

Interaction Design for Gamified Training in Waste Management Plants: The SOHS Project

Barbara Rita Barricelli, Roya Biabani Reshtehroudi, Federica Caffaro,
Giuseppe Carrus, Raffaele Cioffi, Giuseppe De Palma, Daniela Fogli,
Matteo Gremo, Niccolò Leonardi, Margherita Micheletti, Niccolò Pampuro,
Emma Sala, Mentore Vaccari



UNIVERSITY
OF BRESCIA





UNIVERSITÀ
DI TORINO

Municipal Solid Waste Management (MSWM)

Crucial role in achieving (some of) the **United Nations Sustainable Development Goals** (SDGs) and fostering a **green economy**.

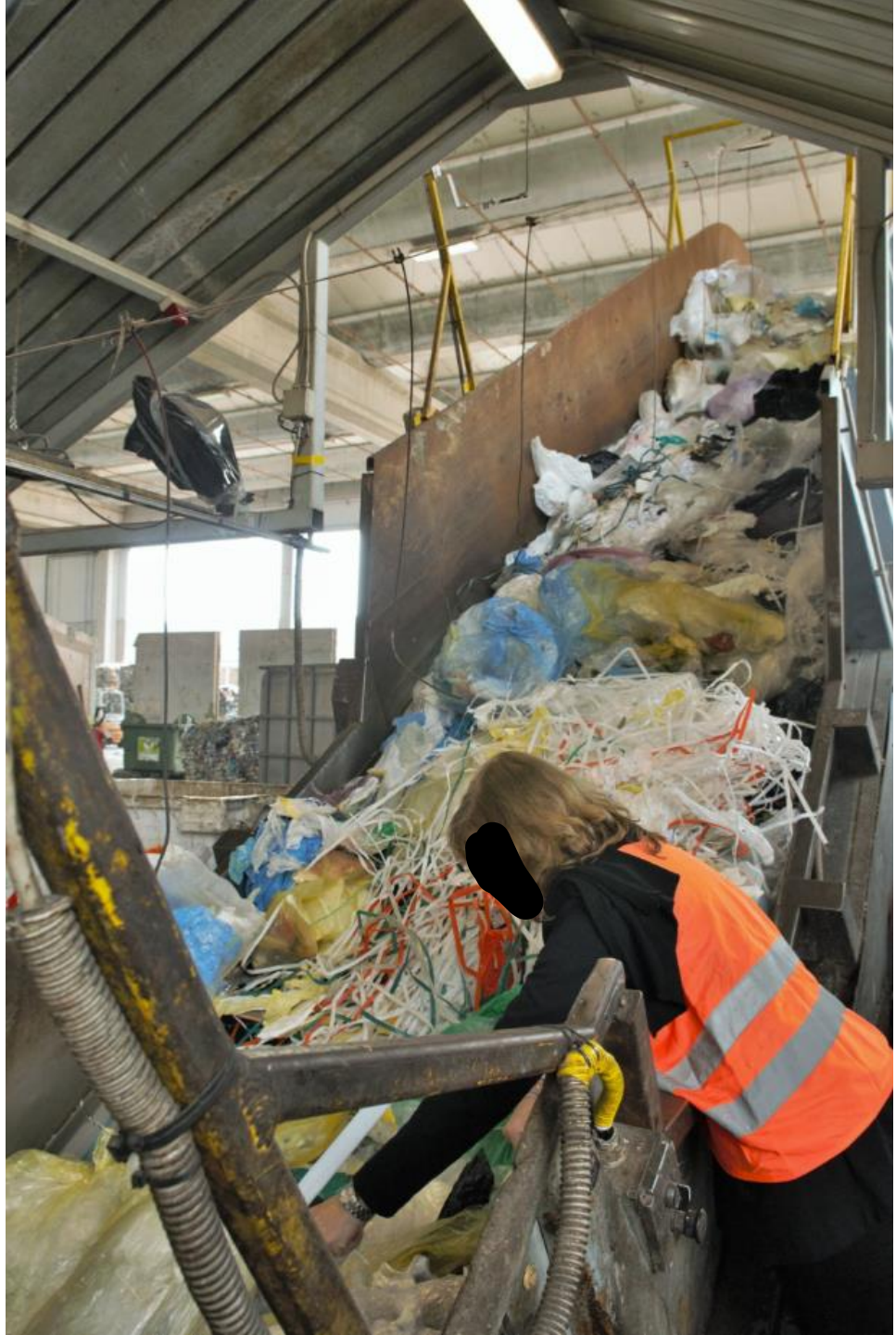
The European strategies in the MSWM field have shifted in the last years moving towards approaches aimed at **promoting recycling and resources recovery**.

	more waste sorting and recovery facilities → increase in the workforce
	complexity of MSWM systems → new risks for the workers

GREEN PARADOX: prioritizing environmental sustainability can conflict with occupational safety and health of workers in the waste management sector.

Conveyor belt













Gloves

Mask

Safety shoes

Challenges in Waste Management Safety

Data from INAIL (Italian National Institute for Insurance against Accidents at Work):

10,000+ work accidents and **1,000+** work-related illness (annually)

WHY?

Unsafe behaviors, low-risk perception, and a lack of adherence to safety protocols

HOW?

- * variety of **hazards** (chemical, biological, biomechanical)
- * variability of waste **materials** can pose unforeseen dangers
- * low **educational levels** and different **languages and cultures**
- * **individual and psychosocial** factors

Effective Training and Gamification

- Effective training is a cornerstone of **occupational safety and health prevention strategies mandated by Italian legislation**.
- Engaging training methods (i.e., hands-on demonstrations) can **promote safe work practices**, reduce stress, and enhance safety **BUT** can be **very expensive!**
- Using **game-like elements** in training offers a **cost-effective and flexible approach that can provide realistic simulations and promote learner-centered education**.

The SOHS Project

Sustainable Occupational Health and Safety in Waste Treatment Plants: A Gamified Training Tool for Workers

Two-year Project - **PRIN 2022** (Research Projects of National Relevant Interest)

Funded by the **Italian Research and University Ministry** and the **European Union NextGenerationEU**

Website: <https://www.sohs.it>



Collaborative effort (1/2)

1. **University of Roma Tre** (Department of Education): mixed-methods analysis of the role played by **individual and psychosocial variables in affecting occupational health and safety** and the overall efficiency and sustainability of a working system.
2. **Italian National Research Council** (Institute of Sciences and Technologies for Sustainable Energy and Mobility): **management of waste from the agri-food chain, monitoring of greenhouse gas emissions generated by the composting process**, and the **development of innovative processes** for the valorization of agro-industrial by-products into organic fertilizers.
3. **University of Turin** (Department of Life Sciences and Systems Biology): **anthropometric and biomechanical variability** and how they affect human interaction with life and work environment and technological artifacts, **ergonomic analysis of work activities**, with attention to health, safety, and comfort, to promote wellness at work, healthy lifestyle, and wellbeing.

Collaborative effort (2/2)

4. University of Brescia (3 different groups and departments):

- The Sanitary and Environmental Engineering research group: **pollution phenomena and technologies for the protection of the environment and human health.**
- Group of Occupational Health and Industrial Hygiene: **occupational health and risk assessment** mainly using industrial hygiene resources and methods
- The Human-Computer Interaction group: **Human Work Interaction Design, usability, and user experience of interactive systems for professionals, typically not experts in IT nor interested in becoming ones, but deeply knowledgeable of their work domain.**

Three case studies (plants)

1. Social cooperative in **Brescia**, active since 1995, that **pairs environmental actions with social actions**.
2. Company operating in the **municipal waste disposal** sector since 2003, in the North-West of Italy (**Asti** province).
3. Company that **recovers recyclable materials** in **Parma**, funded in 1963.

Objectives of the Project

1. To perform a **multidimensional occupational risk assessment in the three plants** selected as case studies. The risk assessment will include biomechanical, chemical, biological, and psychosocial risk factors during on-plant waste processing. This activity will lead to defining risk scenarios enriched by individual behavioral components.
2. To **design and develop a digital twin prototype** - i.e., a virtual replica of a waste management plant - that allows studying different identified scenarios for workers' training, to support the identification of on-site hazards and learn how to perform correct and safe behaviors.
3. To test the prototype's **usability and user experience with a group of potential end users representing the variability of the workforce** (in terms of age, gender, cultural differences, and level of work expertise).

Objectives of the Project

THE PROJECT STARTED IN
OCTOBER 2023

1. To perform a **multidimensional occupational risk assessment in the three plants** selected as case studies. The risk assessment will include biomechanical, chemical, biological, and psychosocial risk factors during on-plant waste processing. This activity will lead to defining risk scenarios enriched by individual behavioral components.
2. To **design and develop a digital twin prototype** - i.e., a virtual replica of a waste management plant - that allows studying different identified scenarios for workers' training, to support the identification of on-site hazards and learn how to perform correct and safe behaviors.
3. To test the prototype's **usability and user experience with a group of potential end users representing the variability of the workforce** (in terms of age, gender, cultural differences, and level of work expertise).



6 steps (design only!)

- User research
- Task analysis
- User experience design
- Scoring system design
- Sketches and wireframes
- Design handoff

6 steps (design only!)

- User research
- Task analysis
- User experience design
- Scoring system design
- Sketches and wireframes
- Design handoff

Preliminary Results

Our initial findings from **on-field observations** include:

- * Feedback from **domain experts on training needs**
- * Analysis of **work environment and context**
- * Identification of **common worker behaviors and challenges**

Designing for Diverse Users

Our training solution must be **inclusive and accessible to all workers**. We are focusing on:

- * Designing **interfaces** that are easy to understand and use
- * Providing support for different **languages and cultures**
- * Considering the **physical and cognitive abilities** of workers



Jelani Niakaté

Esperto di selezione manuale a terra

Età: 45 anni	Stato civile: Coniugato
Genere: Uomo	Titolo di studio: Licenza media
Nazionalità: Senegalese	Mansione: selezione manuale a terra da 8 anni
Altezza: 1 metro e 75 centimetri	Peso: 68 chilogrammi

BIOGRAFIA

Jelani è in Italia da circa 20 anni e conosce bene l'italiano. È un gran lavoratore attento alla sicurezza sul luogo di lavoro.

Considera il proprio lavoro un po' ripetitivo e per questo sa che deve porre molta attenzione durante il suo svolgimento.

Da quando è stato assunto ha partecipato a diversi corsi di formazione sulla sicurezza lavorativa e pertanto conosce bene le procedure di sicurezza da adottare durante il lavoro, come indossare i DPI.

Riconosce che l'azienda per cui lavora incoraggia i propri lavoratori a rispettare le norme di sicurezza.

PERSONALITÀ



FRUSTRAZIONI

- I corsi di formazione risultano noiosi ed è difficile ricordare tutte le norme di sicurezza
- Si stupisce sempre di come le persone non facciano bene la raccolta differenziata

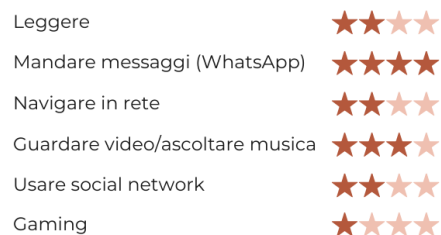
OBIETTIVI

- Essere sempre attento e non assumere rischi sul lavoro
- Cambiare mansione all'interno dell'azienda per fare qualcosa di meno ripetitivo come operare su muletti per lo spostamento dei rifiuti
- Seguire corsi di formazione sui rischi conseguenti all'uso del muletto/carrello

ABILITÀ D'USO DI DISPOSITIVI DIGITALI



ATTIVITÀ SVOLTE GIORNALMENTE SU DISPOSITIVI DIGITALI



Elena Filippini

Esperta di selezione manuale a nastro

Età: 57 anni	Stato civile: Nubile
Genere: Donna	Titolo di studio: Licenza media
Nazionalità: Italiana	Mansione: selezione manuale a nastro da 12 anni
Altezza: 1 metro e 68 centimetri	Peso: 56 chilogrammi

BIOGRAFIA

Elena ha svolto il lavoro di commessa in un negozio del centro per circa 20 anni e ha dovuto cercare un nuovo lavoro quando il negozio ha chiuso. Da 12 anni lavora presso un'azienda di riciclaggio rifiuti.

Svolge una mansione un po' ripetitiva che non le consente di parlare con le persone, in quanto deve fare attenzione a non farsi male. Nonostante i corsi sulle procedure di sicurezza che l'azienda le ha fatto seguire, le sono già capitati un paio di incidenti per fortuna non gravi.

Durante i turni deve rimanere tante ore nella stessa posizione e questo le provoca dolori ai piedi e alle ginocchia. Inoltre, tollera con fatica gli odori sgradevoli, soprattutto in estate.

PERSONALITÀ



FRUSTRAZIONI

- I corsi di formazione non spiegano tutti i pericoli che si insidiano nei rifiuti in plastica
- Indossare la mascherina rende difficile la respirazione ma se non la si indossa gli odori sembrano ancora più sgradevoli
- Non potersi muovere per cambiare posizione e bere acqua

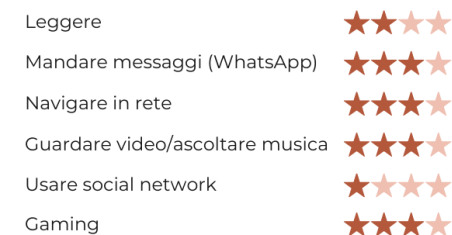
OBIETTIVI

- Tornare a svolgere un lavoro simile a quello di commessa
- Trovare un modo per alleviare i dolori alle ginocchia e ai piedi
- Evitare di farsi nuovamente male

ABILITÀ D'USO DI DISPOSITIVI DIGITALI



ATTIVITÀ SVOLTE GIORNALMENTE SU DISPOSITIVI DIGITALI





Mandisa Yatara

Esperta di selezione manuale a nastro

Età: 40 anni	Stato civile: Coniugata
Genere: Donna	Titolo di studio: Licenza superiore
Nazionalità: Camerunense	Mansione: selezione manuale a nastro da 1 anno
Altezza: 1 metro e 63 centimetri	Peso: 65 chilogrammi

BIOGRAFIA

Mandisa è arrivata in Italia 15 anni fa e da allora ha fatto la casalinga e si è occupata dei suoi 3 figli. Un anno fa ha deciso di iniziare a lavorare part-time.

Svolge un lavoro faticoso e ripetitivo che richiede attenzione soprattutto dal punto di vista dei movimenti da eseguire e degli oggetti da manipolare che possono essere appuntiti o contundenti.

Frequenta la comunità camerunense e ha modo di parlare italiano solo con i suoi colleghi prima e dopo i turni. Tutto sommato è contenta del suo lavoro perché le permette di essere indipendente economicamente anche se ha sempre paura di farsi male e di doversi assentare in caso di incidente.

PERSONALITÀ



FRUSTRAZIONI

- Difficoltà nel comprendere tutte le istruzioni che vengono fornite nei corsi di formazione erogati in italiano
- Paura di pungersi con siringhe o tagliarsi con pezzi di vetro
- Stanchezza e dolori alle spalle alla fine di ogni turno

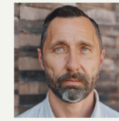
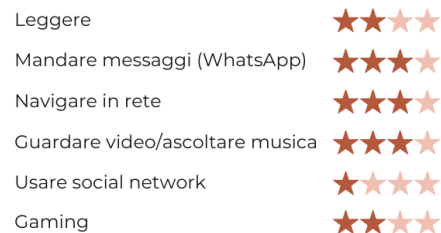
OBIETTIVI

- Vedere tutti i suoi figli laureati
- Aumentare il proprio orario lavorativo per guadagnare di più
- Seguire corsi di formazione che l'aiutino a comprendere meglio i movimenti delle braccia più consoni al proprio lavoro

ABILITÀ D'USO DI DISPOSITIVI DIGITALI



ATTIVITÀ SVOLTE GIORNALMENTE SU DISPOSITIVI DIGITALI



Giovanni Savoldi

Esperto di selezione manuale a nastro

Età: 51 anni	Stato civile: Celibe
Genere: Uomo	Titolo di studio: Licenza superiore
Nazionalità: Italiana	Mansione: selezione manuale a nastro da 2 anni
Altezza: 1 metro e 78 centimetri	Peso: 77 chilogrammi

BIOGRAFIA

Giovanni ha iniziato questo lavoro 2 anni fa dopo un periodo in cui ha svolto diversi lavori d'ufficio essendo diplomato in Ragioneria. Considera la mansione di selezione manuale a nastro meno ripetitiva del lavoro d'ufficio anche se riconosce che talvolta possa essere pericolosa.

Nonostante questo, tiene poco in considerazione la sicurezza quando si avvicina al lavoro e dimentica a volte di indossare i DPI. Va d'accordo con i suoi colleghi, anche quando gli fanno notare che dovrebbe prestare più attenzione alla sicurezza sul lavoro.

Vorrebbe che ci fosse una maggiore organizzazione per rendere il lavoro più interessante e meno pericoloso.

PERSONALITÀ



FRUSTRAZIONI

- Troppe attività da svolgere in fretta senza una vera organizzazione del lavoro
- Ricordarsi di indossare tutti i DPI all'inizio del turno
- I corsi di formazione sono troppo noiosi e prevedono l'impiego di diverse ore tutte insieme a distanza di tempo

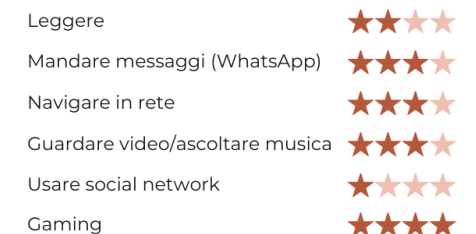
OBIETTIVI

- Riuscire a comprendere in maniera veloce e divertente tutte le norme di sicurezza legate al proprio lavoro
- Diventare responsabile del reparto per migliorare l'organizzazione del lavoro
- Trovare un modo per ricordare facilmente quali DPI deve indossare ogni volta

ABILITÀ D'USO DI DISPOSITIVI DIGITALI



ATTIVITÀ SVOLTE GIORNALMENTE SU DISPOSITIVI DIGITALI



Next steps

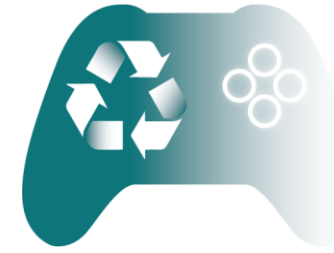
- Further **visits to the plants**
- UX and **scoring system design** (reward system): definition of appropriate rewards and penalties to keep the workers motivated and at the same time to inform them of the risks they might be exposed to
- Low-fidelity **prototypes to be evaluated with user representatives**

Next steps

- Further **visits to the plants**
- UX and **scoring system design** (reward system): definition of appropriate rewards and penalties to keep the workers motivated and at the same time to inform them of the risks they might be exposed to
- Low-fidelity **prototypes to be evaluated with user representatives**

Stay tuned for more results!

Contacts



SOHS
Sustainable Occupational
Health and Safety

Barbara Rita Barricelli

Department of Information Engineering
University of Brescia (Italy)

Website: <https://barbara-barricelli.unibs.it>

Email address: barbara.barricelli@unibs.it



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**Ministero
dell'Università
e della Ricerca**



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA