO 21904-1:2020	Health and safety in welding and allied processes - Equipment for capture and separation of welding fume - Part 1: General requirements (ISO 21904-1:2020)	2006/42/CE

3. Dichiarazione di conformità

Allegato V del regolamento macchine

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ UE

ai sensi dell'allegato V parte A del regolamento macchine (UE) 2023/1230

1. Identificazione del prodotto

Descrizione: Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (insieme di macchine)

Tipo / Modello: RSZ-2600

Numero di serie / Intervallo: RSZ2600-2026-0001

Anno di fabbricazione: 2026

2. Dati del fabbricante

Muster Maschinenbau GmbH

Beispielstraße 1

12345 Musterstadt, Germania

4. La presente dichiarazione di conformità è rilasciata sotto l'esclusiva responsabilità del fabbricante.

5. Oggetto della dichiarazione

Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (insieme di macchine), RSZ-2600

6. Normativa di armonizzazione dell'Unione applicabile

L'oggetto della dichiarazione sopra descritto è conforme alla seguente normativa di armonizzazione dell'Unione:

Regolamento macchine (UE) 2023/1230 (GU L 165 del 29.6.2023, pag. 1)

Ulteriore normativa di armonizzazione dell'Unione applicabile

Si dichiara inoltre la conformità alla seguente normativa dell'Unione:

- Direttiva compatibilità elettromagnetica 2014/30/UE (GU L 96 del 29.3.2014, pag. 79)

7. Norme armonizzate applicate

- —

Nella Gazzetta ufficiale dell’Unione europea non sono ancora stati pubblicati riferimenti di norme armonizzate ai sensi dell’articolo 20, paragrafo 1, del regolamento (UE) 2023/1230. Le norme applicate sono pertanto indicate come altre specifiche tecniche, compresa l’edizione (allegato V, parte A, punto 7).

Altre norme e specifiche tecniche applicate

- EN ISO 12100:2010
- EN ISO 13849-1:2023
- EN 60204-1:2018
- EN ISO 13857:2019

- EN ISO 13855:2024
- EN ISO 14120:2015
- EN ISO 11161:2007+A1:2010 (parti applicate: concetto di zone, modalità operative e interfacce tra le macchine parziali)
- EN ISO 10218-2:2025
- EN ISO 4414:2010
- EN ISO 13850:2015
- EN ISO 13854:2019
- EN ISO 11202:2010+A1:2021
- EN ISO 4871:2009
- EN IEC 61000-6-2:2019
- EN IEC 61000-6-4:2019
- EN ISO 14119:2025+A11:2026
- EN ISO 14118:2018
- EN ISO 13849-2:2012
- EN ISO 10218-1:2025
- EN ISO 13732-1:2008
- EN ISO 21904-1:2020
- EN ISO 3746:2010
- EN 1005-2:2003+A1:2008
- EN ISO 7010:2020

9. Procedura di valutazione della conformità (Regolamento macchine (UE) 2023/1230)

La macchina o il prodotto correlato sono soggetti alla procedura di valutazione della conformità basata sul controllo interno della produzione (modulo A).

Controllo interno della produzione (modulo A, allegato VI)

Con la presente dichiariamo, sotto la nostra esclusiva responsabilità, che la macchina sopra descritta è conforme a tutte le pertinenti disposizioni del regolamento macchine (UE) 2023/1230. La macchina soddisfa i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute dell'allegato III del regolamento macchine (UE) 2023/1230. Si dichiara inoltre la conformità alla seguente normativa dell'Unione: Direttiva compatibilità elettromagnetica 2014/30/UE (GU L 96 del 29.3.2014, pag. 79).

10. Informazioni supplementari

Firmato a nome e per conto di: Muster Maschinenbau GmbH

Musterstadt, 15 marzo 2027



M. Beispiel
Coordinatore CE

4. Documentazione tecnica

Allegato IV del regolamento macchine (normativa sulle macchine)

Fascicolo tecnico secondo l'allegato IV, parte A, del regolamento macchine (UE) 2023/1230

66 punti su 68 completati (97%) · Punti obbligatori aperti: 0 su 41

1. Informazioni generali (5/5)

Informazioni di base sul prodotto e sul fabbricante · Allegato IV, parte A, del regolamento macchine, marcatura secondo l'allegato III, punto 1.7.3, del regolamento macchine

Nome e indirizzo del fabbricante OBBLIGATORIA Completato

Ragione sociale completa e indirizzo postale

Nota: Acquisito dai dati del progetto: dati del fabbricante dalle impostazioni. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, scheda principale Documentazione tecnica.

Nome e indirizzo del mandatario (se presente) Non applicabile

Solo se è stato nominato un mandatario nell'UE

Nota: Non applicabile: il fabbricante è stabilito nell'Unione europea; pertanto non è stato nominato un mandatario ai sensi dell'art. 3, punto 19, del regolamento macchine (nomina ai sensi dell'art. 12 del regolamento macchine).

Motivazione (n.a.): Il fabbricante Muster Maschinenbau GmbH è stabilito nell'UE (Germania) e adempie esso stesso a tutti gli obblighi del fabbricante previsti dal regolamento macchine (UE) 2023/1230. Pertanto non è stato nominato un mandatario ai sensi dell'art. 3, punto 19, del regolamento macchine (nomina ai sensi dell'art. 12 del regolamento macchine).

Denominazione della macchina / denominazione del prodotto OBBLIGATORIA Completato

Designazione univoca, compresi tipo, serie, modello

Nota: Acquisito dai dati del progetto: denominazione della macchina dal progetto. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, scheda principale Documentazione tecnica.

Numero di serie / serie costruttiva OBBLIGATORIA Completato

Identificazione univoca di ogni singola macchina

Nota: Numero di serie RSZ2600-2026-0001. Esemplare unico realizzato come macchina speciale, non in serie. Indicato sulla targa dati e nella dichiarazione di conformità.

Anno di costruzione OBBLIGATORIA Completato

Anno in cui il processo di fabbricazione è stato completato

Nota: 2026. Indicato sulla targa dati secondo l'allegato III, punto 1.7.3, del regolamento macchine e nella dichiarazione di conformità.

2. Descrizione generale della macchina (4/4)

Descrizione tecnica e uso previsto · Allegato IV, parte A, lettera a), del regolamento macchine

Descrizione generale della macchina OBBLIGATORIA Completato

Principio di funzionamento, struttura, componenti principali

Nota: Documento RSZ-2600-TD-001 Descrizione del sistema, rev. A. Cella di saldatura robotizzata composta da un robot a braccio articolato (quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE), tavola girevole a due stazioni, generatore di corrente di saldatura MAG, impianto di aspirazione dei fumi di saldatura, recinzione perimetrale con porta di manutenzione interbloccata e barriera fotoelettrica alla stazione di carico. Immessa sul mercato come insieme di macchine ai sensi dell'art. 3, punto 1, lettera d), del regolamento macchine (UE) 2023/1230.

Uso previsto OBBLIGATORIA Completato

Per quale scopo è prevista la macchina, compreso l'uso scorretto ragionevolmente prevedibile

Nota: Acquisito dai dati del progetto: uso previsto dalla valutazione del rischio (fase 1). Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio, sezione Uso previsto.

Limiti della macchina OBBLIGATORIA Completato

Limiti di utilizzo, limiti di spazio, limiti di tempo (durata di vita, intervalli di manutenzione)

Nota: Acquisito dai dati del progetto: limiti della macchina dalla valutazione del rischio (fase 1). Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio, sezione Limiti della macchina.

Disegni, fotografie e schemi OBBLIGATORIA Completato

Vista d'insieme, viste di dettaglio delle aree rilevanti per la sicurezza

Nota: Serie di disegni da RSZ-2600-ZG-001 a -042, rev. B, con vista d'insieme, sezioni attraverso la tavola girevole, dettaglio della recinzione perimetrale e del fissaggio della barriera fotoelettrica. Archiviazione nel PDM nel progetto MUSTER-2026-001.

3. Valutazione del rischio (5/5)

Documentazione della valutazione del rischio secondo la norma EN ISO 12100 · Allegato IV, parte A, lettera b), del regolamento macchine

Descrizione della procedura applicata OBBLIGATORIA Completato

Metodologia secondo EN ISO 12100 (stima, valutazione e riduzione del rischio)

Nota: Acquisito dai dati del progetto: valutazione del rischio nel progetto (metodologia secondo EN ISO 12100, documentata nell'esportazione della valutazione del rischio). Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio, sezione Metodologia.

Elenco di tutti i pericoli individuati OBBLIGATORIA Completato

Identificazione sistematica dei pericoli per tutte le fasi del ciclo di vita

Nota: Acquisito dai dati del progetto: 42 pericoli nella valutazione del rischio. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio (modulo 1 del dossier).

Obiettivi di protezione / requisiti applicati OBBLIGATORIA Completato

Quali requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute (allegato III del regolamento macchine) sono applicabili

Elenco dei requisiti: 56 applicabili, 73 non applicabili, 0 aperti (su 129)

Nota: Confronto con i requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute dell'allegato III del regolamento macchine (UE) 2023/1230: lista di controllo RSZ-2600-TD-003, rev. A. Punti principali: 1.1.9, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.4.4, 1.2.5, 1.2.6, 1.3.7, 1.4.1, 1.4.2.2, 1.5.1, 1.5.8, 1.5.10, 1.5.13, 1.6.3, 1.7.1, 1.7.3, 1.7.4.

Descrizione delle misure di protezione OBBLIGATORIA Completato

Metodo in 3 fasi: progettazione intrinsecamente sicura → misure di protezione tecniche → informazioni per l'uso

Nota: Acquisito dai dati del progetto: misure per ciascun pericolo nella valutazione del rischio. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio (modulo 1 del dossier).

Rischi residui e relativa valutazione OBBLIGATORIA Completato

Documentazione dei rischi residui accettati con relativa motivazione

Nota: Acquisito dai dati del progetto: accettazione del rischio residuo documentata nella valutazione del rischio. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, valutazione del rischio, documentazione del rischio residuo.

4. Norme e direttive (3/3)

Norme applicate e direttive soddisfatte · Allegato IV, parte A, lettere e) e f), del regolamento macchine

Elenco di tutta la normativa di armonizzazione dell'Unione applicata OBBLIGATORIA Completato

Direttiva macchine 2006/42/CE, regolamento macchine (UE) 2023/1230, direttiva EMC, direttiva bassa tensione, ecc.

Nota: Acquisito dai dati del progetto: direttive dall'analisi delle norme e dalla dichiarazione di conformità. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, analisi delle norme e dichiarazione di conformità.

Riferimenti alle norme armonizzate o alle specifiche comuni applicate OBBLIGATORIA Non applicabile

Riferimenti delle norme armonizzate di cui all'articolo 20, paragrafo 1, o delle specifiche comuni di cui all'articolo 20, paragrafo 3, del regolamento macchine, in caso di applicazione parziale con le parti applicate (allegato IV, parte A, lettera e), del regolamento macchine); finché nella Gazzetta ufficiale non sono citate norme relative al regolamento macchine, «non applicabile» con motivazione

Nota: Acquisito dai dati del progetto: 24 norme nella lista di controllo delle norme. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, lista di controllo delle norme (modulo 2 del dossier).

Motivazione (n.a.): Nella Gazzetta ufficiale non sono ancora state pubblicate norme armonizzate ai sensi dell'art. 20, paragrafo 1, né specifiche comuni ai sensi dell'art. 20, paragrafo 3, del regolamento macchine (UE) 2023/1230. Le 24 norme della lista di controllo delle norme sono pertanto documentate come altre specifiche tecniche (voce «Altre specifiche tecniche», dichiarazione di conformità n. 7).

Altre specifiche tecniche OBBLIGATORIA Completato

Descrizioni delle altre specifiche tecniche con cui sono soddisfatti i requisiti essenziali, qualora le norme armonizzate o le specifiche comuni non siano state applicate o lo siano state solo in parte (allegato IV, parte A, lettera f), del regolamento macchine)

Nota: Le 24 norme della lista di controllo delle norme (modulo 2 del dossier) sono applicate nella rispettiva edizione; finché non saranno pubblicati riferimenti ai sensi del regolamento macchine, esse valgono come altre specifiche tecniche e sono elencate come tali nella dichiarazione di conformità. Norme di prodotto relative ai componenti: la prova per il componente interessato spetta al fornitore. Se l'integratore applica inoltre una di queste norme per l'integrazione, ciò è indicato di seguito; anche queste norme sono elencate nella dichiarazione di conformità. EN IEC 61496-1:2020 ed EN IEC 61496-2:2020 (barriera fotoelettrica di tipo 4, prova fornita dal fabbricante dell'ESPE), EN IEC 60974-1:2022 (generatore di corrente di saldatura, conformità del fornitore tramite le direttive bassa tensione ed EMC), EN ISO 21904-1:2020 (aspirazione dei fumi di saldatura: prova per il componente fornita dal fabbricante dell'apparecchiatura; l'integratore applica la norma per l'integrazione dell'aspirazione nella cella), EN ISO 10218-1:2025 (robot: prova per il componente tramite la dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, insieme alle istruzioni per l'assemblaggio; l'integratore applica la norma per l'integrazione, ad esempio per la selezione della modalità operativa, il dispositivo di abilitazione e la velocità ridotta in sicurezza). Utilizzata dall'integratore come base per la scelta e la progettazione, senza presunzione di conformità: EN ISO 25980:2023 (tende e schermi per saldatura).

5. Disegni e calcoli (11/11)

Fascicolo tecnico e prove documentali · Allegato IV, parte A, lettere c), d), g), m) e n), regolamento macchine

Disegno d'insieme / disegno complessivo OBBLIGATORIA Completato

Disegno d'insieme in scala con le dimensioni principali

Nota: Disegno di layout RSZ-2600-LAY-001, rev. C: piano di installazione con recinzione perimetrale, porta di manutenzione, barriera fotoelettrica, stazione di carico, via di fuga e distanze minime dagli impianti adiacenti.

Disegni di dettaglio, di progetto e di fabbricazione OBBLIGATORIA Completato

Disegni di progetto e di fabbricazione nonché schemi della macchina, dei suoi componenti, sottoassiemi e circuiti (allegato IV, parte A, lettera c), del regolamento macchine)

Nota: Serie di disegni rilasciata da RSZ-2600-ZG-001 a -042, rev. B: disegni d'assieme e di particolari della tavola girevole, del basamento del robot, della recinzione perimetrale con porta di manutenzione e del pulpito di comando; circuiti nello schema elettrico RSZ-2600-EPL-001, nello schema pneumatico RSZ-2600-PPL-001 e nello schema del circuito di sicurezza RSZ-2600-SPL-001; calcoli nella verifica di resistenza RSZ-2600-BER-001. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001.

Descrizioni e spiegazioni relative ai disegni e al funzionamento OBBLIGATORIA Completato

Descrizioni e spiegazioni necessarie per comprendere i disegni e gli schemi nonché il funzionamento della macchina (allegato IV, parte A, lettera d), del regolamento macchine)

Nota: Descrizione del sistema RSZ-2600-TD-001, rev. A: struttura, modo di funzionamento, modalità operative e sequenza di un ciclo di saldatura con rimandi al piano di installazione e agli schemi elettrici e pneumatici; il funzionamento dei dispositivi di sicurezza è descritto nelle specifiche delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05. Verificato il 18 agosto 2026; luogo di archiviazione: sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001.

Schemi dei circuiti (elettrici, pneumatici, idraulici) OBBLIGATORIA Completato

Schemi completi di tutti i circuiti di comando (quelli elettrici secondo EN 60204-1); in assenza di tali equipaggiamenti, «non applicabile» con motivazione

Nota: Schema elettrico RSZ-2600-EPL-001 secondo EN 60204-1, punto 17, con schema delle morsettiere ed elenco delle apparecchiature. Schema pneumatico RSZ-2600-PPL-001 secondo EN ISO 4414, con gruppo di trattamento aria, valvola di scarico di sicurezza e dispositivi di serraggio dei pezzi. Impianto idraulico non presente su questa macchina.

Schemi dei circuiti di sicurezza / funzioni di sicurezza OBBLIGATORIA Completato

Rappresentazione di tutte le parti del sistema di comando legate alla sicurezza (SRP/CS); in assenza di un sistema di comando legato alla sicurezza, «non applicabile» con motivazione

Nota: Schema del circuito di sicurezza RSZ-2600-SPL-001 con le funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05, assegnazione di sensori, PLC di sicurezza e percorsi di disinserimento, circuiti di retroazione dei contattori con contatti a guida forzata.

Calcoli di resistenza / statica OBBLIGATORIA Completato

Calcoli di verifica per parti portanti, saldature, ecc.

Nota: Verifica di resistenza RSZ-2600-BER-001: telaio di base della tavola girevole, basamento del robot, ancoraggio con 2 × 4 tasselli ad alta resistenza M16 e recinzione perimetrale.

Prova del livello di prestazione per ogni funzione di sicurezza OBBLIGATORIA Completato

PL raggiunto (da a a e) secondo EN ISO 13849-1 o SIL secondo EN IEC 62061, con la validazione secondo EN ISO 13849-2; in assenza di funzioni di sicurezza del sistema di comando, «non applicabile» con motivazione

Nota: Progetti SISTEMA da RSZ-2600-SF01 a -SF05 con rapporti in PDF. Verifica PL maggiore o uguale a PLr soddisfatta per tutte e cinque le funzioni di sicurezza (SF-01 PL d, SF-02 PL e, SF-03 PL d, SF-04 PL e, SF-05 PL d). Validazione secondo EN ISO 13849-2 documentata in RSZ-2600-VAL-001.

Rapporto di prova EMC Completato

Prova della compatibilità elettromagnetica secondo la direttiva EMC

Nota: Rapporto di prova EMC RSZ-2600-EMV-001: verificate l'immunità secondo EN IEC 61000-6-2:2019 e l'emissione secondo EN IEC 61000-6-4:2019 per ambienti industriali, compresa la valutazione degli effetti del generatore di corrente di saldatura sul PLC di sicurezza. La verifica dell'immunità maggiorata delle funzioni di sicurezza è ancora in sospeso (vedere il rapporto di prova EMC).

Rapporto di misurazione del rumore Completato

Valori misurati con la relativa incertezza, la norma di misura applicata e le condizioni di funzionamento (norma di misurazione del rumore della norma di tipo C, altrimenti EN ISO 11201/11204 o EN ISO 3744/3746); indicazione obbligatoria nelle istruzioni per l'uso

Nota: Rapporto di misura del rumore RSZ-2600-LRM-001: determinazione secondo EN ISO 11202:2010, dichiarazione e verifica secondo EN ISO 4871:2009. Livello di pressione acustica di emissione alla stazione di carico LpA 84 dB(A), incertezza K = 2,5 dB, livello di potenza acustica ponderato A LWA 96 dB(A), incertezza KWA = 3 dB (EN ISO 3746, grado di precisione 3). Condizioni di funzionamento e metodo di misura descritti nel rapporto.

Codice sorgente o logica di programmazione del software legato alla sicurezza Completato

Da presentare su richiesta motivata di un'autorità nazionale competente, se tale autorità ne ha bisogno per verificare la conformità ai requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute dell'allegato III del regolamento macchine (allegato IV, parte A, lettera m), regolamento macchine)

Nota: Conservato dal fabbricante e trasmesso su richiesta motivata di un'autorità nazionale competente (allegato IV, parte A, lettera m), del regolamento macchine): programma del PLC di sicurezza come progetto del software di engineering, configurazione di sicurezza del sistema di comando del robot e parametrizzazione della barriera fotoelettrica, ciascuno con versione e checksum come registrati nel verbale di collaudo e nella distinta base del software RSZ-2600-SBOM-001. Archiviato nel sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001. Firmware e software operativo dei sistemi di comando acquistati restano presso il rispettivo fornitore.

Caratteristiche, capacità e limiti delle funzioni basate su sensori, telecomandate o autonome

Non applicabile

Per macchine basate su sensori, telecomandate o autonome, il cui funzionamento rilevante per la sicurezza è governato da dati dei sensori: descrizione delle caratteristiche generali, delle capacità e dei limiti del sistema, dei dati nonché delle procedure di sviluppo, prova e validazione (allegato IV, parte A, lettera n), regolamento macchine)

Motivazione (n.a.): La cella non è una macchina basata su sensori, telecomandata o autonoma ai sensi dell'allegato IV, parte A, lettera n), del regolamento macchine: il robot esegue programmi di saldatura approvati e fissi. I sensori della cella (barriera fotoelettrica, bloccaggio del riparo, pressostato, sensori di presenza del pezzo) agiscono come dispositivi di protezione o come condizioni di abilitazione in una sequenza fissa; il funzionamento rilevante per la sicurezza non è derivato da dati dei sensori. La manutenzione remota raggiunge solo il sistema di comando standard e il pannello HMI, e i comandi di movimento sono possibili solo da posti di comando con vista sulla zona pericolosa (pericolo 44).

6. Prove e controlli (5/5)

Rapporti di prova e documentazione di collaudo · Allegato IV, parte A, lettere g) e o), regolamento macchine

Rapporti di prova / risultati delle prove OBBLIGATORIA Completato

Risultati di tutte le prove e misurazioni effettuate

Nota: Rapporti di prova RSZ-2600-PRP-001, prove in fabbrica sulla cella di riferimento (vedere il capitolo Rapporti di prova).

Prova funzionale dei dispositivi di sicurezza OBBLIGATORIA Completato

Prova del funzionamento di tutte le protezioni (arresto di emergenza, ripari interbloccati, barriere fotoelettriche)

Nota: Prova funzionale delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 secondo il piano di validazione RSZ-2600-VAL-001 sulla cella di riferimento.

Prova del conduttore di protezione / misurazione dell'isolamento OBBLIGATORIA Completato

Prova di sicurezza elettrica secondo EN 60204-1; in assenza di equipaggiamento elettrico, «non applicabile» con motivazione

Nota: Prova elettrica secondo EN 60204-1, punto 18, rapporto di prova RSZ-2600-ELP-001: continuità del circuito del conduttore di protezione, impedenza dell'anello di guasto, resistenza di isolamento, protezione contro le tensioni residue e prova funzionale. La prova di tensione facoltativa secondo il punto 18.4 non è eseguita (vedere il rapporto di prova).

Prove su componenti e accessori per l'assemblaggio sicuro OBBLIGATORIA Completato

Rapporti e risultati delle prove e delle verifiche eseguite dal fabbricante sui componenti, sugli accessori o sulla macchina completa per stabilire se, per progettazione o costruzione, la macchina può essere assemblata e messa in servizio in condizioni di sicurezza

Nota: Prove per l'assemblaggio e la messa in servizio sicuri durante il montaggio della cella di riferimento presso lo stabilimento del fabbricante: allineamento e ancoraggio della tavola girevole e del basamento del robot con quattro tasselli ad alta resistenza M16 ciascuno (calcolo di resistenza RSZ-2600-BER-001, coppia di serraggio secondo l'omologazione dei tasselli), installazione del robot secondo le istruzioni per l'assemblaggio del fabbricante del robot e le condizioni di installazione della sua dichiarazione di incorporazione UE, montaggio di recinzione perimetrale, porta di manutenzione e barriera fotoelettrica secondo il piano di installazione RSZ-2600-LAY-001, prova di tenuta dell'impianto pneumatico, prova elettrica secondo EN 60204-1 (RSZ-2600-ELP-001), prova funzionale e validazione delle funzioni di sicurezza (RSZ-2600-VAL-001) e collaudo in fabbrica (RSZ-2600-FAT-001). La sequenza di montaggio e i controlli dopo il montaggio sono descritti nel capitolo 8 delle istruzioni per l'uso; presso l'utilizzatore vengono ripetuti durante il rimontaggio e documentati in RSZ-2600-SAT-001 (previsto dopo la consegna nel 03/2027).

Verbale di collaudo Completato

Documentazione del collaudo finale con firma

Nota: Collaudo in fabbrica (FAT) sulla cella di riferimento presso lo stabilimento del fabbricante, rapporto RSZ-2600-FAT-001 con elenco dei difetti e nota di rilascio. Il collaudo presso l'utilizzatore (SAT, RSZ-2600-SAT-001) è previsto dopo la consegna nel 03/2027 e sarà quindi controfirmato dal fabbricante e dall'utilizzatore.

7. Istruzioni per l'uso (12/12)

Istruzioni per l'uso complete con tutte le indicazioni obbligatorie · Allegato IV, parte A, lettera i), regolamento macchine, contenuto secondo l'allegato III, punto 1.7.4, regolamento macchine

Versioni linguistiche per ciascun mercato di destinazione OBBLIGATORIA Completato

Istruzioni per l'uso, informazioni di sicurezza e indicazioni di cui all'allegato III, sezione 1.7, nella lingua stabilita dallo Stato membro di destinazione e facilmente comprensibile per gli utilizzatori (art. 10, paragrafo 7, ultimo comma, regolamento macchine); per la Germania in lingua tedesca (§ 2, comma 1, MaschinenDG). Il regolamento macchine non prevede l'indicazione «istruzioni originali»

Nota: Istruzioni per l'uso in tedesco, redatte secondo l'allegato III, punti da 1.7.4 a 1.7.4.2, del regolamento macchine. La versione italiana è contrassegnata come traduzione; in caso di dubbio prevale la versione tedesca. Consegna nella lingua del paese di utilizzo.

Dichiarazione di conformità indicata nelle istruzioni o indirizzo di accesso indicato OBBLIGATORIA

Completato

Le istruzioni per l'uso contengono la dichiarazione di conformità UE oppure l'indirizzo internet o il codice leggibile da dispositivo automatico tramite cui è accessibile (allegato III, punto 1.7.4.2, paragrafo 1, lettera c), regolamento macchine); le dichiarazioni digitali restano online per la durata di vita, almeno dieci anni (art. 10, paragrafo 8, regolamento macchine)

Nota: La dichiarazione di conformità UE è allegata alle istruzioni per l'uso (allegato III, punto 1.7.4.2, lettera c), del regolamento macchine): il capitolo 1.4 delle istruzioni per l'uso lo indica espressamente, i capitoli 1.1 e 12 la elencano tra i documenti di accompagnamento. Viene allegata la versione di RSZ-2600-KE-001 firmata per l'immissione sul mercato del 15 marzo 2027; non è pertanto necessario un indirizzo Internet.

In caso di istruzioni per l'uso digitali: accesso, formato, disponibilità e versione cartacea

Non applicabile

Solo in caso di messa a disposizione in formato digitale: (1) indicare sulla macchina, sull'imballaggio o in un documento di accompagnamento come accedere alle istruzioni per l'uso digitali; (2) formato stampabile, scaricabile e memorizzabile; (3) accessibili online per almeno dieci anni dopo l'immissione sul mercato; (4) su richiesta dell'utilizzatore al momento dell'acquisto, in formato cartaceo e gratuitamente entro un mese (art. 10, paragrafo 7, regolamento macchine)

Motivazione (n.a.): Le istruzioni per l'uso sono fornite in formato cartaceo insieme alla macchina (dotazione di fornitura secondo il capitolo 1.1, documentazione nella cassetta degli accessori contrassegnata secondo il capitolo 5). La messa a disposizione in formato digitale ai sensi dell'art. 10, paragrafo 7, del regolamento macchine non è prevista; le indicazioni su accesso, formato, disponibilità e versione cartacea non sono pertanto applicabili.

Informazioni di sicurezza in formato cartaceo per gli utilizzatori non professionali Non applicabile

Se la macchina può essere utilizzata da utilizzatori non professionali in circostanze ragionevolmente prevedibili, le informazioni di sicurezza essenziali per la messa in servizio e l'uso in sicurezza devono essere fornite in formato cartaceo (art. 10, paragrafo 7, quinto comma, regolamento macchine)

Motivazione (n.a.): La cella è destinata all'uso industriale in un capannone di produzione. Il carico e lo scarico sono eseguiti da personale specializzato addestrato, la regolazione e la manutenzione da attrezzisti e personale di manutenzione (istruzioni per l'uso, capitoli 2.1 e 9). In condizioni ragionevolmente prevedibili non è da attendersi un utilizzo da parte di utilizzatori non professionali (art. 10, paragrafo 7, quinto comma, del regolamento macchine).

Indicazioni di sicurezza e avvertenze OBBLIGATORIA Completato

Rischi residui, uso previsto, uso vietato

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 2. Avvertenze e indicazioni di sicurezza corrispondenti ai segnali di sicurezza della valutazione del rischio (W001 con testo supplementare, W006, W007, W011, W012, W015, W017, W018, W019, W022, W024, W027, P007, P015, M003, M004, M008, M009, M010, M017 e D-P006 secondo la regola tecnica tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3), coordinate con la marcatura sulla macchina secondo l'allegato III, punti 1.7.1 e 1.7.3, del regolamento macchine.

Istruzioni per l'assemblaggio e di messa in servizio OBBLIGATORIA Completato

Trasporto, installazione, collegamento, prima messa in funzione

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 8 (Montaggio/Installazione/Messa in servizio), comprese le istruzioni per l'assemblaggio incorporate del fabbricante del robot secondo l'allegato XI del regolamento macchine e le condizioni di installazione riportate nella sua dichiarazione di incorporazione UE.

Istruzioni per l'uso OBBLIGATORIA Completato

Descrizione di tutte le modalità di funzionamento, degli organi di comando, delle indicazioni

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 9: funzionamento nelle modalità automatica e di regolazione, procedura di carico con la regola sull'ausilio di sollevamento (fino a 15 kg a mano, oltre 15 kg con l'ausilio di sollevamento fornito dall'utilizzatore in loco), comportamento in caso di intervento della barriera fotoelettrica, riarmo dopo l'arresto di emergenza.

Istruzioni di manutenzione OBBLIGATORIA Completato

Intervalli di manutenzione, piani di lubrificazione, parti soggette a usura, elenco dei ricambi

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 10, con piano di manutenzione, prova semestrale delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05, prova del bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119, sostituzione della cartuccia filtrante con il sistema bag-in/bag-out, manutenzione del separatore di scintille preliminare, del sensore di temperatura e delle serrande di intercettazione dell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura, il paragrafo sulla pulizia e sui requisiti di sezionamento (LOTO) prima di interventi meccanici, elettrici e pneumatici.

Ricerca guasti OBBLIGATORIA Completato

Guasti tipici, diagnosi dei guasti, misure correttive

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 10, sezione sull'eliminazione dei guasti con tabella dei guasti (allegato III, punto 1.7.4.2, del regolamento macchine). Diagnosi dall'esterno con la cella accesa, interventi all'interno della cella in modalità di regolazione con il dispositivo di abilitazione, interventi meccanici, elettrici e pneumatici solo dopo il sezionamento e la protezione contro il reinserimento (tempo di scarica di almeno 1 minuto); accesso esclusivamente attraverso la porta di manutenzione interbloccata.

Messa fuori servizio e smaltimento OBBLIGATORIA Completato

Istruzioni per lo smontaggio sicuro e avvertenze per lo smaltimento

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 11: sfiato dell'impianto pneumatico tramite la valvola di scarico di sicurezza, attesa del tempo di scarica dei condensatori del circuito intermedio (misurato 1,9 s fino a ≤ 60 V; tempo di attesa di almeno 1 minuto), smaltimento delle cartucce filtranti dell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura come rifiuti pericolosi, smontaggio in ordine inverso rispetto al montaggio.

Valori di emissione acustica OBBLIGATORIA Completato

Livello di pressione acustica di emissione sulla postazione di lavoro LpA, livello di pressione acustica di picco LpC,peak a partire da 130 dB(C) e livello di potenza acustica LWA, ciascuno con la relativa incertezza di misura, più il metodo di misura e le condizioni di funzionamento

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 3, ai sensi dell'allegato III, punto 1.7.4.2, lettera u), del regolamento macchine: livello di pressione acustica di emissione LpA 84 dB(A) alla stazione di carico, incertezza K = 2,5 dB, livello di potenza acustica ponderato A LWA 96 dB(A) con incertezza KWA = 3 dB, poiché LpA supera 80 dB(A). LpA determinato secondo EN ISO 11202, LWA secondo EN ISO 3746, dichiarati secondo EN ISO 4871.

Dati sulle vibrazioni (se pertinenti) Non applicabile

Indicare sempre le vibrazioni mano-braccio (valore totale delle vibrazioni e, in caso di urti ripetuti, anche il valore medio dell'ampiezza di picco, ciascuno con la relativa incertezza di misura; non esiste più alcuna soglia di dichiarazione) ai sensi del regolamento macchine, allegato III, punto 2.2.1.1; per le macchine mobili indicare inoltre le vibrazioni sul corpo intero (> 0,5 m/s^2) oppure il non superamento di tale valore ai sensi del punto 3.6.3.1

Nota: Non applicabile: la macchina è fissa, non dispone di elementi di comando portatili o guidati a mano né di posti di lavoro a sedere. Le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio misurabili al pulpito di comando sono inferiori al valore d'azione; evidenza in RSZ-2600-VIB-001.

8. Valutazione della conformità, fabbricazione e conservazione (10/10)

Conclusione della procedura di valutazione della conformità, dichiarazioni dei prodotti incorporati e mezzi con cui la conformità è mantenuta nella fabbricazione · Allegato IV, parte A, lettere h), j), k) e l), regolamento macchine, allegato V, parte A, regolamento macchine (dichiarazione di conformità), artt. 23 e 24 regolamento macchine (marcatura CE), art. 10, paragrafo 3, regolamento macchine (conservazione)

Dichiarazione di conformità UE redatta OBBLIGATORIA Completato

Secondo l'allegato V, parte A, del regolamento macchine, con tutte le indicazioni obbligatorie

Nota: Predisposta, non ancora firmata (firma prevista per la prima immissione sul mercato il 15 marzo 2027): dichiarazione di conformità UE (documento interno n. RSZ-2600-KE-001, archiviato nel PDM) ai sensi dell'allegato V, parte A, del regolamento macchine (UE) 2023/1230. Procedura di valutazione della conformità: controllo interno della produzione (modulo A) ai sensi dell'art. 25, paragrafo 4, in combinato disposto con l'allegato VI del regolamento macchine; la macchina non rientra in alcuna categoria dell'allegato I del regolamento macchine, né nella parte A né nella parte B. Passaggio al regolamento macchine: la prima immissione sul mercato è prevista per marzo 2027 e cade quindi dopo la data di applicazione del regolamento macchine (UE) 2023/1230, il 20 gennaio 2027; la macchina deve essere valutata integralmente secondo il regolamento macchine. Solo anticipando l'immissione sul mercato a prima del 20 gennaio 2027 diventerebbe applicabile la direttiva macchine 2006/42/CE.

Dichiarazioni di conformità delle macchine e dei prodotti incorporati Completato

Se del caso, copie delle dichiarazioni di conformità UE per le macchine incorporate, i prodotti correlati e i prodotti disciplinati da altre normative di armonizzazione dell'Unione (allegato IV, parte A, lettera k), regolamento macchine)

Nota: Sono disponibili copie delle dichiarazioni di conformità dei prodotti incorporati recanti la marcatura CE: generatore di corrente di saldatura MAG con trainafilo (direttive bassa tensione ed EMC), unità di aspirazione dei fumi di saldatura, i componenti di sicurezza barriera fotoelettrica di tipo 4, PLC di sicurezza e dispositivo di interblocco con bloccaggio del riparo, nonché i componenti rilevanti ai fini dei disturbi dell'elenco dei componenti EMC (rapporti di prova EMC). Archiviate nel sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, documentazione dei fornitori. Il robot è coperto dalle dichiarazioni di incorporazione.

Dichiarazioni di incorporazione e istruzioni per l'assemblaggio delle quasi-macchine incorporate

Completato

Se del caso, la dichiarazione di incorporazione UE secondo l'allegato V, parte B, e le istruzioni per l'assemblaggio secondo l'allegato XI del regolamento macchine per ciascuna quasi-macchina incorporata (allegato IV, parte A, lettera j), regolamento macchine)

Nota: Dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, del regolamento macchine e istruzioni per l'assemblaggio ai sensi dell'allegato XI del regolamento macchine del fabbricante del robot per il robot industriale a braccio articolato con sistema di comando del robot e pendant di programmazione. Le condizioni di installazione sono valutate nella valutazione del rischio dell'insieme e recepite nel capitolo 8 delle istruzioni per l'uso. Non sono incorporate altre quasi-macchine. Archiviate nel sistema PDM Muster Maschinenbau, progetto MUSTER-2026-001, documentazione dei fornitori.

Certificato dell'organismo notificato o prova della piena applicazione delle norme Non applicabile

Solo per le macchine di cui all'allegato I del regolamento macchine: certificato dell'organismo notificato ai sensi dell'art. 25, paragrafi 2 e 3, regolamento macchine oppure, ove consentito, prova della piena applicazione delle norme armonizzate (modulo A, allegato VI, regolamento macchine)

Motivazione (n.a.): La cella di saldatura robotizzata non rientra in alcuna categoria dell'allegato I del regolamento macchine, né nella parte A né nella parte B. La procedura di valutazione della conformità è il controllo interno della produzione (modulo A) ai sensi dell'art. 25, paragrafo 4, in combinato disposto con l'allegato VI del regolamento macchine; non è richiesto un certificato di un organismo notificato. La documentazione per il modulo A è la presente documentazione tecnica.

Mezzi per garantire la conformità durante la produzione OBBLIGATORIA Completato

Descrizione dei mezzi con cui il fabbricante garantisce, durante la fabbricazione, la conformità della macchina alle specifiche di progettazione (allegato IV, parte A, lettera h), regolamento macchine)

Nota: Esemplare unico: la conformità alle specifiche di progetto è garantita durante la fabbricazione con i seguenti mezzi: fabbricazione e assemblaggio secondo la serie di disegni rilasciata da RSZ-2600-ZG-001 a -042 (rev. B) e gli schemi elettrici e pneumatici, modifiche solo tramite la procedura di modifica nel sistema PDM Muster Maschinenbau; controllo in accettazione delle parti acquistate rilevanti per la sicurezza rispetto alla specifica d'ordine e alla dichiarazione di conformità del fornitore; prove secondo i rapporti di prova RSZ-2600-PRP-001 e RSZ-2600-ELP-001, validazione delle funzioni di sicurezza secondo RSZ-2600-VAL-001 e collaudo in fabbrica RSZ-2600-FAT-001 con nota di rilascio; confronto della versione installata del software rilevante per la sicurezza con versione e checksum riportati nel verbale di collaudo. Resta ancora da integrare nel controllo della produzione il rilascio del software e il controllo delle vulnerabilità ai sensi del regolamento sulla ciberresilienza (sezione Cibersicurezza, voce Processi di fabbricazione e di monitoraggio).

In caso di produzione in serie: elenco delle misure adottate internamente Non applicabile

Per le macchine fabbricate in serie, un elenco delle misure interne adottate per garantire la conformità al regolamento di tutte le unità fabbricate (allegato IV, parte A, lettera l), regolamento macchine)

Motivazione (n.a.): Nessuna produzione in serie: la RSZ-2600 è una macchina speciale fabbricata come esemplare unico con numero di serie RSZ2600-2026-0001, non in serie. I mezzi per garantire la conformità durante la fabbricazione sono descritti alla voce precedente. Il termine produzione in serie nell'uso previsto si riferisce ai pezzi dell'utilizzatore, non alla cella.

Prove a campione, reclami, non conformità e richiami Completato

Tenere conto delle modifiche della fabbricazione, della progettazione o delle norme applicate nella produzione in serie; se opportuno in considerazione dei rischi, eseguire prove a campione sulle macchine messe a disposizione ed esaminarne i risultati; se necessario, tenere un registro dei reclami, delle macchine non conformi e dei richiami e informarne i distributori (articolo 10, paragrafo 4, del regolamento macchine)

Nota: Esemplare unico: le prove a campione nell'ambito di una produzione in serie in corso non sono applicabili. Reclami, non conformità ed eventuali richiami sono registrati dal fabbricante nel registro dei reclami del proprio sistema di gestione della qualità; le modifiche al progetto o alle norme applicate sono gestite tramite la procedura di modifica nel sistema PDM e attribuite alla documentazione tecnica. La cella è consegnata direttamente all'utilizzatore; non sono coinvolti distributori.

Marcatura CE OBBLIGATORIA Completato

Ben visibile, leggibile e indelebile sulla macchina, forma e altezza minima conformi all'allegato II del regolamento (CE) n. 765/2008 (articolo 30); in caso di procedura con organismo notificato segue il suo numero di identificazione (articolo 24, paragrafo 3, del regolamento macchine); applicata prima dell'immissione sul mercato (articolo 24, paragrafo 2); se non ancora applicata, annotare lo stato nella nota

Nota: Predisposta, non ancora apposta: marcatura CE secondo gli articoli 23 e 24 del regolamento macchine sulla targa dati, altezza dei caratteri 10 mm, permanente, visibile e leggibile. La targa recante la marcatura CE sarà applicata sulla parete laterale destra del quadro elettrico dopo la firma della dichiarazione di conformità.

Targa dati OBBLIGATORIA Completato

Indicazioni minime secondo l'art. 10, paragrafi 5 e 6, regolamento macchine: designazione, anno di costruzione, modello, serie o tipo, lotto o numero di serie, nome, nome commerciale registrato o marchio commerciale registrato, indirizzo postale e sito web o indirizzo e-mail del fabbricante, marcatura CE; se non è ancora applicata, indicarne lo stato nella nota

Nota: Targa dati ai sensi dell'allegato III, punto 1.7.3, del regolamento macchine realizzata e verificata per completezza (Muster Maschinenbau GmbH con indirizzo completo, sito web www.muster-maschinenbau.example ed e-mail service@muster-maschinenbau.example come contatto digitale ai sensi dell'art. 10, paragrafo 6, del regolamento macchine, denominazione Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600, designazione della serie o del tipo, numero di serie, anno di costruzione 2026, marcatura CE). La targa recante la marcatura CE sarà applicata sulla parete laterale destra del quadro elettrico dopo la firma della dichiarazione di conformità.

Fascicolo tecnico conservato per dieci anni OBBLIGATORIA Completato

Almeno dieci anni dall'immissione sul mercato o dalla messa in servizio (articolo 10, paragrafo 3, del regolamento macchine), obbligo di conservazione a carico del fabbricante

Nota: Conservazione ai sensi dell'art. 10, paragrafo 3, del regolamento macchine per almeno dieci anni dall'immissione sul mercato della macchina. Archiviazione nel sistema PDM del fabbricante (Muster Maschinenbau GmbH); la responsabilità spetta al fabbricante (art. 10, paragrafo 3, del regolamento macchine).

9. Cibersicurezza (CRA) (11/13)

Documentazione tecnica ai sensi dell'allegato VII del regolamento sulla ciberresilienza, nella misura in cui i punti sono pertinenti per il prodotto. Per un esemplare immesso sul mercato prima dell'11 dicembre 2027 costituisce una preparazione volontaria e diventa obbligatoria solo dopo una modifica sostanziale a partire da tale data (articolo 69, paragrafo 2, CRA); per gli esemplari immessi sul mercato a partire dall'11 dicembre 2027 è obbligatoria (articolo 71, paragrafo 2, CRA). Senza una data confermata la classificazione resta aperta. · Allegato VII del regolamento (UE) 2024/2847 (CRA), articolo 13, paragrafo 12, e articolo 31 CRA

Destinazione d'uso Completato

Allegato VII, punto 1, lettera a), CRA

Nota: Destinazione d'uso nella relazione CRA (ambito della valutazione) e nelle istruzioni per l'uso, capitolo Sicurezza.

Versioni del software che incidono sulla conformità Completato

Allegato VII, punto 1, lettera b), CRA

Nota: Versioni software rilasciate con checksum nella distinta base del software RSZ-2600-SBOM-001 e nel verbale di collaudo.

Fotografie o illustrazioni per i prodotti hardware Completato

Allegato VII, punto 1, lettera c), CRA

Nota: Vista d'insieme e disegno di layout della cella nella documentazione tecnica ai sensi dell'allegato IV del regolamento macchine.

Informazioni e istruzioni per gli utilizzatori di cui all'allegato II Completato

Allegato VII, punto 1, lettera d), CRA

Nota: Istruzioni per l'uso, capitolo 13 Cibersicurezza.

Informazioni sulla progettazione e sull'architettura del sistema Completato

Allegato VII, punto 2, lettera a), CRA

Nota: Schema di rete con rete della cella, gateway e segmento MES (NET-01), diagramma del flusso di dati DFP-01, interfacce e asset nella relazione CRA.

Processi di gestione delle vulnerabilità, SBOM, divulgazione coordinata, contatto, distribuzione degli aggiornamenti

Completato

Allegato VII, punto 2, lettera b), CRA

Nota: Istruzione operativa VA-SEC-04, distinta base del software RSZ-2600-SBOM-001, politica di divulgazione coordinata delle vulnerabilità, indirizzo di contatto, concetto di aggiornamento UPD-01.

Processi di produzione e di monitoraggio Aperto

Allegato VII, punto 2, lettera c), CRA

Nota: Il rilascio del software e il controllo delle vulnerabilità saranno integrati nella prova di produzione entro la fine del 2026.

Valutazione dei rischi di cibersicurezza Completato

Allegato VII, punto 3, CRA

Nota: Relazione CRA: ambito della valutazione, interfacce e asset, valutazione del rischio, matrice dei requisiti.

Motivazione della determinazione del periodo di assistenza Completato

Allegato VII, punto 4, CRA

Nota: Relazione CRA, sezione Periodo di assistenza (12 anni, fino al 03/2039, con motivazione).

Norme, specifiche e schemi di certificazione applicati Completato

Allegato VII, punto 5, CRA

Nota: Nella Gazzetta ufficiale non è stata pubblicata alcuna norma armonizzata per il regolamento sulla ciberresilienza (stato al 17 settembre 2026); IEC 62443-4-1 e IEC 62443-4-2 utilizzate come riferimento, senza presunzione di conformità.

Rapporti di prova Aperto

Allegato VII, punto 6, CRA

Nota: I rapporti NET-T-02 e RST-01 sono disponibili; il test di penetrazione sulla cella di riferimento seguirà prima dell'immissione sul mercato.

Copia della dichiarazione di conformità UE

Non applicabile

Allegato VII, punto 7, CRA

Motivazione (n.a.): Immissione sul mercato il 15 marzo 2027, quindi prima dell'11 dicembre 2027: gli obblighi principali del regolamento sulla ciberresilienza non si applicano a questo esemplare (art. 69, paragrafo 2, e art. 71, paragrafo 2, CRA), pertanto non esiste una dichiarazione di conformità UE ai sensi di tale regolamento.

SBOM su richiesta motivata

Completato

Allegato VII, punto 8, CRA

Nota: La distinta base del software RSZ-2600-SBOM-001 è disponibile per ogni versione software e viene fornita all'autorità di vigilanza del mercato su richiesta motivata.

5. Rapporti di prova

Prove di sicurezza e funzionali

1. Prova elettrica secondo EN 60204-1

Prova di sicurezza elettrica del sistema di comando della macchina · EN 60204-1:2018

Prova del conduttore di protezione (misura di continuità) OBBLIGATORIA Superata

Verifica 1 secondo EN 60204-1 punto 18.2: continuità del circuito di protezione equipotenziale, resistenza tra il morsetto PE e tutte le parti conduttrici accessibili, misurata con una corrente di prova da 0,2 A a 10 A da una sorgente PELV

Valore misurato (Ω): 0,08 Ω (PE fino al punto accessibile più lontano, punto di messa a terra della recinzione perimetrale)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Impedenza dell'anello di guasto e condizioni di disconnessione OBBLIGATORIA Superata

Prova 2 secondo EN 60204-1, punto 18.2: misurare l'impedenza dell'anello di guasto e verificare l'idoneità del relativo dispositivo di protezione contro le sovracorrenti per la disconnessione automatica nel sistema TN

Valore misurato Zs (Ω): Zs = 0,28 Ω, condizione di disconnessione soddisfatta con 63 A gG

Data della prova: 17/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Misura della resistenza di isolamento Superata

Prova secondo EN 60204-1, punto 18.3: misura tra i conduttori attivi e il circuito di protezione equipotenziale a 500 V DC; resistenza di isolamento di almeno 1 MΩ (su singole sezioni con anelli collettori o simili, di almeno 50 kΩ). Secondo il punto 18.1, in assenza di una norma di prodotto non rientra nell'ambito minimo (che comprende sempre le prove a, b, c e h); se la norma di tipo C la richiede, deve essere eseguita.

Valore misurato (MΩ): > 100 MΩ a 500 V DC (tutti i circuiti principali verso PE)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Prova di tensione / prova di rigidità dielettrica Non applicabile

Prova di tensione secondo EN 60204-1, punto 18.4: tensione di prova = 2 × tensione nominale di alimentazione oppure 1000 V, in base al valore PIÙ ELEVATO, per circa 1 secondo. PRIMA scollegare le apparecchiature non dimensionate per questa tensione di prova (convertitori di frequenza, alimentatori, componenti elettronici). Secondo il punto 18.1, in assenza di una norma di prodotto non rientra nell'ambito minimo (che comprende sempre le prove a, b, c e h); se la norma di tipo C la richiede, deve essere eseguita.

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Prova di tensione secondo il punto 18.4 non eseguita (prova facoltativa; convertitori di frequenza e componenti elettronici dovrebbero essere scollegati). Dimostrazione fornita tramite i punti 18.2 (conduttore di protezione, impedenza dell'anello), 18.3 (resistenza di isolamento) e 18.5 (tensione residua).

Prova della tensione residua Superata

Prova secondo EN 60204-1, punto 18.5: dopo la disconnessione dell'alimentazione, la tensione residua sulle parti attive accessibili deve scendere a 60 V o meno entro 5 s (sui dispositivi a spina e presa privi di protezione contro i contatti: entro 1 s). Secondo il punto 18.1, in assenza di una norma di prodotto non rientra nell'ambito minimo (che comprende sempre le prove a, b, c e h); se la norma di tipo C la richiede, deve essere eseguita.

Tempo di scarica fino a ≤ 60 V (s): 1,9 s fino a ≤ 60 V (circuito intermedio in c.c. del generatore di corrente di saldatura)

Data della prova: 17/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Funzione di arresto di emergenza verificata (elettricamente) OBBLIGATORIA Superata

Tutti i dispositivi di arresto di emergenza verificati per funzionamento e tipo di sblocco

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Conformità allo schema elettrico OBBLIGATORIA Superata

Il cablaggio corrisponde allo schema elettrico, puntalini presenti, etichettatura presente

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Misure EMC documentate Superata

Cavi schermati, circuiti di filtro, concetto di messa a terra

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

2. Prova funzionale dei dispositivi di sicurezza

Verifica e validazione di tutte le funzioni legate alla sicurezza · EN ISO 13849-1 / EN ISO 13849-2 / EN IEC 62061 / EN 60204-1:2018 punto 18.6 / EN ISO 14119 / EN ISO 14120

Sicurezza funzionale: 5 di 5 funzioni di sicurezza con validazione documentata.

Arresto di emergenza: tutte le postazioni e modalità operative OBBLIGATORIA Superata

L'arresto di emergenza ferma tutti i movimenti pericolosi in ogni modalità operativa

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Ripari interbloccati (porte e cancelli) OBBLIGATORIA Superata

L'apertura ferma la macchina; la sola chiusura non la riavvia (blocco al riavvio)

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Bloccaggio del riparo necessario? Tempo di arresto rispetto al tempo di accesso OBBLIGATORIA

Superata

Tempo di arresto del movimento pericoloso confrontato con il tempo necessario a una persona, dopo l'apertura, per raggiungere la zona pericolosa (avvicinamento secondo EN ISO 13855); se la zona pericolosa è raggiungibile prima che il pericolo cessi, è presente ed efficace un bloccaggio del riparo (EN ISO 14119)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Bloccaggio del riparo necessario e presente: lo spazio di lavoro del robot e della tavola girevole si trova direttamente dietro la porta di manutenzione, quindi dopo l'apertura una persona lo raggiunge senza una distanza apprezzabile. Il tempo di arresto complessivo del robot e della tavola girevole è di 250 ms (misurato per SF-02), dopodiché anche l'arco deve essersi spento; il pericolo cessa quindi più tardi del momento in cui la zona pericolosa può essere raggiunta. Esecuzione secondo EN ISO 14119:2025 a mancanza di tensione; la porta viene sbloccata solo dopo il monitoraggio dell'arresto del robot e della tavola girevole e dopo lo spegnimento dell'arco (SF-01, PL d), verificato secondo il piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Protezione contro l'elusione dell'interblocco OBBLIGATORIA Superata

Motivazione all'elusione valutata (ad es. regolazione o ricerca guasti ostacolate) e misure contro l'elusione semplice attuate, ad esempio attuatori codificati, montaggio nascosto o protetto, monitoraggio della plausibilità (EN ISO 14119)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Incentivo all'elusione valutato: teach-in, prova del programma e ricerca guasti sono possibili in modalità di regolazione con velocità ridotta in sicurezza e dispositivo di abilitazione (SF-05) senza ponticellare la porta di manutenzione; non esiste alcun incentivo operativo a eludere l'interblocco. Misure secondo EN ISO 14119:2025, punto 8: attuatori con livello di codifica elevato, interruttori e attuatori montati con elementi di fissaggio non amovibili, pannelli della recinzione perimetrale rimovibili solo con un utensile (pericolo n. 3). Ispezione visiva di codifica e fissaggio senza rilievi.

Fotocellula / AOPD / barriera fotoelettrica (ESPE) OBBLIGATORIA Superata

L'interruzione ferma il movimento pericoloso; se è presente il muting: muting configurato e monitorato correttamente

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Barriera fotoelettrica di tipo 4 alla stazione di carico verificata (SF-02); il muting non è previsto su questo impianto (questo punto di verifica non è pertanto applicabile).

Blocco al riavvio dopo interruzione dell'alimentazione OBBLIGATORIA Superata

Nessun riavvio inatteso al ripristino della tensione

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Selettore delle modalità operative OBBLIGATORIA Superata

Commutazione corretta tra le modalità operative, velocità ridotta in modalità di regolazione

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Validazione rispetto alla specifica dei requisiti di sicurezza OBBLIGATORIA Superata

Verificato per ogni funzione di sicurezza: evento di attivazione, reazione della macchina, stato sicuro, modi di funzionamento, comportamento in caso di mancanza di energia e condizioni di riavviamento corrispondono alla specifica (EN ISO 13849-1 punto 5, validazione secondo EN ISO 13849-2)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Validazione secondo il piano di validazione RSZ-2600-VAL-001 sulla cella di riferimento per le funzioni da SF-01 a SF-05: per ciascuna funzione di sicurezza sono stati verificati rispetto alla specifica nel modulo Sicurezza funzionale evento di attivazione, reazione della macchina, stato sicuro, efficacia nelle modalità operative Automatico e Regolazione, comportamento in caso di mancanza di alimentazione e condizioni di riavvio, senza scostamenti.

Simulazione dei guasti eseguita per ogni canale OBBLIGATORIA Superata

Analisi e prova secondo EN ISO 13849-2 punto 5 e allegati: singoli guasti simulati per ogni canale, la funzione di sicurezza è mantenuta oppure la macchina passa allo stato sicuro

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Simulazione dei guasti secondo EN ISO 13849-2 per le funzioni da SF-01 a SF-05 (RSZ-2600-VAL-001): sono stati simulati interruzione e cortocircuito trasversale per ciascun canale di ingresso, incollaggio di ciascun contattore nel circuito di retroazione e guasto di ciascun percorso di disinserimento. In ogni caso la funzione di sicurezza è stata mantenuta oppure il PLC di sicurezza ha rilevato il guasto, arrestato la macchina e bloccato il riavvio.

Tempo di risposta della funzione di sicurezza misurato Superata

Tempo misurato dall'attivazione allo stato sicuro; dato di ingresso per la distanza minima secondo EN ISO 13855 e prova del tempo di risposta specificato

Tempo di risposta (ms): 250 ms (SF-02, dall'interruzione della barriera fotoelettrica all'arresto di robot e tavola girevole; valore di ingresso T secondo EN ISO 13855)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

3. Prove meccaniche

Sicurezza meccanica e resistenza · EN ISO 12100 / norme di tipo C specifiche per la macchina

Recinzione di protezione: distanze di sicurezza secondo EN ISO 13857 OBBLIGATORIA Superata

Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento delle zone pericolose con gli arti superiori: altezza della zona pericolosa, altezza della protezione e distanza o dimensione dell'apertura comprovate in base alle tabelle della EN ISO 13857

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Fissaggio delle protezioni OBBLIGATORIA Superata

Rimovibili solo con utensile, nessun collegamento allentato

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Tempo di arresto complessivo T misurato OBBLIGATORIA Superata

Tempo dall'attivazione del dispositivo di protezione all'arresto del movimento pericoloso, compreso il tempo di risposta del dispositivo di protezione e del sistema di comando (EN ISO 13855)

Tempo di arresto T (ms): 250 ms (tempo di arresto complessivo T per SF-02, compreso il tempo di risposta di barriera fotoelettrica e PLC di sicurezza, misurato su robot e tavola girevole)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Velocità di avvicinamento K stabilita OBBLIGATORIA Superata

K secondo EN ISO 13855 per tipo di avvicinamento (avvicinamento perpendicolare a una barriera fotoelettrica di norma 2000 mm/s, a grande distanza 1600 mm/s)

K (mm/s): 1600 mm/s (EN ISO 13855:2024, avvicinamento perpendicolare al campo di protezione della barriera fotoelettrica alla stazione di carico; con K = 2000 mm/s, S supera 500 mm, pertanto K = 1600 mm/s)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Maggiorazione C stabilita OBBLIGATORIA Superata

Maggiorazione per la penetrazione nella zona pericolosa prima dell'attivazione, in funzione della risoluzione e della disposizione del dispositivo di protezione (EN ISO 13855)

C (mm): 128 mm (distanza aggiuntiva per l'intrusione attraverso il campo di protezione, 8 × (d – 14) con capacità di rilevamento d = 30 mm, EN ISO 13855:2024)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Distanza minima S calcolata OBBLIGATORIA Superata

S = K × T + C secondo EN ISO 13855, calcolata con il tempo di arresto complessivo misurato

Distanza minima S (mm): 528 mm (S = K × T + C = 1600 mm/s × 0,25 s + 128 mm; la riserva di 72 mm rispetto alla distanza realizzata è disponibile per la distanza supplementare Z secondo EN ISO 13855:2024)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Distanza effettiva misurata OBBLIGATORIA Superata

Distanza effettiva tra il dispositivo di protezione e il punto pericoloso sulla macchina costruita; deve corrispondere almeno alla distanza minima S calcolata

Distanza effettiva (mm): 600 mm (tra il campo di protezione della barriera fotoelettrica e il punto pericoloso più vicino alla stazione anteriore, almeno S = 528 mm)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Misura dello spazio di arresto Superata

Spazio che il movimento pericoloso percorre ancora dopo l'attivazione; insieme al tempo di arresto T è il dato di ingresso per la distanza minima secondo EN ISO 13855

Spazio di arresto (mm): 45 mm (tavola girevole dopo l'interruzione della barriera fotoelettrica, SF-02; ammesso ≤ 60 mm)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Stabilità / ancoraggio OBBLIGATORIA Superata

Macchina installata e ancorata in modo da non ribaltarsi

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Pericoli di inciampo/scivolamento eliminati Superata

Cavi e tubi flessibili posati, chiazze d'olio rimosse

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

4. Idraulica / pneumatica

Verifica dei sistemi oleoidraulici e pneumatici · EN ISO 4413 / EN ISO 4414

Prova di pressione OBBLIGATORIA Superata

Pressione di sistema entro le specifiche, valvola limitatrice di pressione funzionante

Pressione di sistema (bar): 6,0 bar (pressione di sistema; pressione di intervento della valvola limitatrice di pressione 7,5 bar verificata)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Prova di tenuta OBBLIGATORIA Superata

Nessuna perdita visibile su raccordi, tubi flessibili, cilindri

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Stato dei tubi flessibili/delle tubazioni OBBLIGATORIA Superata

Nessuna piega, punto di abrasione o invecchiamento. Protezione contro lo scoppio presente

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Scarico della pressione residua documentato OBBLIGATORIA Superata

Procedura per la depressurizzazione durante la manutenzione presente

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

5. Emissione acustica

Determinazione dei valori di emissione sonora da indicare nelle istruzioni per l'uso · EN ISO 11201 / EN ISO 11202 / EN ISO 11204 / EN ISO 3744 / EN ISO 3746 / EN ISO 4871 (rispettare la norma di misurazione del rumore della norma di tipo C)

L'esposizione al rumore sul luogo di lavoro (in Germania LärmVibrationsArbSchV, che recepisce la direttiva 2003/10/CE) è valutata dall'utilizzatore. Non costituisce una base di prova per il fabbricante e non sostituisce la misurazione delle emissioni.

Livello di pressione acustica di emissione determinato OBBLIGATORIA Superata

Livello di pressione acustica alla postazione dell'operatore e in altre posizioni rilevanti; anche l'indicazione «LpA non supera 70 dB(A)» richiede questa evidenza

LpA (dB(A)): LpA = 84 dB(A), K = 2,5 dB (EN ISO 11202, stazione di carico)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Livello di potenza acustica determinato OBBLIGATORIA Superata

LWA secondo EN ISO 3744 o EN ISO 3746 (da indicare se LpA supera 80 dB(A))

LWA (dB(A)): LWA = 96 dB(A) (EN ISO 3746)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Livello di pressione acustica di picco istantaneo ponderato C determinato OBBLIGATORIA Superata

Determinare LpC,peak alle postazioni di lavoro; va indicato non appena supera 63 Pa (130 dB riferito a 20 µPa)

LpC,peak (dB(C)): 122 dB(C) (LpC,peak alla stazione di carico secondo EN ISO 11202; inferiore a 130 dB(C), pertanto nelle istruzioni per l'uso non è richiesta alcuna indicazione)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Incertezza di misura determinata per ogni valore di rumore OBBLIGATORIA Superata

Ogni valore di emissione sonora indicato deve essere accompagnato dalla relativa incertezza K (EN ISO 4871); senza di essa l'indicazione nelle istruzioni per l'uso è incompleta

Incertezza K (dB): KpA = 2,5 dB per LpA = 84 dB(A), KWA = 3 dB per LWA = 96 dB(A) (EN ISO 4871)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Metodo di misura applicato documentato OBBLIGATORIA Superata

Indicare la norma di misura, la classe di precisione e i punti di misura: la norma di misurazione del rumore della norma di tipo C pertinente, altrimenti EN ISO 11201/11202/11204 per la pressione acustica di emissione ed EN ISO 3744/3746 per la potenza acustica

Norma di misura / classe di precisione: EN ISO 11202:2010 per LpA e LpC,peak alla stazione di carico (grado di precisione 2), EN ISO 3746:2010 per LWA (grado di precisione 3), dichiarazione e verifica secondo EN ISO 4871:2009; rapporto di misura RSZ-2600-LRM-001

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Condizioni di funzionamento durante la misurazione descritte OBBLIGATORIA Superata

Stato di funzionamento, carico, materiale lavorato e installazione durante la misurazione sono registrati e riportati nelle istruzioni per l'uso

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Modalità automatica con un programma di saldatura approvato e un tempo di ciclo di circa 90 secondi, saldatura MAG attiva, tavola girevole in funzione, aspirazione dei fumi di saldatura in funzione, porta di manutenzione chiusa; posizione di misura alla stazione di carico davanti all'apertura di carico (persona in piedi). Riportato nel capitolo 3 delle istruzioni per l'uso e nel rapporto di misura RSZ-2600-LRM-001.

Indicazione del rumore riportata nelle istruzioni per l'uso OBBLIGATORIA Superata

Valori di emissione sonora indicati ai sensi dell'Allegato III 1.7.4.2 lett. u) del regolamento macchine, ciascun valore con la propria incertezza, più il metodo di misura e le condizioni di funzionamento; se LpA ≤ 70 dB(A), indicare espressamente il non superamento

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

6. Sostanze pericolose

Captazione e controllo delle sostanze pericolose emesse · EN ISO 12100 / EN ISO 14123-1:2015

La valutazione del rischio per le attività con sostanze pericolose, le misure di protezione sul posto di lavoro e la formazione dei lavoratori sono a carico del datore di lavoro (in Germania GefStoffV e TRGS). Il fabbricante fornisce a tal fine le indicazioni nelle istruzioni per l'uso.

Sostanze pericolose emesse individuate OBBLIGATORIA Superata

Tipo e quantità delle sostanze emesse in condizioni di uso previsto (ad es. fumi di saldatura, ozono, polveri, nebbie di lubrorefrigerante, solventi) sono rilevati

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Captazione nel punto di origine OBBLIGATORIA Superata

L'aspirazione capta le sostanze alla sorgente (prioritaria rispetto alle misure di ventilazione generale, EN ISO 12100, punto 6.3.4.4)

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Verifica dell'efficacia dell'aspirazione OBBLIGATORIA Superata

Grado di captazione ovvero portata d'aria e velocità di captazione misurati e documentati

Portata volumetrica (m³/h): 1.800 m³/h (portata di aspirazione alla cappa di captazione, soglia di allarme guasto 1.400 m³/h)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Classe di filtrazione/separazione e monitoraggio OBBLIGATORIA Superata

Classe del filtro adeguata alla sostanza (ad es. classe fumi di saldatura W3), monitoraggio del filtro e intervallo di manutenzione definiti

Classe di filtro/fumi di saldatura: Separatore di fumi di saldatura di classe W3

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Tenuta delle parti che convogliano sostanze OBBLIGATORIA Superata

Condotte, involucri e collegamenti dei componenti che convogliano sostanze sono a tenuta; nessun rilascio incontrollato

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Indicazioni nelle istruzioni per l'uso OBBLIGATORIA Superata

Il tipo di sostanze pericolose, la portata di aspirazione richiesta, la sostituzione dei filtri e i dispositivi di protezione individuale sono descritti nelle istruzioni per l'uso

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

7. Collaudo / autorizzazione

Collaudo finale e documentazione · EN ISO 12100 / Allegato I punto 1.7.4 direttiva macchine o Allegato III punto 1.7.4 regolamento macchine

La verifica prima della prima messa in servizio, le verifiche periodiche e l'istruzione dei dipendenti spettano all'utilizzatore (in Germania BetrSichV e ArbSchG). Il fabbricante consegna a tal fine la documentazione.

Ispezione visiva di tutte le protezioni OBBLIGATORIA Superata

Completezza, danni, tracce di manomissione

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Targa dati completa e corretta OBBLIGATORIA Superata

Modello, serie o tipo, anno di costruzione, numero di lotto o di serie (articolo 10, paragrafo 5, del regolamento macchine); nome, denominazione commerciale o marchio registrato, indirizzo postale e sito web, indirizzo e-mail o altro recapito digitale del fabbricante (articolo 10, paragrafo 6), per le macchine importate le stesse indicazioni dell'importatore (articolo 13, paragrafo 3); marcatura CE; se pertinente, indicazione dell'uso in atmosfera potenzialmente esplosiva e massa delle parti movimentate con apparecchi di sollevamento (allegato III, punto 1.7.3); se la targa al momento del controllo non è ancora applicata, indicarlo nella motivazione

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Dati verificati sulla targa finita, compresi sito web e indirizzo e-mail come contatto digitale ai sensi dell'art. 10, paragrafo 6, del regolamento macchine. La targa viene applicata dopo la firma della dichiarazione di conformità.

Documentazione tecnica completa OBBLIGATORIA Superata

Istruzioni per l'uso, schemi elettrici, dichiarazione di conformità, valutazione del rischio

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Consegna all'utilizzatore: istruzione del personale addetto (se concordata) Nota per l'utilizzatore Superata

L'istruzione dei dipendenti spetta all'utilizzatore. Se il fabbricante la svolge anche in base al contratto, viene documentata qui con la data e la firma delle persone istruite.

Data della prova: 08/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Personale dello stabilimento istruito sulla cella di riferimento. La formazione del personale dell'utilizzatore è prevista dopo la consegna nel 03/2027.

Autorizzazione da parte della persona responsabile OBBLIGATORIA Superata

Firma del responsabile CE / del collaudatore con data

Data della prova: 18/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

8. Protezione dall'alterazione (software, sicurezza informatica)

Evidenze secondo il regolamento macchine, allegato III, punti 1.1.9, 1.2.1, secondo comma, lettere a), b), d) e f), e 1.2.6; analisi delle minacce secondo prEN 50742 (progetto) percorso A nella valutazione del rischio, IEC 62443-3-3 come riferimento per il percorso B. Nessuna presunzione di conformità senza riferimento nella Gazzetta ufficiale. · Regolamento macchine (UE) 2023/1230, allegato III, punto 1.1.9 / prEN 50742 (progetto) / IEC 62443-3-3

Il collegamento di altre apparecchiature e l'accesso remoto non determinano alcuna situazione pericolosa

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, primo comma. Per ogni interfaccia (cablata, wireless, accesso remoto) è dimostrato che nessuna funzione dell'apparecchiatura collegata e nessun accesso remoto possono innescare una situazione pericolosa (analisi delle minacce con misure per ciascuna interfaccia). Evidenza: inventario delle interfacce, scenari di minaccia nella valutazione del rischio, descrizione delle interfacce per gli integratori. Riferimento percorso B: SR 5.1, SR 5.2, SR 1.13.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

L'hardware rilevante per la sicurezza è protetto contro l'alterazione accidentale e intenzionale

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, secondo comma, prima frase. I componenti hardware che trasmettono segnali o dati per l'accesso al software rilevante per la conformità sono protetti fisicamente e logicamente (aree chiuse a chiave, sigilli, selettori codificati, porte bloccate). Evidenza: descrizione costruttiva, layout del quadro elettrico, elenco dei gruppi protetti. Riferimento percorso B: SR 7.6, SR 7.7.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Le evidenze degli interventi sull'hardware rilevante per la sicurezza vengono raccolte OBBLIGATORIA

Superata

Allegato III, punto 1.1.9, secondo comma, seconda frase. La macchina registra con data e ora gli interventi legittimi e illegittimi sui componenti hardware protetti (apertura, rimozione, eventi di collegamento). Evidenza: elenco eventi del sistema di comando, descrizione della registrazione, registro di esempio del collaudo. Riferimento percorso B: SR 2.8, SR 2.11.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Software e dati rilevanti per la sicurezza sono identificati e protetti OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, terzo comma. Il software e i dati determinanti per la conformità sono identificati come tali (elenco, contrassegno nel sistema e nella documentazione) e protetti contro l'alterazione accidentale o intenzionale (controllo di integrità, protezione dell'accesso). Evidenza: elenco del software e dei dati rilevanti per la sicurezza con versioni e checksum, descrizione dei meccanismi di protezione. Riferimento percorso B: SR 3.4, SR 2.1.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Il software rilevante per la sicurezza installato è identificabile in qualsiasi momento sulla macchina

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, quarto comma. La macchina rende riconoscibile il software installato necessario per il funzionamento sicuro (versione, checksum) e mette tale informazione a disposizione in qualsiasi momento in forma facilmente accessibile (ad es. pagina informativa sull'HMI senza login). Evidenza: schermata della visualizzazione della versione, confronto con il verbale di collaudo, descrizione nelle istruzioni per l'uso. Riferimento percorso B: SR 3.4.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Le evidenze degli interventi su software e configurazione vengono raccolte OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, quinto comma. Gli interventi legittimi e illegittimi sul software, nonché le modifiche al software installato o alla sua configurazione, vengono registrati (utente, ora, contenuto, versione). Evidenza: registro delle modifiche e degli eventi del sistema di comando, possibilità di esportazione, registro di esempio. Riferimento percorso B: SR 2.8, SR 2.9, SR 6.1.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Il sistema di comando resiste ai tentativi dolosi di terzi ragionevolmente prevedibili OBBLIGATORIA

Aperto

Allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera a). Autenticazione, autorizzazione, hardening e segmentazione sono progettati in modo da respingere i tentativi dolosi di terzi che potrebbero condurre a una situazione pericolosa; nessuna password predefinita, servizi ridotti al minimo. Evidenza: concetto di sicurezza (zone, ruoli, politica delle password), evidenza dell'hardening, rapporto di prova. Riferimento percorso B: SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 7.7.

Registro di tracciabilità disponibile fino a cinque anni dopo il caricamento OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.2.1, secondo comma, lettera f). I dati relativi agli interventi e le versioni del software di sicurezza caricato sono accessibili fino a cinque anni dopo il caricamento per la dimostrazione della conformità, su richiesta motivata di un'autorità (concetto di memorizzazione, esportazione, conservazione). Evidenza: concetto di memorizzazione e conservazione, procedura di esportazione, competenza di fabbricante/gestore nelle istruzioni per l'uso. Riferimento percorso B: SR 2.9, SR 6.1.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Il guasto, il ripristino o la modifica della connessione alla rete di comunicazione non sono pericolosi

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.2.6. La perdita di comunicazione, il ripristino della connessione o un cambio di rete non determinano avviamento inatteso, modifiche incontrollate dei parametri o impedimento dell'arresto. Evidenza: rapporto di prova dell'interruzione della comunicazione in tutti i modi operativi, descrizione del comportamento nelle istruzioni per l'uso. Riferimento percorso B: SR 7.1, SR 7.2.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Le istruzioni per l'uso contengono l'identificazione del software, la procedura di aggiornamento e i requisiti di rete/accesso remoto

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.7.4.2, in combinato disposto con i punti 1.1.9, quarto comma, e 1.1.2, lettera e). Le istruzioni per l'uso descrivono come viene identificato il software installato rilevante per la sicurezza, la procedura di aggiornamento con successiva prova funzionale, i requisiti per la rete del gestore e l'autorizzazione degli accessi remoti, nonché la conservazione dei registri. Evidenza: capitolo software/sicurezza informatica delle istruzioni per l'uso.

Data della prova: 18/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

È stabilito un processo per gli aggiornamenti di sicurezza e le segnalazioni di vulnerabilità

OBBLIGATORIA Superata

Allegato III, punto 1.1.9, terzo comma, e punto 1.2.1, secondo comma, lettera b) (protezione per tutta la durata di vita, principi generali, punto 1). Il fabbricante ha stabilito come le vulnerabilità del software rilevante per la sicurezza vengono segnalate, valutate ed eliminate e come gli aggiornamenti vengono distribuiti ai gestori (punto di contatto, termini, responsabili). Nota: il rispetto del regolamento sulla ciberresilienza (UE) 2024/2847 può agevolare la dimostrazione dell'allegato III, punti 1.1.9 e 1.2.1 (considerando 53 del CRA), ma non fonda alcuna presunzione di conformità per il regolamento macchine (a contrario dall'articolo 20, paragrafo 9, del regolamento macchine); la copertura è dimostrata dal fabbricante. Evidenza: descrizione del processo (ad es. secondo le pratiche DM e SUM della IEC 62443-4-1), punto di contatto indicato nelle istruzioni per l'uso. Riferimento percorso B: IEC 62443-4-1 DM, IEC 62443-4-1 SUM.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

9. Compatibilità elettromagnetica (EMC)

Prove documentali ai sensi della direttiva EMC 2014/30/UE (art. 2, 3, 14, 15-19; allegati I-III) e della direttiva macchine, allegato I, punto 1.2.1, 1.5.10 e 1.5.11, ovvero del regolamento macchine, allegato III; classificazione, classe di ambiente, via della dimostrazione e procedura nel modulo Valutazione del rischio. La verifica non sostituisce la verifica della sicurezza elettrica secondo EN 60204-1 (sezione 1). · 2014/30/UE allegato I / da EN IEC 61000-6-1 a -6-4 / EN 61800-3 / EN 61326-3-1

Classificazione come apparecchio o impianto fisso documentata OBBLIGATORIA Superata

Art. 2, art. 3, punti da 1 a 3, art. 19. Viene registrato se la macchina è messa a disposizione sul mercato come apparecchio, se è esercita come impianto fisso in modo permanente in un luogo predeterminato o se è destinata soltanto all'incorporazione in un determinato impianto fisso. Da ciò dipendono la valutazione della conformità, la dichiarazione e la marcatura CE. Un'eventuale esclusione ai sensi dell'art. 2 deve essere motivata. Prova documentale: classificazione nella valutazione del rischio, fascicolo tecnico.

Classificazione: Apparecchio: insieme messo a disposizione sul mercato come unità funzionale, non un'installazione fissa

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Classe di ambiente definita e motivata OBBLIGATORIA Superata

Allegato I, n. 1; da EN IEC 61000-6-1 a -6-4. L'ambiente elettromagnetico è definito (ambiente industriale oppure ambiente residenziale, commerciale e dell'industria leggera) e corrisponde al luogo di installazione previsto. Esso determina quali norme generiche in materia di immunità ed emissione si applicano. Se la macchina è utilizzata in entrambi gli ambienti, si applica in ciascun caso il requisito più severo. Prova documentale: definizione nella valutazione del rischio, indicazione nelle istruzioni per l'uso.

Classe di ambiente: Ambiente industriale (installazione nel capannone di produzione), norme generiche EN IEC 61000-6-2 e -6-4

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Valutazione della compatibilità elettromagnetica disponibile OBBLIGATORIA Superata

Allegato I n. 1; Allegato II n. 2. La valutazione comprende tutti i fenomeni pertinenti di emissione e di immunità, tutte le condizioni normali nel funzionamento previsto e tutte le configurazioni che il fabbricante indica come rappresentative. Se la dimostrazione si basa su componenti e regole di installazione anziché su misurazioni, la motivazione è tracciabile per ciascun fenomeno. Evidenza: rapporto di prova di un laboratorio oppure valutazione documentata supportata da evidenze sui componenti.

Evidenza: Rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001, misura sull'impianto completo

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Dichiarazioni dei fabbricanti dei componenti rilevanti ai fini dei disturbi complete OBBLIGATORIA

Superata

Allegato II n. 2 e 3. Per convertitori di frequenza, servoamplificatori, alimentatori, sistemi di comando, sensori e altre attrezzature rilevanti ai fini dei disturbi sono disponibili le dichiarazioni EMC o i rapporti di prova dei fabbricanti, insieme alle norme applicate. Per gli azionamenti è registrata la categoria secondo EN 61800-3. Evidenza: elenco dei componenti con dichiarazioni e norme applicate.

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Requisiti di installazione dei fabbricanti dei componenti rispettati e documentati OBBLIGATORIA

Superata

Allegato II, n. 2; allegato I, n. 2 per gli impianti fissi. Schermatura e connessione degli schermi, filtri di rete e motore, messa a terra e collegamento equipotenziale, separazione dei percorsi dei cavi, lunghezze massime dei cavi motore e struttura del quadro elettrico sono conformi ai requisiti dei fabbricanti dei componenti. L'attuazione è documentata, non solo dichiarata. Evidenza: descrizione dell'installazione, schema elettrico, fotografie della connessione degli schermi.

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Immunità delle funzioni legate alla sicurezza dimostrata Aperto

Direttiva macchine Allegato I punto 1.2.1 o regolamento macchine Allegato III punto 1.2.1; EN 61000-6-7, EN 61326-3-1. Se le funzioni di sicurezza dipendono da sistemi elettronici, la norma generica non è sufficiente: l'immunità maggiorata deve essere dimostrata secondo EN 61000-6-7 o EN 61326-3-1. Se non applicabile, contrassegnare come non applicabile. Evidenza: rapporto di prova con livelli di prova maggiorati, evidenza dello stato sicuro in caso di disturbo.

Procedura di valutazione della conformità eseguita OBBLIGATORIA Superata

Art. 14; Allegato II, Allegato III. Controllo interno della produzione secondo l'Allegato II oppure esame UE del tipo con conformità al tipo secondo l'Allegato III. In caso di Allegato III sono disponibili il nome e il numero di identificazione dell'organismo notificato nonché il certificato. Il fascicolo tecnico è completo. Evidenza: fascicolo tecnico ed eventualmente certificato dell'organismo notificato.

Procedura: Controllo interno della produzione (allegato II, modulo A)

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

Informazioni nelle istruzioni per l'uso complete OBBLIGATORIA Superata

Articolo 18, paragrafi 1 e 2; EN 61800-3. Le istruzioni per l'uso indicano l'ambiente elettromagnetico previsto, le prescrizioni di installazione e i limiti dell'uso previsto. Se la conformità nelle zone residenziali non è garantita (emissioni secondo la norma generica per l'ambiente industriale), vi si segnala chiaramente tale limitazione d'uso, se del caso anche sull'imballaggio (articolo 18, paragrafo 2). Per gli azionamenti di categoria C2 si aggiunge l'avvertenza che l'installazione e la messa in servizio devono essere eseguite da personale qualificato e che nelle zone residenziali possono verificarsi radiodisturbi; gli azionamenti delle categorie C3 e C4 non sono destinati al primo ambiente. Evidenza: capitolo su installazione e collegamento elettrico delle istruzioni per l'uso.

Data della prova: 18/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

La dichiarazione di conformità UE cita la direttiva EMC e le norme applicate OBBLIGATORIA Superata

Art. 15, 16 e 17; art. 19, paragrafo 1. La dichiarazione elenca la direttiva 2014/30/UE e le norme armonizzate o le altre norme applicate; la marcatura CE copre così anche l'EMC. Per gli impianti fissi non è richiesta alcuna dichiarazione; devono invece essere tenuti a disposizione i documenti previsti dall'art. 19, paragrafo 1. Evidenza: modulo dichiarazione di conformità, documentazione dell'impianto fisso.

Data della prova: 18/08/2026

Verificato da: Jonas Weber

10. Cibersicurezza (CRA)

Elementi probatori ai sensi del regolamento sulla ciberresilienza (UE) 2024/2847 (artt. 13, 14, 28, 30, 31 e 32; allegati I, II, V, VII e VIII). Gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 si applicano dall'11 settembre 2026 anche ai prodotti già immessi sul mercato; gli altri obblighi si applicano ai prodotti immessi sul mercato a partire dall'11 dicembre 2027 o modificati sostanzialmente successivamente (art. 71, par. 2, art. 69, par. 2, CRA). Sono pertanto contrassegnati come obbligatori soltanto la classificazione e il processo di segnalazione; gli altri otto punti devono essere soddisfatti non appena gli altri obblighi si applicano al prodotto. Classificazione e procedura sono riportate nella valutazione del rischio; la valutazione dei rischi di cibersicurezza, la matrice dei requisiti dell'allegato I e il processo di segnalazione nella relazione CRA. La verifica non sostituisce la dimostrazione relativa alla protezione dall'alterazione ai sensi dell'allegato III, punto 1.1.9, del regolamento macchine (nell'ambito della direttiva macchine, stato dell'arte tramite l'allegato I, punto 1.2.1). · Regolamento (UE) 2024/2847, articoli 13, 14, 31 e 32 / allegati I, II, V, VII e VIII

Ambito di applicazione e classificazione determinati OBBLIGATORIA Superata

Articoli 2 e 7, allegati III e IV CRA. Viene registrato se il prodotto dispone di una connessione dati ai sensi dell'articolo 2, paragrafo 1, se si applica un'esclusione di cui all'articolo 2, paragrafi da 2 a 7, e a quale categoria dell'allegato III o IV appartiene la funzionalità principale. Evidenza: classificazione nel modulo di valutazione del rischio o nella relazione CRA, con data e persona responsabile.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Valutazione dei rischi di cibersicurezza disponibile Superata

Art. 13, parr. da 2 a 4, allegato VII, punto 3, CRA. I rischi sono stati individuati e valutati, i requisiti essenziali dell'allegato I, parte I, sono stati esaminati alla luce di tali rischi e la valutazione fa parte della documentazione tecnica. Essa viene aggiornata durante il periodo di assistenza. Evidenza: relazione CRA con tabella dei rischi e matrice dei requisiti.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Requisiti essenziali di cibersicurezza attuati Superata

Art. 13, parr. 1 e 3, allegato I, parte I, CRA. Per ciascun requisito dell'allegato I, parte I, punto 1 e punto 2, lettere da a) a m), viene registrato se si applica sulla base della valutazione del rischio, come è stato attuato e quali evidenze lo comprovano. Evidenza: matrice dei requisiti con motivazione, attuazione ed evidenza per ciascun requisito.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Matrice dei requisiti completamente documentata. La parte I, punto 2, lettera a) (confronto delle vulnerabilità) e lettera l) (concetto di registrazione) sono in corso e saranno completate prima dell'immissione sul mercato.

Gestione delle vulnerabilità predisposta Superata

Art. 13, par. 7 e par. 8, primo comma, allegato I, parte II, punti da 1 a 8, CRA. I requisiti dell'allegato I, parte II, sono soddisfatti: distinta base del software (SBOM), risoluzione tempestiva delle vulnerabilità, test periodici, pubblicazione di informazioni sulle vulnerabilità risolte, politica di divulgazione coordinata delle vulnerabilità, condivisione delle informazioni con un indirizzo di contatto per le segnalazioni, distribuzione sicura degli aggiornamenti e loro diffusione tempestiva e, di norma, gratuita, con messaggi di avviso per gli utilizzatori. Evidenza: descrizione della procedura, SBOM in formato leggibile meccanicamente, punto di contatto per le segnalazioni.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Processo istituito. Il primo test di penetrazione ai sensi della parte II, punto 3, è ancora in sospeso.

Periodo di assistenza determinato e indicato, aggiornamenti disponibili Superata

Art. 13, parr. 8, 9 e 19, allegato II, punto 7, CRA. Il periodo di assistenza riflette la durata di vita prevista del prodotto ed è di almeno cinque anni, oppure pari alla durata di vita prevista se questa è inferiore; cinque anni sono il limite minimo, non un valore predefinito. La data di fine è indicata in modo chiaro al momento dell'acquisto, almeno con mese e anno, e ogni aggiornamento di sicurezza fornito resta disponibile dopo la sua messa a disposizione per almeno dieci anni o per il restante periodo di assistenza, se più lungo. Evidenza: indicazione sul prodotto, sull'imballaggio o nelle istruzioni per l'uso; archivio degli aggiornamenti di sicurezza forniti.

Periodo di assistenza: 12 anni dall'immissione sul mercato, fino al 03/2039

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Obbligo di diligenza per i componenti acquistati assolto Aperto

Art. 13, parr. 5 e 6, CRA. In caso di integrazione di componenti di terzi, anche open source, è stato verificato che non compromettano la cibersicurezza del prodotto; le vulnerabilità di tali componenti vengono segnalate e risolte. Evidenza: elenco dei componenti con origine, versione, verifica e fonte delle informazioni di sicurezza.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Processo di segnalazione ai sensi dell'art. 14 predisposto OBBLIGATORIA Superata

Artt. 14 e 16 CRA. Sono definiti responsabilità, reperibilità e canale di segnalazione per le vulnerabilità attivamente sfruttate e gli incidenti gravi: preallarme entro 24 ore, notifica entro 72 ore, relazione finale, informazione degli utilizzatori interessati. Evidenza: procedura scritta con indicazione del CSIRT designato, accesso alla piattaforma di segnalazione, reperibilità.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Informazioni e istruzioni per l'utilizzatore complete Superata

Art. 13, par. 18, allegato II, CRA. Le informazioni di cui all'allegato II accompagnano il prodotto, tra cui nome e recapiti del fabbricante, punto di contatto per le vulnerabilità, identificazione del prodotto, uso previsto con ambiente di sicurezza e proprietà di sicurezza, circostanze che comportano rischi significativi di cibersicurezza, se del caso l'indirizzo internet della dichiarazione di conformità UE, supporto tecnico di sicurezza, fine del periodo di assistenza e istruzioni per la messa in servizio, gli aggiornamenti e la messa fuori servizio sicura. Evidenza: capitolo sulla cibersicurezza delle istruzioni per l'uso o informazioni allegate.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Valutazione della conformità eseguita e dichiarazione redatta Non applicabile

Art. 13, parr. 12 e 20, artt. 28, 30 e 32, allegati V e VIII CRA. La procedura di cui all'articolo 32 è stata svolta in base alla classificazione, la dichiarazione di conformità UE è disponibile, la marcatura CE è apposta e al prodotto è allegata una copia o una dichiarazione semplificata. Evidenza: dichiarazione di conformità e, se del caso, certificato dell'organismo notificato.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

Motivazione: Immissione sul mercato il 15 marzo 2027, quindi prima dell'11 dicembre 2027: gli obblighi principali del regolamento sulla ciberresilienza non si applicano a questo esemplare (art. 69, paragrafo 2, e art. 71, paragrafo 2, CRA), pertanto non esistono né una valutazione della conformità né una dichiarazione ai sensi di tale regolamento. Si applicano gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 (art. 69, paragrafo 3, CRA).

Documentazione tecnica redatta e conservata Aperto

Art. 13, par. 13, art. 31, allegato VII, CRA. La documentazione tecnica contiene le informazioni richieste dall'allegato VII ed è conservata per dieci anni dall'immissione sul mercato o per la durata del periodo di assistenza, se più lunga. Evidenza: fascicolo tecnico con descrizione, valutazione del rischio, requisiti, norme e rapporti di prova.

Data della prova: 15/09/2026

Verificato da: Jonas Weber

6. Sicurezza funzionale

Livello di prestazione secondo EN ISO 13849-1

Questo modulo non sostituisce SISTEMA. Determina il livello di prestazione richiesto (PLr) e documenta la sicurezza funzionale nel dossier CE. Il calcolo del PL raggiunto, rilevante ai fini della sicurezza (categoria, MTTFd, DCavg, CCF, PFH), e i dati dei componenti dei fabbricanti (librerie secondo VDMA 66413) devono essere elaborati o ottenuti in SISTEMA (IFA/DGUV, gratuito). Il risultato di SISTEMA viene poi riportato qui per la verifica PL ≥ PLr; il rapporto SISTEMA va inserito come prova nella documentazione tecnica.

Funzione di sicurezza	Pericoli	Richiesto	Raggiunto (SISTEMA)	Verifica
SF-02 Arresto sicuro in caso di interruzione della barriera fotoelettrica alla stazione di carico Barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1/-2, risoluzione 30 mm, distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855, valutazione nel PLC di sicurezza, STO sull'azionamento del robot e della tavola girevole	N. 9, N. 16, N. 31, N. 1, N. 13, N. 32	PLr e Grafico del rischio S2/F2/P2	PL e · Cat. 4 · PFH 2.5e-8 1/h · MTTFd alta · DCavg alta · CCF 85	**soddisfatto (PL ≥ PLr)**
SF-03 Arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1 Dispositivi di arresto di emergenza al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione, a due canali verso il PLC di sicurezza; agisce su robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura e pneumatica dell'intera cella	N. 1, N. 4, N. 6, N. 7, N. 21, N. 31	PLr d Grafico del rischio S2/F1/P2	PL d · Cat. 3 · PFH 4.2e-7 1/h · MTTFd alta · DCavg media · CCF 75	**soddisfatto (PL ≥ PLr)**
SF-05 Velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione Selettore delle modalità operative bloccabile, monitoraggio sicuro della velocità (SLS) di robot e tavola girevole a 250 mm/s, dispositivo di abilitazione a tre posizioni sul pendant di programmazione; l'arresto di emergenza resta efficace	N. 3, N. 18, N. 31, N. 1, N. 2, N. 4, N. 6, N. 8, N. 11, N. 30	PLr d Grafico del rischio S2/F2/P1	PL d · Cat. 3 · PFH 4.5e-7 1/h · MTTFd alta · DCavg media · CCF 75	**soddisfatto (PL ≥ PLr)**

Funzione di sicurezza	Pericoli	Richiesto	Raggiunto (SISTEMA)	Verifica
SF-04 Abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera Monitoraggio a due canali della barriera fotoelettrica, della pressione di serraggio (pressostato) e della posizione della tavola nel PLC di sicurezza; il comando di rotazione viene abilitato solo con campo di protezione libero e pressione di serraggio confermata, velocità di rotazione limitata in sicurezza	N. 1, N. 4, N. 5, N. 6, N. 11, N. 30, N. 31, N. 32	PLr e Grafico del rischio S2/F2/P2	PL e · Cat. 4 · PFH 2.7e-8 1/h · MTTFd alta · DCavg alta · CCF 85	**soddisfatto (PL ≥ PLr)**
SF-01 Arresto sicuro (categoria di arresto 1) all'apertura della porta di manutenzione Interblocco con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119 (principio a mancanza di tensione), valutazione a due canali nel PLC di sicurezza, STO sull'azionamento del robot e della tavola girevole, disattivazione sicura del generatore di corrente di saldatura, bloccaggio del riparo sbloccato solo dopo il monitoraggio dell'arresto	N. 13, N. 16, N. 17, N. 19, N. 31, N. 1, N. 2, N. 3, N. 4, N. 6, N. 8, N. 11, N. 18, N. 23	PLr d Grafico del rischio S2/F1/P2	PL d · Cat. 3 · PFH 4.7e-7 1/h · MTTFd alta · DCavg media · CCF 75	**soddisfatto (PL ≥ PLr)**

Specifica e validazione per ciascuna funzione di sicurezza

SF-02 Arresto sicuro in caso di interruzione della barriera fotoelettrica alla stazione di carico

Specifica dei requisiti di sicurezza (EN ISO 13849-1, punto 5)

Evento scatenante	Interruzione del campo di protezione della barriera fotoelettrica di tipo 4 (risoluzione 30 mm) all'apertura di carico.
Reazione della macchina	Arresto sicuro di robot e tavola girevole con categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1, seguito da STO, valutazione nel PLC di sicurezza.
Stato sicuro	Robot e tavola girevole fermi, azionamenti privi di coppia tramite STO.
Modi di funzionamento in cui la funzione è attiva	Sempre attiva in Automatico e Regolazione, nessun muting.
Tempo di risposta ammissibile	Tempo di risposta complessivo T non superiore a 250 ms fino all'arresto; ne risulta S = 528 mm secondo EN ISO 13855:2024, realizzata con 600 mm.
Comportamento in caso di mancanza di energia	Azionamenti disalimentati; nessun avviamento automatico al ripristino dell'alimentazione (blocco al riavvio).
Condizioni per il riavviamento	Campo di protezione libero, riarmo al pulpito di comando al di fuori della zona pericolosa con vista sull'apertura di carico, quindi avvio del ciclo.
Frequenza di sollecitazione	Elevata: in ogni ciclo (circa 90 secondi) l'operatore si trova al limite del campo di protezione (F2).
Reazione al guasto (comportamento in caso di guasto rilevato)	Guasto della barriera fotoelettrica (guasto di uscita o cortocircuito trasversale) o nel percorso di disinserimento: arresto sicuro come in caso di interruzione del campo di protezione, la barriera fotoelettrica passa nel suo stato di blocco; riavvio solo dopo l'eliminazione del guasto e il riarmo.
Riesame della specifica prima dello sviluppo (data, persona)	18 giugno 2026, M. Beispiel (responsabile CE) con la progettazione elettrica e automazione e con la progettazione meccanica; risultato registrato nel piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Validazione (EN ISO 13849-2)

Validazione secondo EN ISO 13849-2 eseguita	Sì
Data della validazione	18/08/2026
Metodo applicato	Validazione secondo EN ISO 13849-2 in base al piano di validazione RSZ-2600-VAL-001. Analisi: elenco dei guasti secondo EN ISO 13849-2, allegato D, per barriera fotoelettrica, PLC di sicurezza e percorsi di disinserimento, confronto di categoria 4, MTTFd, DCavg e CCF con il progetto SISTEMA RSZ-2600-SF02. Prove sulla cella di riferimento: prova funzionale con l'asta di prova su tutta l'altezza del campo di protezione in Automatico e Regolazione, simulazione dei guasti per canale (interruzione e cortocircuito trasversale delle due uscite della barriera fotoelettrica, incollaggio di ciascun contattore nel circuito di retroazione), misura del tempo di arresto complessivo T = 250 ms e della distanza realizzata di 600 mm rispetto a S = 528 mm, verifica del passaggio sotto il campo e dell'aggiramento laterale. Risultato: PL e raggiunto, nessuno scostamento dalla specifica.
Persona che ha eseguito la validazione	Jonas Weber

SF-03 Arresto di emergenza dell'impianto completo, categoria di arresto 1

Specifica dei requisiti di sicurezza (EN ISO 13849-1, punto 5)

Evento scatenante	Azionamento di un dispositivo di arresto di emergenza al pulpito di comando, alla porta di manutenzione o sul pendant di programmazione.
Reazione della macchina	Categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1 per tutte le macchine parziali dell'insieme: arresto controllato del robot lungo la sua traiettoria, frenatura attiva della tavola girevole, seguiti dal disinserimento dell'energia tramite due contattori con contatti a guida forzata; generatore di corrente di saldatura disalimentato, pneumatica della cella disinserita, i dispositivi di serraggio restano chiusi grazie alla valvola di mantenimento della pressione.
Stato sicuro	Tutti i movimenti pericolosi dell'insieme arrestati, azionamenti disalimentati, generatore di corrente di saldatura disalimentato.
Modi di funzionamento in cui la funzione è attiva	Tutte le modalità operative (Automatico e Regolazione); l'arresto di emergenza resta efficace anche in modalità di regolazione.
Tempo di risposta ammissibile	Non rilevante per le distanze di sicurezza: l'arresto di emergenza è una misura di protezione complementare, non occorre calcolare alcuna distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855. Il robot e la tavola girevole si arrestano secondo la categoria di arresto 1 con lo stesso tempo di inerzia misurato per SF-02 (al massimo 250 ms).
Comportamento in caso di mancanza di energia	Il disinserimento dell'energia corrisponde allo stato sicuro; nessun avviamento automatico al ripristino dell'alimentazione.
Condizioni per il riavviamento	Sblocco del dispositivo azionato, riarmo al pulpito di comando, quindi avvio del ciclo.
Frequenza di sollecitazione	Rara: solo in una situazione pericolosa o in caso di guasto (F1).
Reazione al guasto (comportamento in caso di guasto rilevato)	Discrepanza tra i due canali di arresto di emergenza o contattore incollato nel circuito di retroazione: arresto tramite il canale integro, riavvio impedito fino all'eliminazione del guasto e al riarmo al pulpito di comando.
Riesame della specifica prima dello sviluppo (data, persona)	18 giugno 2026, M. Beispiel (responsabile CE) con la progettazione elettrica e automazione e con la progettazione meccanica; risultato registrato nel piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Validazione (EN ISO 13849-2)

Validazione secondo EN ISO 13849-2 eseguita	Sì
Data della validazione	18/08/2026
Metodo applicato	Validazione secondo EN ISO 13849-2 in base al piano di validazione RSZ-2600-VAL-001. Analisi: elenco dei guasti secondo EN ISO 13849-2, allegato D, per dispositivi di arresto di emergenza, PLC di sicurezza e contattori, confronto di categoria 3, MTTFd, DCavg e CCF con il progetto SISTEMA RSZ-2600-SF03. Prove sulla cella di riferimento: azionamento di ciascun dispositivo in Automatico e Regolazione con effetto su tutte le macchine parziali, simulazione dei guasti per canale (interruzione e cortocircuito trasversale per ciascun dispositivo, incollaggio di ciascun contattore nel circuito di retroazione), prova dello sblocco e del blocco al riavvio. Risultato: PL d raggiunto, nessuno scostamento dalla specifica.
Persona che ha eseguito la validazione	Jonas Weber

SF-05 Velocità ridotta in sicurezza 250 mm/s con dispositivo di abilitazione in modalità di regolazione

Specifica dei requisiti di sicurezza (EN ISO 13849-1, punto 5)

Evento scatenante	Selezione della modalità di regolazione sul selettore delle modalità operative bloccabile; in modalità di regolazione, superamento di 250 mm/s da parte del robot o della tavola girevole e rilascio o pressione a fondo del dispositivo di abilitazione.
Reazione della macchina	Movimenti di robot e tavola girevole solo con il dispositivo di abilitazione a tre posizioni azionato e a non più di 250 mm/s (monitoraggio sicuro della velocità); in caso di superamento, rilascio o pressione a fondo, arresto controllato (categoria di arresto 1). Nella posizione Regolazione tutte le altre modalità operative sono bloccate, l'arresto di emergenza resta efficace.
Stato sicuro	Robot e tavola girevole fermi o a una velocità monitorata in sicurezza non superiore a 250 mm/s.
Modi di funzionamento in cui la funzione è attiva	Regolazione (teach-in, prova del programma, ricerca guasti).
Tempo di risposta ammissibile	Non rilevante per le distanze di sicurezza: in modalità di regolazione la velocità è limitata a 250 mm/s e il movimento è possibile solo con il dispositivo di abilitazione azionato, non occorre calcolare alcuna distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855. In caso di rilascio, pressione a fondo o sovravelocità, il robot e la tavola girevole si arrestano secondo la categoria di arresto 1 con lo stesso tempo di inerzia misurato per SF-02 (al massimo 250 ms).
Comportamento in caso di mancanza di energia	Azionamenti arrestati; nessun avviamento automatico al ripristino dell'alimentazione (blocco al riavvio).
Condizioni per il riavviamento	Nuovo azionamento del dispositivo di abilitazione nella posizione centrale; passaggio ad Automatico solo con la chiave, con la porta di manutenzione chiusa e dopo il riarmo al pulpito di comando.
Frequenza di sollecitazione	Continua durante ogni operazione di regolazione (F2).
Reazione al guasto (comportamento in caso di guasto rilevato)	Guasto del monitoraggio sicuro della velocità o discrepanza tra i contatti del dispositivo di abilitazione: il robot e la tavola girevole si arrestano, la modalità di regolazione resta inibita fino all'eliminazione del guasto e al riarmo.
Riesame della specifica prima dello sviluppo (data, persona)	18 giugno 2026, M. Beispiel (responsabile CE) con la progettazione elettrica e automazione e con la progettazione meccanica; risultato registrato nel piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Validazione (EN ISO 13849-2)

Validazione secondo EN ISO 13849-2 eseguita	Sì
Data della validazione	18/08/2026
Metodo applicato	Validazione secondo EN ISO 13849-2 in base al piano di validazione RSZ-2600-VAL-001. Analisi: elenco dei guasti secondo EN ISO 13849-2, allegato D, per selettore delle modalità operative, dispositivo di abilitazione, monitoraggio della velocità e PLC di sicurezza, confronto di categoria 3, MTTFd, DCavg e CCF con il progetto SISTEMA RSZ-2600-SF05. Prove sulla cella di riferimento: misura della velocità al TCP (non più di 250 mm/s), superamento intenzionale con arresto, rilascio e pressione a fondo del dispositivo di abilitazione, blocco delle altre modalità operative, simulazione dei guasti per canale (interruzione e cortocircuito trasversale dei segnali del dispositivo di abilitazione e del selettore). Risultato: PL d raggiunto, nessuno scostamento dalla specifica.
Persona che ha eseguito la validazione	Jonas Weber

SF-04 Abilitazione del movimento di rotazione di 180 gradi della tavola girevole solo ad area di rotazione libera

Specifica dei requisiti di sicurezza (EN ISO 13849-1, punto 5)

Evento scatenante	Comando di rotazione per la rotazione di 180 gradi della tavola girevole.
Reazione della macchina	Il comando di rotazione viene eseguito solo se il campo di protezione della barriera fotoelettrica è libero, la pressione di serraggio è confermata dal pressostato e il robot si trova in modo comprovato al di fuori dell'area di rotazione; la velocità di rotazione è limitata in sicurezza. Se durante la rotazione una condizione cessa di essere soddisfatta, la tavola girevole viene arrestata.
Stato sicuro	Tavola girevole ferma, movimento di rotazione bloccato, azionamento privo di coppia.
Modi di funzionamento in cui la funzione è attiva	Automatico; in modalità di regolazione la tavola ruota solo a velocità ridotta in sicurezza con il dispositivo di abilitazione azionato (SF-05).
Tempo di risposta ammissibile	Se la barriera fotoelettrica interviene durante la rotazione, si applica il tempo di risposta complessivo di SF-02 (al massimo 250 ms).
Comportamento in caso di mancanza di energia	La tavola girevole resta ferma, i dispositivi di serraggio restano chiusi grazie alla valvola di mantenimento della pressione; nessuna rotazione automatica al ripristino dell'alimentazione.
Condizioni per il riavviamento	Nuovo comando di rotazione solo dopo l'avvio del ciclo al pulpito di comando e con le condizioni di abilitazione soddisfatte.
Frequenza di sollecitazione	In ogni ciclo, circa ogni 90 secondi (F2).
Reazione al guasto (comportamento in caso di guasto rilevato)	Guasto del pressostato, del segnale di retroazione sicuro della posizione del robot o nel circuito di abilitazione: nessuna abilitazione alla rotazione, un movimento di rotazione in corso viene arrestato; riavvio solo dopo l'eliminazione del guasto e il riarmo.
Riesame della specifica prima dello sviluppo (data, persona)	18 giugno 2026, M. Beispiel (responsabile CE) con la progettazione elettrica e automazione e con la progettazione meccanica; risultato registrato nel piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Validazione (EN ISO 13849-2)

Validazione secondo EN ISO 13849-2 eseguita	Sì
Data della validazione	18/08/2026
Metodo applicato	Validazione secondo EN ISO 13849-2 in base al piano di validazione RSZ-2600-VAL-001. Analisi: elenco dei guasti secondo EN ISO 13849-2, allegato B, per pressostato e circuito di serraggio e allegato D per barriera fotoelettrica, monitoraggio della posizione e PLC di sicurezza, confronto di categoria 4, MTTFd, DCavg e CCF con il progetto SISTEMA RSZ-2600-SF04. Prove sulla cella di riferimento: tentativi di rotazione con una condizione di abilitazione non soddisfatta per volta (campo di protezione interrotto, pressione di serraggio ridotta, robot nell'area di rotazione), simulazione dei guasti per canale (interruzione e cortocircuito trasversale del pressostato e dei segnali di posizione, incollaggio di ciascun contattore nel circuito di retroazione), prova della velocità di rotazione limitata in sicurezza. Risultato: PL e raggiunto, nessuno scostamento dalla specifica.
Persona che ha eseguito la validazione	Jonas Weber

SF-01 Arresto sicuro (categoria di arresto 1) all'apertura della porta di manutenzione

Specifica dei requisiti di sicurezza (EN ISO 13849-1, punto 5)

Evento scatenante	Richiesta di apertura della porta di manutenzione (sblocco del bloccaggio del riparo) o perdita del segnale di interblocco della porta di manutenzione.
Reazione della macchina	Categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1 per robot e tavola girevole, seguita da STO, spegnimento sicuro del generatore di corrente di saldatura; il bloccaggio del riparo sblocca la porta solo quando l'arco si è spento e robot e tavola girevole sono fermi (monitoraggio dell'arresto).
Stato sicuro	Robot e tavola girevole fermi e privi di coppia, generatore di corrente di saldatura disinserito, porta di manutenzione mantenuta bloccata fino all'arresto.
Modi di funzionamento in cui la funzione è attiva	Automatico: l'apertura provoca un arresto, modalità automatica solo con la porta chiusa e bloccata. Regolazione: movimenti con la porta aperta solo tramite SF-05 (dispositivo di abilitazione, 250 mm/s); il generatore di corrente di saldatura resta disinserito in sicurezza finché la porta è aperta.
Tempo di risposta ammissibile	Non rilevante per le distanze: il bloccaggio del riparo sblocca solo dopo l'arresto, pertanto non occorre calcolare alcuna distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855.
Comportamento in caso di mancanza di energia	Il bloccaggio del riparo a mancanza di tensione resta bloccato; è possibile uscire dalla cella in qualsiasi momento tramite lo sblocco di fuga all'interno; nessun avviamento automatico al ripristino dell'alimentazione.
Condizioni per il riavviamento	Chiusura della porta, bloccaggio del riparo attivo, riarmo al pulpito di comando all'esterno della cella, quindi avvio del ciclo (blocco al riavvio secondo EN ISO 14118). Il dispositivo di blocco per lucchetti personali impedisce la chiusura finché una persona all'interno della cella è protetta.
Frequenza di sollecitazione	Rara: solo per manutenzione, assistenza e ricerca guasti, non nel ciclo di produzione (F1).
Reazione al guasto (comportamento in caso di guasto rilevato)	Se il PLC di sicurezza rileva un guasto nel circuito della porta o del bloccaggio del riparo (interruzione del circuito, cortocircuito trasversale, discrepanza tra i due canali) o un contattore incollato nel circuito di retroazione, arresta il robot e la tavola girevole tramite il canale integro, mantiene la porta bloccata fino all'arresto e impedisce il riavvio fino all'eliminazione del guasto e al riarmo.
Riesame della specifica prima dello sviluppo (data, persona)	18 giugno 2026, M. Beispiel (responsabile CE) con la progettazione elettrica e automazione e con la progettazione meccanica; risultato registrato nel piano di validazione RSZ-2600-VAL-001.

Validazione (EN ISO 13849-2)

Validazione secondo EN ISO 13849-2 eseguita	Sì
Data della validazione	18/08/2026
Metodo applicato	Validazione secondo EN ISO 13849-2 in base al piano di validazione RSZ-2600-VAL-001. Analisi: elenco dei guasti secondo EN ISO 13849-2, allegato D, per bloccaggio del riparo, PLC di sicurezza e contattori, confronto di categoria 3, MTTFd, DCavg e CCF con il progetto SISTEMA RSZ-2600-SF01. Prove sulla cella di riferimento: prova funzionale rispetto alla specifica in Automatico e Regolazione, simulazione dei guasti per canale (interruzione e cortocircuito trasversale dei segnali della porta e del bloccaggio del riparo, incollaggio di ciascun contattore nel circuito di retroazione), prova del monitoraggio dell'arresto, del blocco al riavvio e dello sblocco di fuga. Risultato: PL d raggiunto, nessuno scostamento dalla specifica.
Persona che ha eseguito la validazione	Jonas Weber

7. Cibersicurezza

Regolamento sulla ciberresilienza (UE) 2024/2847, contributo al fascicolo tecnico ai sensi dell'allegato VII CRA

Per questo prodotto il regolamento prevede soltanto gli obblighi di segnalazione di cui all'articolo 14 CRA (articolo 69, paragrafo 3, CRA); gli altri obblighi si applicano solo dopo una modifica sostanziale a decorrere dall'11 dicembre 2027 (articolo 69, paragrafo 2, CRA). Le sezioni su ambito, inventario, rischi, requisiti, componenti, vulnerabilità, periodo di assistenza e informazioni per l'utilizzatore documentano una preparazione volontaria; i punti contrassegnati con «Aperto» non costituiscono in tali sezioni obblighi vigenti.

Riservato: il presente documento contiene informazioni rilevanti per la sicurezza sulla superficie di attacco del prodotto. Trasmetterlo solo a persone e organismi che necessitano di tali informazioni per la valutazione della conformità o la vigilanza del mercato.

Classificazione, stato degli obblighi e valutazione della conformità

Articoli 2, 7, 8, 32, 69 e 71, allegati III e IV CRA

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

Ambito di applicazione (articolo 2, paragrafo 1 CRA)	Rientra: il prodotto è soggetto al regolamento sulla ciberresilienza (art. 2, par. 1, CRA). Gli obblighi oggi applicabili dipendono dalla data di immissione sul mercato.
Funzionalità di base (articolo 7, paragrafo 1 CRA)	Saldatura MAG robotizzata di assiemi in acciaio nella produzione in serie. Il software comanda il robot, la tavola girevole, il processo di saldatura e l'aspirazione dei fumi. Le funzioni di rete, VPN e accesso provengono da componenti acquistati e non costituiscono la funzionalità principale della cella; sono registrate come componenti con una propria classificazione.
Classificazione (allegati III e IV CRA)	Prodotto standard (non incluso nell'allegato III o IV)
Classificazione confermata	Sì
Stato degli obblighi	Il prodotto è immesso sul mercato prima dell'11 dicembre 2027. Del regolamento sulla ciberresilienza si applicano allora soltanto gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 (art. 69, par. 3, CRA); i requisiti essenziali di cibersicurezza, la valutazione della conformità ai sensi del CRA e la marcatura CE ai sensi del CRA si applicano solo se il prodotto viene modificato sostanzialmente a partire dall'11 dicembre 2027 (art. 69, par. 2, CRA). I requisiti di cibersicurezza previsti da altri atti giuridici restano impregiudicati, come quelli della direttiva apparecchiature radio tramite il regolamento delegato (UE) 2022/30 fino al 10 dicembre 2027 e l'allegato III, punto 1.1.9, del regolamento macchine dal 20 gennaio 2027.
Obblighi di segnalazione (articolo 14 CRA)	Gli obblighi di segnalazione di cui all'art. 14 CRA si applicano dall'11 settembre 2026, anche ai prodotti immessi sul mercato in precedenza (art. 69, par. 3, CRA).
Dichiarazione di conformità UE (articolo 28 CRA)	Nessuna dichiarazione ai sensi del regolamento: per un'immissione sul mercato anteriore all'11 dicembre 2027 si applicano unicamente gli obblighi di segnalazione di cui all'articolo 14 (articolo 69, paragrafo 3 CRA), purché il prodotto non sia successivamente oggetto di modifica sostanziale (articolo 69, paragrafo 2 CRA).
Data di immissione sul mercato	15 marzo 2027 (pianificata)

- La data di immissione sul mercato vale per ciascun esemplare. Se ulteriori esemplari dello stesso modello sono immessi sul mercato a partire dall'11 dicembre 2027, per essi si applicano gli altri obblighi del regolamento. Secondo gli orientamenti della Commissione C(2026) 5252, punti da 33 a 39 (contenuto del progetto approvato il 27 luglio 2026), una serie progettata in precedenza non richiede allora una riprogettazione se la valutazione del rischio dimostra misure adeguate; valutazione della conformità, dichiarazione di conformità UE e marcatura CE restano obbligatorie.

Base della valutazione 5 di 5 documentati

Articolo 13, paragrafo 3, secondo periodo, CRA

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

Destinazione d'uso	Saldatura MAG robotizzata di assiemi in acciaio fino a 40 kg nella produzione in serie, con installazione fissa in un capannone di produzione. La cella è integrata nella rete di produzione dell'utilizzatore (ordini dal MES) e viene sottoposta a manutenzione remota dal fabbricante tramite una connessione VPN che l'utilizzatore abilita per ogni sessione.
Uso ragionevolmente prevedibile	Collegamento della rete della cella direttamente alla rete dell'ufficio o a Internet senza il gateway; manutenzione remota lasciata abilitata in modo permanente; account utente condivisi tra i turni; importazione di programmi da chiavette USB private; collegamento di ulteriori dispositivi alla rete della cella; prosecuzione del funzionamento dopo la fine del periodo di assistenza senza aggiornamenti di sicurezza.
Ambiente operativo	Capannone di produzione con accesso limitato. Rete della cella (PROFINET) all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave, separata dalla rete di produzione dell'utilizzatore mediante il gateway con firewall; collegamento al MES tramite OPC UA in un segmento di rete dedicato. Accesso a Internet solo tramite il gateway VPN e solo per le sessioni di manutenzione abilitate. Conduzione da parte di personale addestrato con account personali; assistenza tecnica da parte del fabbricante e di persone esperte in elettrotecnica designate dall'utilizzatore.
Risorse da proteggere (asset)	Funzioni di sicurezza e programma di sicurezza del PLC di sicurezza; software di comando e programmi di saldatura; account utente e certificati VPN; registro degli eventi; dati personali degli operatori; la rete di produzione dell'utilizzatore in cui è integrata la cella.
Condizioni d'uso	Funzionamento solo con il gateway fornito e nel rispetto dei requisiti di rete indicati nelle istruzioni per l'uso; manutenzione remota solo dopo la sua abilitazione al pulpito di comando; gli aggiornamenti di sicurezza del fabbricante vengono installati tempestivamente a cella ferma.
Durata di vita prevista del prodotto	12 anni
Motivazione della durata di vita	La meccanica e gli azionamenti sono progettati per 12 anni di funzionamento su due turni, il che corrisponde alla durata di vita delle celle precedenti presso lo stabilimento dell'utilizzatore. I fornitori del sistema di comando del robot e del PLC di sicurezza garantiscono parti di ricambio almeno fino al 2039.

Inventario delle interfacce e dei beni

Base della valutazione ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 2, CRA; tipi di beni ispirati alla norma EN 18031, integrati con funzione di sicurezza e dati operativi

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

L'inventario descrive la superficie di attacco del prodotto: ogni connessione dati con un dispositivo o una rete e i beni raggiungibili tramite essa. Costituisce inoltre la base delle valutazioni sulla protezione contro la manomissione e sulle apparecchiature radio.

Interfacce

Denominazione	Tipo	Protocollo	Raggiungibilità	Funzione di sicurezza
Rete della cella verso robot, tavola girevole e generatore di corrente di saldatura	Rete / bus di campo / integrazione di linea	PROFINET IO con PROFIsafe	Solo in loco (accesso fisico)	Sì

Denominazione	Tipo	Protocollo	Raggiungibilità	Funzione di sicurezza
Collegamento al MES dell'utilizzatore	Rete / bus di campo / integrazione di linea	OPC UA (Sign & Encrypt) su Ethernet	Rete locale dell'impianto	No
Manutenzione remota tramite gateway VPN	Accesso remoto / manutenzione remota	VPN IPsec tramite la connessione Internet dell'utilizzatore	Raggiungibile tramite internet	No
Pannello HMI al pulpito di comando	Pannello operatore (HMI) con gestione di utenti e parametri	Comando touch con ruoli e account utente	Solo in loco (accesso fisico)	No
Porta USB sul pannello HMI	USB / supporti rimovibili	USB 2.0 per backup e importazione di programmi	Solo in loco (accesso fisico)	No
Accesso di programmazione al PLC di sicurezza e al sistema di comando del robot	Accesso di engineering / programmazione	Porta di engineering (Ethernet) nel quadro elettrico	Solo in loco (accesso fisico)	Sì

Beni

Denominazione	Tipo	Obiettivi di protezione	Interfacce
Funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 e programma di sicurezza del PLC di sicurezza	Funzione di sicurezza della macchina (safety)	Integrità, Disponibilità	Rete della cella verso robot, tavola girevole e generatore di corrente di saldatura, Accesso di programmazione al PLC di sicurezza e al sistema di comando del robot
Software di comando, HMI e gateway, comprese versione e checksum	Asset di sicurezza (chiavi, password, funzioni di sicurezza del sistema di comando)	Integrità, Disponibilità	Accesso di programmazione al PLC di sicurezza e al sistema di comando del robot, Manutenzione remota tramite gateway VPN, Porta USB sul pannello HMI, Pannello HMI al pulpito di comando
Account utente, ruoli e certificati VPN	Asset di sicurezza (chiavi, password, funzioni di sicurezza del sistema di comando)	Riservatezza, Integrità	Pannello HMI al pulpito di comando, Manutenzione remota tramite gateway VPN, Collegamento al MES dell'utilizzatore
Programmi di saldatura e parametri di processo (corrente, tensione, avanzamento del filo, traiettorie)	Dati operativi e di processo (ricette, parametri, dati di produzione)	Riservatezza, Integrità	Collegamento al MES dell'utilizzatore, Pannello HMI al pulpito di comando, Porta USB sul pannello HMI
Registro degli eventi relativo ad accessi, modifiche dei parametri e sessioni di manutenzione remota	Dati operativi e di processo (ricette, parametri, dati di produzione)	Integrità, Disponibilità	Pannello HMI al pulpito di comando, Manutenzione remota tramite gateway VPN
Nomi utente e orari di accesso degli operatori	Asset di privacy (dati personali)	Riservatezza, Integrità	Pannello HMI al pulpito di comando, Collegamento al MES dell'utilizzatore
Configurazione di rete della cella e del passaggio alla rete dell'utilizzatore (gateway, regole del firewall)	Asset di rete (funzioni di rete e relativa configurazione)	Integrità, Disponibilità	Collegamento al MES dell'utilizzatore, Manutenzione remota tramite gateway VPN

Valutazione dei rischi di cibersicurezza 7 di 7 documentati

Articolo 13, paragrafi 2 e 3, CRA

Ultima modifica: 03/11/2026, 13:11

Il CRA non prescrive un metodo, ma prescrive un contenuto minimo. L'articolo 13, paragrafo 2 CRA richiede una valutazione dei rischi di cibersicurezza e che il suo esito sia considerato nelle fasi di pianificazione, progettazione, sviluppo, produzione, consegna e manutenzione; l'articolo 13, paragrafo 3 CRA richiede che essa sia documentata e aggiornata durante il periodo di assistenza. Questa valutazione la documenta qualitativamente come impatto × probabilità in quattro livelli; ciò segue la definizione di rischio di cibersicurezza come combinazione di entità del danno e probabilità di accadimento (articolo 3, punto 37 CRA). Questa NON è la valutazione del rischio ai sensi della EN ISO 12100: le conseguenze di un attacco per la salute e la sicurezza rientrano qui nell'impatto ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 2 CRA; la misura di protezione contro la conseguenza rilevante per la sicurezza e la relativa evidenza devono essere riportate inoltre nella valutazione del rischio (allegato III, punto 1.1.9 del regolamento macchine ovvero stato dell'arte nell'ambito della direttiva macchine). I due valori di rischio non devono essere confusi né sommati.

Alla data del 15 settembre 2026 non è citata nella Gazzetta ufficiale alcuna norma armonizzata relativa al regolamento sulla ciberresilienza; attualmente non sussiste quindi una presunzione di conformità ai sensi dell'articolo 27, paragrafo 1 CRA. Quando comparirà una norma, il metodo dovrà essere allineato ad essa.

A partire da un valore di rischio pari a 4, la presente valutazione richiede una misura documentata. Si tratta di una convenzione della presente valutazione e non di un limite fissato dal CRA: anche un rischio valutato più basso deve essere ridotto al minimo ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 2, CRA.

Classi di rischio (convenzione della presente valutazione, non prescritta dal CRA): da 1 a 3 basso, da 4 a 7 medio, da 8 a 11 alto, da 12 in su molto alto.

Scala

Livello	Impatto	Probabilità
1	basso: nessun danno apprezzabile, il funzionamento prosegue	improbabile: solo con notevole impegno e accesso fisico
2	percepibile: singole funzioni compromesse, dati alterati o trapelati	possibile: è concepibile un attacco mirato con conoscenze specialistiche
3	grave: produzione ferma, segreti aziendali o dati personali interessati	probabile: vie di attacco note, strumenti liberamente disponibili
4	molto grave: funzione di sicurezza, salute o rete di terzi interessate	molto probabile: raggiungibile dalla rete, attacchi automatizzati noti

Minaccia 1: Accesso non autorizzato tramite la manutenzione remota con credenziali rubate; programmi o parametri del sistema di comando standard vengono modificati.

tramite Manutenzione remota tramite gateway VPN; Bene: Software di comando, HMI e gateway, comprese versione e checksum

Categoria: Accesso non autorizzato

Impatto × probabilità: 3 × 3 = 9 (Alto)

Misure: VPN con autenticazione a più fattori e account personali; abilitazione solo al pulpito di comando, a tempo limitato, con indicazione «Manutenzione remota attiva»; nessun percorso di accesso remoto al PLC di sicurezza; ogni sessione viene registrata.

Rischio residuo: 3 × 1 = 3 (Basso); Resta: insider con un account valido; rischio limitato dalla registrazione e dall'approvazione delle modifiche rilevanti per la sicurezza secondo il principio del doppio controllo. Le conseguenze rilevanti per la sicurezza dell'accesso remoto sono valutate nell'ambito della valutazione del rischio secondo EN ISO 12100 (pericolo n. 44).

Requisiti: Part I No. 2(d); Part I No. 2(j); Part I No. 2(l)

Stato: completo

Minaccia 2: Una vulnerabilità nota nel firmware del gateway VPN viene sfruttata per raggiungere la rete di produzione dell'utilizzatore.

tramite Manutenzione remota tramite gateway VPN; Bene: Configurazione di rete della cella e del passaggio alla rete dell'utilizzatore (gateway, regole del firewall)

Categoria: Vulnerabilità in un componente

Impatto × probabilità: 3 × 3 = 9 (Alto)

Misure: Distinta base del software per ogni versione software; iscrizione agli avvisi di sicurezza del fornitore del gateway; confronto con le banche dati pubbliche delle vulnerabilità prima di ogni consegna; aggiornamenti di sicurezza tramite il portale clienti; il gateway non instrada traffico tra la rete della cella e la rete dell'utilizzatore.

Rischio residuo: 3 × 1 = 3 (Basso); Resta: il tempo che intercorre tra la divulgazione e l'installazione dell'aggiornamento da parte dell'utilizzatore.

Requisiti: Part I No. 2(a); Part I No. 2(c); Part I No. 2(i); Part II No. 1; Part II No. 2

Stato: completo

Minaccia 3: Dati di ordini o di parametri manipolati provenienti dalla rete MES modificano i parametri di saldatura; le saldature risultano difettose.

tramite Collegamento al MES dell'utilizzatore; Bene: Programmi di saldatura e parametri di processo (corrente, tensione, avanzamento del filo, traiettorie)

Categoria: Manipolazione

Impatto × probabilità: 3 × 2 = 6 (Medio)

Misure: OPC UA solo in modalità Sign & Encrypt con certificati; i parametri ricevuti vengono verificati rispetto ai limiti approvati; modifiche ai programmi di saldatura solo con il ruolo di addetto alla regolazione.

Rischio residuo: 3 × 1 = 3 (Basso); Le conseguenze rilevanti per la sicurezza dei dati falsificati sono valutate anche nell'ambito della valutazione del rischio (pericolo n. 42).

Requisiti: Part I No. 2(e); Part I No. 2(f)

Stato: completo

Minaccia 4: Un malware raggiunge il pannello HMI da una chiavetta USB durante l'importazione di backup o programmi.

tramite Porta USB sul pannello HMI; Bene: Software di comando, HMI e gateway, comprese versione e checksum

Categoria: Malware

Impatto × probabilità: 3 × 2 = 6 (Medio)

Misure: Porta USB utilizzabile solo dopo l'accesso, autorun disattivato; vengono installati solo pacchetti di aggiornamento firmati; prima di essere accettati, i programmi vengono verificati per checksum e formato.

Rischio residuo: 2 × 1 = 2 (Basso); Le istruzioni per l'uso prescrivono agli utilizzatori di usare solo supporti di memoria controllati.

Requisiti: Part I No. 2(f); Part I No. 2(j)

Stato: completo

Minaccia 5: Le password vengono condivise o osservate (shoulder surfing) al pannello HMI; un operatore ottiene i diritti di un ruolo superiore.

tramite Pannello HMI al pulpito di comando; Bene: Account utente, ruoli e certificati VPN

Categoria: Accesso non autorizzato

Impatto × probabilità: 2 × 3 = 6 (Medio)

Misure: Account personali anziché account di gruppo; modifica della password imposta al primo accesso; disconnessione automatica; accessi e cambi di ruolo vengono registrati.

Rischio residuo: 2 × 2 = 4 (Medio); La condivisione delle password resta una questione organizzativa dell'utilizzatore; trattata nelle istruzioni per l'uso.

Requisiti: Part I No. 2(b); Part I No. 2(d); Part I No. 2(l)

Stato: completo

Minaccia 6: Un dispositivo aggiuntivo sovraccarica o disturba la rete della cella (negazione del servizio); la comunicazione con il PLC di sicurezza si interrompe.

tramite Rete della cella verso robot, tavola girevole e generatore di corrente di saldatura; Bene: Funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 e programma di sicurezza del PLC di sicurezza

Categoria: Disponibilità

Impatto × probabilità: 3 × 2 = 6 (Medio)

Misure: Rete della cella all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave senza porte libere; separata dalla rete dell'utilizzatore mediante il gateway; in caso di perdita della comunicazione il monitoraggio PROFIsafe porta allo stato sicuro, riavvio solo dopo il riarmo.

Rischio residuo: 2 × 1 = 2 (Basso); Le conseguenze rilevanti per la sicurezza sono valutate nell'ambito della valutazione del rischio secondo EN ISO 12100 (pericolo n. 38).

Requisiti: Part I No. 2(h); Part I No. 2(k)

Stato: completo

Minaccia 7: Il programma di sicurezza viene sovrascritto o messo in modalità stop tramite l'accesso di programmazione.

tramite Accesso di programmazione al PLC di sicurezza e al sistema di comando del robot; Bene: Funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 e programma di sicurezza del PLC di sicurezza

Categoria: Manipolazione

Impatto × probabilità: 4 × 2 = 8 (Alto)

Misure: Accesso di programmazione solo all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave; password individuale per il programma di sicurezza; versione e checksum sul pannello HMI; collaudo delle funzioni di sicurezza dopo ogni modifica.

Rischio residuo: 4 × 1 = 4 (Medio); Resta: l'intervento da parte di persone autorizzate; le evidenze relative alla protezione dall'alterazione fanno parte della valutazione del rischio (pericolo n. 43).

Requisiti: Part I No. 2(d); Part I No. 2(f); Part I No. 2(k)

Stato: completo

Requisiti relativi alle proprietà del prodotto 14 di 14 documentati

Allegato I, parte I, CRA

Ultima modifica: 03/11/2026, 13:11

L'allegato I, parte I, punto 1 si applica senza restrizioni. I requisiti del punto 2, lettere da a) a m) si applicano «ove applicabile» sulla base della valutazione dei rischi di cibersicurezza; se e in che modo siano applicabili deve essere indicato nella valutazione (articolo 13, paragrafo 3, terza frase CRA) e rientra nel fascicolo tecnico (allegato VII, punto 3 CRA). Se uno di essi non è applicabile, ciò deve essere chiaramente motivato nel fascicolo (articolo 13, paragrafo 4 CRA).

Riferimento	Requisito	Applicabile	Stato	Motivazione	Attuazione	Evidenza
Part I No. 1	Livello adeguato di cibersicurezza in funzione dei rischi	si applica sempre	soddisfatto		Valutazione dei rischi di cibersicurezza con sette minacce su tutte le interfacce digitali; le misure sono attuate nella progettazione, nella messa in servizio e nell'assistenza tecnica.	Relazione CRA con tabella dei rischi e matrice dei requisiti
Part I No. 2(a)	Nessuna vulnerabilità sfruttabile nota	sì	in corso		Prima di ogni consegna la distinta base del software viene confrontata con le banche dati pubbliche delle vulnerabilità; i rilievi aperti vengono corretti prima della consegna.	Rapporto del controllo delle vulnerabilità per ogni versione software (primo rapporto prima dell'immissione sul mercato)

Riferimento	Requisito	Applicabile	Stato	Motivazione	Attuazione	Evidenza
Part I No. 2(b)	Configurazione predefinita sicura e possibilità di ripristino	sì	soddisfatto		Consegna con manutenzione remota disattivata, porte chiuse sul gateway e modifica della password imposta; ripristino delle impostazioni di fabbrica tramite il menu di assistenza.	Lista di controllo per la messa in servizio IBN-SEC-01
Part I No. 2(c)	Aggiornamenti di sicurezza, aggiornamenti automatici con possibilità di disattivazione	sì	soddisfatto		Aggiornamenti di sicurezza come pacchetti firmati tramite il portale clienti, installati dall'utilizzatore a cella ferma. L'installazione automatica non è prevista perché un aggiornamento durante la produzione arresterebbe la cella; l'utilizzatore viene informato via e-mail degli aggiornamenti disponibili.	Concetto di aggiornamento UPD-01
Part I No. 2(d)	Protezione dall'accesso non autorizzato	sì	soddisfatto		Account personali con ruoli sul pannello HMI, VPN con autenticazione a più fattori, OPC UA con certificati; i tentativi di accesso falliti e le sessioni di manutenzione remota vengono registrati e visualizzati sul pannello HMI.	Concetto dei ruoli ROL-01, estratto del registro dal collaudo
Part I No. 2(e)	Riservatezza dei dati	sì	soddisfatto		OPC UA in modalità Sign & Encrypt, tunnel VPN cifrato; le password sono memorizzate solo come hash.	Verbale di configurazione del gateway e del server OPC UA
Part I No. 2(f)	Integrità di dati, comandi, programmi e configurazioni	sì	soddisfatto		Pacchetti di aggiornamento firmati, checksum del software di comando sul pannello HMI, registro delle modifiche per parametri e programmi.	Verbale di collaudo della versione software
Part I No. 2(g)	Minimizzazione dei dati	sì	soddisfatto		Vengono trattati solo i dati di produzione e i nomi utente necessari per l'accesso e la registrazione; al di fuori delle sessioni di manutenzione abilitate non viene inviato alcun dato al fabbricante.	Diagramma del flusso di dati DFP-01

Riferimento	Requisito	Applicabile	Stato	Motivazione	Attuazione	Evidenza
Part I No. 2(h)	Disponibilità delle funzioni essenziali, protezione contro gli attacchi di negazione del servizio (DoS)	sì	soddisfatto		Rete della cella separata dalla rete dell'utilizzatore, limitazione della larghezza di banda sul gateway; senza collegamento al MES o a Internet la cella continua a funzionare con gli ultimi programmi rilasciati.	Prova di carico di rete e di perdita della connessione, rapporto NET-T-02
Part I No. 2(i)	Impatto ridotto su altri dispositivi e reti	sì	soddisfatto		Il gateway consente soltanto OPC UA verso il MES e la connessione VPN verso il fabbricante e non instrada traffico tra la rete della cella e la rete dell'utilizzatore.	Set di regole del firewall FW-01
Part I No. 2(j)	Superfici di attacco il più possibile ridotte	sì	soddisfatto		Servizi e porte non necessari disattivati, accesso di programmazione all'interno del quadro elettrico chiuso a chiave, USB utilizzabile solo dopo l'accesso.	Lista di controllo dell'hardening HRT-01
Part I No. 2(k)	Riduzione dell'impatto di uno sfruttamento	sì	soddisfatto		Nessun percorso di accesso remoto al sistema di comando di sicurezza, stato sicuro in caso di perdita della comunicazione, backup e ripristino con confronto del checksum.	Rapporto di validazione delle funzioni di sicurezza, prova di ripristino
Part I No. 2(l)	Registrazione e monitoraggio degli eventi rilevanti per la sicurezza, con possibilità di disattivazione	sì	in corso		Registro degli eventi relativo ad accessi, modifiche dei ruoli e dei parametri, caricamenti di software e sessioni di manutenzione remota. La configurazione del meccanismo di opt-out è ancora in fase di chiarimento, perché lo stesso registro fornisce le evidenze ai sensi dell'allegato III, punto 1.1.9, del regolamento macchine (stato al 17 settembre 2026).	Concetto di registrazione LOG-01 (bozza)
Part I No. 2(m)	Cancellazione e trasferimento sicuri dei dati	sì	soddisfatto		«Impostazioni di fabbrica» cancella definitivamente account utente, certificati, programmi e registri; i backup vengono scritti su USB in forma cifrata.	Prova di reset, rapporto RST-01

Componenti di terzi 1 di 5 documentati

Articolo 13, paragrafi 5 e 6, CRA

Ultima modifica: 03/11/2026, 13:11

Chi integra in un prodotto componenti acquisiti da terzi esercita la dovuta diligenza: i componenti non devono compromettere la cibersicurezza del prodotto. Ciò vale anche per il software libero e open source che non è stato messo a disposizione sul mercato nell'ambito di un'attività commerciale (articolo 13, paragrafo 5 CRA). Se in un componente viene individuata una vulnerabilità, essa deve essere segnalata alla persona o all'entità che fabbrica il componente o ne esegue la manutenzione; una correzione sviluppata autonomamente deve esserle comunicata (articolo 13, paragrafo 6 CRA).

Componente 1: Sistema di comando del robot a braccio articolato

Fabbricante: Fabbricante del robot (fornitore)

Versione: Software del sistema di comando 5.2

Tipo: Hardware

Stato CRA: in verifica

Classe / nota: Funzionalità principale: comando del robot; secondo il fornitore, nessuna categoria dell'allegato III o IV.

Prova della dovuta diligenza: Questionario per il fornitore sulla gestione delle vulnerabilità e sul periodo di assistenza valutato; iscrizione agli avvisi di sicurezza del fornitore; dichiarazione di conformità al CRA richiesta per le forniture a partire dall'11 dicembre 2027.

Riferimento SBOM: SBOM del fornitore richiesta

Ultima verifica: 10/09/2026

Componente 2: PLC di sicurezza con software di engineering

Fabbricante: Fabbricante di sistemi di comando (fornitore)

Versione: Firmware 3.1

Tipo: Hardware

Stato CRA: in verifica

Classe / nota: Funzionalità principale: comando di sicurezza, nessuna categoria dell'allegato III o IV.

Prova della dovuta diligenza: Manuale di sicurezza del fabbricante valutato e raccomandazioni di hardening applicate; iscrizione agli avvisi di sicurezza; dichiarazione di conformità al CRA richiesta.

Riferimento SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sezione PLC di sicurezza

Ultima verifica: 10/09/2026

Componente 3: Router industriale con VPN (gateway di manutenzione remota)

Fabbricante: Fabbricante di apparecchiature di rete (fornitore)

Versione: Firmware 8.4

Tipo: Hardware

Stato CRA: in verifica

Classe / nota: Prodotto importante di classe I ai sensi dell'allegato III, punto 5 (VPN) e punto 12 (router); per le forniture a partire dall'11 dicembre 2027 il fornitore deve dimostrare una valutazione della conformità ai sensi dell'art. 32, paragrafo 2, CRA.

Prova della dovuta diligenza: Manutenzione del firmware garantita per iscritto fino al 2036, sostituzione con il modello successivo prevista entro il periodo di assistenza; hardening eseguito secondo la guida del fornitore.

Riferimento SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sezione gateway

Ultima verifica: 10/09/2026

Componente 4: Pannello HMI con software di visualizzazione

Fabbricante: Fabbricante di sistemi di automazione (fornitore)

Versione: Runtime 17

Tipo: Hardware

Stato CRA: in verifica

Classe / nota: Funzionalità principale: comando e supervisione, nessuna categoria dell'allegato III o IV.

Prova della dovuta diligenza: Questionario per il fornitore valutato; assistenza per il runtime garantita fino al 2037; iscrizione agli avvisi di sicurezza.

Riferimento SBOM: RSZ-2600-SBOM-001, sezione pannello HMI

Ultima verifica: 10/09/2026

Componente 5: Libreria di comunicazione OPC UA (open source)

Fabbricante: Progetto open source

Versione: 1.4

Tipo: Software, software libero e open source

Stato CRA: non contemplato dal CRA

Classe / nota: Software libero e open source non fornito dal progetto nel corso di un'attività commerciale (considerando 18 CRA); l'obbligo di dovuta diligenza in sede di integrazione spetta al fabbricante della cella (art. 13, paragrafo 5, CRA).

Prova della dovuta diligenza: Versione verificata rispetto alle banche dati pubbliche delle vulnerabilità; attività di manutenzione e politica di sicurezza del progetto esaminate; gli aggiornamenti vengono recepiti con ogni versione software; le vulnerabilità individuate vengono segnalate al progetto (art. 13, paragrafo 6, CRA).

Riferimento SBOM: RSZ-2600-SBOM-001

Ultima verifica: 10/09/2026

- N. 1: Aperto: non è ancora stato accertato se il componente soddisfi i requisiti (articolo 13, paragrafo 5 CRA).
- N. 2: Aperto: non è ancora stato accertato se il componente soddisfi i requisiti (articolo 13, paragrafo 5 CRA).
- N. 3: Aperto: non è ancora stato accertato se il componente soddisfi i requisiti (articolo 13, paragrafo 5 CRA).
- N. 4: Aperto: non è ancora stato accertato se il componente soddisfi i requisiti (articolo 13, paragrafo 5 CRA).

Gestione delle vulnerabilità 12 di 12 documentati

Allegato I, parte II, CRA

Ultima modifica: 03/11/2026, 13:11

Luogo di archiviazione della distinta base	Sistema PDM del fabbricante, documento RSZ-2600-SBOM-001, aggiornato per ogni versione software rilasciata
Formato della distinta base	CycloneDX 1.6 (JSON)
Messa a disposizione della distinta base all'utilizzatore	no
Indirizzo di contatto per la segnalazione di vulnerabilità (parte II, punto 6, articolo 13, paragrafo 17, CRA)	security@muster-maschinenbau.example
Politica di divulgazione coordinata delle vulnerabilità (parte II, punto 5, CRA)	https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure
Pubblicazione di informazioni sulle vulnerabilità risolte (parte II, punto 4, CRA)	https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories

Requisiti dell'allegato I, parte II

Riferimento	Requisito	Stato	Attuazione	Evidenza	Avviso
Part II No. 1	Individuare vulnerabilità e componenti, distinta base del software (SBOM)	soddisfatto	Distinta base del software in formato CycloneDX per ogni versione software rilasciata, comprendente almeno le dipendenze di primo livello; elenco dei componenti con fornitori e versioni.	RSZ-2600-SBOM-001	
Part II No. 2	Correggere le vulnerabilità senza ritardo, aggiornamenti di sicurezza separati	soddisfatto	Correzione in base alla gravità con tempi obiettivo stabiliti; ove tecnicamente fattibile, gli aggiornamenti di sicurezza sono forniti separatamente dagli aggiornamenti della funzionalità.	VA-SEC-04, sezione 5	Limitazione nel testo: gli aggiornamenti di sicurezza devono essere forniti separatamente dagli aggiornamenti di funzionalità solo «ove tecnicamente fattibile». Per le versioni successive sostanzialmente modificate di un prodotto software, l'obbligo di cui all'art. 13, par. 10, CRA può essere limitato all'ultima versione immessa sul mercato, a condizione che gli utilizzatori della versione precedente abbiano accesso gratuito all'ultima versione e senza costi di adattamento aggiuntivi.
Part II No. 3	Testare e riesaminare regolarmente la sicurezza	in corso	Test di penetrazione annuale su una cella di riferimento e controllo delle vulnerabilità prima di ogni consegna; il primo test è previsto prima dell'immissione sul mercato.	Piano di prova SEC-PP-01	
Part II No. 4	Pubblicare informazioni sulle vulnerabilità corrette	soddisfatto	Avvisi di sicurezza con descrizione, versioni interessate, impatto, gravità e correzione su https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories; la pubblicazione viene rinviata solo in casi giustificati, finché gli utilizzatori non hanno potuto installare l'aggiornamento.	VA-SEC-04, sezione 6	Limitazione nel testo: in casi debitamente motivati, in cui i rischi della pubblicazione superano i benefici in termini di sicurezza, la pubblicazione può essere rinviata fino a quando gli utilizzatori non abbiano avuto la possibilità di applicare la patch. La motivazione va inserita nella descrizione dell'attuazione.
Part II No. 5	Politica di divulgazione coordinata delle vulnerabilità	soddisfatto	Politica di divulgazione coordinata delle vulnerabilità pubblicata su https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure.	Politica pubblicata, rev. A	

Riferimento	Requisito	Stato	Attuazione	Evidenza	Avviso
Part II No. 6	Condivisione delle informazioni sulle vulnerabilità e indirizzo di contatto	soddisfatto	Indirizzo di contatto security@muster-maschinenbau.example; iscrizione agli avvisi di sicurezza dei fornitori del sistema di comando del robot, del PLC di sicurezza e del gateway.	VA-SEC-04, sezione 3	
Part II No. 7	Distribuzione sicura degli aggiornamenti	soddisfatto	Pacchetti di aggiornamento firmati con checksum tramite il portale clienti (TLS); il programma di installazione verifica la firma prima dell'installazione.	Concetto di aggiornamento UPD-01	Limitazione nel testo: gli aggiornamenti di sicurezza vengono installati, se del caso, automaticamente. Per i prodotti in ambienti professionali e industriali, in cui un aggiornamento automatico potrebbe interferire con il funzionamento, gli utilizzatori normalmente non se lo aspettano (cfr. considerando 56 CRA); la decisione va motivata qui.
Part II No. 8	Aggiornamenti di sicurezza gratuiti con relativi messaggi di avviso	soddisfatto	Gli aggiornamenti di sicurezza sono gratuiti durante il periodo di assistenza, sono accompagnati da messaggi di avviso sul contenuto e sulle azioni raccomandate e sono separati dagli aggiornamenti funzionali a pagamento.	Condizioni generali di assistenza, sezione sugli aggiornamenti di sicurezza	Limitazione nel testo: per un prodotto su misura, il fabbricante e l'utilizzatore commerciale possono concordare diversamente la distribuzione gratuita. Un eventuale accordo di questo tipo va indicato qui; l'obbligo di distribuzione tempestiva con messaggi di avviso resta.

- Gli otto requisiti dell'allegato I, parte II, si applicano senza la riserva «ove applicabile» della parte I (frase introduttiva dell'allegato I, parte II; cfr. considerando 54 CRA) e non possono quindi essere esclusi una volta che gli obblighi del regolamento si applicano al prodotto; per ciascun punto occorre registrare come viene attuato e quali evidenze lo comprovano (allegato VII, punto 2, lettera b), e punto 6, CRA). Alcuni punti recano limitazioni nel proprio testo; queste compaiono come avviso accanto alla riga e riguardano l'attuazione, non l'applicabilità.

Periodo di assistenza 4 di 4 documentati

Articolo 13, paragrafi 8, 9 e 19, CRA

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

Periodo di assistenza stabilito	12 anni
Verifica rispetto all'articolo 13, paragrafo 8, CRA	Il periodo di assistenza raggiunge la durata minima di cinque anni e la durata di utilizzo prevista. I motivi della sua determinazione devono essere riportati nella documentazione tecnica (art. 13, par. 8, quinto comma, allegato VII, punto 4, CRA).
Fattori considerati	Il periodo di assistenza corrisponde al periodo di utilizzo previsto di 12 anni. Sono state prese in considerazione le aspettative degli utilizzatori nella produzione in serie, la durata di vita di celle di saldatura comparabili e la manutenzione del firmware garantita dai fornitori del sistema di comando del robot, del PLC di sicurezza e del gateway (evidenze nell'elenco dei componenti).

Termine calcolato (presupposto della presente valutazione: inizio con l'immissione sul mercato, più il periodo)	03/2039
Data di fine indicata	03/2039
Indicazione della data di fine al momento dell'acquisto	Conferma d'ordine, targhetta supplementare accanto alla targa dati e capitolo Cibersicurezza delle istruzioni per l'uso
Disponibilità degli aggiornamenti di sicurezza già forniti (articolo 13, paragrafo 9, CRA)	Gli aggiornamenti di sicurezza sono messi a disposizione nel portale clienti del fabbricante con note di rilascio e checksum e vi restano disponibili per almeno dieci anni dal rilascio, e in ogni caso fino alla fine del periodo di assistenza.

Notifica di vulnerabilità attivamente sfruttate e di incidenti gravi 4 di 4 documentati

Articolo 14 CRA

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

Termini ai sensi dell'articolo 14, paragrafi 2 e 4, CRA: preallarme senza indebito ritardo e comunque entro 24 ore dal momento in cui se ne è venuti a conoscenza; notifica senza indebito ritardo e comunque entro 72 ore dal momento in cui se ne è venuti a conoscenza, salvo che le informazioni siano già state fornite; relazione finale per una vulnerabilità entro 14 giorni dalla disponibilità di una misura correttiva o di attenuazione, per un incidente grave entro 1 mese dalla notifica. I termini sono calcolati senza slittamento ai giorni lavorativi; è l'interpretazione più rigorosa.

Responsabile delle notifiche	Responsabile della sicurezza dei prodotti, raggiungibile tramite security@muster-maschinenbau.example e il servizio di reperibilità dell'assistenza tecnica, anche nei fine settimana
Sostituto	Responsabile dell'ingegneria elettrica
Stato membro dello stabilimento principale	Germania
CSIRT designato come coordinatore	CERT-Bund presso l'Ufficio federale per la sicurezza informatica (BSI)
Accesso alla piattaforma unica di segnalazione (articolo 16 del CRA)	predisposto
Procedura interna	Istruzione operativa VA-SEC-04 «Gestione delle vulnerabilità e degli incidenti di sicurezza», rev. B
Informazione agli utilizzatori interessati (articolo 14, paragrafo 8, CRA)	Avviso di sicurezza via e-mail ai contatti registrati di ogni utilizzatore e pubblicazione su https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories, anche in formato leggibile da dispositivo automatico CSAF

Informazioni e istruzioni per gli utilizzatori 7 di 7 documentati

Allegato II, allegato VII, punto 1, lettera d), CRA

Ultima modifica: 17/09/2026, 01:18

Le informazioni seguenti si basano sull'allegato II CRA. Per questo prodotto (immesso sul mercato prima dell'11 dicembre 2027) devono accompagnare il prodotto solo dopo una modifica sostanziale a partire dall'11 dicembre 2027 (articolo 69, paragrafo 2, CRA). Per una macchina fanno parte del capitolo sulla cibersicurezza delle istruzioni per l'uso.

Annex II No. 1 CRA: Nome e recapiti del fabbricante

Muster Maschinenbau GmbH
Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Germania
service@muster-maschinenbau.example
https://www.muster-maschinenbau.example

Annex II No. 2 CRA: Punto di contatto unico per le vulnerabilità e politica di divulgazione

security@muster-maschinenbau.example

https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure

Annex II No. 3 CRA: Identificazione univoca del prodotto

Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600

RSZ-2600

Numero di serie sulla targa dati applicata sulla parete laterale destra del quadro elettrico; versione del software sul pannello HMI alla voce «Info»

Annex II No. 4 CRA: Destinazione d'uso, ambiente di sicurezza e proprietà di sicurezza

Saldatura MAG robotizzata di assiemi in acciaio fino a 40 kg nella produzione in serie, con installazione fissa in un capannone di produzione.

Funzionamento in una rete di produzione separata dalla rete dell'ufficio e da Internet; collegamento al MES solo tramite il gateway fornito; manutenzione remota solo tramite il gateway VPN dopo l'abilitazione al pulpito di comando; quadro elettrico e porte di programmazione chiusi a chiave.

Comando di robot, tavola girevole, processo di saldatura e aspirazione dei fumi; ricezione degli ordini e trasmissione dei dati di produzione tramite OPC UA; backup tramite USB; manutenzione remota da parte del fabbricante.

Account utente personali con ruoli; connessione OPC UA cifrata e firmata; VPN con autenticazione a più fattori; registro degli eventi relativo ad accessi, modifiche dei parametri e sessioni di manutenzione remota; versione e checksum del software rilevante per la sicurezza sul pannello HMI; nessun accesso remoto al sistema di comando di sicurezza.

Annex II No. 5 CRA: Circostanze che possono comportare rischi significativi di cibersicurezza

Collegamento della rete della cella direttamente alla rete dell'ufficio o a Internet; manutenzione remota lasciata abilitata in modo permanente; password condivise; file provenienti da fonti sconosciute tramite USB; aggiornamenti di sicurezza non installati; prosecuzione del funzionamento dopo la fine del periodo di assistenza.

Annex II No. 6 CRA: Indirizzo internet della dichiarazione di conformità UE

nessuna indicazione (se del caso)

Annex II No. 7 CRA: Assistenza tecnica di sicurezza e data di fine del periodo di assistenza

Aggiornamenti di sicurezza per il software di comando, HMI e gateway tramite il portale clienti; avvisi di sicurezza via e-mail; supporto da parte dell'assistenza tecnica del fabbricante per l'integrazione della cella nella rete dell'utilizzatore.

Fine del periodo di assistenza: 03/2039

Annex II No. 8 CRA: Istruzioni dettagliate

a) Messa in servizio e uso in sicurezza: Al primo accesso modificare la password iniziale (il sistema di comando lo impone) e creare account personali per tutti gli operatori; integrare il gateway secondo lo schema di rete del fabbricante e consentire soltanto OPC UA verso il MES e la connessione VPN verso il fabbricante; salvare la configurazione collaudata e registrarne il checksum nel verbale di collaudo.

b) Effetti delle modifiche sulla sicurezza dei dati: Ulteriori collegamenti di rete, regole del firewall modificate, modifiche al programma di sicurezza o il collegamento di altre macchine possono compromettere la cibersicurezza e le funzioni di sicurezza. Effettuare tali modifiche solo previa consultazione del fabbricante e verificare successivamente le funzioni di sicurezza.

c) Installazione degli aggiornamenti rilevanti per la sicurezza: Scaricare gli aggiornamenti di sicurezza dal portale clienti, confrontare il checksum e installarli tramite USB sul pannello HMI a cella ferma, con la modalità di regolazione selezionata e la porta di manutenzione chiusa, oppure durante una sessione di manutenzione remota abilitata; verificare quindi versione e checksum sul pannello HMI.

d) Messa fuori servizio in sicurezza e rimozione dei dati dell'utilizzatore: Prima della messa fuori servizio, salvare i programmi di saldatura e i registri, ripristinare la cella tramite «Impostazioni di fabbrica» (questa operazione cancella account utente, certificati, programmi e registri) e chiedere al fabbricante di bloccare l'accesso per la manutenzione remota.

Annex II No. 9 CRA: Accesso alla distinta base del software, se fornita

nessuna indicazione (se del caso)

- Avviso: non è indicato alcun indirizzo internet della dichiarazione di conformità UE; va indicato solo «se del caso» (allegato II, punto 6, CRA). Se si applicano gli obblighi principali, ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 20, CRA al prodotto è allegata una copia

della dichiarazione di conformità UE o una dichiarazione semplificata; la dichiarazione semplificata indica l'indirizzo internet in cui è disponibile il testo completo (allegato VI CRA).

Stato della normazione sul mercato

Articolo 27 CRA

Allo stato del 15 settembre 2026 nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea non è citata alcuna norma armonizzata relativa al regolamento sulla ciberresilienza. Attualmente non esiste pertanto alcuna presunzione di conformità ai sensi dell'art. 27, par. 1, CRA, e per i prodotti importanti di classe I la via del controllo interno (modulo A) con norme armonizzate applicate integralmente non è ancora praticabile. Anche l'atto delegato che designa gli schemi europei di certificazione ai fini della presunzione (art. 27, par. 9, CRA) non è stato adottato. Prima della valutazione della conformità verificare lo stato nella Gazzetta ufficiale.

Questa panoramica descrive lo stato della normazione, non le norme applicate a questo prodotto. L'elenco delle norme armonizzate, delle specifiche comuni o di altre specifiche tecniche applicate ai sensi dell'allegato VII, punto 5, CRA è riportato nella lista di controllo della documentazione tecnica.

Identificativo	Titolo	Fonte	Avviso
Richiesta di normazione M/606, C(2025) 618	Richiesta di normazione della Commissione relativa al regolamento sulla ciberresilienza del 3 febbraio 2025	fonte primaria	41 norme, richiesta valida fino al 30 novembre 2027; la richiesta cita espressamente le macchine (direttiva 2006/42/CE e regolamento (UE) 2023/1230).
da EN 40000-1-1 a EN 40000-1-4 (progetti)	Serie di norme orizzontali: terminologia, principi della ciberresilienza, gestione delle vulnerabilità, requisiti di sicurezza generici	fonte secondaria	In elaborazione; alla data del 15 settembre 2026 non citata nella Gazzetta ufficiale, quindi nessuna presunzione di conformità.
da prEN 50770-1 a prEN 50770-6 (progetti)	Norme verticali per i prodotti della tecnologia operativa: firewall, gestione di rete, interfacce di rete, VPN, router e switch, SIEM	fonte secondaria	In elaborazione sulla base della serie IEC 62443; alla data del 15 settembre 2026 non citata nella Gazzetta ufficiale.
IEC 62443-4-1, -4-2 e -3-3	Processo di sviluppo sicuro, requisiti dei componenti, requisiti di sistema	fonte secondaria	Tecnicamente centrale, ma alla data del 15 settembre 2026 non citata nella Gazzetta ufficiale come norma armonizzata per il regolamento sulla ciberresilienza. Utilizzabile come altra specifica tecnica applicata nella documentazione tecnica (allegato VII, punto 5, CRA), senza presunzione di conformità.
EN 18031-1, EN 18031-2 e EN 18031-3:2024	Requisiti di cibersicurezza per i prodotti con funzionalità radio (direttiva apparecchiature radio)	fonte secondaria	Elencata con restrizioni ai sensi della direttiva apparecchiature radio (decisione di esecuzione (UE) 2025/138), rilevante fino al 10 dicembre 2027; non costituisce una via per la presunzione di conformità ai sensi del regolamento sulla ciberresilienza.

Questa relazione documenta le informazioni del fabbricante relative al regolamento sulla ciberresilienza (UE) 2024/2847. Non costituisce una valutazione del rischio ai sensi della norma EN ISO 12100: le conseguenze di un attacco rilevanti per la sicurezza sono riportate con la relativa stima del rischio nell'elenco dei pericoli, mentre la valutazione dei rischi di cibersicurezza ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 2, CRA è riportata qui. I due valori di rischio non devono essere confusi né sommati.

Le regole di calcolo di questa valutazione (conteggio delle indicazioni, soglia per le misure, classi di rischio, calcolo dei termini senza slittamento ai giorni lavorativi) sono contrassegnate come tali e non costituiscono prescrizioni del regolamento. Le situazioni giuridiche incerte riportano una data di aggiornamento.

Il conteggio delle sezioni e delle voci è una convenzione della presente documentazione e non una prescrizione del regolamento; indica dove la documentazione presenta ancora lacune.

8. Istruzioni per l'uso

Allegato III, punto 1.7.4, regolamento macchine

Estratto dei testi dei capitoli. Figure, tabelle e sezioni generate automaticamente (pericoli residui, norme applicate) sono nell'esportazione separata delle istruzioni e nei capitoli 1 e 2 di questo dossier.

1 Informazioni di base importanti

Le presenti istruzioni per l'uso si applicano alla cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (numero di serie RSZ2600-2026-0001, anno di costruzione 2026) e sono rivolte all'utilizzatore nonché al personale responsabile dell'uso, della regolazione, della manutenzione e dello smontaggio. Esse sono parte integrante della macchina, devono essere sempre accessibili al personale e devono essere consegnate in caso di cambio di ubicazione o di rivendita. Il presente capitolo descrive l'ambito di fornitura, i limiti della macchina, le interfacce esterne e la base giuridica della presente documentazione.

1.1 Ambito di fornitura e limiti della macchina

Ambito di fornitura: la RSZ-2600 viene fornita come insieme di macchine completamente funzionante. L'ambito di fornitura comprende:

- Robot industriale a braccio articolato con 6 assi (sbraccio 2600 mm, carico utile 12 kg), compresi il sistema di comando del robot e il pendant di programmazione
- Tavola girevole a due stazioni con parete divisoria centrale fissa, tendina di protezione per saldatura e dispositivi di serraggio pneumatici dei pezzi
- Generatore di corrente di saldatura MAG 400 A con fattore di servizio del 60 per cento, con unità trainafilo, torcia di saldatura raffreddata ad acqua con gruppo di raffreddamento e stazione di pulizia della torcia
- Unità di aspirazione dei fumi di saldatura 1800 m³/h con separatore di scintille preliminare, cartuccia filtrante, monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, serrande di intercettazione motorizzate e rilevatori di fumo e di CO
- Riparo perimetrale (recinzione perimetrale) alto 2200 mm con porta di manutenzione, barriera fotoelettrica di tipo 4, PLC di sicurezza, pulpito di comando e quadro elettrico
- Gateway di rete con firewall e accesso per la manutenzione remota
- Illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina secondo EN 1837 e pedana regolabile in altezza alla stazione di carico
- Istruzioni per l'uso con i documenti di accompagnamento elencati nel capitolo 12 (tra cui la dichiarazione di conformità UE, il piano di installazione, gli schemi elettrici, lo schema pneumatico, l'elenco dei ricambi, il piano di prova delle funzioni di sicurezza e il modulo per il registro di manutenzione)

Non compresi nell'ambito di fornitura:

- Attrezzature di serraggio specifiche per il pezzo (salvo accordi separati); per i requisiti relativi alle attrezzature di serraggio dell'utilizzatore vedere il capitolo 3.1
- L'alimentazione del gas di protezione fornita dal cliente
- I collegamenti dei fluidi forniti dal cliente
- Un condotto opzionale dell'aria di scarico per l'unità di aspirazione

- L'ausilio di sollevamento per pezzi oltre 15 kg alla stazione di carico (fornito dal cliente, portata di almeno 40 kg)

Limiti d'uso: saldatura MAG di assiemi in acciaio (acciaio non legato e basso legato) fino a 40 kg di peso del pezzo e con un ingombro massimo del pezzo di 800 x 600 x 400 mm. Produzione in serie esclusivamente con programmi di saldatura predefiniti e approvati. Carico e scarico manuali alla rispettiva stazione anteriore da parte di personale specializzato addestrato, tempo di ciclo circa 90 secondi. Non destinata a pezzi in alluminio, zincati o rivestiti, non alla saldatura manuale all'interno della cella e non a pezzi con tensioni residue derivanti da lavorazioni precedenti.

Limiti di spazio: superficie occupata circa 6,5 x 4,0 m, altezza 2,6 m. Area di lavoro del robot con sbraccio di 2600 mm, completamente racchiusa dalla recinzione perimetrale alta 2200 mm e dalla parete divisoria centrale fissa della tavola girevole. Area di rotazione della tavola girevole 180 gradi. Stazione di carico davanti all'apertura di carico, barriera fotoelettrica di tipo 4 con risoluzione di 30 mm, distanza di sicurezza calcolata e documentata secondo EN ISO 13855. Una porta di manutenzione sul lato posteriore. Le interfacce con i processi a monte e a valle sono esclusivamente manuali.

Limiti di tempo: durata di vita prevista 12 anni su 2 turni, manutenzione annuale da parte del fabbricante, controllo semestrale delle funzioni di sicurezza, verifica del bloccaggio del riparo e della barriera fotoelettrica secondo EN ISO 14119 ed EN ISO 13855 a ogni intervento di manutenzione. Parti soggette a usura: torcia di saldatura, tubetti di contatto, ugello del gas, rulli del trainafilo, cartuccia filtrante dell'unità di aspirazione, tendina di protezione per saldatura.

Limiti ambientali: area interna asciutta di un capannone di produzione, da 5 a 40 gradi C, umidità relativa fino al 70 per cento senza condensa, alimentazione di rete 400 V AC 50 Hz TN-S, potenza allacciata 32 kVA, aria compressa 6 bar priva di olio, installazione su un pavimento industriale in calcestruzzo piano. Nessuna area a rischio di esplosione, nessun uso all'aperto.

Limiti dell'insieme: la cella comprende il robot (quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE), la tavola girevole, il generatore di corrente di saldatura (apparecchiatura con marcatura CE), l'unità di aspirazione e i componenti di recinzione, porta e sensori. Le interfacce tra queste parti sono state valutate nella valutazione del rischio dell'insieme e considerate nella dichiarazione di conformità UE dell'insieme.

1.2 Responsabilità (fabbricante / utilizzatore)

Le responsabilità del fabbricante e dell'utilizzatore sono ripartite come segue:

Responsabilità del fabbricante: progettazione, costruzione e conformità dell'insieme di macchine, comprese la valutazione del rischio, la validazione delle funzioni di sicurezza e la documentazione tecnica; prima messa in servizio con collaudo documentato; manutenzione annuale secondo gli accordi; fornitura di parti di ricambio e assistenza tecnica.

Responsabilità dell'utilizzatore: utilizzo della macchina esclusivamente nell'ambito dell'uso previsto; selezione e qualificazione del personale e sua istruzione regolare e documentata (almeno una volta all'anno); messa a disposizione dei dispositivi di protezione individuale e sorveglianza del loro uso; valutazione del rischio relativa al posto di lavoro ai sensi della legge tedesca sulla tutela della salute e della sicurezza sul lavoro (ArbSchG) e dell'ordinanza tedesca sulla sicurezza e la salute sul lavoro (BetrSichV), compresi rumore e fumi di saldatura (regola tecnica tedesca per le sostanze pericolose TRGS 528); verifica periodica dell'equipaggiamento elettrico secondo il regolamento DGUV 3 (regolamento tedesco dell'assicurazione contro gli infortuni sugli impianti e sulle apparecchiature elettriche); controllo semestrale

delle funzioni di sicurezza e manutenzione secondo il capitolo 10, compresa la tenuta del registro di manutenzione; messa a disposizione dei fluidi forniti dal cliente (alimentazione elettrica, aria compressa, gas di protezione) nella qualità richiesta; messa a disposizione e verifica periodica di un ausilio di sollevamento per pezzi oltre 15 kg alla stazione di carico (portata di almeno 40 kg); sorveglianza sanitaria in caso di esposizione ai fumi di saldatura; inoltro dell'allarme incendio dell'unità di aspirazione (rilevatori di fumo e di CO) a una postazione permanentemente presidiata secondo il concetto antincendio dell'edificio; segnalazione al fabbricante di eventi e guasti rilevanti per la sicurezza.

Modifiche alla macchina: trasformazioni e integrazioni successive sono ammesse solo previa approvazione scritta del fabbricante. Le modifiche sostanziali ai sensi del regolamento macchine possono rendere necessaria una nuova valutazione della conformità.

1.3 Interfacce esterne

La macchina dispone delle seguenti interfacce di alimentazione e dei fluidi:

- Alimentazione elettrica: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, sistema TN-S, potenza allacciata 32 kVA, protezione con fusibili 63 A gG fornita dal cliente, alimentazione all'interruttore generale del quadro elettrico.
- Alimentazione dell'aria compressa: 6 bar, priva di olio, attacco G 1/2 sul gruppo di trattamento aria della macchina.
- Alimentazione del gas di protezione (fornita dal cliente): miscela M21 secondo EN ISO 14175 (82 per cento argon, 18 per cento CO2), attacco sul generatore di corrente di saldatura, portata circa 15 l/min alla torcia.
- Aspirazione dei fumi di saldatura: unità di aspirazione integrata nella cella, 1800 m³/h con cartuccia filtrante, funzionamento a ricircolo; attacco opzionale per l'aria di scarico fornito dal cliente.
- Interfacce di segnale: contatti di segnalazione a potenziale zero (stato operativo e segnalazione cumulativa di guasto) per il collegamento a un sistema di comando sovraordinato. Non esistono interfacce legate alla sicurezza con impianti adiacenti; il collegamento con i processi a monte e a valle è esclusivamente manuale.
- Interfacce dati: OPC UA verso il MES dell'utilizzatore (ricezione degli ordini, restituzione dei dati di produzione) e manutenzione remota via VPN da parte del fabbricante, entrambe esclusivamente tramite il gateway fornito; porta USB sul pannello HMI per backup dei dati e aggiornamenti. Per i dettagli vedere il capitolo 13 (Cibersicurezza).

I requisiti per la realizzazione dei collegamenti a cura del cliente sono descritti nel capitolo 7 (Condizioni di installazione).

1.4 Note legali e norme applicate

Il fabbricante dichiara la conformità della macchina alla seguente normativa di armonizzazione dell'Unione:

- Regolamento macchine (UE) 2023/1230
- Direttiva EMC 2014/30/UE

Gli obiettivi di sicurezza stabiliti dalla direttiva 2014/35/UE sono soddisfatti conformemente all'allegato III, punto 1.5.1, del regolamento macchine. La dichiarazione di conformità UE è allegata alle presenti istruzioni per l'uso; la marcatura CE è apposta sulla targa dati.
Le presenti istruzioni per l'uso sono state redatte conformemente all'allegato III, punti da 1.7.4 a 1.7.4.2, del regolamento (UE) 2023/1230. La presente versione italiana è una traduzione; in caso di dubbio prevale la

versione tedesca.
Non sono ammesse trasformazioni e modifiche non autorizzate alla macchina, in particolare ai ripari e ai dispositivi di protezione e al sistema di comando di sicurezza. Esse possono invalidare la conformità della macchina e comportare la perdita della garanzia; il fabbricante declina ogni responsabilità per i danni che ne derivano. Possono essere utilizzate solo parti di ricambio che soddisfano i requisiti specificati dal fabbricante.
La presente documentazione è protetta dal diritto d'autore. La riproduzione e la comunicazione a terzi sono ammesse solo nella misura necessaria per l'uso, la manutenzione o la rivendita della macchina.
L'elenco completo delle norme applicate è riportato alla fine del presente capitolo.

1.5 Documentazione (struttura, abbreviazioni, termini tecnici)

Struttura: le presenti istruzioni per l'uso sono suddivise in 13 capitoli e seguono il ciclo di vita della macchina dalla consegna allo smaltimento. Le informazioni rilevanti per la sicurezza sono raggruppate nel capitolo 2 e riportate inoltre all'inizio dei rispettivi capitoli relativi alle attività.

Presentazione delle avvertenze: le avvertenze sono graduate in base al livello di pericolo. PERICOLO indica una situazione immediatamente pericolosa che provoca la morte o lesioni gravi. AVVERTENZA indica una situazione potenzialmente pericolosa che può provocare la morte o lesioni gravi. ATTENZIONE indica una situazione che può provocare lesioni da lievi a moderate. AVVISO indica informazioni per la prevenzione di danni materiali.

Abbreviazioni: CMR = cancerogeno, mutageno o tossico per la riproduzione; DPI = dispositivi di protezione individuale; EMC = compatibilità elettromagnetica; EMF = campi elettromagnetici; ESPE = apparecchio di protezione elettrosensibile; HMI = interfaccia uomo-macchina (interfaccia operatore); LOTO = lockout/tagout (sezionamento e protezione contro il reinserimento); MAG = saldatura sotto protezione di gas attivo (metal active gas); MES = manufacturing execution system (sistema di gestione della produzione); MR = regolamento macchine (UE) 2023/1230 (Machinery Regulation); OPC UA = Open Platform Communications Unified Architecture (protocollo dell'interfaccia dati verso il MES); PL = livello di prestazione secondo EN ISO 13849-1; PLC = controllore logico programmabile; PLr = livello di prestazione richiesto; SLS = velocità ridotta in sicurezza (Safely-Limited Speed); SRP/CS = parte di un sistema di comando legata alla sicurezza; TCP = punto centrale dell'utensile (tool centre point); VPN = rete privata virtuale (connessione cifrata per la manutenzione remota); WLL = carico limite di lavoro di un accessorio di sollevamento.

Documenti associati: istruzioni per l'assemblaggio del fabbricante del robot, istruzioni per l'uso del generatore di corrente di saldatura, dell'unità trainafilo e dell'unità di aspirazione dei fumi di saldatura, schemi elettrici e pneumatici, dichiarazione di conformità UE e rapporti di prova e verbali di collaudo. Questi documenti devono essere conservati insieme alle presenti istruzioni per l'uso.

2 Sicurezza

Il presente capitolo contiene le informazioni di sicurezza fondamentali per tutte le fasi del ciclo di vita della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600. Esso comprende:

- l'uso previsto
- l'uso scorretto ragionevolmente prevedibile
- i ripari e i dispositivi di protezione installati
- la segnaletica di sicurezza sulla macchina

Si applicano inoltre le indicazioni di sicurezza relative alle attività riportate nei capitoli da 5 a 11. Il quadro completo di tutti i rischi residui con le misure di protezione tratto dalla valutazione del rischio è allegato alla fine del presente capitolo e deve essere osservato da tutte le persone che lavorano sulla macchina o con essa.

2.1 Uso previsto

La cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 è destinata esclusivamente alla saldatura MAG automatizzata di assiemi in acciaio non legato e basso legato con un peso del pezzo fino a 40 kg e un ingombro massimo del pezzo di 800 x 600 x 400 mm nella produzione in serie, con programmi di saldatura definiti e approvati. Il carico e lo scarico sono eseguiti manualmente alla rispettiva stazione anteriore della tavola girevole a due stazioni da personale specializzato addestrato, con un tempo di ciclo di circa 90 secondi. Durante il funzionamento automatico non è previsto l'accesso del personale all'area di lavoro del robot.

Struttura come insieme di macchine: (1) Robot industriale a braccio articolato, 6 assi, sbraccio 2600 mm, carico utile 12 kg, fornito dal fabbricante del robot come quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, e istruzioni per l'assemblaggio ai sensi dell'allegato XI. (2) Tavola girevole a due stazioni con asse di rotazione verticale e rotazione di 180 gradi, parete divisoria centrale fissa con tendina di protezione per saldatura, dispositivi di serraggio pneumatici dei pezzi. (3) Generatore di corrente di saldatura MAG 400 A con fattore di servizio del 60 per cento, con marcatura CE, con trainafilo e stazione di pulizia della torcia. (4) Aspirazione dei fumi di saldatura 1800 m³/h con cartuccia filtrante. Tutti i componenti sono comandati congiuntamente e immessi sul mercato come un'unica unità.

L'uso previsto comprende anche il rispetto delle presenti istruzioni per l'uso, degli intervalli di manutenzione prescritti e delle condizioni ambientali e di allacciamento indicate nei capitoli 3 e 7. La macchina è destinata all'installazione fissa in un capannone di produzione asciutto, al chiuso. Qualsiasi uso diverso o ulteriore è considerato non conforme all'uso previsto; dei danni che ne derivano risponde esclusivamente l'utilizzatore. Sono considerati usi non conformi in particolare: saldatura di pezzi in alluminio, zincati o rivestiti; saldatura manuale all'interno della cella; lavorazione di pezzi al di fuori dei limiti di geometria e di peso approvati; funzionamento in atmosfere potenzialmente esplosive o all'aperto.

2.2 Uso scorretto ragionevolmente prevedibile

Accesso all'area di lavoro del robot attraverso l'apertura di carico nonostante la barriera fotoelettrica, ad esempio scavalcandola, strisciando al di sotto o introducendo le mani tra i raggi; manomissione o ponticellamento della barriera fotoelettrica, ad esempio coprendola con nastro adesivo o fissando un oggetto nel campo di protezione; elusione del bloccaggio del riparo della porta di manutenzione mediante un attuatore sostitutivo o fissando la posizione della porta; permanenza nell'area di rotazione della tavola girevole durante la rotazione; riposizionamento o ritocco del pezzo durante il funzionamento automatico senza arrestare la macchina; selettore delle modalità operative lasciato in posizione Regolazione durante il funzionamento produttivo; azionamento continuo o fissaggio del dispositivo di abilitazione; lavoro nella cella senza dispositivi di protezione individuale, in particolare senza occhiali per saldatura o schermo protettivo; funzionamento con l'aspirazione dei fumi di saldatura spenta od ostruita; pulizia della cella con l'impianto acceso; interventi di manutenzione sull'impianto pneumatico senza scarico della pressione e senza protezione contro il riavvio involontario; sollevamento manuale di pezzi oltre 15 kg senza l'ausilio di sollevamento messo a disposizione dall'utilizzatore; utilizzo da parte di personale non istruito o di lavoratori interinali senza istruzione iniziale; inserimento di pezzi al di fuori della geometria del pezzo approvata con conseguenti collisioni; apertura del generatore di corrente di saldatura prima della scadenza del tempo di scarica.

2.3 Osservanza delle istruzioni per l'uso

La conoscenza delle presenti istruzioni per l'uso è un presupposto fondamentale per l'utilizzo sicuro della macchina. Prima di eseguire qualsiasi lavoro sulla macchina o con essa, il personale incaricato deve aver letto e compreso il capitolo pertinente e il capitolo 2 (Sicurezza). Le istruzioni per l'uso devono essere conservate nelle immediate vicinanze della macchina e devono essere sempre accessibili al personale.

Qualifiche del personale: uso solo da parte di personale istruito; regolazione, teach-in e ricerca guasti solo da parte di personale addetto alla regolazione addestrato con formazione sui robot; manutenzione solo da parte di personale specializzato qualificato; interventi sull'equipaggiamento elettrico solo da parte di persone esperte in elettrotecnica; interventi sull'impianto di saldatura e sull'impianto di aspirazione solo da parte di personale qualificato a tale scopo. Le persone in formazione possono lavorare sulla macchina solo sotto la costante supervisione di uno specialista esperto.

L'utilizzatore deve garantire che le responsabilità siano chiaramente definite, che l'istruzione del personale avvenga regolarmente e in forma documentata e che solo il personale autorizzato abbia accesso alla macchina. Oltre alle presenti istruzioni per l'uso, devono essere osservate le disposizioni vigenti in materia di salute e sicurezza sul lavoro e di prevenzione degli infortuni, nonché le istruzioni interne dell'utilizzatore.

2.4 Segnaletica di sicurezza

Sulla macchina sono applicati in modo permanente i seguenti segnali di sicurezza e di informazione. Devono essere mantenuti in condizioni leggibili e sostituiti se danneggiati.

Segnali di avvertimento (ISO 7010): «Pericolo: elettricità» (W012) sul quadro elettrico, sul generatore di corrente di saldatura e nell'area di saldatura; «Pericolo: superficie calda» (W017) sulla tavola girevole, sulla stazione di pulizia della torcia e sul lato di prelievo della stazione di carico; «Pericolo: radiazioni ottiche» (W027) all'apertura di carico e alla porta di manutenzione; «Pericolo: avviamento automatico» (W018) in tutti i punti di accesso all'area di lavoro del robot e al pulpito di comando; «Pericolo di schiacciamento» (W019) nell'area di rotazione della tavola girevole; «Pericolo di schiacciamento delle mani» (W024) sulla tavola girevole, alla stazione di carico e sui pannelli laterali e sul telaio della barriera fotoelettrica; «Pericolo: carichi sospesi» (W015) sulla tavola girevole, alla stazione di carico e nei punti di sollevamento dei gruppi rilevanti per il trasporto; «Pericolo: elemento tagliente» (W022) sul portatorcia e sull'unità trainafilo; «Pericolo: campo magnetico» (W006) alla porta di manutenzione, alla stazione di carico e sul generatore di corrente di saldatura; «Pericolo: superficie scivolosa» (W011) all'accesso alla stazione di carico e al corridoio di manutenzione; «Pericolo: ostacolo al suolo» (W007) nei punti di inciampo del corridoio di manutenzione.

«Segnale di avvertimento generale» (W001) con testo supplementare: «Pericolo di incendio dovuto agli spruzzi di saldatura» sulla recinzione perimetrale; «Fumi di saldatura nocivi» nell'area di saldatura; «Polvere nociva» e «Pericolo di incendio dovuto a scintille nel filtro» sull'alloggiamento del filtro dell'unità di aspirazione; «Pressione residua nell'attrezzatura di serraggio» sulle attrezzature di serraggio e sulla valvola di intercettazione dell'aria compressa; «Pericolo di ribaltamento prima dell'ancoraggio» su due lati opposti del telaio di base (per il montaggio e lo spostamento). Nel luogo di installazione dell'alimentazione del gas di protezione fornita dal cliente, l'utilizzatore applica il segnale di avvertimento W001 con il testo supplementare «Pericolo di asfissia dovuto al gas di protezione».

Segnali di divieto: segnale di divieto supplementare «Accesso vietato alle persone non autorizzate» (regola tedesca ASR A1.3, D-P006) alla porta di manutenzione e sul quadro elettrico; «Accesso vietato alle persone con dispositivi cardiaci impiantati attivi» (ISO 7010, P007) in tutti i punti di accesso, poiché durante la

saldatura MAG si generano campi elettromagnetici; «Vietato introdurre le mani» (ISO 7010, P015) sulla tavola girevole e all'apertura di carico.

Segnali di prescrizione (ISO 7010): «Protezione degli occhi obbligatoria» (M004) alla stazione di carico e alla porta di manutenzione; «Protezione dell'udito obbligatoria» (M003) alla stazione di carico; «Guanti di protezione obbligatori» (M009) sul lato di prelievo della stazione di carico e alla porta di manutenzione; «Calzature di sicurezza obbligatorie» (M008) nell'intera area di lavoro; «Indumenti protettivi obbligatori» (M010) alla porta di manutenzione; «Protezione delle vie respiratorie obbligatoria» (M017) nell'area di saldatura e sull'alloggiamento del filtro dell'unità di aspirazione.

Ulteriori contrassegni: targa dati con marcatura CE sulla parete laterale destra del quadro elettrico; contrassegno dei dispositivi di arresto di emergenza; avviso relativo al tempo di scarica sul generatore di corrente di saldatura; contrassegni del baricentro e dei punti di sollevamento sui gruppi rilevanti per il trasporto; segnaletica a pavimento gialla e nera secondo la regola tecnica tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.3 per le vie di circolazione e l'area di apertura della porta di manutenzione.

Cartelli con testo: «Movimentazione manuale solo fino a 15 kg, oltre questo valore usare l'ausilio di sollevamento» alla stazione di carico; «Applicare il proprio lucchetto personale prima di entrare» e «Interrompere il lavoro in caso di guasto dell'illuminazione» alla porta di manutenzione; «Controllare il morsetto di massa prima di iniziare a saldare» sulle attrezzature di serraggio; «Non aprire in caso di allarme incendio» sullo sportello di manutenzione dell'alloggiamento del filtro; «Modificare la posa dei cavi solo in conformità allo schema elettrico RSZ-2600-EPL-001» e «Modifiche dei parametri solo da parte di personale specializzato autorizzato; è richiesta una successiva prova di validazione» sul quadro elettrico; «Prima dell'intervento: scaricare a 0 bar e bloccare la valvola di intercettazione» sulla valvola di intercettazione dell'aria compressa; cartello con testo che indica l'area d'azione dei dispositivi di arresto di emergenza (l'arresto di emergenza agisce su tutte le macchine parziali della cella) al pulpito di comando.

2.5 Ripari e dispositivi di protezione

I ripari e i dispositivi di protezione descritti di seguito sono installati in modo permanente sulla RSZ-2600. Non devono essere rimossi, modificati né elusi. La macchina può essere utilizzata solo con tutti i ripari e i dispositivi di protezione completamente montati e funzionanti.

Ripari fissi e mobili: riparo perimetrale (recinzione perimetrale), altezza 2200 mm, con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura, finestre di osservazione con protezione per saldatura e pannello di base; dimensionamento delle distanze di sicurezza secondo EN ISO 13857. Porta di manutenzione sul lato posteriore come riparo interbloccato con bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119 (bloccaggio a molla, sblocco mediante energia; attuatore codificato); il bloccaggio del riparo viene sbloccato solo quando l'arco si è spento e il robot e la tavola girevole si trovano in arresto monitorato. Dall'interno, la porta di manutenzione può essere aperta in qualsiasi momento senza utensili tramite lo sblocco di fuga; il suo azionamento provoca un arresto. La maniglia della porta è dotata di un dispositivo di blocco per lucchetti personali: ogni persona che entra nella cella applica il proprio lucchetto mentre la porta è aperta e porta con sé la chiave. Finché è applicato un lucchetto, la porta non può essere chiusa e la modalità automatica non può essere avviata. I movimenti sono quindi possibili solo in modalità di regolazione con il dispositivo di abilitazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza. Parete divisoria centrale fissa della tavola girevole a due stazioni con tendina di protezione per saldatura tra la stazione di carico e l'area di saldatura.

Apparecchi di protezione elettrosensibili: barriera fotoelettrica di tipo 4 secondo EN IEC 61496-1:2020 ed EN IEC 61496-2:2020 con risoluzione di 30 mm all'apertura di carico; il campo di protezione copre

completamente l'apertura di carico ed è sempre attivo (nessun muting), e le aperture residue sono chiuse da ripari fissi secondo EN ISO 13857:2019, tabella 4; distanza di sicurezza calcolata e documentata secondo EN ISO 13855. Un'intrusione nel campo di protezione provoca un arresto sicuro del robot e della tavola girevole.

Sistema di comando di sicurezza e funzioni di sicurezza: un PLC di sicurezza valuta tutti i ripari e i dispositivi di protezione. Funzioni di sicurezza principali secondo EN ISO 13849-1: SF-01 interblocco e bloccaggio del riparo della porta di manutenzione con spegnimento sicuro del generatore di corrente di saldatura a porta aperta (PL d, categoria 3); SF-02 barriera fotoelettrica all'apertura di carico (PL e, categoria 4); SF-03 arresto di emergenza (PL d, categoria 3); SF-04 abilitazione del movimento di rotazione della tavola girevole (PL e, categoria 4); SF-05 velocità ridotta in sicurezza in modalità di regolazione, al massimo 250 mm/s al TCP (PL d). Il monitoraggio della pressione di serraggio dei dispositivi di serraggio dei pezzi è integrato come condizione di abilitazione nella funzione di sicurezza SF-04; la tavola girevole ruota solo con pressione di serraggio confermata (vedere la valutazione del rischio, n. 5). La validazione delle funzioni di sicurezza è documentata secondo EN ISO 13849-2.

Arresto di emergenza: dispositivi di arresto di emergenza secondo EN ISO 13850 al pulpito di comando, alla porta di manutenzione e sul pendant di programmazione. L'arresto di emergenza agisce su tutte le macchine parziali della cella (robot, tavola girevole, generatore di corrente di saldatura, trainafilo) e avvia un arresto controllato (categoria di arresto 1 secondo EN 60204-1). Il riavvio è possibile solo dopo lo sblocco del dispositivo di arresto di emergenza azionato e il riarmo manuale al pulpito di comando.

Selezione della modalità operativa e modalità di regolazione: selettore delle modalità operative bloccabile con le modalità operative Automatico e Regolazione; la chiave resta in possesso della persona autorizzata. In modalità di regolazione, la velocità è limitata in sicurezza a 250 mm/s e i movimenti sono possibili solo quando è azionato il dispositivo di abilitazione a tre posizioni sul pendant di programmazione secondo EN ISO 10218-1; il rilascio o la pressione a fondo del dispositivo provoca un arresto controllato (categoria di arresto 1).

Blocco al riavvio e avviso di avviamento: dopo l'intervento di un dispositivo di protezione, dopo un arresto di emergenza e dopo il ripristino della tensione, la funzione di blocco al riavvio impedisce il riavvio automatico. Il riarmo avviene esclusivamente al pulpito di comando, al di fuori della zona pericolosa e con vista sull'apertura di carico. Prima dell'avviamento automatico viene emesso un avviso acustico di avviamento; la colonna luminosa indica lo stato operativo.

Sezionamento dell'energia: interruttore generale con posizione OFF bloccabile secondo EN 60204-1 per il sezionamento sicuro (LOTO); valvola di intercettazione dell'aria compressa bloccabile con funzione di sfiato e indicatore di pressione residua all'accesso di manutenzione; avviso relativo al tempo di scarica del generatore di corrente di saldatura prima dell'apertura.

Sicurezza pneumatica: pressostato sul circuito di serraggio, che abilita il movimento di rotazione della tavola girevole solo con pressione di serraggio confermata; sensore di presenza del pezzo in ciascuna stazione, che segnala la posizione del pezzo; valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) nella linea di serraggio, che mantiene serrato il pezzo in caso di calo di pressione, con comando manuale di emergenza per lo scarico controllato della pressione in caso di guasto.

Ulteriori misure di protezione: giunto anticollisione sulla torcia di saldatura con arresto di sicurezza immediato in caso di collisione; protezione antiurto nell'area della tavola girevole e lamiera deflettrice sotto la tavola girevole come dispositivo di raccolta; periodo di blocco per raffreddamento per ciascun

programma di saldatura con spia rossa alla stazione di prelievo; monitoraggio della temperatura sul collo della torcia con indicazione di abilitazione sul pannello HMI; aspirazione dei fumi di saldatura 1800 m³/h con monitoraggio della capacità di aspirazione, separatore di scintille preliminare, monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, serrande di intercettazione motorizzate e rilevatori di fumo e di CO (interblocchi operativi senza requisito di PL); illuminazione del posto di lavoro integrata nella macchina con segnalazione di guasto sul pannello HMI; segnaletica a pavimento per le vie di circolazione e ponti passacavi carrabili nelle vicinanze della cella.

L'efficacia dei ripari e dei dispositivi di protezione deve essere verificata secondo le prescrizioni riportate nel capitolo 9 (controlli giornalieri) e nel capitolo 10 (controlli periodici). Eventuali difetti riscontrati devono essere segnalati immediatamente; la macchina deve restare ferma fino all'esecuzione della riparazione.

2.6 Rischi residui e misure di protezione

Nonostante i ripari e i dispositivi di protezione descritti, sulla macchina permangono rischi residui che non possono essere completamente eliminati mediante la progettazione. Il quadro completo di tutti i 42 rischi residui, strutturato per fase del ciclo di vita, con le relative misure di protezione, è stato tratto dalla valutazione del rischio ed è allegato alla fine del presente capitolo. Le misure di protezione vi sono elencate per ciascun pericolo nell'ordine di EN ISO 12100: progettazione intrinsecamente sicura (fase 1), misure di protezione tecniche e misure di protezione complementari (fase 2), informazioni per l'uso (fase 3).

Panoramica dei principali rischi residui: pericolo di schiacciamento e di urto da parte del robot e della tavola girevole durante i lavori con ripari e dispositivi di protezione aperti (regolazione, ricerca guasti); radiazioni ottiche dell'arco nonché superfici calde e spruzzi di saldatura nelle vicinanze delle stazioni; pericolo dovuto ai fumi di saldatura in caso di aspirazione insufficiente; pericolo elettrico sul quadro elettrico e sul generatore di corrente di saldatura; energia pneumatica accumulata nel circuito di serraggio; esposizione al rumore alla stazione di carico (84 dB(A)); campi elettromagnetici nelle vicinanze del processo di saldatura.

Dispositivi di protezione individuale: durante l'uso della macchina devono essere indossati almeno: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345, indumenti da lavoro aderenti e ignifughi, occhiali di protezione con protezione laterale e protezione dell'udito. Durante la movimentazione dei pezzi devono essere indossati anche guanti di protezione e, durante il prelievo dei pezzi saldati, guanti di protezione dal calore. I guanti di protezione non proteggono dallo schiacciamento. Introdurre le mani nell'area di rotazione solo con la tavola girevole ferma. Durante i lavori di regolazione, manutenzione e pulizia nella cella, inoltre: occhiali per saldatura o schermo protettivo in caso di contatto visivo con l'arco, guanti da saldatore per lavori su componenti ancora caldi. I DPI sono messi a disposizione dall'utilizzatore, che deve anche sorvegliarne l'uso.

Comportamento in caso di pericolo: in presenza di pericoli riconoscibili, azionare immediatamente l'arresto di emergenza, sezionare la macchina tramite l'interruttore generale e informare il superiore. Una persona rimasta chiusa all'interno della cella ne esce tramite lo sblocco di fuga della porta di manutenzione. Se una persona è intrappolata dal robot o dalla tavola girevole: azionare l'arresto di emergenza e attivare la catena interna di soccorso. In assenza di energia di azionamento, gli assi del robot possono essere spostati con il dispositivo di sblocco dei freni secondo le istruzioni del fabbricante del robot; sostenere prima l'asse interessato, perché può cadere una volta sbloccato il freno. Con la macchina sezionata, la tavola girevole può essere ruotata a mano dopo lo sblocco del freno motore. Il soccorso è eseguito solo da personale addetto alla regolazione e alla manutenzione istruito. Gli incendi sull'equipaggiamento elettrico devono essere spenti solo con estintori a CO2 o a polvere, mai con acqua. Per il comportamento in caso di

incendio nell'unità di aspirazione, vedere il capitolo 9.5. In caso di infortuni, prestare il primo soccorso e seguire la catena interna di soccorso.

3 Dati tecnici

- Macchina/impianto: Cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 (insieme di macchine)
- Tipo/modello: RSZ-2600
- Numero di serie: RSZ2600-2026-0001
- Anno di costruzione: 2026
- Tipo di macchina: insieme di macchine ai sensi dell'art. 3, punto 1, lettera d), del regolamento macchine
- Modalità operative: Automatico, Regolazione
- Targa dati: sulla parete laterale destra del quadro elettrico; dati riportati: fabbricante, tipo, numero di serie, anno di costruzione, valori di allacciamento elettrico, peso, marcatura CE

Dotazione

Dimensioni e pesi: superficie occupata dalla cella circa 6,5 x 4,0 m; altezza 2,6 m; peso totale circa 4.600 kg. Gruppi singoli più pesanti: tavola girevole a due stazioni circa 1.900 kg, robot con basamento circa 850 kg, quadro elettrico circa 350 kg, generatore di corrente di saldatura con unità trainafilo circa 120 kg, unità di aspirazione dei fumi di saldatura circa 250 kg, segmenti della recinzione perimetrale in totale circa 400 kg; pulpito di comando, cablaggio, installazione dei fluidi e minuteria circa 730 kg.

Dati del pezzo: peso massimo del pezzo 40 kg; ingombro massimo del pezzo 800 x 600 x 400 mm; materiali: acciaio non legato e basso legato; tempo di ciclo circa 90 secondi.

Equipaggiamento elettrico: tensione nominale 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz; sistema TN-S; potenza allacciata 32 kVA; protezione con fusibili lato alimentazione 63 A gG; tensione di comando 24 V DC; dispositivo di protezione a corrente differenziale di tipo B; equipaggiamento elettrico progettato secondo EN 60204-1.

Tecnica di saldatura: generatore di corrente di saldatura MAG 400 A con fattore di servizio del 60 per cento; tensione a vuoto massima 80 V; classe di protezione I, grado di protezione IP23S; unità trainafilo per diametri del filo da 1,0 a 1,2 mm; torcia di saldatura raffreddata ad acqua con gruppo di raffreddamento e monitoraggio della temperatura sul collo della torcia; stazione di pulizia della torcia con unità spray e tranciafilo; gas di protezione miscela M21 secondo EN ISO 14175 (fornito dal cliente), portata circa 15 l/min.

Robot: robot industriale a braccio articolato con 6 assi; sbraccio 2.600 mm; carico utile 12 kg; ripetibilità +/- 0,05 mm; velocità ridotta in sicurezza in modalità di regolazione al massimo 250 mm/s al TCP.

Tavola girevole: tavola girevole a due stazioni con asse di rotazione verticale, rotazione di 180 gradi; portata 2 x 40 kg più attrezzature di serraggio; tempo di rotazione circa 3 secondi; dispositivi di serraggio dei pezzi a chiusura pneumatica con pressostato, valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) e sensore di presenza del pezzo in ciascuna stazione.

Attrezzature di serraggio specifiche per il pezzo dell'utilizzatore: al massimo 60 kg per stazione; profilo di interferenza secondo il piano di installazione RSZ-2600-LAY-001; isolate elettricamente dal telaio della tavola; dispositivi di serraggio a chiusura pneumatica con valvola di mantenimento della pressione e collegati al monitoraggio della pressione di serraggio (SF-04); il fabbricante approva le nuove attrezzature prima del loro primo utilizzo.

Impianto pneumatico: pressione di esercizio 6 bar; qualità dell'aria compressa priva di olio secondo ISO 8573-1; attacco G 1/2; consumo medio di aria circa 90 Nl/min.

Illuminazione del posto di lavoro: integrata nella macchina secondo EN 1837; 500 lx alla stazione di carico, 200 lx nel corridoio di manutenzione; segnalazione di guasto sul pannello HMI.

Aspirazione dei fumi di saldatura: capacità di aspirazione 1.800 m³/h; cartuccia filtrante della classe di fumi di saldatura W3 (efficienza di separazione di almeno il 99 per cento, verificata secondo EN ISO 21904-2; requisito derivante dalla valutazione del rischio secondo la regola tecnica tedesca per le sostanze pericolose TRGS 528); funzionamento a ricircolo, attacco opzionale per l'aria di scarico; monitoraggio della capacità di aspirazione con messaggio di guasto; separatore di scintille preliminare a monte della cartuccia filtrante; monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, serrande di intercettazione motorizzate e rilevatori di fumo e di CO nell'alloggiamento del filtro e nel condotto dell'aria di scarico; alloggiamento del filtro con sistema di sostituzione bag-in/bag-out per la sostituzione della cartuccia; funzionamento residuo del ventilatore di aspirazione per almeno 10 minuti dopo la fine della saldatura.

Emissione di rumore (dichiarazione secondo EN ISO 4871): livello di pressione acustica di emissione ponderato A alla stazione di carico LpA = 84 dB(A), incertezza di misura K = 2,5 dB, determinato secondo EN ISO 11202; livello di potenza acustica ponderato A LWA = 96 dB(A), incertezza KWA = 3 dB, determinato secondo EN ISO 3746 (grado di precisione 3). Condizioni di funzionamento durante la misura: modalità automatica con un programma di saldatura approvato e un tempo di ciclo di circa 90 secondi, aspirazione dei fumi di saldatura in funzione, porta di manutenzione chiusa; la posizione di misura è la stazione di carico davanti all'apertura di carico (persona in piedi). Il livello di pressione acustica di picco ponderato C alla stazione di carico non supera 130 dB(C). I valori indicati sono livelli di emissione e non necessariamente livelli di lavoro sicuri. L'utilizzatore è tenuto a mettere a disposizione protezioni dell'udito a partire da un livello di esposizione giornaliera al rumore di 80 dB(A); a partire da 85 dB(A) vige l'obbligo di indossare le protezioni dell'udito e di apporre la relativa segnaletica.

Condizioni ambientali di esercizio: temperatura ambiente da +5 a +40 gradi C; umidità relativa fino al 70 per cento, senza condensa; altitudine di installazione fino a 1.000 m sul livello del mare; solo luoghi asciutti al chiuso; nessuna atmosfera potenzialmente esplosiva; velocità dell'aria nell'area dell'apertura di carico inferiore a 0,5 m/s, in modo da non disturbare la copertura del gas di protezione.

4 Descrizione dell'impianto

La RSZ-2600 è una cella di saldatura MAG robotizzata per la saldatura ad arco di assiemi in acciaio con un peso del pezzo fino a 40 kg nella produzione in serie. Si tratta di una macchina speciale realizzata come esemplare unico, immessa sul mercato come insieme di macchine con un sistema di comando comune, come un'unica unità. Il principio di base: mentre l'operatore carica e scarica i pezzi alla stazione anteriore della tavola girevole a due stazioni, il robot salda alla seconda stazione dietro la parete divisoria centrale fissa. La rotazione di 180 gradi della tavola girevole alterna le stazioni con un tempo di ciclo di circa 90 secondi. Il presente capitolo descrive la struttura dell'impianto con i suoi gruppi principali, le postazioni dell'operatore e la sequenza di funzionamento.

4.1 Struttura e gruppi principali

L'impianto è costituito dai seguenti gruppi principali:

(1) Robot industriale a braccio articolato: 6 assi, sbraccio 2.600 mm, carico utile 12 kg, montato su un basamento in acciaio; fornito dal fabbricante del robot come quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B; con sistema di comando del robot e pendant di programmazione.

(2) Tavola girevole a due stazioni: asse di rotazione verticale con rotazione di 180 gradi, parete divisoria centrale fissa con tendina di protezione per saldatura, dispositivi di serraggio dei pezzi a chiusura pneumatica con pressostato, valvola di non ritorno pilotata (valvola di mantenimento della pressione) con comando manuale di emergenza e sensore di presenza del pezzo in ciascuna stazione; lamiera deflettrice sotto la tavola girevole come dispositivo di raccolta; portata 2 x 40 kg più attrezzature di serraggio (al massimo 60 kg per stazione, per i requisiti vedere il capitolo 3.1).

(3) Attrezzatura di saldatura: generatore di corrente di saldatura MAG 400 A con fattore di servizio del 60 per cento (apparecchiatura con marcatura CE), unità trainafilo sul braccio del robot, fascio cavi, torcia di saldatura raffreddata ad acqua con gruppo di raffreddamento, monitoraggio della temperatura sul collo della torcia e giunto anticollisione, stazione di pulizia della torcia con pulizia dell'ugello, unità spray e tranciafilo.

(4) Aspirazione dei fumi di saldatura: unità di aspirazione da 1.800 m³/h con separatore di scintille preliminare, cartuccia filtrante e cappa di captazione sopra l'area di saldatura; monitoraggio della capacità di aspirazione; monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, serrande di intercettazione motorizzate e rilevatori di fumo e di CO nell'alloggiamento del filtro e nel condotto dell'aria di scarico; alloggiamento del filtro con sistema di sostituzione bag-in/bag-out per una sostituzione della cartuccia a bassa emissione di polvere e con un'apertura richiudibile di immissione dell'agente estinguente.

(5) Ripari e dispositivi di protezione: riparo perimetrale (recinzione perimetrale) alto 2.200 mm con pannelli di riempimento opachi alla luce di saldatura, finestre di osservazione con protezione per saldatura e pannello di base; porta di manutenzione sul lato posteriore con interblocco, bloccaggio del riparo, sblocco di fuga dall'interno e dispositivo di blocco per lucchetti personali; barriera fotoelettrica di tipo 4 all'apertura di carico.

(6) Sistema di comando: quadro elettrico con interruttore generale, PLC di sicurezza, sistema di comando dell'impianto e gateway di rete con firewall per la connessione dati e la manutenzione remota (vedere il capitolo 13); scambio di segnali tra tutte le macchine parziali tramite il sistema di comando comune.

(7) Pulpito di comando: pannello HMI con visualizzazione del programma, pulsanti di avvio ciclo e di riarmo, selettore delle modalità operative, interruttore a chiave per la manutenzione remota, dispositivo di arresto di emergenza; colonna luminosa (verde/gialla/rossa) sul tetto della cella; spia rossa per il periodo di blocco per raffreddamento alla stazione di prelievo.

(8) Alimentazione dei fluidi: gruppo di trattamento aria compressa con valvola di intercettazione di manutenzione bloccabile con funzione di sfiato e indicatore di pressione residua; attacco per l'alimentazione del gas di protezione fornita dal cliente con elettrovalvola (normalmente chiusa), che intercetta l'alimentazione del gas in caso di arresto della macchina, di arresto di emergenza e durante le pause di funzionamento.

(9) Illuminazione del posto di lavoro: illuminazione integrata nella macchina secondo EN 1837 con 500 lx alla stazione di carico e 200 lx nel corridoio di manutenzione; segnalazione di guasto sul pannello HMI.

4.2 Postazioni dell'operatore

Stazione di carico (lato anteriore): postazione di lavoro dell'operatore per il carico e lo scarico dei pezzi alla rispettiva stazione anteriore della tavola girevole. L'accesso avviene attraverso l'apertura di carico sorvegliata dalla barriera fotoelettrica. L'operatore si trova al di fuori dell'area di lavoro del robot; la parete divisoria centrale fissa protegge dall'arco e dagli spruzzi di saldatura. Una pedana regolabile in altezza adatta l'altezza di lavoro alla statura dell'operatore (altezza di lavoro circa da 900 a 1100 mm sopra il piano di appoggio); prima di iniziare il lavoro, regolare la pedana in modo che i punti di presa si trovino all'incirca all'altezza del gomito.

Pulpito di comando (accanto all'apertura di carico): pannello HMI per la selezione del programma e la visualizzazione dello stato, pulsanti di avvio ciclo e di riarmo, selettore delle modalità operative bloccabile, interruttore a chiave per la manutenzione remota, dispositivo di arresto di emergenza. Dal pulpito di comando si ha la visuale diretta sull'apertura di carico.

Pendant di programmazione (personale addetto alla regolazione): unità portatile del sistema di comando del robot con arresto di emergenza e dispositivo di abilitazione a tre posizioni per il teach-in e la movimentazione in modalità di regolazione. L'uso è riservato al personale addetto alla regolazione addestrato.

Accesso di manutenzione (lato posteriore): porta di manutenzione con interblocco e bloccaggio del riparo; accesso per lavori di manutenzione e di regolazione solo con l'impianto arrestato o in modalità di regolazione. Durante il funzionamento automatico non è prevista alcuna postazione di lavoro all'interno della cella.

4.3 Descrizione del funzionamento

Sequenza di un ciclo automatico:

1. L'operatore inserisce il pezzo nell'attrezzatura di serraggio alla stazione anteriore. I dispositivi di serraggio pneumatici si chiudono; il pressostato conferma la pressione di serraggio e il sensore di presenza conferma la posizione del pezzo.

2. L'operatore esce dal campo di protezione della barriera fotoelettrica e preme il pulsante di avvio ciclo al pulpito di comando. Il sistema di comando verifica che il campo di protezione sia libero e che il riarmo di tutte le funzioni di sicurezza sia stato eseguito.

3. Dopo un avviso acustico di avviamento, la tavola girevole ruota di 180 gradi: la stazione appena caricata ruota nell'area di saldatura e la stazione con il pezzo saldato finito ruota verso l'operatore.

4. Il robot esegue il programma di saldatura approvato alla stazione posteriore. L'aspirazione dei fumi di saldatura funziona comandata dal processo; la pulizia della torcia viene eseguita sotto il controllo del programma a intervalli definiti.

5. Parallelamente, l'operatore preleva il pezzo finito alla stazione anteriore e carica il pezzo grezzo successivo. Il prelievo è abilitato solo dopo che è trascorso il periodo di blocco per raffreddamento memorizzato per il programma di saldatura e la spia rossa alla stazione di prelievo si è spenta. Il tempo di ciclo è di circa 90 secondi.

6. Al termine del programma e dopo un nuovo azionamento dell'avvio ciclo, la sequenza si ripete. In caso di guasti (ad esempio interruzione dell'arco, fine del filo, guasto dell'aspirazione), l'impianto si arresta in modo

controllato; il guasto viene visualizzato sull'HMI e la colonna luminosa passa al rosso.

In modalità di regolazione (selettore a chiave), la tavola girevole e il robot possono essere movimentati solo con il dispositivo di abilitazione e a velocità ridotta in sicurezza; il ciclo automatico è inibito. Con la porta di manutenzione aperta, il generatore di corrente di saldatura è disinserito in sicurezza (SF-01); il filo può quindi avanzare solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta.

5 Consegna, trasporto, disimballaggio

Il presente capitolo descrive la consegna, il trasporto interno allo stabilimento e il disimballaggio in sicurezza della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600. L'impianto viene consegnato nelle seguenti unità di trasporto preassemblate: (1) robot con basamento in acciaio in posizione di trasporto bloccata su un telaio di trasporto con tasche per forche; (2) tavola girevole a due stazioni con asse di rotazione bloccato su un telaio di trasporto; (3) quadro elettrico con pulpito di comando; (4) generatore di corrente di saldatura MAG con unità trainafilo e stazione di pulizia della torcia su un pallet; (5) unità di aspirazione dei fumi di saldatura su un pallet; (6) segmenti della recinzione perimetrale, porta di manutenzione e barriera fotoelettrica in contenitori a rete. Tutte le unità sono avvolte in film e assicurate contro lo spostamento; la minuteria e la documentazione si trovano in una cassetta accessori contrassegnata nel telaio di trasporto del quadro elettrico.

Indicazioni di sicurezza per il trasporto e la movimentazione

Il trasporto e la movimentazione della macchina e dei suoi gruppi possono essere eseguiti solo da personale specializzato addestrato che abbia familiarità con i carichi in questione. Per tutti i lavori di trasporto e di disimballaggio indossare dispositivi di protezione individuale adeguati, in particolare calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345 e guanti di protezione idonei.

AVVERTENZA: Caduta, ribaltamento o oscillazione dei carichi durante il sollevamento e lo spostamento di gruppi pesanti. Possono derivarne la morte o lesioni gravi. Non sostare mai sotto carichi sospesi e proteggere l'area di trasporto contro l'accesso non autorizzato.

Alla consegna, controllare immediatamente la macchina per verificare la presenza di danni da trasporto visibili esternamente e la completezza. Documentare i danni rilevati e segnalarli prima dell'installazione. L'esatto ambito di fornitura è riportato nei documenti di spedizione.

Pesi, posizioni del baricentro e mezzi di trasporto

Le masse e le posizioni del baricentro dei singoli gruppi sono determinanti per la scelta dei mezzi di trasporto, degli apparecchi di sollevamento e degli accessori di sollevamento:

- Massa totale dell'impianto: circa 4.600 kg (ripartita su più unità di trasporto)
- Tavola girevole a due stazioni: circa 1.900 kg, baricentro in posizione centrale sopra l'asse di rotazione, posizione del baricentro contrassegnata sul telaio
- Robot con basamento in acciaio: circa 850 kg, baricentro alto; osservare il contrassegno del baricentro sul telaio di trasporto
- Quadro elettrico: circa 350 kg
- Unità di aspirazione dei fumi di saldatura: circa 250 kg
- Generatore di corrente di saldatura MAG con unità trainafilo: circa 120 kg
- Segmenti della recinzione perimetrale, in totale: circa 400 kg
- Pulpito di comando, cablaggio, installazione dei fluidi e minuteria: circa 730 kg (ripartiti su più colli)

Mezzi di trasporto ammessi: carrello elevatore a forche con portata residua sufficiente (almeno 2,5 t) e forche di lunghezza sufficiente per la tavola girevole e il robot; carroponte con accessori di sollevamento verificati (portata almeno 2 t) per il posizionamento in spazi ristretti; transpallet solo per unità su pallet fino a 300 kg. Gli apparecchi di sollevamento, i carrelli industriali e gli accessori di sollevamento devono essere dimensionati e verificati per il carico effettivo da movimentare. Utilizzare solo accessori di sollevamento in perfette condizioni e omologati, e rispettarne la portata.

Punti di sollevamento e sollevamento in sicurezza

Per il sollevamento utilizzare solo i punti di sollevamento e di aggancio previsti:

- Robot con basamento: quattro golfari di sollevamento contrassegnati sul basamento in acciaio; non agganciare mai accessori di sollevamento al braccio del robot, al cablaggio o al fascio cavi. In alternativa, trasporto con carrello elevatore a forche tramite le tasche per forche del telaio di trasporto.
- Tavola girevole: tasche per forche nel telaio di base o quattro golfari di sollevamento agli angoli del telaio; la parete divisoria centrale non è portante e non deve essere utilizzata come punto di sollevamento.
- Quadro elettrico: golfari di sollevamento sul tetto del quadro (rimuoverli prima della messa in servizio e sostituirli con tappi di chiusura).
- Unità su pallet (generatore di corrente, unità di aspirazione): trasporto sul pallet con carrello elevatore a forche o transpallet.

AVVISO: Accessori di sollevamento agganciati al braccio del robot, al cablaggio, al fascio cavi o alla parete divisoria centrale della tavola girevole. I riduttori, i cavi e la parete divisoria centrale vengono danneggiati. Utilizzare solo i golfari di sollevamento e le tasche per forche contrassegnati.

Agganciare il carico in modo da escludere ribaltamento, spostamento od oscillazione (angolo di inclinazione degli accessori di sollevamento non superiore a 60 gradi rispetto alla verticale, utilizzare protezioni per spigoli). Sollevare lentamente e senza strappi, guidare il carico in modo controllato e depositarlo senza urti. Durante il trasporto interno allo stabilimento assicurare il carico contro lo scivolamento e il ribaltamento. Per il trasporto su veicoli stradali si applica l'ancoraggio del carico secondo EN 12195-1.

Dispositivi di bloccaggio per il trasporto

Tutti i dispositivi di bloccaggio per il trasporto sono contrassegnati in rosso. Prima della messa in servizio devono essere rimossi: (1) i perni di bloccaggio dell'asse di rotazione della tavola girevole sul telaio di base; (2) i dispositivi di bloccaggio per il trasporto sugli assi del robot (il robot si trova nella posizione di trasporto contrassegnata; lo sblocco avviene secondo le istruzioni del fabbricante solo dopo l'ancoraggio del basamento); (3) le cinghie di tensionamento e le protezioni per spigoli sui telai di trasporto; (4) le clip di bloccaggio sulla porta di manutenzione e sugli elementi della recinzione. Sequenza: rimuovere i dispositivi di bloccaggio per il trasporto solo dopo che il rispettivo gruppo è stato allineato e ancorato nel luogo di installazione definitivo (vedere il capitolo 8). Conservare tutti i dispositivi di bloccaggio per il trasporto per un successivo trasporto o per la messa fuori servizio; il luogo di conservazione previsto è il vano nello zoccolo del quadro elettrico.

Disimballaggio

Disimballare la macchina e i suoi gruppi su una superficie idonea, portante e piana. All'apertura dell'imballaggio procedere in modo da non mettere in pericolo né la macchina né il personale ed evitare danni a componenti montati, linee, ripari e dispositivi di protezione. Smaltire il materiale di imballaggio correttamente e nel rispetto delle disposizioni locali. Dopo il disimballaggio, controllare nuovamente la completezza sulla base dei documenti di spedizione.

Stoccaggio prima dell'installazione

Se la macchina deve essere stoccata temporaneamente prima dell'installazione, devono essere rispettate le condizioni di stoccaggio ammesse secondo il capitolo 6: ambienti chiusi e asciutti, da -10 a +50 gradi C, umidità relativa massima 60 per cento, senza condensa. Gli imballaggi e le coperture protettive devono restare sulla macchina fino all'installazione. Per un periodo di stoccaggio superiore a 12 mesi si applicano i controlli supplementari secondo il capitolo 6.2.

6 Condizioni di stoccaggio

Il presente capitolo descrive le condizioni per lo stoccaggio della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 nonché dei suoi componenti e gruppi tra la consegna, l'installazione e un eventuale successivo stoccaggio intermedio. Lo scopo è prevenire danni dovuti a condizioni ambientali non ammesse, a corrosione e a periodi di fermo eccessivamente lunghi.

Condizioni di stoccaggio ammesse: temperatura di stoccaggio da -10 a +50 gradi C; umidità relativa massima 60 per cento, senza condensa. La macchina deve essere conservata in ambienti chiusi, all'asciutto, pulita e protetta dalle intemperie. Devono essere evitati condensa, umidità diretta, forti escursioni termiche e atmosfere aggressive (ad esempio aria contenente sale o cloro).

La macchina contiene l'equipaggiamento elettrico, componenti pneumatici nonché un generatore di corrente di saldatura MAG con trainafilo e un impianto di aspirazione dei fumi di saldatura con cartuccia filtrante. Questi gruppi sono particolarmente sensibili all'umidità e alla sporcizia. Il sistema di comando del robot e il quadro elettrico devono essere coperti per proteggerli dalla polvere; le porte devono essere mantenute chiuse. Durante lo stoccaggio intermedio, le coperture protettive e gli imballaggi forniti dal fabbricante devono essere mantenuti o ripristinati. Il filo di saldatura deve essere conservato all'asciutto e nell'imballaggio originale.

Protezione dalla corrosione

Le superfici metalliche nude e non verniciate, in particolare le superfici di serraggio della tavola girevole, le guide e le attrezzature di serraggio, devono essere trattate prima dello stoccaggio con olio anticorrosivo privo di acidi o con cera protettiva. La protezione anticorrosiva deve essere rinnovata se il periodo di stoccaggio supera i 6 mesi. L'eventuale protezione anticorrosiva presente alla consegna non deve essere rimossa senza necessità; prima della messa in servizio deve essere rimossa senza lasciare residui dalle superfici funzionali. Durante uno stoccaggio prolungato, lo stato della protezione anticorrosiva deve essere controllato ogni tre mesi e rinnovato secondo necessità.

Durata massima di stoccaggio e controlli periodici

La durata massima di stoccaggio ammessa senza misure particolari è di 12 mesi. Durante lo stoccaggio devono essere eseguiti controlli trimestrali: stato della protezione anticorrosiva, condizioni di asciutto e di

pulizia del luogo di stoccaggio, integrità degli imballaggi e delle coperture protettive.

In caso di superamento della durata di stoccaggio di 12 mesi, prima della messa in servizio devono essere eseguiti: controllo visivo di tutti i gruppi per verificare la presenza di corrosione e danni; controllo o sostituzione delle batterie tampone del sistema di comando del robot (possibile perdita dei riferimenti degli assi); misura dell'isolamento dell'equipaggiamento elettrico; controllo dei componenti pneumatici per verificare la presenza di guarnizioni indurite; controllo funzionale di tutti i dispositivi di sicurezza secondo il capitolo 8 (prima messa in servizio). In caso di dubbio, consultare il fabbricante.

7 Condizioni di installazione

Luogo di installazione: presso lo stabilimento dell'utilizzatore secondo il piano di installazione RSZ-2600-LAY-001. La macchina è destinata all'installazione fissa in un capannone di produzione asciutto. Il presente capitolo descrive i requisiti relativi a ingombro, fondazione, condizioni ambientali e collegamenti di alimentazione che l'utilizzatore deve garantire in loco prima della consegna.

7.1 Ingombro e dimensioni

Superficie occupata dalla cella: circa 6,5 x 4,0 m; altezza 2,6 m. Tutto intorno alla cella deve essere previsto uno spazio libero di almeno 1,0 m per l'uso, la manutenzione e le vie di fuga; davanti alla porta di manutenzione sul lato posteriore, di almeno 1,2 m (raggio di apertura della porta più spazio di lavoro). Davanti all'apertura di carico deve essere mantenuta libera un'area di comando e di deposito profonda almeno 2,0 m per il deposito dei pezzi e il flusso dei materiali. In quest'area l'utilizzatore mette a disposizione, per i pezzi oltre 15 kg, un ausilio di sollevamento con una portata di almeno 40 kg (ad esempio un bilanciatore o una gru a bandiera a colonna); esso non fa parte dell'ambito di fornitura. Altezza libera del capannone richiesta: almeno 3,2 m (lavori di installazione e di manutenzione sul tetto della cella). Prima della consegna devono essere verificate le vie di accesso: unità di trasporto più grande (tavola girevole) circa 2,4 x 1,8 x 2,0 m, 1.900 kg. Le vie di circolazione e le zone pericolose devono essere contrassegnate secondo la regola tecnica tedesca per i luoghi di lavoro ASR A1.8.

7.2 Fondazione / capacità portante

La macchina viene installata su un pavimento industriale in calcestruzzo piano; non è necessaria una fondazione separata. Requisiti: classe di resistenza del calcestruzzo almeno C25/30, spessore della platea almeno 200 mm, planarità +/- 5 mm riferita alla superficie di installazione, carico superficiale almeno 10 kN/m². Il basamento del robot e il telaio di base della tavola girevole vengono ancorati al pavimento con tasselli ad alta resistenza (M16, profondità di ancoraggio secondo l'omologazione del fabbricante dei tasselli); le forze dinamiche del robot (momento di ribaltamento alla base fino a circa 8 kNm) devono essere assorbite dall'ancoraggio. Nella zona di ancoraggio il pavimento deve essere privo di fessure; le distanze minime dal bordo dei tasselli devono essere conformi all'omologazione dei tasselli. I rivestimenti del pavimento o i trattamenti superficiali non devono compromettere la trasmissione delle forze. In caso di condizioni del pavimento diverse, la capacità portante deve essere valutata in loco da una persona competente incaricata dal cliente.

7.3 Condizioni ambientali

Nel luogo di installazione devono essere rispettate le seguenti condizioni ambientali: temperatura ambiente da +5 a +40 gradi C; umidità relativa fino al 70 per cento, senza condensa; altitudine di installazione fino a 1.000 m sul livello del mare; ambiente interno asciutto, nessuna area a rischio di esplosione, nessuna

atmosfera aggressiva o fortemente carica di polvere. Devono essere evitate correnti d'aria nell'area dell'apertura di carico (velocità dell'aria inferiore a 0,5 m/s), poiché disturbano la copertura del gas di protezione del processo di saldatura e compromettono l'efficacia dell'aspirazione dei fumi; i portoni del capannone e le bocchette di ventilazione devono essere disposti di conseguenza. La superficie di installazione deve essere a basse vibrazioni (nessuna immediata vicinanza a presse o punzonatrici con forti vibrazioni del pavimento), in modo che la ripetibilità del robot e il funzionamento dei sensori di sicurezza non siano compromessi.

Ambiente elettromagnetico: la cella è destinata ad ambienti industriali (immunità secondo EN IEC 61000-6-2, emissione secondo EN IEC 61000-6-4, evidenza nel rapporto di prova RSZ-2600-EMV-001). Non è destinata ad ambienti residenziali né al collegamento a una rete pubblica a bassa tensione che alimenti anche edifici residenziali. La posa dei cavi, le terminazioni degli schermi dei cavi e il collegamento equipotenziale secondo lo schema elettrico RSZ-2600-EPL-001 possono essere modificati solo da personale qualificato con conoscenze in materia di EMC; i cavi della corrente di saldatura e i cavi di comando restano in canaline portacavi separate. Dopo la sostituzione del generatore di corrente di saldatura, del sistema di comando del robot o di componenti di sicurezza, ripetere la prova funzionale delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05.

7.4 Collegamenti di alimentazione

Per il funzionamento della macchina, il cliente deve predisporre in loco i seguenti collegamenti di alimentazione:

- Energia elettrica: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, sistema TN-S; potenza allacciata 32 kVA; protezione con fusibili 63 A gG a cura del cliente in loco; cavo di alimentazione 5 x 16 mm² Cu (valore indicativo, tenere conto del tipo di posa) fino all'interruttore generale del quadro elettrico; è richiesto un campo rotante destrorso; dispersore di fondazione o collegamento equipotenziale secondo le norme VDE.
- Aria compressa: 6 bar (+/- 0,5 bar), priva di olio secondo ISO 8573-1; attacco G 1/2 sul gruppo di trattamento aria; portata minima 200 Nl/min; si raccomanda una valvola di intercettazione a cura del cliente in loco in prossimità della macchina.
- Gas di protezione: miscela M21 secondo EN ISO 14175 (82 per cento argon, 18 per cento CO2) da una rete di distribuzione centralizzata o da un pacco bombole; pressione di flusso da 2 a 4 bar, portata circa 15 l/min; assicurare le bombole contro il ribaltamento.
- Aspirazione: l'aspirazione dei fumi di saldatura funziona a ricircolo; in opzione, il cliente può predisporre in loco un condotto dell'aria di scarico (attacco DN 250). L'utilizzatore è responsabile di garantire un'adeguata ventilazione del capannone secondo la regola tecnica tedesca per le sostanze pericolose TRGS 528.
- Illuminazione: l'utilizzatore predispone in loco l'illuminazione del capannone. L'illuminazione del posto di lavoro della cella fa parte dell'ambito di fornitura (integrata nella macchina secondo EN 1837, 500 lx alla stazione di carico, 200 lx nel corridoio di manutenzione, segnalazione di guasto sul pannello HMI).

8 Assemblaggio e installazione, prima messa in servizio

L'assemblaggio, l'installazione e la prima messa in servizio vengono eseguiti dal fabbricante o da personale specializzato incaricato dal fabbricante. Il presente capitolo descrive i requisiti e le procedure; serve inoltre all'utilizzatore come riferimento per un successivo spostamento all'interno dello stabilimento, che può essere effettuato solo previa consultazione del fabbricante.

8.1 Sicurezza

L'assemblaggio, l'installazione e la prima messa in servizio della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 possono essere eseguiti solo da personale specializzato addestrato con qualifiche in meccanica, elettrotecnica, pneumatica e tecnica di saldatura. Il robot è fornito dal fabbricante del robot come quasi-macchina con dichiarazione di incorporazione UE ai sensi dell'allegato V, parte B, e istruzioni per l'assemblaggio ai sensi dell'allegato XI; per tutti i lavori su questo componente devono essere osservate inoltre le relative istruzioni per l'assemblaggio del fabbricante del robot.

Prima di iniziare qualsiasi lavoro meccanico ed elettrico, la macchina deve essere sezionata in sicurezza dall'alimentazione di energia: disinserire l'interruttore generale e bloccarlo in posizione OFF con un lucchetto (LOTO), intercettare l'aria compressa con la valvola di sezionamento del gruppo di trattamento aria e scaricarla, verificare l'assenza di pressione sull'indicatore di pressione residua e far verificare l'assenza di tensione da una persona esperta in elettrotecnica. Deve essere applicata la procedura di gestione di chiavi e lucchetti dell'utilizzatore.

PERICOLO: Tensione elettrica di 400 V sul cavo di alimentazione, nel quadro elettrico e nel generatore di corrente di saldatura. Il contatto con parti in tensione provoca la morte o lesioni gravi. Gli interventi sull'equipaggiamento elettrico possono essere eseguiti solo da persone esperte in elettrotecnica e solo dopo il sezionamento, la protezione contro il reinserimento e la verifica dell'assenza di tensione; dopo il sezionamento, attendere almeno 1 minuto per la scarica del generatore di corrente di saldatura; per gli azionamenti del robot si applica il tempo di attesa indicato dal fabbricante del robot.

AVVERTENZA: Movimenti imprevisti degli assi del robot e della tavola girevole al primo collegamento dell'alimentazione di energia e durante l'assemblaggio. Possono derivarne la morte o lesioni gravi. Prima dell'accensione, accertarsi che nessuna persona si trovi nell'area di lavoro del robot o nell'area di rotazione della tavola girevole.

Oltre al pericolo elettrico, occorre tenere conto anche dell'impianto pneumatico in quanto sistema in pressione, delle sostanze pericolose del processo di saldatura MAG e dell'esposizione al rumore. Prima di interventi sul circuito di serraggio e sui dispositivi di serraggio pneumatici dei pezzi, occorre innanzitutto aprire i dispositivi di serraggio, perché la valvola di mantenimento della pressione trattiene la pressione di serraggio nel cilindro; successivamente il circuito pneumatico deve essere depressurizzato e occorre verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar. Durante i lavori devono essere indossati almeno: calzature di sicurezza S3 secondo EN ISO 20345, guanti di protezione e, per i lavori sopra la testa, un elmetto di protezione; per le prove di saldatura, inoltre, l'equipaggiamento di protezione per saldatura secondo il capitolo 2.6.

I documenti tecnici necessari per l'assemblaggio, in particolare il disegno di disposizione generale e il disegno d'insieme, gli schemi elettrici e pneumatici e gli schemi dei circuiti di sicurezza, devono essere messi a disposizione prima dell'inizio dei lavori.

8.2 Assemblaggio e installazione

La cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 viene realizzata come insieme di macchine. Per l'installazione deve essere prevista una superficie di circa 6,5 x 4,0 m con un'altezza di 2,6 m; devono essere soddisfatti i requisiti relativi a fondazione, capacità portante e ambiente secondo il capitolo 7.

Sequenza di assemblaggio:
1. Allineare la tavola girevole nella posizione indicata nel piano di installazione (controllare la planarità con

una livella di precisione) e ancorarla con quattro tasselli ad alta resistenza M16; coppia di serraggio secondo l'omologazione dei tasselli (valore indicativo 110 Nm).
2. Posizionare il basamento del robot, misurarne la posizione rispetto alla tavola girevole secondo il piano di installazione e ancorarlo con quattro tasselli ad alta resistenza M16; solo allora sbloccare i dispositivi di bloccaggio per il trasporto sugli assi del robot.
3. Installare il quadro elettrico con il pulpito di comando nonché il generatore di corrente di saldatura e l'unità di aspirazione; montare la stazione di pulizia della torcia sul basamento.
4. Montare i segmenti della recinzione perimetrale, i pannelli di base, la porta di manutenzione con interblocco/bloccaggio del riparo e la barriera fotoelettrica secondo il piano di installazione; rispettare le distanze di sicurezza secondo EN ISO 13857 ed EN ISO 13855 come indicato nel disegno.
5. Installazione elettrica da parte di una persona esperta in elettrotecnica secondo gli schemi elettrici: cavo di alimentazione all'interruttore generale, collegamento equipotenziale di tutti i gruppi, cablaggio delle macchine parziali e dei circuiti di sicurezza; controllare la sequenza delle fasi (campo rotante destrorso).
6. Collegare l'impianto pneumatico secondo lo schema pneumatico (6 bar, attacco G 1/2); eseguire una prova di tenuta.
7. Collegare l'alimentazione del gas di protezione e spurgare le linee; collegare l'impianto di aspirazione e allineare la cappa di captazione.

Dopo l'esecuzione di tutti i collegamenti occorre verificare: la tenuta sicura di tutti i fissaggi e ancoraggi, la completezza della recinzione, il funzionamento della porta di manutenzione interbloccata con bloccaggio del riparo, il corretto allineamento della barriera fotoelettrica e la rimozione completa di tutti i dispositivi di bloccaggio per il trasporto (capitolo 5.4).

Riduzione del rumore e delle vibrazioni: montare completamente i pannelli di riempimento della recinzione, i pannelli di base e la copertura dell'azionamento della tavola girevole; essi fanno parte della riduzione del rumore. Non rendere inefficaci gli elementi elastici di supporto dell'azionamento della tavola girevole con collegamenti rigidi. Durante l'installazione non sono necessarie ulteriori misure contro il rumore o le vibrazioni.

8.3 Prima messa in servizio

La prima messa in servizio può avvenire solo dopo il completamento dell'assemblaggio e dell'installazione e dopo che tutti i ripari e i dispositivi di protezione sono stati correttamente montati e collegati. Prima del primo collegamento dell'alimentazione di energia occorre accertarsi che nessuna persona si trovi nell'area di lavoro del robot, nell'area di rotazione della tavola girevole o all'interno della recinzione perimetrale.

Nell'ambito della prima messa in servizio devono essere eseguite le prove rilevanti per la sicurezza secondo il piano di prova del fabbricante e documentate nel verbale di collaudo:

- Prova del conduttore di protezione e misura dell'isolamento secondo EN 60204-1 (rapporto di prova elettrico)
- Efficacia del circuito di arresto di emergenza su tutti i dispositivi di arresto di emergenza (pulpito di comando, porta di manutenzione, pendant di programmazione)
- Funzionamento della barriera fotoelettrica, compresa la misura della corsa di arresto e la verifica della distanza di sicurezza secondo EN ISO 13855
- Funzionamento della porta di manutenzione interbloccata con bloccaggio del riparo, dello sblocco di fuga, del dispositivo di blocco per lucchetti personali e della funzione di blocco al riavvio
- Funzionamento del monitoraggio della pressione sul circuito di serraggio, della valvola di mantenimento della pressione nella linea di serraggio con il relativo comando manuale di emergenza

e dei sensori di presenza del pezzo
- Funzionamento del dispositivo di abilitazione, del selettore delle modalità operative e della velocità ridotta in sicurezza (misura al TCP, al massimo 250 mm/s)
- Efficacia dell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura (misura della portata volumetrica) e funzionamento del monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante, delle serrande di intercettazione, dei rilevatori di fumo e di CO e del funzionamento residuo
- Funzionamento del periodo di blocco per raffreddamento con spia luminosa alla stazione di prelievo, del monitoraggio della temperatura sul collo della torcia e dell'illuminazione del posto di lavoro (500 lx alla stazione di carico, 200 lx nel corridoio di manutenzione, segnalazione di guasto)
- Validazione di tutte le funzioni di sicurezza secondo EN ISO 13849-2 (documentazione nel verbale di verifica della sicurezza)

Seguono quindi le prove di funzionamento: prima un ciclo a vuoto senza pezzo in modalità di regolazione, poi cicli automatici con pezzo e valutazione dei risultati di saldatura. I programmi di saldatura utilizzati devono essere stati approvati; deve essere rispettato l'uso previsto secondo il capitolo 2.1.

I risultati della prima messa in servizio devono essere documentati nei rapporti di prova e nei verbali di collaudo. La macchina viene consegnata all'utilizzatore e il funzionamento produttivo viene avviato solo dopo il superamento di tutte le prove delle funzioni di sicurezza, il collaudo documentato e l'istruzione del personale addetto all'uso.

9 Uso

Il presente capitolo è rivolto all'operatore e al personale addetto alla regolazione della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600. Un'istruzione documentata e la conoscenza del capitolo 2 (Sicurezza) sono presupposti per tutte le attività. L'operatore lavora esclusivamente alla stazione di carico e al pulpito di comando; le attività all'interno della cella sono riservate al personale addetto alla regolazione e alla manutenzione. Durante tutti i lavori devono essere indossati i dispositivi di protezione individuale prescritti secondo il capitolo 2.6.

9.1 Sicurezza

Per l'uso valgono le seguenti regole di sicurezza:

- La macchina può essere utilizzata solo con tutti i ripari completamente montati e funzionanti. Prima dell'inizio di ogni turno devono essere eseguiti i controlli giornalieri secondo il capitolo 9.4.
- Non introdurre mai le mani nell'area di lavoro del robot, non eludere i ripari e non manomettere la barriera fotoelettrica. Durante la rotazione nessuno deve trattenersi nell'area di rotazione della tavola girevole. I guanti di protezione non proteggono dallo schiacciamento; introdurre le mani nell'area di rotazione solo con la tavola girevole ferma.
- Inserire e prelevare i pezzi solo con la stazione anteriore ferma. Prelevare i pezzi saldati solo dopo la scadenza del periodo di blocco per raffreddamento (spia rossa alla stazione di prelievo spenta) e maneggiarli solo con guanti di protezione dal calore; dopo la saldatura, nella zona del cordone di saldatura raggiungono diverse centinaia di °C.
- Movimentare a mano i pezzi fino a 15 kg e i pezzi oltre 15 kg solo con l'ausilio di sollevamento messo a disposizione dall'utilizzatore alla stazione di carico (ad esempio un bilanciatore o un sistema di gru, portata di almeno 40 kg); la massa massima per pezzo è di 40 kg.
- Non guardare direttamente l'arco, nemmeno attraverso riflessi; la tendina di protezione per saldatura, i pannelli di riempimento della recinzione perimetrale e le finestre di osservazione devono essere

integri.
- Il funzionamento è ammesso solo con l'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura in funzione ed efficace. In caso di guasto dell'impianto di aspirazione, la cella si arresta in modo controllato; può essere riavviata solo dopo l'eliminazione del guasto.
- Segnalare immediatamente guasti, danni e rumori insoliti; in caso di carenze rilevanti per la sicurezza, arrestare la macchina e proteggerla contro il riavvio.
- Nell'area dell'apertura di carico deve trattenersi solo l'operatore; le altre persone devono mantenere libera l'area operativa contrassegnata.

AVVERTENZA: Pezzi e attrezzature di serraggio caldi dopo la saldatura (diverse centinaia di °C nella zona del cordone di saldatura). Possono derivarne gravi ustioni alle mani e agli avambracci. Prelevare i pezzi solo dopo la scadenza del periodo di blocco per raffreddamento e solo indossando guanti di protezione dal calore, e non toccarli a pelle scoperta.

Il periodo di blocco per raffreddamento è memorizzato per ciascun programma di saldatura. Finché è in corso, il prelievo resta inibito e la spia rossa alla stazione di prelievo è accesa.

9.2 Comandi e indicatori

Interruttore generale (sul quadro elettrico): seziona l'impianto completo su tutti i poli; può essere bloccato in posizione OFF per manutenzione e riparazione.

Pulpito di comando accanto all'apertura di carico:

- Pannello HMI: selezione del programma, contapezzi, visualizzazione dello stato operativo e dei messaggi di guasto in chiaro, visualizzazione degli intervalli di manutenzione.
- Pulsante di avvio ciclo (verde): avvia il ciclo automatico quando il campo di protezione è libero e non è presente alcun guasto.
- Pulsante di riarmo (blu, luminoso): riarmo dopo l'intervento di una protezione, dopo lo sblocco del dispositivo di arresto di emergenza e dopo l'eliminazione di un guasto; lampeggia quando è richiesto il riarmo.
- Dispositivo di arresto di emergenza (rosso su sfondo giallo): arresta l'impianto completo in situazioni pericolose.
- Selettore delle modalità operative (selettore a chiave): posizioni Automatico e Regolazione; la chiave resta in possesso della persona autorizzata.
- Interruttore a chiave per la manutenzione remota (posizioni Disinserito e Abilitato): abilita una sessione di manutenzione remota da parte del fabbricante (vedere il capitolo 13.3); la chiave resta in possesso del responsabile presso l'utilizzatore.

Colonna luminosa sul tetto della cella: verde = funzionamento automatico in corso; giallo = impianto in attesa (fine ciclo, mancanza di materiale, riarmo richiesto); rosso = guasto o arresto di emergenza; inoltre, un avviso acustico di avviamento prima di ogni avvio automatico.

Pendant di programmazione (solo personale addetto alla regolazione): unità portatile del sistema di comando del robot con display, tasti di movimentazione manuale, dispositivo di abilitazione a tre posizioni e arresto di emergenza proprio.

Ulteriori indicatori: manometro del gruppo di trattamento aria (aria compressa), indicatore di pressione residua all'accesso di manutenzione, flussometro del gas di protezione sul generatore di corrente di saldatura, indicatore di pressione differenziale della cartuccia filtrante sull'unità di aspirazione; spia rossa

alla stazione di prelievo (accesa durante il periodo di blocco per raffreddamento); sul pannello HMI, l'indicazione di abilitazione per la sostituzione e la pulizia della torcia (monitoraggio della temperatura sul collo della torcia) e i messaggi relativi al guasto dell'illuminazione del posto di lavoro e alla sovratemperatura o all'allarme incendio dell'unità di aspirazione.

9.3 Modalità operative

La macchina dispone delle modalità operative Automatico e Regolazione, che vengono selezionate con il selettore delle modalità operative:

Modalità automatica (selettore in posizione Automatico): funzionamento normale per la produzione in serie. Tutte le protezioni sono attive; la porta di manutenzione è bloccata; l'accesso avviene esclusivamente attraverso l'apertura di carico sorvegliata dalla barriera fotoelettrica. Il ciclo si svolge automaticamente dopo l'abilitazione tramite il pulsante di avvio ciclo.

Modalità di regolazione (selettore in posizione Regolazione, selettore a chiave): modalità operativa per teach-in, prova dei programmi e ricerca guasti da parte di personale addetto alla regolazione addestrato. I movimenti del robot e della tavola girevole sono possibili solo con il dispositivo di abilitazione a tre posizioni del pendant di programmazione azionato e a velocità ridotta in sicurezza (al massimo 250 mm/s al TCP). Con la porta di manutenzione aperta, il generatore di corrente di saldatura è disinserito in sicurezza (SF-01); il filo può quindi avanzare solo in modalità inching a velocità di infilaggio ridotta. La chiave resta in possesso della persona autorizzata; al termine dei lavori è obbligatorio riportare il selettore in posizione Automatico.

AVVERTENZA: Movimenti del robot e della tavola girevole mentre sono presenti persone all'interno della cella in modalità di regolazione. Possono derivarne schiacciamenti e urti con lesioni gravi. Entrare nella cella solo con il pendant di programmazione in mano, proteggere la porta di manutenzione contro la chiusura con il proprio lucchetto personale nel dispositivo di blocco e azionare il dispositivo di abilitazione solo quando nessun'altra persona si trova nell'area di movimento.

Manutenzione (non è una modalità operativa): gli interventi di manutenzione meccanici, elettrici e pneumatici vengono eseguiti con la macchina sezionata e protetta contro il riavvio (interruttore generale bloccato, aria compressa scaricata); vedere il capitolo 10.

Le ulteriori fasi del ciclo di vita, trasporto e installazione (capitoli 5 e 8), pulizia (capitolo 10.2) e ricerca guasti (capitolo 10.4), nonché messa fuori servizio e smontaggio (capitolo 11), sono descritte nei rispettivi capitoli indicati. Eseguire i lavori di pulizia sempre con la macchina ferma e sezionata.

9.4 Avviamento e riattrezzaggio

Avviamento giornaliero (rispettare la sequenza):
1. Controllo visivo: recinzione perimetrale con pannelli di riempimento e finestre di osservazione, tendina di protezione per saldatura, barriera fotoelettrica e porta di manutenzione integre; nessuna persona né corpo estraneo nella cella; area operativa libera; illuminazione del posto di lavoro funzionante (nessun messaggio di guasto sul pannello HMI); pedana regolata in base alla propria altezza corporea.
2. Aprire le alimentazioni dei fluidi: aprire la valvola di intercettazione dell'aria compressa (6 bar sul gruppo di trattamento aria), aprire l'alimentazione del gas di protezione (portata circa 15 l/min), controllare la scorta di filo.
3. Inserire l'interruttore generale; attendere che il sistema di comando completi la propria sequenza di avvio.

4. Controllo funzionale della barriera fotoelettrica con l'asta di prova (l'interruzione di ciascuna zona dei raggi deve generare un messaggio); una volta alla settimana, inoltre, controllo funzionale di un dispositivo di arresto di emergenza (ogni volta un dispositivo diverso, vedere il capitolo 10.2).
5. Verificare che l'impianto di aspirazione sia pronto al funzionamento (nessun messaggio di guasto sull'HMI, indicatore di pressione differenziale nel campo verde); l'impianto di aspirazione si avvia comandato dal processo.
6. Selezionare il programma di saldatura sull'HMI, confermare i messaggi di guasto, abilitare l'impianto con l'avvio ciclo.

Riattrezzaggio e cambio prodotto (solo personale addetto alla regolazione): cambio programma sull'HMI; sostituzione delle attrezzature di serraggio specifiche per il pezzo solo con l'impianto fermo e il circuito di serraggio depressurizzato (aprire prima i dispositivi di serraggio, poi intercettare e scaricare l'aria compressa, vedere il capitolo 10.4); utilizzare solo attrezzature di serraggio approvate dal fabbricante secondo il capitolo 3.1; dopo ogni riattrezzaggio eseguire un controllo del primo pezzo e documentarne il benestare. Sostituire le parti soggette a usura della torcia (tubetto di contatto, ugello del gas) secondo la durata prescritta.

Teach-in di nuovi programmi (solo personale addetto alla regolazione): esclusivamente in modalità di regolazione con il dispositivo di abilitazione e a velocità ridotta; i nuovi programmi devono essere verificati prima in modalità di regolazione a velocità ridotta e poi in un ciclo automatico senza pezzo; il rilascio deve essere documentato.

9.5 Arresto

Arresto durante il funzionamento normale (fine turno):
1. Lasciare completare il ciclo in corso; non interrompere durante il processo di saldatura.
2. Prelevare il pezzo finito; portare l'impianto nella posizione di base tramite l'HMI.
3. Lasciare che l'impianto di aspirazione continui a funzionare (funzionamento residuo automatico di almeno 10 minuti, requisito di protezione antincendio della valutazione del rischio); successivamente controllare visivamente l'alloggiamento del filtro per rilevare riscaldamenti insoliti o odore di bruciato.
4. Chiudere l'alimentazione del gas di protezione; in caso di fermo prolungato chiudere la valvola di intercettazione dell'aria compressa.
5. Disinserire l'interruttore generale. In caso di fermi nel fine settimana o di fermi aziendali, bloccare inoltre l'interruttore generale.

Arresto in caso di emergenza: azionare il dispositivo di arresto di emergenza. Tutte le macchine parziali vengono arrestate in modo controllato (categoria di arresto 1); la colonna luminosa passa al rosso.

Riavvio dopo un arresto di emergenza:
1. Individuare ed eliminare la causa della situazione pericolosa; accertarsi che nessuna persona si trovi all'interno della cella.
2. Sbloccare il dispositivo di arresto di emergenza azionato (ruotando o tirando).
3. Eseguire il riarmo al pulpito di comando; quindi avviare il ciclo. Un pezzo il cui processo di saldatura è stato interrotto deve essere contrassegnato come pezzo da rilavorare e controllato.

Comportamento dopo una mancanza di alimentazione: al ripristino dell'alimentazione l'impianto resta fermo grazie al blocco al riavvio. Prima del riarmo occorre verificare lo stato dell'impianto (posizione del pezzo, posizione della torcia, pressione di serraggio); quindi eseguire il riarmo e riavviare come dopo un arresto di

emergenza. Se la torcia è bloccata o ha subito una collisione, chiamare il personale addetto alla regolazione. Il soccorso di una persona intrappolata è descritto nel capitolo 2.6.

Comportamento in caso di mancanza di aria compressa: la valvola di mantenimento della pressione mantiene serrati i pezzi; il pressostato inibisce il movimento di rotazione della tavola girevole e la macchina si arresta in modo controllato. Arrestare la macchina, ripristinare l'alimentazione dell'aria compressa (6 bar sul gruppo di trattamento aria) e prelevare il pezzo solo dopo che la pressione di serraggio è stata nuovamente confermata. Quindi eseguire il riarmo e riavviare come dopo un arresto di emergenza.

AVVERTENZA: Incendio nell'alloggiamento del filtro dell'unità di aspirazione causato da scintille e particelle incandescenti, eventualmente con ritardo dopo la fine del turno. Possono derivarne gravi ustioni e intossicazioni da fumo. In caso di allarme incendio non aprire l'alloggiamento del filtro, abbandonare l'area e chiamare i vigili del fuoco.

Incendio nell'unità di aspirazione: se interviene il monitoraggio della temperatura della cartuccia filtrante o un rilevatore di fumo o di CO, il sistema di comando spegne il ventilatore di aspirazione, chiude le serrande di intercettazione motorizzate e arresta la cella in modo controllato. Abbandonare immediatamente l'area, chiamare i vigili del fuoco e informare il proprio superiore. Non aprire l'alloggiamento del filtro, perché l'aria in ingresso può far divampare in fiamma il materiale in combustione lenta; l'agente estinguente viene introdotto solo dai vigili del fuoco attraverso l'apertura richiudibile di immissione dell'agente estinguente dell'alloggiamento del filtro. Il riavvio è ammesso solo dopo l'eliminazione del guasto e il benestare del reparto manutenzione. L'unità di aspirazione non deve essere utilizzata con un sensore di temperatura difettoso o con una serranda di intercettazione inefficace.

10 Manutenzione

Il presente capitolo è rivolto al personale specializzato responsabile della manutenzione della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600. Gli interventi di manutenzione devono essere eseguiti con la macchina ferma. Prima di interventi meccanici, elettrici e pneumatici, la macchina deve essere sezionata tramite l'interruttore generale, bloccabile in posizione OFF, e protetta contro il riavvio; l'alimentazione pneumatica deve essere depressurizzata. Prima di interventi sui dispositivi di serraggio, occorre innanzitutto aprire i dispositivi di serraggio, perché la valvola di mantenimento della pressione trattiene la pressione di serraggio nel cilindro; successivamente l'aria compressa deve essere intercettata e scaricata e occorre verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar. Se un dispositivo di serraggio non può essere aperto, la pressione deve essere scaricata in modo controllato tramite il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione (per la procedura vedere il capitolo 10.4). I controlli funzionali dei dispositivi di protezione secondo il capitolo 10.2 vengono eseguiti con la macchina accesa, dall'esterno della cella. Osservare inoltre la documentazione dei fabbricanti dei componenti acquistati, in particolare le istruzioni per l'assemblaggio del fabbricante del robot nonché la documentazione del generatore di corrente di saldatura MAG, del trainafilo, della stazione di pulizia della torcia e dell'impianto di aspirazione dei fumi di saldatura.

PERICOLO: Tensione elettrica di 400 V nel quadro elettrico e nel generatore di corrente di saldatura. Il contatto con parti in tensione provoca la morte o lesioni gravi. Gli interventi sull'equipaggiamento elettrico possono essere eseguiti solo da persone esperte in elettrotecnica; prima di iniziare, disinserire e bloccare l'interruttore generale, attendere almeno 1 minuto per la scarica del generatore di corrente di saldatura (azionamenti del robot: tempo di attesa indicato dal fabbricante del robot) e verificare l'assenza di tensione.

10.1 Registro di manutenzione

Tutti gli interventi di ispezione, manutenzione e riparazione eseguiti devono essere documentati in modo tracciabile. Il registro di manutenzione costituisce l'evidenza della corretta manutenzione della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 e deve essere conservato per l'intera durata di vita della macchina. Per ogni intervento devono essere riportate nel registro di manutenzione almeno le seguenti informazioni: data, lavori eseguiti, parti di ricambio e materiali di consumo utilizzati, nome del personale specializzato che ha eseguito il lavoro ed eventuali irregolarità riscontrate. I controlli rilevanti per la sicurezza dei ripari e dei dispositivi di protezione, come la barriera fotoelettrica, la porta di manutenzione con bloccaggio del riparo e il circuito di arresto di emergenza, devono essere annotati separatamente. Con la macchina viene fornito un modulo per il registro di manutenzione (RSZ-2600-WNW-001) (vedere il capitolo 12); in alternativa può essere utilizzato un sistema aziendale equivalente (ad esempio un software di manutenzione). Il registro di manutenzione deve essere conservato almeno fino alla messa fuori servizio della macchina; la responsabilità spetta all'utilizzatore.

10.2 Piano di ispezione e manutenzione

Il piano di ispezione e manutenzione stabilisce quali attività devono essere eseguite sulla macchina e a quali intervalli. Per i componenti acquistati si applicano inoltre le prescrizioni di manutenzione della rispettiva documentazione del fabbricante.

Giornalmente (operatore): controllo visivo dei ripari e dei dispositivi di protezione; controllo funzionale della barriera fotoelettrica con l'asta di prova; controllo della capacità di aspirazione (indicatore di pressione differenziale), della portata del gas di protezione e della pressione dell'aria compressa; controllare che sugli ugelli della torcia non vi siano depositi di spruzzi; controllare che i tubi flessibili del gas di protezione, i cavi di saldatura e di massa e il morsetto di massa non siano danneggiati e siano saldamente in sede; controllare che l'illuminazione del posto di lavoro funzioni; pulire l'area di lavoro e rimuovere gli spruzzi dal pavimento alla stazione di carico.

Settimanalmente (operatore/personale addetto alla regolazione): controllo funzionale dell'arresto di emergenza (ogni volta su un dispositivo di arresto di emergenza diverso); controllare il tubetto di contatto e l'ugello del gas della torcia, sostituirli se usurati; pulire i rulli del trainafilo e la guida del filo; scaricare la condensa dal gruppo di trattamento aria; controllare che la tendina di protezione per saldatura, i pannelli di riempimento della recinzione perimetrale e le finestre di osservazione non siano danneggiati.

Mensilmente (personale addetto alla regolazione/manutenzione): pulire la stazione di pulizia della torcia e rabboccare il liquido spray; controllare la tenuta dei raccordi e dei tubi flessibili pneumatici; ispezionare la cartuccia filtrante di aspirazione, sostituirla se la pressione differenziale è nel campo rosso; controllo funzionale del bloccaggio del riparo, dello sblocco di fuga e del dispositivo di blocco della porta di manutenzione; controllare che i cavi del robot e il fascio cavi non presentino punti di sfregamento; svuotare il separatore di scintille preliminare dell'unità di aspirazione (trattare la polvere come per la sostituzione della cartuccia filtrante); controllare il livello del liquido di raffreddamento del gruppo di raffreddamento e, se necessario, rabboccare con il liquido di raffreddamento indicato dal fabbricante della torcia.

Ogni sei mesi (manutenzione): controllo funzionale documentato di tutte le funzioni di sicurezza (da SF-01 a SF-05) secondo il piano di prova allegato per le funzioni di sicurezza (RSZ-2600-PPS-001, vedere il capitolo 12); controllo dell'ancoraggio del basamento del robot e della tavola girevole (coppie di serraggio); controllo visivo dell'equipaggiamento elettrico; controllo visivo delle terminazioni degli schermi e del collegamento equipotenziale; misura dell'isolamento del circuito di saldatura da parte di una persona esperta in

elettrotecnica; controllo funzionale del sensore di temperatura e delle serrande di intercettazione nonché dei rilevatori di fumo e di CO dell'unità di aspirazione.

Annualmente (fabbricante): manutenzione generale secondo il contratto di manutenzione, comprendente la manutenzione del robot secondo le indicazioni del fabbricante (lubrificazione dei riduttori, batterie del sistema di comando del robot), controllo della calibrazione del robot, verifica dell'interblocco e del bloccaggio del riparo secondo EN ISO 14119, ricalcolo o verifica della distanza di sicurezza della barriera fotoelettrica secondo EN ISO 13855, verifica del generatore di corrente di saldatura secondo EN 60974-4.

AVVERTENZA: Polvere dei fumi di saldatura durante la sostituzione della cartuccia filtrante. L'inalazione può causare danni permanenti alle vie respiratorie. Indossare una semimaschera filtrante antipolvere FFP3 secondo EN 149, occhiali di protezione e guanti monouso; non sollevare polvere.

Sostituzione della cartuccia filtrante (manutenzione): attendere la fine del funzionamento residuo dell'aspirazione, quindi sezionare la macchina; con il sistema di sostituzione bag-in/bag-out dell'alloggiamento del filtro, estrarre la cartuccia satura nel sacco di sostituzione e chiudere subito il sacco a tenuta; pulire l'alloggiamento del filtro con un aspirapolvere industriale della classe di polvere H secondo EN 60335-2-69, non soffiarlo con aria e non spazzarlo; montare una nuova cartuccia della classe di fumi di saldatura W3 e verificare che la guarnizione sia correttamente in sede; dopo la riaccensione, controllare l'indicatore di pressione differenziale; smaltimento secondo il capitolo 11.3.

Pulizia della cella (personale addetto alla regolazione/manutenzione): solo con la macchina sezionata e protetta contro il riavvio; rimuovere meccanicamente gli spruzzi; raccogliere la polvere con un aspirapolvere industriale della classe di polvere H, non soffiarla via con aria compressa e non spazzare; non utilizzare detergenti infiammabili; pulire le finestre di osservazione e gli schermi frontali della barriera fotoelettrica con un panno morbido; dopo la pulizia, eseguire il controllo funzionale della barriera fotoelettrica.

Si applicano inoltre gli obblighi di verifica previsti dalla legge per l'utilizzatore ai sensi dell'ordinanza tedesca sulla sicurezza e la salute sul lavoro (BetrSichV) e del regolamento DGUV 3 (regolamento tedesco dell'assicurazione contro gli infortuni sugli impianti e sulle apparecchiature elettriche) (verifica periodica dell'equipaggiamento elettrico). I componenti danneggiati o usurati dei ripari e dei dispositivi di protezione devono essere riparati o sostituiti prima che la macchina venga rimessa in servizio.

10.3 Piano di lubrificazione

Il piano di lubrificazione stabilisce quali punti di lubrificazione della macchina devono essere lubrificati, a quali intervalli e con quali lubrificanti:

- Riduttori del robot (assi da 1 a 6): lubrificazione esclusivamente nell'ambito della manutenzione annuale da parte del fabbricante secondo le indicazioni del fabbricante del robot (grasso per riduttori come indicato nella documentazione del robot).
- Ralla e cuscinetto della tavola girevole: lubrificare ogni sei mesi con grasso multiuso KP2K-30 secondo DIN 51502 (2 ingrassatori sul telaio di base, circa 10 g ciascuno).
- Guide e articolazioni dei dispositivi di serraggio pneumatici dei pezzi: applicare mensilmente un sottile strato di olio per macchine privo di acidi; non utilizzare quantità eccessive (depositi di spruzzi).
- Cerniere e interblocco della porta di manutenzione: lubrificare ogni sei mesi con grasso multiuso.
- Stazione di pulizia della torcia: rabboccare mensilmente il serbatoio del liquido spray (agente antispruzzo privo di silicone).

I componenti pneumatici sono progettati per aria priva di olio e non devono essere oliati. Utilizzare solo i lubrificanti indicati o lubrificanti equivalenti approvati dal fabbricante. I materiali di consumo e i lubrificanti usati devono essere smaltiti correttamente e nel rispetto dell'ambiente secondo il capitolo 11.3. Per tutti i lavori di lubrificazione la macchina deve essere sezionata; indossare guanti di protezione adeguati.

Ricerca guasti

Diagnosi: i messaggi di guasto vengono letti dall'esterno della cella, con la macchina accesa, sul pannello HMI, sulla colonna luminosa e sugli indicatori. Gli interventi all'interno della cella con la macchina accesa (ad esempio lo spostamento del robot in posizione libera o il controllo della traiettoria del programma) sono consentiti solo al personale addetto alla regolazione in modalità di regolazione, con il dispositivo di abilitazione e a velocità ridotta in sicurezza. L'accesso avviene esclusivamente attraverso la porta di manutenzione; ogni persona che entra assicura la porta con il proprio lucchetto personale nel dispositivo di blocco. Gli interventi meccanici, elettrici e pneumatici iniziano solo dopo il sezionamento: per interventi sui dispositivi di serraggio, rimuovere prima il pezzo e aprire i dispositivi di serraggio; disinserire e bloccare l'interruttore generale (LOTO); intercettare l'aria compressa con la valvola di intercettazione di manutenzione, attendere la fine dello sfiato, verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar e bloccare la valvola con un lucchetto; attendere almeno 1 minuto per la scarica del generatore di corrente di saldatura; per gli azionamenti del robot si applica il tempo di attesa indicato dal fabbricante del robot.

AVVERTENZA: Avviamento imprevisto del robot e della tavola girevole e aria compressa accumulata nel circuito di serraggio durante la ricerca guasti. Possono derivarne schiacciamenti con lesioni gravi. Prima di entrare nella cella, arrestare la macchina e assicurare la porta di manutenzione con il proprio lucchetto personale. Prima di intervenire sui dispositivi di serraggio, aprire innanzitutto i dispositivi di serraggio, perché la valvola di mantenimento della pressione trattiene la pressione di serraggio nel cilindro. Quindi intercettare e scaricare l'aria compressa e verificare che l'indicatore di pressione residua indichi 0 bar. Se un dispositivo di serraggio non può essere aperto, scaricare la pressione in modo controllato tramite il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione.

Guasto	Possibile causa	Rimedio
L'impianto non si avvia in modalità automatica	Circuito di sicurezza aperto (porta di manutenzione, barriera fotoelettrica), arresto di emergenza azionato	Chiudere la porta di manutenzione, liberare la barriera fotoelettrica, sbloccare il dispositivo di arresto di emergenza, eseguire il riarmo al pulpito di comando
La barriera fotoelettrica interviene senza motivo apparente	Sporcizia o disallineamento delle ottiche	Pulire gli schermi frontali del trasmettitore e del ricevitore, controllare l'allineamento (indicatore di allineamento), quindi eseguire il controllo funzionale
La tavola girevole non ruota	Pressione di serraggio inferiore al valore nominale, il sensore di presenza del pezzo non risponde, campo di protezione occupato	Controllare l'alimentazione dell'aria compressa (6,0 bar), controllare il serraggio del pezzo, liberare l'area di rotazione
Mancanza di aria compressa (la pressione di serraggio cala, messaggio di guasto sul pannello HMI)	Interruzione dell'alimentazione dell'aria compressa in loco, valvola di intercettazione chiusa, perdita nel circuito di serraggio	Arrestare la macchina; la valvola di mantenimento della pressione mantiene serrati i pezzi. Ripristinare l'alimentazione dell'aria compressa (6,0 bar), verificare la presenza di perdite, prelevare il pezzo solo dopo che la pressione di serraggio è stata confermata, quindi eseguire il riarmo al pulpito di comando

Guasto	Possibile causa	Rimedio
Il bloccaggio del riparo della porta di manutenzione non si sblocca	Il robot o la tavola girevole non hanno ancora raggiunto l'arresto sicuro, arco non ancora spento	Attendere il completamento dell'arresto (indicazione al pulpito di comando), quindi ripetere la richiesta
Cordone di saldatura difettoso (spruzzi, porosità)	Avanzamento del filo disturbato, gas di protezione insufficiente, ugello della torcia usurato	Controllare l'avanzamento del filo e la portata del gas, sostituire l'ugello/il tubetto di contatto, controllare i parametri di saldatura
Aspirazione insufficiente / messaggio di guasto	Cartuccia filtrante satura, cappa di captazione spostata	Sostituire la cartuccia filtrante (classe di fumi di saldatura W3, procedura secondo il capitolo 10.2, smaltimento come rifiuto pericoloso secondo il capitolo 11.3), correggere la posizione della cappa
Il robot si arresta con un messaggio di collisione	Intervento del giunto anticollisione sulla torcia o del rilevamento delle collisioni del robot (monitoraggio della coppia/della corrente)	Eliminare la causa nell'area di lavoro, controllare che la torcia e il giunto anticollisione non siano danneggiati, controllare la traiettoria del programma, confermare il messaggio sul pendant di programmazione
Il prelievo resta inibito, la spia rossa alla stazione di prelievo è accesa	È in corso il periodo di blocco per raffreddamento del programma di saldatura	Attendere la scadenza del periodo di blocco per raffreddamento; non eludere il periodo di blocco
Messaggio di guasto del raffreddamento della torcia oppure nessuna abilitazione per la sostituzione della torcia	Livello del liquido di raffreddamento troppo basso, gruppo di raffreddamento difettoso, collo della torcia ancora troppo caldo	Controllare il livello del liquido di raffreddamento e rabboccare, controllare il gruppo di raffreddamento e il fascio cavi; sostituire la torcia solo dopo l'indicazione di abilitazione sul pannello HMI
Sovratemperatura o allarme incendio dell'unità di aspirazione	Particelle incandescenti nel filtro; è intervenuto il sensore di temperatura, il rilevatore di fumo o il rilevatore di CO	Procedere secondo il capitolo 9.5 (Incendio nell'unità di aspirazione); non aprire l'alloggiamento del filtro
Messaggio: guasto dell'illuminazione del posto di lavoro	Apparecchio di illuminazione difettoso	Interrompere il lavoro nell'area interessata, far riparare l'apparecchio di illuminazione da una persona esperta in elettrotecnica

Se un guasto non può essere eliminato con queste misure, occorre contattare il fabbricante (per i dati di contatto vedere il capitolo 12.1). Non sono consentiti interventi non autorizzati sulle funzioni di sicurezza.

11 Smontaggio e smaltimento

Il presente capitolo descrive i principi per la messa fuori servizio definitiva, lo smontaggio e lo smaltimento ecocompatibile della cella di saldatura robotizzata RSZ-2600. Lo smontaggio è una fase a sé stante del ciclo di vita della macchina e può essere eseguito solo da personale qualificato e addestrato. Osservare inoltre le informazioni contenute nei documenti tecnici associati, in particolare il disegno di disposizione generale e il disegno d'insieme nonché gli schemi elettrici e pneumatici.

Indicazioni di sicurezza per lo smontaggio

AVVERTENZA: Energia accumulata (energia elettrica, aria compressa, masse in movimento) nonché sostanze pericolose e residui del processo di saldatura. Possono derivarne la morte o lesioni gravi. Prima

dello smontaggio, sezionare la macchina, attendere la scadenza del tempo di scarica, sfiatare l'impianto pneumatico e bloccare in posizione i gruppi mobili.

Prima di iniziare i lavori di smontaggio, la macchina deve essere arrestata in sicurezza e scollegata dall'alimentazione di energia su tutti i poli: disinserire l'interruttore generale e bloccarlo con un lucchetto in posizione OFF; far sezionare il cavo di alimentazione da una persona esperta in elettrotecnica, proteggerlo contro il reinserimento, verificare l'assenza di tensione, eseguire la messa a terra e in cortocircuito e coprire le parti attive adiacenti (le cinque regole di sicurezza secondo EN 50110-1). Attendere almeno 1 minuto prima di aprire il generatore di corrente di saldatura e il quadro elettrico (tempo di scarica misurato del generatore di corrente di saldatura: 1,9 s fino a ≤ 60 V; il tempo di attesa include un margine di sicurezza); per gli azionamenti del robot si applica il tempo di attesa indicato dal fabbricante del robot.

L'impianto pneumatico deve essere depressurizzato: aprire i dispositivi di serraggio dei pezzi prima di sezionare la macchina, perché la valvola di mantenimento della pressione trattiene la pressione di serraggio nel cilindro; quindi chiudere la valvola di intercettazione di manutenzione, sfiatare l'impianto tramite la sua posizione di scarico e verificare sull'indicatore di pressione residua che la pressione sia stata scaricata. Se un dispositivo di serraggio non può essere aperto, scaricare in modo controllato la pressione trattenuta tramite il comando manuale di emergenza della valvola di mantenimento della pressione.

Prima di allentare i fissaggi, i gruppi mobili con possibile energia potenziale accumulata devono essere assicurati contro movimenti involontari: portare il robot in posizione di trasporto e bloccarlo con il dispositivo di bloccaggio per il trasporto conservato; bloccare la tavola girevole con il perno di bloccaggio dell'asse di rotazione.

Per la movimentazione e la rimozione dei gruppi pesanti utilizzare apparecchi di sollevamento e mezzi di trasporto adeguati nonché dispositivi di protezione individuale. Masse e punti di sollevamento dei gruppi: vedere i capitoli 5.2 e 5.3.

Sequenza di smontaggio

Lo smontaggio avviene in ordine inverso rispetto all'assemblaggio (capitolo 8.2):
1. Scollegare le alimentazioni: gas di protezione, aria compressa e attacco dell'aspirazione; svuotare e contrassegnare le linee.
2. Far scollegare e contrassegnare i collegamenti elettrici da una persona esperta in elettrotecnica; scollegare il cavo di alimentazione.
3. Smontare la barriera fotoelettrica, la porta di manutenzione e i segmenti della recinzione perimetrale.
4. Rimuovere il generatore di corrente di saldatura con il gruppo di raffreddamento, l'unità trainafilo, la stazione di pulizia della torcia e l'unità di aspirazione.
5. Bloccare il robot in posizione di trasporto, sciogliere l'ancoraggio, sollevare il robot con il suo basamento.
6. Bloccare la tavola girevole, sciogliere l'ancoraggio, sollevare la tavola girevole; infine rimuovere il quadro elettrico e il pulpito di comando.
Le coppie di serraggio e di allentamento dei collegamenti sono riportate nel disegno di disposizione generale e nei documenti di assemblaggio. Per lo stoccaggio intermedio o il trasporto successivo si applicano i capitoli 5 e 6.

Separazione e smaltimento dei fluidi di esercizio

Prima della separazione dei materiali, tutti i materiali di esercizio e ausiliari devono essere scaricati, raccolti e separati a regola d'arte. Occorre tenere conto in particolare di: grassi lubrificanti della ralla della tavola

girevole e dei riduttori del robot; agente antispruzzo della stazione di pulizia della torcia; liquido di raffreddamento del gruppo di raffreddamento e del fascio cavi della torcia di saldatura raffreddata ad acqua (raccoglierlo e smaltirlo secondo la scheda di dati di sicurezza, non scaricarlo nella rete fognaria); residui di filo di saldatura; cartuccia filtrante dell'unità di aspirazione dei fumi di saldatura nonché polveri dei fumi di saldatura depositate nell'alloggiamento, nel separatore di scintille preliminare e nelle tubazioni.

AVVERTENZA: Polvere dei fumi di saldatura nella cartuccia filtrante e nei depositi di polvere dell'unità di aspirazione. L'inalazione può causare danni permanenti alle vie respiratorie. Durante la manipolazione della cartuccia filtrante indossare una semimaschera filtrante antipolvere FFP3 secondo EN 149 e guanti monouso, e non sollevare polvere. Smaltire la cartuccia filtrante e i depositi di polvere in un imballaggio a tenuta di polvere come rifiuto pericoloso (codice 15 02 02* dell'elenco europeo dei rifiuti, in Germania AVV 15 02 02*: materiali filtranti contaminati da sostanze pericolose, oppure secondo la classificazione dell'impresa di smaltimento).

I fluidi di esercizio, i residui filtranti e i componenti contaminati da sostanze pericolose non devono finire nei rifiuti domestici né nell'ambiente. Raccogliere questi materiali separatamente e smaltirli tramite un impianto di smaltimento autorizzato. Si applicano le schede di dati di sicurezza delle sostanze utilizzate e le prescrizioni dell'impresa di smaltimento autorizzata competente a livello regionale.

Separazione dei materiali e riciclaggio

Dopo la rimozione dei fluidi di esercizio, i gruppi devono essere smontati e i materiali separati per tipo:

- Acciaio e ghisa (recinzione perimetrale con pannelli di riempimento, telai, tavola girevole, basamento): recupero come rottame metallico
- Metalli non ferrosi (cavi in rame, cavi di saldatura, tubetti di contatto): raccolta separata
- Apparecchiature elettriche ed elettroniche (sistemi di comando, azionamenti, HMI, sensori, generatore di corrente di saldatura): raccolta separata e smaltimento come rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche tramite centri di raccolta e di recupero autorizzati
- Pile e accumulatori (batterie tampone del sistema di comando del robot): sistema di ritiro delle batterie
- Materie plastiche (coperture, tubi flessibili, tendina): recupero di materia o di energia
- Materiale di imballaggio e materiale isolante: canali di recupero locali

Durante lo smontaggio e lo smaltimento osservare le disposizioni di legge e regolamentari vigenti nel luogo di installazione. In caso di dubbio, i materiali e i fluidi di esercizio devono essere smaltiti tramite un'impresa di smaltimento autorizzata; lo smaltimento deve essere documentato.

12 Disegni e altre informazioni

Con la macchina vengono forniti i seguenti documenti:

- Piano di installazione (RSZ-2600-LAY-001)
- Schemi elettrici dell'equipaggiamento elettrico (RSZ-2600-EPL-001)
- Schema pneumatico (RSZ-2600-PPL-001)
- Elenco dei ricambi (RSZ-2600-ET-001)
- Piano di prova delle funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 (RSZ-2600-PPS-001)
- Modulo per il registro di manutenzione (RSZ-2600-WNW-001)
- Dichiarazione di conformità UE

Alla consegna, l'utilizzatore riceve il verbale di collaudo della prima messa in servizio, con le versioni e i checksum di riferimento del software rilevante per la sicurezza (programma del PLC di sicurezza, configurazione di sicurezza del sistema di comando del robot, parametrizzazione della barriera fotoelettrica; vedere il capitolo 13.2).

12.1 Disegni e ricambi

Il piano di installazione (RSZ-2600-LAY-001) viene fornito con la macchina. Su richiesta, il fabbricante mette a disposizione il disegno di disposizione generale e i disegni d'assieme (serie di disegni RSZ-2600-ZG-001 e segg.) per la manutenzione e per l'ordinazione delle parti di ricambio.

Parti di ricambio e parti soggette a usura: possono essere utilizzate solo parti di ricambio originali o parti equivalenti approvate dal fabbricante. Principali parti soggette a usura: tubetti di contatto e ugello del gas della torcia di saldatura, rulli del trainafilo, guaina guidafilo, tendina di protezione per saldatura, cartuccia filtrante di aspirazione, spazzole del pannello di base e kit di guarnizioni per i dispositivi di serraggio pneumatici. Informazioni per l'ordinazione: elenco dei ricambi allegato RSZ-2600-ET-001; negli ordini indicare sempre il tipo e il numero di serie della macchina.

Contatto per parti di ricambio e richieste tecniche: Muster Maschinenbau GmbH, Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Germania, e-mail service@muster-maschinenbau.example.

12.2 Documentazione elettrica

La documentazione elettrica secondo EN 60204-1 viene fornita con la macchina: schemi elettrici (schema elettrico RSZ-2600-EPL-001), elenchi dei morsetti e dei cavi, disegno della disposizione del quadro elettrico, distinta base dell'equipaggiamento elettrico, documentazione dei programmi del PLC e del PLC di sicurezza con elenco dei segnali, nonché i rapporti di prova della prova del conduttore di protezione e della misura dell'isolamento. Una copia degli schemi elettrici è conservata nel quadro elettrico. Le modifiche all'impianto elettrico possono essere eseguite solo da persone esperte in elettrotecnica e solo con l'approvazione del fabbricante; in caso di modifiche, i disegni devono essere aggiornati di conseguenza.

13 Cibersicurezza

Il presente capitolo è destinato all'utilizzatore e agli specialisti responsabili delle reti e della manutenzione. Descrive come la cella di saldatura robotizzata RSZ-2600 viene integrata nella rete dell'utilizzatore, come si verifica la versione del software e come funzionano la manutenzione remota e gli aggiornamenti. Se un intervento sul sistema di comando riguarda una funzione di sicurezza, si applicano inoltre le indicazioni del capitolo 2 (Sicurezza).

Integrazione nella rete dell'utilizzatore

Collegare la cella alla rete dell'utilizzatore solo tramite il gateway fornito. Non collegare altri dispositivi o reti alla rete della cella all'interno del quadro elettrico.

- Collocare il gateway in un segmento di rete dedicato alle apparecchiature di produzione, non nella rete dell'ufficio.
- Consentire solo i collegamenti di cui la cella ha bisogno: OPC UA dal MES verso la cella e la connessione VPN verso il server di manutenzione remota del fabbricante.
- Non predisporre alcuna connessione Internet diretta per il sistema di comando.
- Modificare le regole del firewall solo previa consultazione del fabbricante.

Versione del software ed evidenza degli interventi

La versione e il checksum del software rilevante per la sicurezza sono visualizzati sul pannello HMI alla voce «Info» e possono essere consultati senza effettuare l'accesso. Il software rilevante per la sicurezza comprende il programma del PLC di sicurezza, la configurazione di sicurezza del sistema di comando del robot e la parametrizzazione della barriera fotoelettrica; le versioni e i checksum di riferimento sono registrati nel verbale di collaudo. Confrontarli con il verbale di collaudo dopo ogni intervento, aggiornamento e sostituzione di dispositivi. Il registro degli eventi elenca accessi, modifiche dei parametri, caricamenti di software e sessioni di manutenzione remota con marca temporale e utente. Se i valori non corrispondono, non abilitare la modalità automatica e informare il fabbricante.

Manutenzione remota

Alla consegna la manutenzione remota è disattivata. Una sessione può essere abilitata solo con l'interruttore a chiave per la manutenzione remota al pulpito di comando e termina automaticamente dopo quattro ore; mentre è attiva, il pannello HMI visualizza «Manutenzione remota attiva». In loco deve essere disponibile una persona responsabile. In caso di sospetto di accesso non autorizzato, terminare immediatamente la sessione con l'interruttore a chiave per la manutenzione remota e informare il fabbricante tramite l'indirizzo di contatto per le segnalazioni di sicurezza.

Aggiornamenti

Durante il periodo di assistenza, fino a marzo 2039, il fabbricante mette a disposizione nel portale clienti aggiornamenti di sicurezza per il software di comando, HMI e gateway, con note di rilascio e checksum. Il fabbricante informa via e-mail i contatti registrati sui nuovi aggiornamenti; gli avvisi di sicurezza sono inoltre pubblicati all'indirizzo https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories. Per installare un aggiornamento:

- Scaricare l'aggiornamento dal portale clienti e confrontare il checksum con le note di rilascio.
- Arrestare la cella, selezionare la modalità di regolazione, mantenere chiusa la porta di manutenzione e installare l'aggiornamento tramite USB sul pannello HMI oppure in una sessione di manutenzione remota abilitata in loco.
- Successivamente confrontare la versione e il checksum alla voce «Info» con le note di rilascio e registrarli come nuovo riferimento nel verbale di collaudo.
- Prima di abilitare la modalità automatica, eseguire e documentare la prova funzionale di tutte le funzioni di sicurezza da SF-01 a SF-05 secondo il piano di prova allegato RSZ-2600-PPS-001 (vedere i capitoli 10.2 e 12).

Conservazione dei registri

Il sistema di comando protegge il registro degli eventi contro la cancellazione e la modifica e conserva i caricamenti di software con i dati associati fino a cinque anni dopo il caricamento. Il registro può essere esportato in forma leggibile sul pannello HMI. Assicurarsi che la data e l'ora del sistema di comando siano corrette, altrimenti le marche temporali non sono utilizzabili. In caso di cessione della cella, consegnare i registri al nuovo utilizzatore e metterli a disposizione di un'autorità su richiesta motivata.

Questo documento è stato redatto con il supporto dell'IA. La verifica e la responsabilità del contenuto spettano al fabbricante.
#ce-copilot:ki-unterstuetzt; ai-disclosure=ai-assisted; generator=CE-Copilot; digitalsourcetype=compositeWithTrainedAlgorithmicMedia