

40° Congresso Nazionale di Igiene Industriale e Ambientale

LA CULTURA DELLA PREVENZIONE



aidii

Padova 26 – 28 giugno 2024

Palazzo della Salute



Inquadra il QR code
per saperne di più
su AIDII

A cura di Bianca Patrizia Andreini, Maria Cristina Aprea, Michele Buonanno, Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo, Anna Cenni, Gianandrea Maria Gino, Piero Lovreglio, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli, Paolo Sacco, Andrea Spinazzè, Giovanna Tranfo

Comitato organizzatore Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo, Giorgio Cipolla, Stefania Fanni, Ottorino Gottardo, Cristina Grignani, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli, Stefano Maso, Paolo Sacco, Fabiola Salamon, Andrea Spinazzè, Gianluca Stocco

Comitato scientifico Bianca Patrizia Andreini, Maria Cristina Aprea, Giovanni Battista Bartolucci, Michele Buonanno, Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo, Anna Cenni, Gianandrea Maria Gino, Piero Lovreglio, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli, Angelo Moretto, Paolo Sacco, Andrea Spinazzè, Giovanna Tranfo

Segreteria organizzativa AIDII ETS

Cristina Grignani, Stefania Fanni

Via G.B. Morgagni, 32 – 20129 Milano

Telefono 02. 20 24 09 56 – 371 461 58 03

e-mail: congressi@aidii.it

Data e sede del congresso

26 – 28 giugno 2024

Palazzo della Salute

Via San Francesco, 90

35121 Padova PD

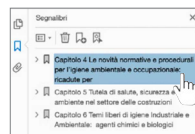
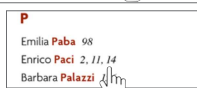
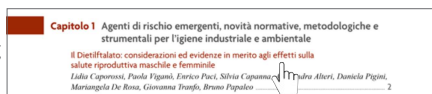
Note per la lettura degli ATTI

Per rendere agevole la lettura degli Atti e il reperimento dei singoli articoli, l'intero PDF è stato indicizzato. È dunque possibile visualizzare qualunque contributo nei seguenti modi:

- dal pannello **Segnalibri** cliccando sulla destinazione desiderata;

- dall'**indice**;

- dall'**indice degli autori**.



In qualunque momento si può tornare all'indice;

- dal pannello **Segnalibri**;



- cliccando in alto a destra da ogni pagina;

Atti del 40° Congresso Nazionale di Igiene Industriale e Ambientale



- dalla pagina di apertura di ciascun capitolo.



Proprietà letteraria riservata 2024 AIDII ETS ISBN 978-88-86293-46-4

20129 Milano • Via G.B. Morgagni, 32 • Telefono 02 20 24 09 56 • fax 02 20 24 17 84

aidii@aidii.it www.aidii.it

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta senza la preventiva autorizzazione scritta dell'editore. Quanto espresso nei lavori è di esclusiva responsabilità degli autori, così come l'accuratezza delle citazioni.

Coordinamento redazionale Cristina Grignani, AIDII ETS **Composizione testi** notorius_pavia

AIDII ETS Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali per l'Igiene Industriale e per l'Ambiente

Ente del Terzo Settore con personalità giuridica – Decreto Dirigenziale prot. 1207 del 14/02/2022

Si ringrazia il *Centro Ricerche Ambientali ICS Maugeri*
per il contributo straordinario destinato alla realizzazione di questo volume



**CENTRO RICERCHE
AMBIENTALI
Maugeri**

radiello®



LA CULTURA DELLA PREVENZIONE

Atti del 40° Congresso di Igiene Industriale e Ambientale

A CURA DI

Bianca Patrizia Andreini, Maria Cristina Aprea, Michele Buonanno, Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo,
Anna Cenni, Gianandrea Maria Gino, Piero Lovreglio, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli,
Paolo Sacco, Andrea Spinazzè, Giovanna Tranfo

Indice

Capitolo 1 Agenti di rischio emergenti, novità normative, metodologie e strumenti per l'igiene industriale e ambientale

Il Dietilftalato: considerazioni ed evidenze in merito agli effetti sulla salute riproduttiva maschile e femminile

Lidia Caporossi, Paola Viganò, Enrico Paci, Silvia Capanna, Alessandra Alteri, Daniela Pigini, Mariangela De Rosa, Giovanna Tranfo, Bruno Papaleo 2

Bioritmo: algoritmo di valutazione del rischio biologico. Sviluppo e validazione nelle realtà ospedaliere

Concetta Mazza, Carla Lacanna, Sara Fiaccabrino, Michele Cannizzo, Vanni Burani, Angela Gambelunghes, Elena Guerrera, Raffaella Guerrera, Daniela Sarto 6

Il nuovo aggiornamento dell'applicativo Inail Sovraccarico biomeccanico arti superiori, importante strumento per la comprensione ed emersione del rischio specifico in ambito lavorativo

Elena Guerrera, Chiara Breschi, Luigi Caradonna, Ugo Caselli, Raffaella Compagnoni, Laura De Filippo, Genoveffa Giaquinta, Maria Angela Gogliettino, Marina Mameli, Gabriella Marena, Teresa Mastromartino, Eleonora Mastrominico, Francesco Nappi, Daniela Sarto 9

Esposizione lavorativa ad acrilonitrile: Direttiva (UE) 2022/431 e biomarcatori di dose e di effetto

Daniela Pigini, Diana Poli, Enrico Paci, Giovanna Tranfo, Paola Castellano 11

Analisi di bisfenoli urinari: nuovo metodo in HPLC-MS/MS

Enrico Paci, Lidia Caporossi, Daniela Pigini, Iacopo D'Alessandro, Bruno Papaleo 14

Approfondimenti sull'uso in sicurezza di farmaci pericolosi nel settore veterinario alla luce delle Linee guida della Commissione Europea

Paola Castellano, Giorgio Neri, Daniela Boltrini, Marco Melosi, Giovanna Tranfo, Daniela Pigini 17

Cambiamento climatico e salute e sicurezza sul lavoro: dalla percezione e la conoscenza del rischio caldo alle misure di intervento per la prevenzione del rischio

Michela Bonafede, Alessandro Marinaccio, Marco Morabito, gruppo di lavoro Workclimate 21

Proprietà reprotossiche e di interferente endocrino del bisfenolo A: criticità nei settori di utilizzo e misure di gestione del rischio, come la sostituzione

Elisabetta Barbassa 23

Lavoro da remoto: come valutare i fattori di rischio in ambienti indoor?

Francesca Borghi, Andrea Spinazzè, Giacomo Fanti, Alessio Carminati, Davide Campagnolo, Zhyldyz Kurzhunbaeva, Veronica Prina, Sabrina Rovelli, Carolina Zellino, Andrea Cattaneo, Domenico M. Cavallo 25

Studio di processi fotocatalitici per l'abbattimento di principi attivi nelle acque

Veronica Prina, Marco Pinna, Davide Spanu, Andrea Cattaneo, Sabrina Rovelli, Davide Campagnolo, Giacomo Fanti, Carolina Zellino, Alessio Carminati, Zhyldyz Kurzhunbaeva, Andrea Spinazzè, Domenico M. Cavallo, Sandro Recchia 29

Le sfide della Chemical Strategy per l'Igiene Occupazionale

Giulia Pizzella, Patrizia Vassallo, Michele Barbaro, Alfonso Pavone, Luca Ferrigno, Ondina Paone, Valeria Venturi, Elena Grignani, Danilo Cottica, Massimo Broi 34

Regulatory challenges of Endocrine Disruptors in chemical products in the context of human and environmental risk assessment

Sfide regolatorie sugli interferenti endocrini nei prodotti chimici nel contesto della valutazione del rischio umano e ambientale

Libero Mazzucchelli, Alessandro Biz, Chiara Marelli, Ilaria Geremia, Costanza Rovida 37

Nanotubi di carbonio: approccio probabilistico per la valutazione del rischio occupazionale

Andrea Spinazzè, Carolina Zellino, Giacomo Fanti, Alessio Carminati, Davide Campagnolo, Sabrina Rovelli, Veronica Prina, Zhyldyz Kurzhunbaeva, Francesca Borghi, Andrea Cattaneo, Domenico M. Cavallo 39

Esposizione ad agenti chimici nei luoghi di lavoro e conformità al valore limite: indicazioni e proposte operative

Patrizia Santucci, Maria Ilaria Barra 41

Agenti cancerogeni e mutageni: comparazione tra un modello basato su registri di utilizzo giornalieri e metodi di calcolo del livello di esposizione

Rocco Loris Del Vecchio, Andrea Cattaneo, Andrea Spinazzè, Silvia Marzio, Elisa Pozzi, Domenico M. Cavallo, Giovanni De Vito 44

Messa a punto di un metodo di campionamento e analisi per la valutazione dell'esposizione in ambiente di lavoro di un composto classificato come cancerogeno e reprotossico: 4-clorobenzotricloruro	
<i>Laura Zaratini, Martina Toè</i>	47
Comportamento di un inserto auricolare elettronico agli ultrasuoni	
<i>Angelo Tirabasso, Diego Annesi, Paolo Lenzuni</i>	50
Anticipazione e valutazione dei rischi emergenti: l'esperienza della Oshnet School	
<i>Sergio Luzzi, Yucel Demiral</i>	53
Caratterizzazione dell'esposizione aerea e cutanea ad arseniuro di gallio in un laboratorio di sintesi di wafer GaAs con la tecnica dell'epitassia a fascio molecolare	
<i>Marco Rizzo, Michele Bordignon, Giovanna Marussi, Matteo Crosera, Biasiol Giorgio, Greta Camilla Magnano, Corrado Negro, Francesca Larese Filon</i>	55
Effetti del cambiamento climatico sulla popolazione generale e sulla popolazione occupazionalmente esposta	
<i>Francesca Borghi, Francesco Decataldo, Francesca Graziosi, Eva Vanna Lorenza Negri, Francesco Saverio Violante</i>	57
Monitoraggio ambientale per la valutazione dell'esposizione a farmaci antiblastici: una revisione sistematica	
<i>Francesca Borghi, Carolina Zellino, Giacomo Fanti, Alessio Carminati, Davide Campagnolo, Sabrina Rovelli, Veronica Prina, Zhyldyz Kurzhunbaeva, Rocco Loris Del Vecchio, Giovanni De Vito, Andrea Cattaneo, Andrea Spinazzè, Domenico M. Cavallo</i>	62
Studio pilota per la caratterizzazione di profili metabolici di lavoratori esposti a microplastiche mediante spettroscopia NMR	
<i>Mariangela Spagnoli, Michele de Rosa, Ottavia Giampaoli, Fabio Sciubba, Adriano Patriarca, Federico Marini, Renata Sisto, Giovanna Tranfo</i>	64
Il rischio di take-home-pollution e la contaminazione di superfici: una tecnica di campionamento per la misura della potenziale contaminazione da specie metalliche	
<i>Martina Toè, José Alberto González Lorente, Laura Zaratini</i>	67

Capitolo 2 Il settore agroalimentare: valutazione dei rischi per i lavoratori e la popolazione generale

Esposizione para-occupazionale

Maria Cristina Aprea 70

Esposizione a pesticidi in ambiente domestico: a che punto siamo?

Luca Tosti, Femke Affourtit, Niki Arapaki, Ilaria Castelli, Agathi Charistou, Vasileia Laskari, Kyriaki Machera, Teresa Mammone, Francesca Metruccio, Jan Dirk Te Biesebeek, Wouter Ter Burg 74

Esposizione dell'operatore agricolo a miscele di prodotti fitosanitari: è necessaria una valutazione del rischio specifica? Studio sui dati d'uso reali in Lombardia

Luca Tosti, Francesca Metruccio, Ilaria Castelli, Martina Marazzini, Christian Schlitt 76

Qualità, sostenibilità ambientale e igiene occupazionale: le opportunità dell'industria vinicola 4.0

Raffaella Modestino, Maria Pia Gatto, Giuseppina Aversa, Daniela Strollo, Giuseppe Floridia, Carmine Piccolo 79

La salute e la sicurezza in agricoltura: il sostegno dell'Inail alle micro e piccole imprese

Angelica Schneider Graziosi, Adelina Brusco, Paola Desiderio, Franca Rosa Lo Pinto, Riccardo Vallergera 82

Valutazione dell'andamento del rischio derivante dall'uso di pesticidi in Italia e nell'UE

Monica Gherardi, Renato Cabella, Giovanni Fabrizi 85

Prevenzione di rischi secondari ed emergenti in agricoltura – animali selvatici e punture di insetti

Riccardo Fusi, Sergio Luzzi, Alessandra Alberti, Giulio Arcangeli 87

Rischio da stress termico e biomarcatori di danno neuronale e gliale in lavoratori del settore agricolo del sud Italia

Angela Stufano, Gabriele Sacino, Domenico Plantone, Riccardo Ravallese, Valentina Schino, Roberto Ravallese, Adriana Loiodice, Leonarda De Benedictis, Piero Lovreglio 89

Relazione tra WBGT e parametri cardiorespiratori per la valutazione del rischio da stress termico in agricoltura

Gabriele Sacino, Riccardo Ravallese, Valentina Schino, Roberto Ravallese, Pierpaolo Epifani, Leonarda De Benedictis, Piero Lovreglio, Angela Stufano 91

Previsione e prevenzione del rischio biologico per la salute degli operatori agricoli di ambito serricolo derivanti dal riutilizzo di acque reflue trattate ai fini irrigui	
<i>Raffaele d'Angelo, Ernesto Russo, Giovanni Libralato, Federica Carraturo, Michela Morelli, Antonietta Siciliano, Lorenzo Saviano, Marco Guida</i>	94
Messa a punto e standardizzazione di protocolli per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a micotossine in ambito agricolo	
<i>Mara Stefanelli, Federica Incoronato, Sergio Spicaglia, Anna Risuglia</i>	96
Esposizione professionale ad endotossine e microrganismi aerodispersi in allevamenti suinicoli intensivi	
<i>Angela Gioffrè, Ida E.R. Montesanti, Alessandra Chiominto, Pasquale Samele, Anna Maria Marcelloni, Francesco Casalnuovo, Daniela Visaggio, Emilia Paba</i>	98

Capitolo 3 Intelligenza artificiale, robotica e digitalizzazione: rischi e opportunità per la salute e sicurezza nel mondo del lavoro

Intelligenza Artificiale, Robotica Umanoide Collaborativa e Tecnologie Indossabili per la Gestione del Rischio nei luoghi di lavoro del futuro: il progetto ergoCub	
<i>Daniele Pucci</i>	102
Trasformazione digitale: analisi dei rischi e strumenti di self assesment della resilienza organizzativa per la salute e sicurezza sul lavoro	
<i>Sara Stabile, Edvige Sorrentino, Emma Pietrafesa, Rosina Bentivenga, Margherita Bernabei, Francesco Costantino</i>	107
Applicazioni di intelligenza artificiale e robotica nella ricerca sulla salute dei lavoratori	
<i>Giovanna Tranfo, Lidia Caporossi, Pieranna Chiarella, Maria Antonietta D'Avanzo, Maria Concetta D'Ovidio, Pierpaolo Ferrante, Diana Gagliardi, Claudio Gariazzo, Carlo Grandi, Alessandra Luciani, Valentina Meloni, Matteo Ronchetti, Armando Pelliccioni, Marta Petyx, Alberto Ranavolo, Sara Stabile, Angelo Tirabasso</i>	111
Utilizzo dell'IA generativa per la valutazione del rischio in ambienti di lavoro ibridi e flessibili	
<i>Giuditta Simoncelli, Riccardo Pecori, Mario Luca Bernardi, Laura De Angelis, Federica Incoronato, Barbara Ficociello, Emanuele Artenio, Michela Bonafede</i>	114
AI, IoT e robotica. Le tecnologie evolute al servizio della salute e della sicurezza sul lavoro, fra opportunità e rischi	
<i>Viviana Albania</i>	116

COMUNICAZIONE ORALE

Trasformazione digitale: analisi dei rischi e strumenti di self assesment della resilienza organizzativa per la salute e sicurezza sul lavoro

SARA STABILE¹, EDVIGE SORRENTINO¹, EMMA PIETRAFESA¹, ROSINA BENTIVENGA¹,
MARGHERITA BERNABEI², FRANCESCO COSTANTINO³

¹ Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale, INAIL, Roma

² Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Università di Roma La Sapienza, Roma

³ Dipartimento di Ingegneria informatica, automatica e gestionale, Università di Roma La Sapienza, Roma

Introduzione

Gli ambienti produttivi permeati dall'Industria 4.0, rivelano un'elevata complessità a livello sistemico, prevalentemente legata alla crescente interazione uomo-macchina. Si parla dunque di sistemi sociotecnici, in quanto insiemi interconnessi di persone e tecnologie che collaborano per raggiungere determinati obiettivi aziendali. In tali contesti sono necessari nuovi paradigmi e metodi di assessment in relazione alla salute e sicurezza sul lavoro (SSL) che tengano conto della loro crescente complessità. Nell'ambito del progetto di ricerca BRIC 2019-ID50 TRADARS, finanziato da Inail, sono stati analizzati i rischi nuovi ed emergenti per la SSL legati alla trasformazione digitale ed è stata sperimentata la metodologia Resilience Analysis Grid (RAG), basata sulle logiche dell'ingegneria della resilienza, per valutare lo stato potenziale di resilienza delle organizzazioni. Sono stati, inoltre, sviluppati strumenti di self-assesment sulle modalità di gestione dei rischi e sulle strategie di formazione, relativi all'implementazione di specifiche soluzioni tecnologiche.

Materiali e Metodi

A seguito della realizzazione di un'analisi sistematica della letteratura relativa alla trasformazione digitale e ai rischi nuovi ed emergenti in ambito di SSL, è stato possibile classificare i rischi in base alla origine/fonte di rischio e alle possibili conseguenze in termini di salute e sicurezza. Sono state, quindi, identificate sette tecnologie (manifattura additiva, realtà aumentata e virtuale, robot/cobot, veicoli a guida autonoma, esoscheletri, dispositivi indossabili e tecnologie wireless) e realizzate delle schede informative di approfondimento consultabili sul sito del progetto (www.tradars.it) [Stabile et al., 2023]. È stato sviluppato e sperimentato un modello innovativo per la gestione dei rischi per la SSL [Costantino et al., 2021], basato sulla

metodologia RAG, la quale propone la valutazione dello stato potenziale di resilienza organizzativa sulla base di quattro potenziali sistemici: Rispondere, Monitorare, Anticipare e Imparare. I quattro potenziali sono stati articolati in 24 aspetti, che rappresentano la struttura base di un questionario sottomesso alle organizzazioni implementatrici di cobot (Tabella I).

Tabella I. *Articolazione dei potenziali sistemici del RAG in 24 aspetti.*

Potenziali Sistemici	Aspetti
Rispondere	R1. Lista di eventi
	R2. Reattività
Monitorare	M1. Rischio Meccanico
	M2. Rischio Elettrico
	M3. Rischio Termico
	M4. Rischio Rumore
	M5. Rischio Vibrazione
	M6. Rischio Radiazione
	M7. Rischio Chimico
	M8. Rischio Ergonomico
	M9. Rischio Organizzativo
	M10. Rischio Psicologico
Imparare	I1. Analisi Situazioni di Pericolo
	I2. Evidenze delle Analisi
	I3. Disseminazione delle Evidenze
	I4. Strategie di Formazione
	I5. Formazione sulla Tecnologia
	I6. Formazione sui Metodi di Lavoro
	I7. Obiettivi Formativi
Anticipare	A1. Evoluzione Tecnologia di Breve Periodo
	A2. Evoluzione Metodi di Lavoro di Breve Periodo
	A3. Evoluzione Tecnologia di Lungo Periodo
	A4. Evoluzione Metodi di Lavoro di Lungo Periodo
	A5. Risorse Supplementari

Sulla base dei risultati emersi nell'applicazione del modello sono state predisposte indicazioni operative e costruiti questionari di self assessment per le aziende relative alle sette tecnologie sopraelencate, anch'essi disponibili sul sito del progetto. Ciascun questionario si articola in tre sezioni: 1) autovalutazione del rischio per la specifica tecnologia; 2) autovalutazione del

rischio derivato dall'interazione della tecnologia con l'ambiente ed il contesto lavorativo; 3) strategie di formazione e re-skilling.

Risultati e Discussione

Le aziende dopo avere effettuato il self-assessment sulle tecnologie di loro interesse ricevono un report che consente loro di acquisire conoscenza rispetto al proprio stato di resilienza [Adriaensen et al., 2023] e di acquisire informazioni e suggerimenti utili per la gestione dei rischi e dei processi formativi. I risultati emersi nella sperimentazione del modello RAG applicato ai cobot hanno evidenziato la necessità di focalizzare maggiormente l'attenzione al potenziale sistemico Monitor (Figura 1). A supporto delle aziende e delle associazioni di categoria sono state sviluppate delle raccomandazioni e indicazioni operative per facilitare la messa in atto di azioni utili al miglioramento della SSL nel contesto produttivo, tenendo conto di un approccio non deterministico perché dinamico per definizione.

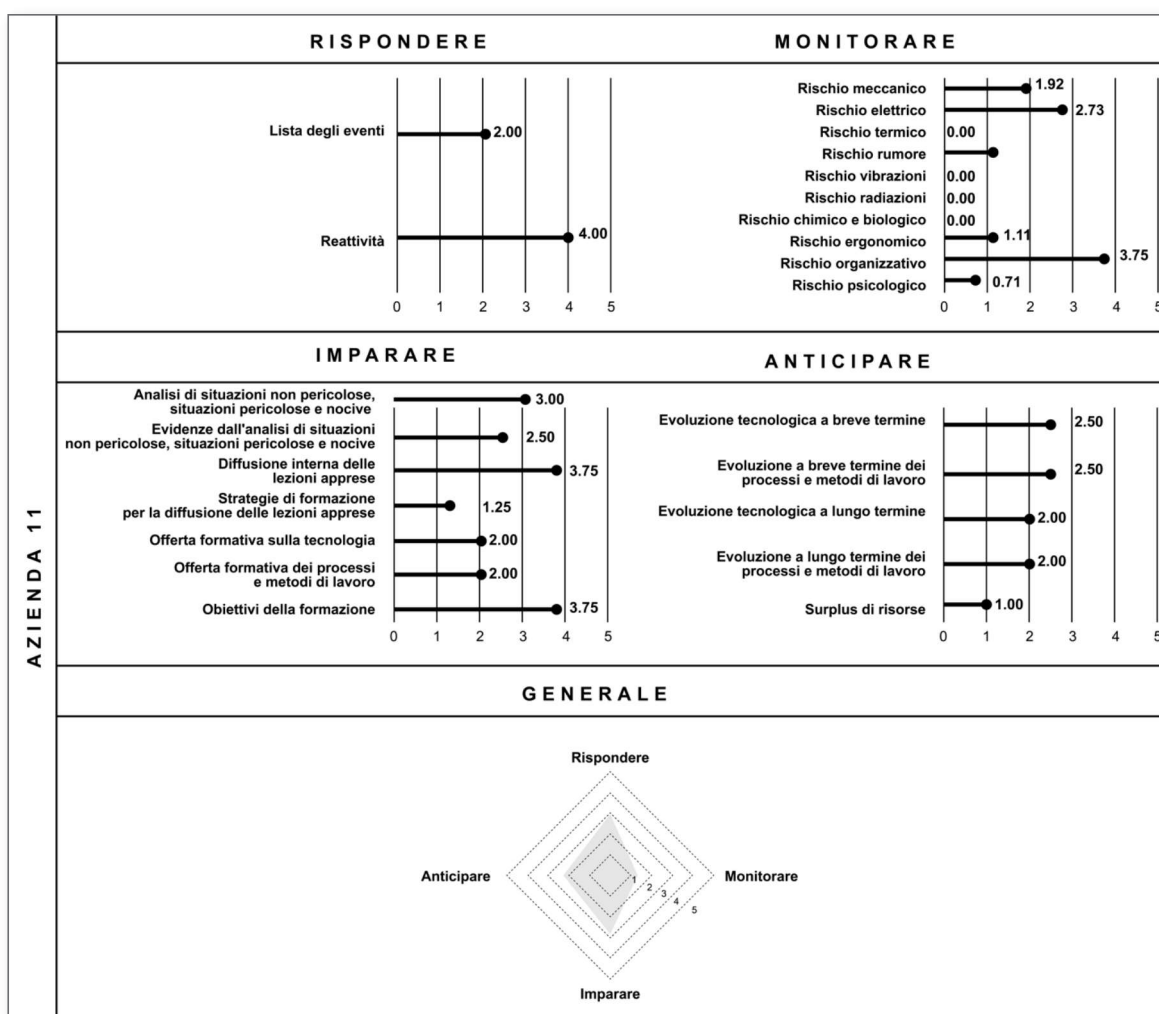


Figura 1. Esempio: overview dei risultati di un self-assessment.

Conclusioni

Il questionario di self assessment, basato sull'analisi dei potenziali sistemici, permette alle aziende, nell'implementazione di tecnologie, di favorire una performance resiliente attraverso la definizione di un ranking dei processi, un set di indicatori sentinella e relativi valori soglia rispetto ai quali stabilire delle priorità di intervento per migliorare la gestione della SSL.

BIBLIOGRAFIA

1. Adriaensen, A., Bernabei, M., Costantino, F., Falegnami, A., Stabile, S., & Patriarca, R. 2023. Resilience Potentials for Health and Safety Management in Cobot Applications Using the Resilience Analysis Grid. *ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 145(10), 1–17. <https://doi.org/10.1115/1.4062786>.
2. Costantino, F., Falegnami, A., Fedele, L., Bernabei, M., Stabile, S., & Bentivenga, R. 2021. New and emerging hazards for health and safety within digitalized manufacturing systems. *Sustainability*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131910948>.
3. Stabile, S., Costantino, F., Sorrentino, E., Pietrafesa, E., & Bentivenga, R. 2023. Industry 4.0 and occupational safety and health: a model for analysing organisational resilience in the use of collaborative robots. *Qtimes*. 1 (2): 236-252.