

**D.g.r. 31 luglio 2019 - n. XI/2048**  
**Approvazione dell'iniziativa «Strumenti E metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore» nell'ambito dell'accordo per la competitività con il sistema camerale lombardo**

LA GIUNTA REGIONALE

Viste:

- la legge regionale 19 febbraio 2014, n. 11 «Impresa Lombardia: per la libertà di impresa, il lavoro e la competitività» ed in particolare:
  - l'art. 1 che individua, tra le finalità della legge, la promozione della crescita competitiva e la capacità di innovazione del sistema produttivo lombardo favorendo gli investimenti negli ambiti dell'innovazione, della ricerca e delle infrastrutture immateriali e dello sviluppo sostenibile;
  - l'art. 3 che attribuisce alla Giunta regionale la competenza ad individuare azioni, categorie di destinatari e modalità attuative per il perseguimento delle finalità previste dalla legge, anche in raccordo con il sistema camerale, le università e il sistema della ricerca, promuovendo l'attivazione di progetti a carattere sperimentale replicabili sul territorio lombardo;
- la legge regionale 24 settembre 2015, n. 26 «Manifattura diffusa creativa e tecnologica 4.0.» e s.m.i ed in particolare l'art. 6 che attribuisce alla Giunta la promozione dell'innovazione incrementale attraverso lo sviluppo o l'adattamento di un prodotto o di un sistema esistente, con l'obiettivo di sperimentare nuovi percorsi anche in raccordo con le università e i centri di ricerca, adottando specifiche misure per sostenere la progettazione, l'acquisto e la promozione di tecnologie innovative e degli strumenti creativi per la manifattura additiva da parte delle imprese e favorendone l'applicazione, la contaminazione e la diffusione;

Visto il Programma Regionale di Sviluppo della XI legislatura (d.c.r. 10 luglio 2018, n. XI/64) che dedica un'attenzione particolare all'adeguamento normativo e alla promozione di un contesto favorevole allo sviluppo delle imprese (40. Econ.14.1) anche mediante la collaborazione strategica ed operativa con il sistema camerale lombardo, oltre che allo sviluppo dell'imprenditorialità e il sostegno allo start up d'impresa (44. Econ.14.1), attraverso la valorizzazione delle filiere di eccellenza, quali quella dell'Edilizia, come driver di sviluppo competitivo; incentivando l'aggiornamento tecnologico delle MPMI e l'ottimizzazione dei processi produttivi, organizzativi e gestionali, in una logica di innovazione continua; mettendo a sistema conoscenze e capacità professionali per rispondere alla crescente complessità dei mercati e per perseguire gli obiettivi di crescita competitiva;

Richiamata la d.g.r. 4 febbraio 2019, n. XI/1216 di aggiornamento del «Tavolo regionale per Edilizia», che ha tra le sue finalità l'elaborazione di proposte, iniziative concrete e progetti sperimentali ed emblematici, anche in una logica di adozione e diffusione di buone prassi a livello regionale;

Ritenuto, in attuazione del Programma Regionale di Sviluppo e della d.g.r. 1216/2019 di cui sopra, di attivare un'iniziativa finalizzata a promuovere e riqualificare la filiera dell'edilizia in Lombardia, favorendo la ricerca e lo sviluppo sperimentale in ottica di innovazione e per il riposizionamento competitivo del comparto delle costruzioni, mediante la digitalizzazione dei processi in ambito Edilizia 4.0;

Rilevato che, nell'ottica dell'attivazione di collaborazioni più estese, il Sistema camerale lombardo persegue il sostegno allo sviluppo competitivo della filiera edilizia lombarda promuovendo iniziative emblematiche per tutto il settore delle costruzioni;

Richiamate:

- la d.g.r. 30 giugno 2017, n. X/6790 «Determinazioni in merito all'adozione di misure approvate nell'ambito dell'Accordo per lo sviluppo economico e la competitività tra Regione Lombardia e Sistema camerale lombardo. Approvazione delle linee guida» e s.m.i. approvate con d.g.r. XI/1662 del 27 maggio 2019;
- la d.g.r. 12 novembre 2018, n. XI/767 «Approvazione dello schema dell'accordo per lo sviluppo economico e la competitività del sistema lombardo tra Regione Lombardia e Sistema camerale lombardo e istituzione del collegio di indirizzo e sorveglianza»;
- la d.g.r. 19 dicembre 2018 n. XI/1094 che ha approvato il programma d'azione 2019 dell'accordo 2019-2023 per lo

sviluppo economico e la competitività tra Regione Lombardia e sistema camerale lombardo;

- la d.g.r. 27 maggio 2019, n. XI/1662 «Determinazioni in merito all'adozione e gestione di misure approvate nell'ambito dell'Accordo per lo sviluppo economico e la competitività tra Regione Lombardia e sistema camerale lombardo. Aggiornamento e sostituzione delle Linee guida approvate con d.g.r. n. 6790/2017»;

Dato atto che l'Accordo di collaborazione tra Regione Lombardia e il Sistema Camerale di cui alla richiamata d.g.r. 12 novembre 2018, n. XI/767, sottoscritto il 17 dicembre 2018, all'art. 9 prevede che:

- Unioncamere Lombardia è di norma individuata come soggetto attuatore delle azioni in attuazione dell'Accordo, ai sensi dell'art. 27-ter della l.r. 34/1978, anche avvalendosi delle strutture camerale competenti per territorio o per materia;
- Regione Lombardia e Sistema Camerale lombardo mettono a disposizione del soggetto attuatore le risorse di propria competenza all'avvio del progetto o, per i bandi, al momento della individuazione dei beneficiari. Nel caso in cui le azioni siano pluriennali le risorse verranno messe a disposizione in rate annuali;

Dato atto che nel Programma d'Azione 2019 di cui alla richiamata d.g.r. 19 dicembre 2018 n. XI/1094 sono previste nell'Asse 1 (Competitività delle imprese) azioni di stimolo all'innovazione, con particolare attenzione alle tematiche del Piano nazionale Impresa 4.0 che ha riconosciuto alle Camere di Commercio un ruolo strategico e determinante nei territori, per promuovere lo sviluppo tecnologico e supportare i processi di digitalizzazione delle imprese;

Preso atto che Regione Lombardia, Unioncamere Lombardia e la CCIAA di Brescia hanno condiviso l'opportunità di promuovere un progetto emblematico di ricerca e sviluppo sperimentale per la digitalizzazione dei processi delle imprese di costruzioni nell'ambito dei cantieri edili, al fine di generare un flusso informativo virtuoso nel ciclo produttivo e attraverso il processo esecutivo mirato al supporto della salute e della sicurezza sul lavoro, all'ottimizzazione dei costi industriali, all'efficientamento sostenibile del processo produttivo e al controllo dell'esecuzione dei lavori in cantiere, come meglio descritta nell'allegato A, parte integrante del presente provvedimento;

Preso atto dell'approvazione nella seduta del 18 giugno 2019 e dell'aggiornamento della scheda progetto nella seduta del 17 luglio 2019, da parte della Segreteria Tecnica dell'Accordo per lo sviluppo economico e la competitività del sistema lombardo, dell'iniziativa di cui all'allegato A, parte integrante del presente provvedimento. «Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore»;

Considerato che l'iniziativa verrà realizzata secondo un cronoprogramma che va dal 1 agosto 2019 al 30 giugno 2020 e che prevede la costante comunicazione e condivisione con gli stakeholder, comprensivo delle seguenti fasi: analisi del contesto e dei processi, ricerca e sviluppo di un set di indicatori per il monitoraggio dei dati, sperimentazione sul campo e proposta per l'implementazione di dispositivi digitali per il cantiere;

Dato atto che l'entità delle risorse da destinare all'iniziativa ammonta a euro 100.000,00 di cui euro 50.000,00 a carico della CCIAA di Brescia e euro 50.000,00 a carico di Regione Lombardia;

Vista la deliberazione della Giunta camerale della CCIAA di Brescia n. 78 del 15 luglio 2019 di approvazione della convenzione con il soggetto operativo ESEB (Ente Sistema Edilizia Brescia), individuato per l'attuazione del progetto «Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore» ai sensi del «Regolamento camerale per il cofinanziamento di attività promozionali a enti, organismi e associazioni e per la concessione di patrocini», di cui alla deliberazione n. 2/c del 23 marzo 2017 della CCIAA di Brescia;

Stabilito:

- di riconoscere la CCIAA di Brescia quale soggetto attuatore dell'iniziativa «Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore» di cui all'allegato A parte integrante del presente provvedimento, che si avvale del seguente soggetto operativo: ESEB (Ente Sistema Edilizia Brescia) che opera in collaborazione con l'Università degli studi di Brescia e l'Università di Verona, individuato median-

## Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

te convenzione ai sensi del «Regolamento camerale per il cofinanziamento di attività promozionali a enti, organismi e associazioni e per la concessione di patrocinii», di cui alla deliberazione n. 2/c del 23 marzo 2017 della CCIAA di Brescia;

- di individuare il responsabile del procedimento nel Dirigente pro tempore dell'Unità Organizzativa Politiche per la Competitività delle filiere e del contesto territoriale;
- che lo stanziamento a carico di Regione Lombardia pari a euro 50.000,00, trova copertura sui seguenti capitoli di spesa del bilancio regionale:
  - 25.000,00 euro a valere sul capitolo di spesa della DG Sviluppo Economico numero 14.01.104.10062 del bilancio regionale 2019;
  - 25.000,00 euro a valere sul capitolo di spesa della DG Sviluppo economico numero 14.01.104.10062 del bilancio regionale 2020;
- che lo stanziamento a carico del sistema camerale pari a euro 50.000,00, trova copertura sul bilancio della CCIAA di Brescia;
- di trasferire le risorse regionali al soggetto attuatore - CCIAA di Brescia - in due diverse tranches: ossia il 50%, pari a euro 25.000,00 all'avvio del progetto e il saldo, a fronte della conclusione del progetto, sulla base della relazione finale trasmessa dal soggetto attuatore, al fine di quantificare il necessario trasferimento di risorse;

Dato atto che la CCIAA di Brescia, in qualità di soggetto attuatore, è tenuta a:

- agire nel rispetto delle normative comunitarie, nazionali e regionali in materia di gestione amministrativa e finanziaria delle risorse assegnate da Regione Lombardia;
- realizzare l'iniziativa di cui all'Allegato A del presente provvedimento, garantendo il rispetto della qualità richiesta e del suo valore istituzionale ed economico;
- assolvere gli obblighi di pubblicazione di cui agli artt. 26 e 27 del d.lgs. n. 33/2013;

Richiamata la Comunicazione UE 2016/C 262/01 sulla nozione di aiuto di Stato in particolare le sezioni n. 4 «Vantaggio», n. 6.2 «Distorsione della concorrenza» e n. 6.3 «Incidenza sugli scambi», si precisa che non essendo prevista la concessione di benefici agli operatori economici le risorse di cui al presente provvedimento non costituiscono aiuto di Stato;

Ritenuto pertanto di approvare l'iniziativa di cui all'allegato A) «Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore»;

Dato atto che con successivi provvedimenti del Dirigente dell'Unità Organizzativa Politiche per la Competitività delle filiere e del contesto territoriale, si procederà all'adozione degli atti contabili;

Vista la legge regionale 31 marzo 1978 n. 34 «Norme sulle procedure della programmazione, sul bilancio e sulla contabilità della Regione» e il regolamento regionale 2 aprile 2011, n. 1 «Regolamento di Contabilità della Giunta regionale e successive modifiche ed integrazioni»;

Vista la legge regionale 7 luglio 2008 n. 20 «Testo unico delle leggi regionali in materia di organizzazione e personale», nonché i provvedimenti organizzativi della XI Legislatura;

Verificato che la spesa oggetto del presente atto non rientra nell'ambito di applicazione dell'art. 3 della l. 136/2010 relativo alla tracciabilità dei flussi finanziari;

All'unanimità dei voti, espressi nelle forme di legge;

## DELIBERA

1. di approvare l'iniziativa di cui all'allegato A) «Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore» parte integrante e sostanziale del presente provvedimento;

2. di prevedere, per la realizzazione degli interventi di cui all'Allegato A, la seguente dotazione finanziaria: euro 100.000,00 di cui euro 50.000,00 a carico della CCIAA di Brescia e euro 50.000,00 a carico di Regione Lombardia;

3. di precisare che lo stanziamento a carico di Regione Lombardia pari a euro 50.000,00, trova copertura sui seguenti capitoli di spesa del bilancio regionale:

- 25.000,00 euro a valere sul capitolo di spesa della DG Sviluppo Economico numero 14.01.104.10062 del bilancio regionale 2019;

- 25.000,00 euro a valere sul capitolo di spesa della DG Sviluppo economico numero 14.01.104.10062 del bilancio regionale 2020;

4. di precisare che lo stanziamento a carico del sistema camerale pari a euro 50.000,00, trova copertura sul bilancio della CCIAA di Brescia;

5. di riconoscere la CCIAA di Brescia quale soggetto attuatore dell'iniziativa di cui all'allegato A, parte integrante del presente atto, che si avvale del seguente soggetto operativo: ESEB (Ente Sistema Edilizia Brescia) che opera in collaborazione con l'Università degli studi di Brescia e l'Università di Verona, individuato mediante convenzione ai sensi del «Regolamento camerale per il cofinanziamento di attività promozionali a enti, organismi e associazioni e per la concessione di patrocinii», di cui alla deliberazione n. 2/c del 23 marzo 2017 della CCIAA di Brescia;

6. di individuare il responsabile del procedimento nel Dirigente pro tempore dell'Unità Organizzativa Politiche per la Competitività delle filiere e del contesto territoriale che provvederà all'adozione degli atti contabili;

7. di trasferire le risorse regionali relative alla dotazione finanziaria di euro 50.000,00 alla CCIAA di Brescia in due diverse tranches: ossia il 50%, pari a euro 25.000,00 all'avvio del progetto e il saldo, a fronte della conclusione del progetto, sulla base della relazione finale trasmessa dal soggetto attuatore, al fine di quantificare il necessario trasferimento di risorse;

8. di trasmettere il presente atto a Unioncamere Lombardia e alla CCIAA di Brescia e disporre la pubblicazione della presente deliberazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, sul portale [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it) e ai sensi degli artt. 26 e 27 del d.lgs. 33/2013.

Il segretario: Enrico Gasparini

— • —

## Allegato A

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIAUNIVERSITÀ  
di VERONA

## Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore. Studio di fattibilità.

### INTRODUZIONE

La **digitalizzazione dei processi per un'impresa di costruzioni** ha come principale obiettivo **raccogliere dati dal cantiere** (*"portare il cantiere in azienda"*) al fine di generare un flusso informativo virtuoso nel ciclo produttivo ed attraverso il processo esecutivo mirato al supporto di tre principali macro aree di interesse:

1. Raccolta, monitoraggio e gestione di indicatori di salute e sicurezza sul lavoro;
2. Ottimizzazione nella gestione dei costi industriali (associabili a tre macro categorie: manodopera, mezzi, materiali) e l'efficientamento sostenibile del processo produttivo;
3. Il controllo delle esecuzioni in cantiere (es.: comprendere l'avanzamento dei lavori nel ciclo della commessa in funzione di prestabiliti vincoli qualitativi, temporali ed economici).

La digitalizzazione dei processi a supporto della **salute e della sicurezza sul lavoro**, da effettuarsi sempre nell'ambito delle attività previste obbligatoriamente dal D.Lgs 81/08 e s.m.i. offre potenziali notevoli vantaggi ad esempio per la valutazione del rischio, la sorveglianza sanitaria, l'informazione, formazione e addestramento, la promozione della salute.

Ad esempio, i dispositivi cosiddetti indossabili (*wearable*), quali ad esempio "smartwatch", "smart clothing", "smart glass", "smart DPI" e altri ancora offrono varie opportunità, tra cui, ad esempio, la possibilità di monitorare alcuni parametri fisiologici nei lavoratori, nonché la loro posizione nell'area di cantiere, l'uso di dispositivi di protezione individuale, il monitoraggio dei giudizi di idoneità, di eventuali parametri e valori limite di igiene occupazionale, la verifica in tempo reale del rispetto di norme, regolamenti e procedure, da parte di tutti coloro che sono titolari di responsabilità in tema di salute e sicurezza sul lavoro (datore di lavoro, dirigenti, preposti, lavoratori, ecc.), offrire feedback circa la valutazione dei rischi e la sorveglianza sanitaria.

Dotare i lavoratori, aree o macchinari del cantiere di dispositivi che permettano in tempo reale la connessione tra loro e alcune funzioni di responsabilità nell'impresa permetterebbe di (1) ricevere informazioni che possano facilitare le operazioni in cantiere (2) raccogliere, monitorare e gestire informazioni relative a parametri di salute e sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente di lavoro, individuali ed ambientali (3) anticipare, prevenire e monitorare in tempi rapidi e reali, attraverso l'interazione tra il servizio di prevenzione e protezione ed il personale sanitario di riferimento (ad es. Medico Competente, infermiere del lavoro), pericoli e rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Insieme alla gestione della salute e della sicurezza sul lavoro, la digitalizzazione dei processi a supporto dell'**ottimizzazione nella gestione dei costi industriali** e dell'**efficientamento del processo produttivo** rappresentano il framework di riferimento per l'efficace gestione della fase costruttiva, soprattutto in termini di migliorata **sostenibilità** del settore.

A tal fine, si ritiene necessario investire nel concetto di **tempestività dell'informazione** in quanto essenziale per la valutazione dell'andamento della commessa a supporto di processi decisionali informati, oltre che per connettere ed allineare il cantiere con l'ufficio garantendo uniformità dell'informazione ed efficienza nella gestione di processi collaborativi tra persone con diversi ruoli e responsabilità.

In questo contesto si innesta la digitalizzazione dei processi dell'impresa di costruzioni e l'idea di **Cantiere Connesso**, dove il servizio è dato dalla combinazione di Hardware, Software, e Data Management al fine di gestire i dati raccolti dall'ambiente connesso in tempo reale e poterli rielaborare per ottenere informazioni in merito ai tre principali elementi del cantiere e della sua gestione in termini sia economici che produttivi: manodopera, ovvero i lavoratori dell'impresa e delle eventuali imprese in subappalto, mezzi e macchinari, materiali.

La sensorizzazione di questi elementi permette di creare un network in cantiere attraverso l'uso di sensori di posizione, dispositivi di identificazione, dispositivi di comunicazione e dispositivi di visualizzazione in grado di recepire dei dati e raccogliarli in un sistema di connessione privato al fine di supportare la **struttura di project management e di gestione della commessa** con dati sempre aggiornati ed affidabili.

La digitalizzazione dei processi a supporto delle **certificazioni della qualità e dei controlli in esecuzione**, ad oggi *paper-based* e strutturata in una molteplicità di documenti cartacei la cui coerenza reciproca e di difficile controllo, dovrebbe permettere di **ottimizzare l'efficacia del processo di controllo**.

Questo potrebbe avvenire, ad esempio, tramite l'efficientamento della raccolta di dati sul campo attraverso ispezioni visive supportate da dispositivi mobili (tablet, smartphone, smart watch) e dalla raccolta centralizzata (es.: *cloud-based*) di informazioni che possano poi essere facilmente reperibili in azienda al fine di supportare il controllo dell'avanzamento delle lavorazioni nel rispetto dei vincoli temporali, economici e qualitativi previsti.

Inoltre, adottando logiche di *lean construction*, attraverso l'uso di dispositivi mobili e di uso comune nel contesto privato, l'operatore può essere efficacemente incluso nello stesso ciclo virtuoso di ottimizzazione del processo produttivo avendo la possibilità di esprimere progetti di miglioramento. L'uso di dispositivi mobili per i controlli in esecuzione dota il lavoratore di uno strumento, una *checklist*, predisposto in ufficio, standardizzato ed attraverso il quale poter partecipare attivamente all'avanzamento del cantiere ed al suo monitoraggio senza vivere la raccolta dati come un momento di mera burocrazia e formalizzazione.

La possibilità di raccogliere valori booleani in merito alla conformità delle lavorazioni rispetto a predisposti criteri di qualità compilare campi testo ed aggiungere documenti ed immagini scattate *on site* arricchisce il *cloud* di commessa in modo interattivo ed aggiorna la documentazione di progetto con informazioni originate direttamente in cantiere e sulle quali operare **attività di analisi e business intelligence** al fine di produrre *lesson learned* ed ottimizzazioni per fasi successive della stessa commessa o per future commesse.

## OBIETTIVI

In questo contesto, il progetto vuole focalizzarsi sulla digitalizzazione, tramite dispositivi indossabili, del processo di monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore e dell'ambiente di lavoro in cantiere. A tal fine, il progetto prevede due principali output:

1. Studio di fattibilità per l'implementazione di un dispositivo indossabile sensorizzato, che rilevi alcuni parametri individuali ed ambientali raccolti durante le attività del lavoratore e che si interconnetta con le principali figure responsabili della salute e sicurezza del lavoratore previste dalla normativa vigente (D. Lgs. 81/08)
2. Sviluppo di un set di indicatori che permetta di monitorare i dati rilevati dai sensori sia in termini di (a) salute e sicurezza del lavoratore che di (b) gestione del cantiere e (c) implementazione della fase costruttiva

## STATO DELL'ARTE

Il settore delle costruzioni è - per molteplici ragioni - da molti anni ai primi posti per infortuni e malattie professionali denunciati ed indennizzati, sia mortali che con inabilità temporanee o permanenti. Le attività lavorative del cantiere edile, in generale, possono comportare vari rischi lavorativi di tipo fisico, chimico, ergonomico, biologico, da organizzazione del lavoro, infortunistico ed è altresì noto che il fenomeno degli infortuni e delle malattie lavoro-correlate nell'edilizia è sottostimato e sottovalutato. Da tempo, la Medicina del Lavoro nazionale ed internazionale dedica attenzione a questo tema, anche se è noto il fenomeno della scarsa qualità ed accesso limitato a servizi di sorveglianza sanitaria efficaci.

Pertanto, è necessario incoraggiare e sostenere le imprese edili, non solo nell'applicazione delle normative vigenti in tema di salute e sicurezza sul lavoro, ma anche nella ricerca di nuove strategie per migliorare e promuovere la salute e la sicurezza all'interno dei cantieri e per effettuare interventi di prevenzione il possibile primaria.

Le principali criticità a riguardo consistono nella complessità, sia del processo di misurazione dell'esposizione ai fattori di rischio cui è esposto ogni singolo lavoratore, sia del processo di valutazione del rischio mansione- specifico. Ciò è da attribuirsi primariamente alle diverse tipologie di lavoro e di tecniche costruttive, alla presenza di numerose piccole e piccolissime imprese, con organizzazione del lavoro complessa (ad es. appartenenza delle maestranze a imprese diverse, utilizzo promiscuo degli strumenti, degli impianti e delle opere provvisorie, presenza di lavoratori autonomi, lavoro irregolare, elevata mobilità, bassa professionalità della manodopera); inoltre, l'esposizione ai vari fattori di rischio è generalmente incostante per intensità, durata e frequenza, anche in relazione alla variabilità delle condizioni organizzative ed ambientali.

## SALUTE DEI LAVORATORI

Gli approcci tradizionali per raccogliere, misurare, monitorare, archiviare e gestire i vari indicatori di salute e sicurezza per il lavoratore e per l'ambiente di lavoro, anche e soprattutto nel settore delle costruzioni edili, comportano in larga misura attività manuali, tipo carta e penna, con ridotta frequenza rispetto alle reali necessità anche previste dalle normative, spesso basati su interpretazioni soggettive o estrapolazioni di dati, con molto limitato uso di strumenti informatici. Assai spesso inoltre si interviene a posteriori, quando l'infortunio o la malattia lavoro-correlate sono già avvenuti, di fatto facendo fallire il sistema della prevenzione. Un sistema di questo genere è facilmente generatore di errori, di valutazioni del rischio carenti, di sorveglianza sanitaria inappropriata, di informazione, formazione e addestramento non adeguati, di mancanza di follow up, di analisi solo descrittive e a posteriori, e comunque di livelli di prevenzione primaria, secondaria e terziaria non rispondenti alle norme ed alle linee guida tecnico-scientifiche, con ricadute in termini di responsabilità dei vari attori della prevenzione, così come identificati dal D.Lgs 81/08.

Per cercare di intervenire su tali problematiche e limitazioni al fine unico di promuovere la salute e sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente di lavoro nei cantieri, si potrebbero oggi utilizzare tecnologie innovative orientate alla raccolta ed al monitoraggio in tempo reale di alcuni parametri fisiologici dei lavoratori tramite i dispositivi cosiddetti indossabili. Infatti, l'indossabilità del dispositivo e il monitoraggio automatico da loro consentito in tempo reale potrebbe permettere di superare alcune delle criticità sopra riportate.

I dispositivi indossabili ad oggi disponibili sono basati su differenti sistemi (radio-frequenze, campi magnetici, radar, bande ultra-larghe, ultrasuoni, sonar, Bluetooth, Global Positioning System, laser, video e fotogrammi, elettrocardiogramma ed elettromiografia) e sensori corporei (risposta galvanica della pelle, accelerometri, giroscopi e magnetometri) per la generazione dei dati. Tra i parametri fisiologici monitorabili vi sono il ritmo cardiaco, la frequenza cardiaca, la frequenza respiratoria, la pressione arteriosa, l'ossigeno e il glucosio nel sangue, la temperatura corporea, il livello di stress, la qualità del sonno, il livello di attività, le calorie bruciate, le scale salite/scese, la velocità e la postura del corpo e altri ancora. I parametri quali-quantitativi dell'aria, la pressione barometrica, le perdite di gas, l'umidità, la temperatura, l'illuminazione, altri fattori di rischio fisico sono solo alcuni dei parametri ambientali monitorabili. Mentre il rilevamento di prossimità e la geolocalizzazione, tramite dispositivi di protezione individuale o altri dispositivi controllabili da remoto, sono due esempi di implementazione della sicurezza dell'ambiente di lavoro. La protezione dei dati sensibili viene garantita da sistemi assai adeguati quali la crittografia e, comunque, raccolta, archivio, utilizzo e gestione di tutti i dati sanitari - in particolare quelli raccolti nell'ambito della sorveglianza sanitaria conseguente alla valutazione di rischi ex D.Lgs 81/08 - sono soggetti a rigorose norme di controllo della riservatezza e della privacy con specifici livelli di responsabilità e di sanzioni.

L'acquisizione in tempo reale e se necessario in continuo di dati ed indicatori e l'invio dei dati pertinenti o al responsabile del servizio di prevenzione e protezione, o al medico competente o ad ambedue, faciliterebbe la valutazione del rischio, la sorveglianza sanitaria, la formulazione di giudizi di idoneità, l'informazione, formazione ed addestramento, la promozione della salute, la scelta di dispositivi di protezione individuale e collettiva, e, in generale, la scelta e programmazione di interventi preventivi alla sicurezza e alla salute dei lavoratori e del luogo di lavoro.

## SICUREZZA DEI LAVORATORI

In un cantiere edile molto spesso gli incidenti si verificano per la presenza dell'operatore in zone in cui già operano altri macchinari o attrezzature, o in zone a rischio di caduta o interdette, o ancora per la mancanza di dispositivi di protezione sull'operatore o sui macchinari utilizzati.

Si potrebbe quindi provvedere ad una sensorizzazione dei macchinari e delle attrezzature di cantiere che possano tenere sotto controllo il macchinario stesso e fermarlo o rallentarlo in caso di pericolo. Tali sensori potrebbero essere montati a bordo di macchine da cantiere quali dozer, escavatori, terne, gru, apparati di sollevamento.

Gli stessi dovranno essere in grado di connettersi con lo stesso sistema di rilevamento dati dei sensori dei lavoratori ed essere ad essi collegati. Dovranno riuscire a rilevare la presenza o meno dei dispositivi di protezione individuali o collettivi anche a bordo di attrezzature da lavoro.

Dovranno saper individuare chi stia salendo a bordo della macchina e se sia stato abilitato al suo uso, ovvero se in possesso dei corsi di formazione validi per poter utilizzare la macchina.

In caso contrario il sensore impedirà l'avviamento della macchina stessa.

La stessa cosa potrà succedere in caso di rischio derivante dall'avvicinarsi a zone interdette o di pericolo.

Mentre, nel caso in cui una macchina durante il suo movimento si avvicini ad un operatore che non si è accorto della sua presenza, o non è stato visto dal guidatore, il sensore da polso dell'addetto comunica con il sensore a bordo macchina e se la distanza tra i due diminuisce pericolosamente il sensore a bordo macchina provvede ad una frenata di emergenza e a spegnere la macchina stessa. Questi sono ovviamente alcuni esempi di quali potrebbero essere le applicazioni possibili, ma altre possono essere pensate e realizzate nella sperimentazione.

I due sistemi di salute e sicurezza saranno integrati in un unico dispositivo che potrà svolgere insieme la duplice funzione.

L'integrazione dovrà avvenire cercando di non apportare disturbo agli operatori durante le lavorazioni ma facendo diventare il sistema un aiuto al lavoro quotidiano dotandolo anche di un sistema di avviso di emergenza per il singolo operatore.

Vari tipi di dispositivi indossabili sono stati applicati in ambito sanitario, manifatturiero, minerario e sportivo; alcuni di questi hanno mostrato importanti benefici in termini di salute e sicurezza sul lavoro. Nel settore delle costruzioni il loro utilizzo è ancora in una fase iniziale "quasi sperimentale". Una recente revisione di letteratura (Awolusi I. et al., 2018) ha inoltre messo in evidenza la possibilità di utilizzare in edilizia i dispositivi indossabili. Vi è quindi necessità di applicare tali tecnologie nel settore dell'edilizia ed è tempo che le parti interessate si impegnino convinte nello sviluppo di queste tecnologie emergenti in tema di salute e sicurezza sul lavoro.

## SPERIMENTAZIONE

Quando sarà raggiunto un sufficiente grado di avanzamento dello sviluppo delle tecnologie, e alla fine del lavoro di messa a punto dei sistemi, si prevede una fase di sperimentazione sul campo con il coinvolgimento diretto di 2 imprese edili che, sotto la guida e il controllo di ESEB e delle Università, andranno ad applicare i dispositivi e le tecnologie sviluppate sui loro cantieri.

A seguito della sperimentazione si valuteranno i risultati reali ottenibili, l'affidabilità delle informazioni, il loro utilizzo, anche attraverso piattaforme commerciali di contabilità industriale, e la loro reale efficacia in un sistema di salute e sicurezza globale sul sito produttivo.

### ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE

Risultati preliminari e ulteriori progressi nell'attività di ricerca saranno diffusi tramite partecipazione a convegni nazionali ed internazionali oltre che tramite la pubblicazione su riviste scientifiche afferenti agli ambiti di ricerca concomitanti. I risultati della ricerca saranno discussi anche in occasioni di *networking* con potenziali stakeholder sia in ambito accademico che industriale (ad esempio tramite *workshop*, *focus group*, lezioni aperte ed attività di formazione continua), oltre che promulgati tramite attività di *e-publishing*.

### METODOLOGIA

Si ipotizzano i seguenti *work package* (Figura 2):

**WP1** Formulazione della domanda di ricerca: analisi del contesto di ricerca, individuazione del problema e delle esigenze da soddisfare

**WP2** Analisi del contesto attuale: individuazione e rappresentazione di processi coinvolti/flussi informativi/stakeholder/procedure attualmente in uso

**WP3** Ricerca e sviluppo di un set di indicatori che permetta di monitorare i dati rilevati dal dispositivo indossabile sia in termini di (a) salute e sicurezza del lavoratore e dell'ambiente di lavoro che di (b) produttività del cantiere e (c) sostenibilità della gestione della fase costruttiva

**WP4** Identificazione di potenziali vincoli normativi, temporali, economici, organizzativi, informatici e tecnico-scientifici.

**WP5** Sperimentazione sul campo come ulteriore fonte di raccolta dati

**WP6** Proposta di massima per l'implementazione di dispositivi indossabili per il monitoraggio continuo della salute e della sicurezza del lavoratore e del cantiere

**WP7** Comunicazione e condivisione con gli stakeholder



Figura 2. Gantt di progetto

## SUPERVISIONE E COLLABORAZIONI

Prof. Angelo L.C. Ciribini, Ing. Silvia Mastrolemba Ventura

*Ph.D. – Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e Matematica - Università degli Studi di Brescia*

Prof. Stefano Porru, Dott. Stefano Biancini

*Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica – Sezione di Medicina del lavoro – Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università degli Studi di Verona*

Ing. Antonio Crescini

*ESEB – Ente Sistema Edilizia Brescia*

Ing. Angelo Deldossi

*Deldossi srl*

Prof.ssa Alessandra Flammini, Prof. Stefano Rinaldi

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università degli Studi di Brescia*

## BIBLIOGRAFIA

Khakurel, Jayden, Helinä Melkas, and Jari Porras. "Tapping into the wearable device revolution in the work environment: a systematic review." *Information Technology & People* 31.3 (2018): 791-818.

Awolusi, Ibukun, Eric Marks, and Matthew Hallowell. "Wearable technology for personalized construction safety monitoring and trending: Review of applicable devices." *Automation in construction* 85 (2018): 96-106.

Mosconi, G., et al. *Linee Guida per la valutazione del rischio e la sorveglianza sanitaria in edilizia*. Vol. 1. PIME, 2008.

Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza del lavoratore. Studio di fattibilità.

#### SPESE PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Voci di spesa	Importo
Coordinamento del progetto	€ 10.000,00
Costi di ricerca contrattuale per le attività di ricerca e sviluppo affidate a Università degli Studi di Brescia	€ 35.000,00
Costi di ricerca contrattuale per le attività di ricerca e sviluppo affidate a Università degli Studi di Verona	€ 35.000,00
Spese di materiali, forniture e altri prodotti per la realizzazione fisica di prototipi e prodotti analoghi direttamente imputabili al progetto.	€ 10.000,00
Spese generali derivanti direttamente dal progetto	€ 10.000,00
<b>COSTO TOTALE DEL PROGETTO</b>	<b>€ 100.000,00</b>