Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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.

Pagina 1





















– 36 –

Bollettino Ufficiale

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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 e 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 raccoglierli 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

predispositi 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 successiva della

stessa commessa o per future commesse.

Pagina 2















*Bollettino Ufficiale*

– 37 –

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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 provvisionali, 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.

Pagina 3















– 38 –

Bollettino Ufficiale

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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.















Pagina 4

*Bollettino Ufficiale*

– 39 –

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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 macchia 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.















Pagina 5

– 40 –

Bollettino Ufficiale

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

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

attivita 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

**Progetto di ricerca – 12 mesi**

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

**WP1**

**WP2**

**WP3**

**WP4**

**WP5**

**WP6**

**WP7**

*Figura 2. Gantt di progetto*

Pagina 6

















Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

SUPERVISIONE E COLLABORAZIONI

Prof. Angelo L.C. Ciribini, Ing. Silvia Mastrolembo 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 Sanita 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.

Serie Ordinaria n. 32 - Giovedì 08 agosto 2019

**Allegato A**

Strumenti e metodi digitali per innovare la gestione del

cantiere ed il monitoraggio della salute e della sicurezza

del lavoratore. Studio di fattibilità.

|  |  |
| --- | --- |
| Voci di spesa | Importo |
| Coordinamento del progetto | € 10.000,00 |
| Costi di ricerca contrattuale per le attività di ricerca esviluppo affidate a Università degli Studi di Brescia | € 35.000,00 |
| Costi di ricerca contrattuale per le attività di ricerca esviluppo affidate a Università degli Studi di Verona | € 35.000,00 |
| Spese di materiali, forniture e altri prodotti per larealizzazione fisica di prototipi e prodotti analoghidirettamente imputabili al progetto. | € 10.000,00 |
| Spese generali derivanti direttamente dal progetto | € 10.000,00 |
| COSTO TOTALE DEL PROGETTO | € 100.000,00 |

SPESE PER LA REALIZZAZZIONE DEL PROGETTO