

# **USO INTEGRATO DI SISTEMI DI VIDEO MONITORAGGIO E DI MISURA DELLE PRESTAZIONI PER MIGLIORARE IL LIVELLO DI SICUREZZA SUL LAVORO**

M. ALBERTI\*, E. BERTOLONI\*, P. COCCA\*, F. MARCIANO\*

## **1. Introduzione**

Il principio del miglioramento continuo applicato alla salute e sicurezza sul lavoro richiede che a valle del processo di valutazione dei rischi si identifichino e si attuino misure correttive e migliorative che possono essere di natura tecnica, organizzativa, informativa e formativa. Il progresso tecnologico rende ogni giorno disponibili innovazioni finalizzate al miglioramento e al supporto dell'attività umana in ogni ambito. Tuttavia sembra che le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie per migliorare le condizioni di salute e sicurezza sul lavoro siano state ancora poco esplorate e di conseguenza non adeguatamente o pienamente sfruttate. È quindi necessario uno studio approfondito delle possibilità e dei limiti di impiego di nuove tecnologie o di tecnologie esistenti ma non ancora utilizzate a fini di sicurezza con l'obiettivo di sostenere il processo di miglioramento continuo della salute e sicurezza sul lavoro.

Attualmente, una delle tecnologie spesso presenti nelle aziende è rappresentata dai sistemi di videosorveglianza. Se da un lato l'efficacia di tali sistemi ai fini della sicurezza antintrusione è ampiamente riconosciuta, le potenzialità di un loro utilizzo per scopi di sicurezza sul lavoro non risultano ancora indagate.

Alla luce di queste considerazioni, il gruppo di Impianti Industriali del Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale (Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia), in collaborazione con l'azienda Barattieri Trattamenti Termici S.r.l. e l'Associazione Italiana Formatori della Sicurezza sul Lavoro, ha sviluppato un progetto di ricerca applicata, finanziato dall'Azienda Sanitaria Locale di Brescia, con l'obiettivo di definire, sperimentare in un caso reale e valutare un sistema di video monitoraggio finalizzato al miglioramento delle condizioni di sicurezza all'interno di aziende produttive caratterizzate da livelli di rischio di incidente ed infortunio potenzialmente anche elevati.

\* Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Brescia.

Nello specifico il progetto si proponeva di:

- definire linee guida per la selezione, l'installazione e l'organizzazione di sistemi di videoripresa permanente degli ambienti di lavoro e degli impianti industriali;
- sviluppare un sistema di misura delle prestazioni per supportare l'analisi dei benefici ottenibili dall'utilizzo di un sistema di video monitoraggio a fini di sicurezza, in particolare in termini di riduzione di comportamenti non sicuri e condizioni a rischio all'interno dell'ambiente di lavoro e di incremento di comportamenti sicuri;
- definire criteri per ottimizzare le modalità di visione delle videoriprese al fine di facilitare l'analisi sia di infortuni, incidenti e quasi incidenti, che di comportamenti non sicuri, e di adottare misure correttive o migliorative;
- valutare le potenzialità e l'utilità di un sistema di video monitoraggio per finalità di sicurezza all'interno dell'azienda partner di progetto, sulla base della sperimentazione effettuata e limitatamente ad un periodo definibile come breve.

## 2. Aspetti legislativi

La presenza di videocamere all'interno dei luoghi di lavoro potrebbe generare diffidenza oltre che preoccupazione in rapporto all'utilizzo che può essere fatto delle informazioni acquisite. Ciò rende quindi indispensabile l'adozione di tutte le possibili precauzioni atte da un lato a limitare gli usi impropri di tali informazioni e dall'altro ad offrire ai lavoratori adeguata garanzia della tutela della loro privacy, anche al fine di evitare resistenze ed ottenerne il consenso. Di conseguenza è risultato necessario condurre un'attenta analisi dei vincoli legislativi vigenti in materia.

La videosorveglianza, ovvero il controllo ambientale effettuato mediante apparecchi audiovisivi che rilevano in modo continuativo immagini, relative a persone, rappresenta un'attività identificabile come trattamento di dati personali ed in quanto tale è soggetta alle disposizioni contenute nel Codice in materia di protezione dei dati personali (D.Lgs. 196/2003).

Sulla materia si è pronunciato il Garante per la protezione dei dati personali, il quale, con i provvedimenti a carattere generale del 29 aprile 2004 e dell'8 aprile 2010, ha fornito precise prescrizioni, rendendo effettivo il rispetto dei diritti e delle libertà fondamentali dei cittadini e della dignità delle persone, con particolare riferimento alla riservatezza, all'identità ed alla protezione dei dati personali. In questi provvedimenti il Garante ha peraltro puntualizzato che la videosorveglianza deve avvenire nel rispetto, oltre che della disciplina in materia di protezione dei dati, di quanto prescritto da altre disposizioni di legge, rivolgendo un richiamo alle norme riguardanti la tutela dei lavoratori, con particolare riferimento alla Legge n. 300/1970 (Statuto dei lavoratori).

In base all'art. 4 della Legge n. 300/1970 e all'art. 114 del D.Lgs. 196/2003, è vietata ogni installazione di sistemi audiovisivi e di apparecchiature aventi come finalità il controllo a distanza dell'attività dei lavoratori. Diversamente, gli impianti ed i sistemi di controllo richiesti da esigenze organizzative e produttive ovvero dalla sicurezza del lavoro, ma dai quali derivi anche la possibilità di controllo a distanza dell'attività dei lavoratori, possono essere installati soltanto previo accordo con le rappresentanze sindacali aziendali ed in seguito alla verifica preliminare del Garante.

La legislazione richiede l'esposizione di specifica cartellonistica che segnali la presenza di videocamere e vieta la modifica in qualsiasi momento ed a totale discrezionalità del loro posizionamento. Inoltre, sussiste l'obbligo di designare per iscritto tutte le persone fisiche autorizzate ad utilizzare gli impianti e a visionare le registrazioni che, di norma, possono essere conservate per un periodo massimo pari a 24 ore.

### **3. Progetto di ricerca: premesse ed organizzazione**

Il progetto di ricerca ha preso avvio a valle della stipula di un accordo tra la parte datoriale e le Rappresentanze Sindacali Unitarie all'interno dell'azienda oggetto della sperimentazione. Tale accordo aveva per oggetto il coinvolgimento dei lavoratori su un progetto sperimentale mirato al miglioramento della sicurezza anche attraverso l'utilizzo di tecnologie innovative al fine di incentivare un'azione costante di prevenzione. In seguito è stato siglato un protocollo da parte di tutti i partner del progetto e dall'Azienda Sanitaria Locale di Brescia, contenente programmi e procedure per attuare il progetto.

Al fine di valutare periodicamente l'andamento del progetto è stato costituito un Comitato di Indirizzo, formato da rappresentanti di:

- Azienda Sanitaria Locale di Brescia;
- Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università degli Studi di Brescia;
- Parte datoriale dell'azienda Barattieri Trattamenti Termici S.r.l.;
- Rappresentanza sindacale dell'azienda Barattieri Trattamenti Termici S.r.l.;
- Associazione Italiana Formatori della Sicurezza sul Lavoro.

Al gruppo di lavoro che ha operativamente sviluppato le attività hanno preso parte principalmente gli autori e figure professionali dell'azienda, quali il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) ed il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS).

Per quanto riguarda l'obbligo di rispettare i vincoli legislativi vigenti in materia di protezione dei dati personali, il sistema di video monitoraggio implementato è stato impiegato attenendosi alle disposizioni di legge riportate nel Codice di deontologia e buona condotta per i trattamenti di dati personali per scopi statistici e scientifici

del 16 giugno 2004. Tale codice si applica all'insieme dei trattamenti effettuati per scopi di studio ed indagine sistematica finalizzata allo sviluppo delle conoscenze scientifiche in uno specifico settore, di cui sono titolari università, altri enti o istituti di ricerca e società scientifiche, nonché ricercatori che operano per essi.

I dati personali trattati per scopi statistici e scientifici possono essere conservati anche oltre il periodo necessario per il raggiungimento degli scopi per i quali sono stati raccolti e successivamente trattati. La particolare finalità del trattamento ha consentito quindi la conservazione dei dati per un periodo superiore alle 24 ore così da favorire il processo di analisi in indagini continue e longitudinali quali quelle richieste dal progetto di ricerca.

#### 4. Progetto di ricerca: schema logico complessivo e concezione del modello

Per sviluppare il progetto, e perseguirne così gli obiettivi, il gruppo di ricerca ha definito uno schema logico complessivo, la cui struttura è mostrata in Figura 1, articolato in 3 fasi: concezione del modello, sperimentazione del modello, revisione del modello.

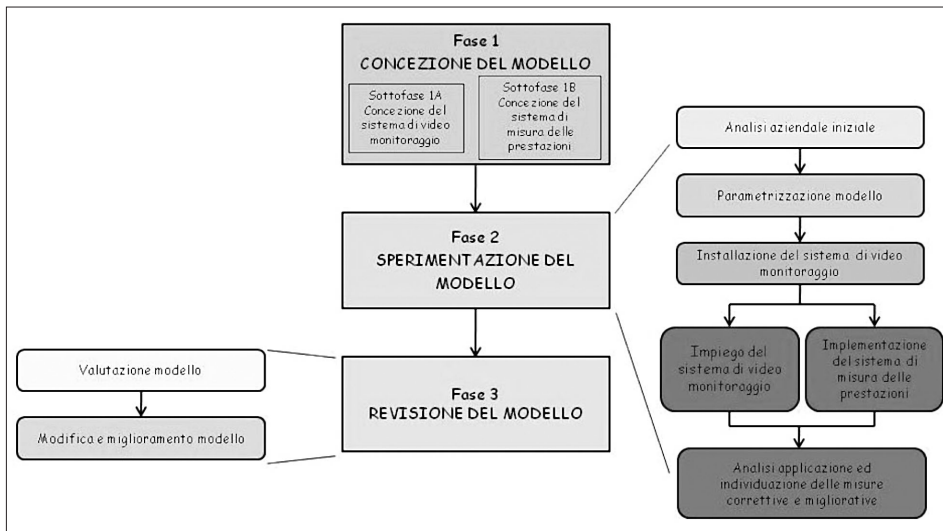


Fig. 1: Schema logico complessivo.

L'obiettivo della sottofase 1A del progetto di ricerca è stato la definizione di linee guida per la concezione di un sistema di video monitoraggio finalizzato al

miglioramento della sicurezza del lavoro e degli impianti di produzione. In funzione delle caratteristiche dell'azienda di riferimento sono state definite una serie di requisiti tecnici e funzionali che il sistema deve possedere e le procedure per un corretto utilizzo dello stesso.

In questa sottofase sono stati identificati e descritti, basandosi principalmente sulla norma tecnica CEI EN 50132-7, i requisiti che un sistema di video monitoraggio deve rispettare, sia in termini di componenti tecnici e soluzioni tecnologiche, che in termini di proprietà di cui deve esser dotato e funzioni che deve essere in grado di svolgere. Ad esempio, si sono descritte le parti hardware che compongono il sistema, dalle videocamere ai dispositivi di memorizzazione e visualizzazione, e quelle software, da protocolli di trasmissione dei dati alle modalità di condivisione e visione dei filmati, nonché le funzionalità necessarie o desiderate, che consentono la visualizzazione e l'archiviazione di filmati di adeguata qualità e quantità. In secondo luogo, sono state individuate e descritte le procedure da seguire durante l'installazione e l'implementazione del sistema di video monitoraggio e durante l'utilizzo del sistema stesso. Sia per l'installazione che per l'utilizzo sono state, ad esempio, definite le attività, identificati i ruoli ed assegnate le responsabilità, stabiliti tempi e modalità di esecuzione delle attività stesse. Inoltre, si è valutata la necessità di interazione e comunicazione fra le diverse persone coinvolte nell'implementazione e nell'utilizzo del sistema, al fine di facilitarne la trasmissione e la condivisione delle informazioni. Lo scopo della definizione di procedure ed istruzioni operative è ottimizzare l'utilizzo del sistema di video monitoraggio, organizzando le risorse hardware, software ed umane per il raggiungimento di un adeguato livello di sicurezza.

In parallelo alla sottofase 1A si è avviata la sottofase 1B (concezione del sistema di misura), ossia l'identificazione di una struttura costituita da opportuni indicatori (sia di tipo reattivo che proattivo) finalizzata ad un'efficace ed efficiente valutazione delle performance dell'azienda relativamente al livello di salute e sicurezza sul lavoro.

Il principale obiettivo della sottofase 1B è stato concepire un sistema di misura in grado di supportare l'analisi dei benefici ottenibili dall'utilizzo di un sistema di video monitoraggio per fini di sicurezza, in particolare in termini di riduzione dei comportamenti non sicuri e delle condizioni a rischio all'interno dell'ambiente di lavoro.

Gli indicatori per la misura delle performance di sicurezza possono essere utilizzati per finalità differenti:

- monitorare il livello di sicurezza di un sistema del lavoro (sia che si tratti di un singolo reparto o dell'intera azienda);
- decidere su cosa e come agire se la risposta al punto precedente ha evidenziato la necessità di individuare ed attuare azioni correttive;
- motivare alla definizione ed alla realizzazione di azioni correttive e migliorative chi ne ha il potere e la responsabilità.

L'incremento del livello di sicurezza sul lavoro è l'obiettivo fondamentale della B-

BS (Behavior-Based Safety), protocollo per la misura e la modifica dei comportamenti sicuri. Data la coerenza degli obiettivi del sistema di misura da sviluppare con i principi alla base della B-BS, alcune metodologie proposte e validate da questo protocollo per l'osservazione dei comportamenti sicuri in azienda sono state prese a modello come base scientifica per lo sviluppo del sistema di misura.

Il sistema sviluppato si compone di due sezioni, una dedicata agli indicatori di tipo reattivo (frequenza incidenti, costi sostenuti per danni conseguenti ad eventi incidentali, tempo medio durata infortuni, ecc.), che possono essere quantificati anche senza l'utilizzo del sistema di video monitoraggio, ed una dedicata agli indicatori di tipo proattivo che possono sfruttare l'analisi delle videoriprese per essere quantificati. Per ottimizzare il processo di raccolta delle informazioni durante l'analisi delle videoriprese è stato predisposto un modello di checklist di supporto, rappresentato in Figura 2 e sviluppato sulla base dei modelli per l'osservazione dei comportamenti disponibili in letteratura. La griglia è suddivisa in quattro aree che identificano altrettante categorie di aspetti potenzialmente critici per la sicurezza:

- ambiente di lavoro e materiali;
- mezzi di movimentazione, utensili e attrezzature;
- posture, movimenti e gesti;
- dispositivi di protezione individuale.

CHECKLIST PER OSSERVAZIONI DI SICUREZZA					
Osservatore:		Data registrazione:		Ora registrazione:	
Risultato osservazione:			Report osservazione:		
<p>BREVETTATO PER IL SUO USO OPERATIVO. REGISTRARE UNO O PIU' INDICAZIONI PER LE QUALI IL COMPORTAMENTO PUO' BE' EFFETTUO IN SICUREZZA. PER LE QUALI IL COMPORTAMENTO PUO' BE' EFFETTUO IN SICUREZZA E' CONSIDERATO E' CONSIDERATO E' CONSIDERATO. PER LE QUALI IL COMPORTAMENTO PUO' BE' EFFETTUO IN SICUREZZA E' CONSIDERATO E' CONSIDERATO. PER LE QUALI IL COMPORTAMENTO PUO' BE' EFFETTUO IN SICUREZZA E' CONSIDERATO E' CONSIDERATO.</p>					
<p><b>1. Stato di salute</b> L'assenza di segni manifestamente</p>					
<p><b>2. Ambiente di lavoro</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>3. Mezzi di trasporto</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>4. Ambienti di lavoro e materiali</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>5. Dispositivi di protezione individuale</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>6. Posture, movimenti e gesti</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>7. Strumenti, utensili e attrezzature</b> L'assenza di segni manifestamente</p>
<p><b>8. Mezzi di trasporto</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>9. Ambienti di lavoro e materiali</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>10. Dispositivi di protezione individuale</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>11. Posture, movimenti e gesti</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>12. Strumenti, utensili e attrezzature</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>13. Dispositivi di protezione individuale</b> L'assenza di segni manifestamente</p>
<p><b>14. Mezzi di trasporto</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>15. Ambienti di lavoro e materiali</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>16. Dispositivi di protezione individuale</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>17. Posture, movimenti e gesti</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>18. Strumenti, utensili e attrezzature</b> L'assenza di segni manifestamente</p>	<p><b>19. Dispositivi di protezione individuale</b> L'assenza di segni manifestamente</p>

Fig. 2: Checklist a supporto dell'analisi delle videoriprese.

L'analista, durante la visione delle videoriprese, registra nella checklist comportamenti sicuri, non sicuri e condizioni a rischio individuati.

Grazie alle informazioni provenienti dall'osservazione delle videoriprese ed ai dati relativi agli accadimenti pericolosi (eventuali infortuni o quasi-infortuni), è possibile, ad intervalli stabiliti, riassumere tutti gli indicatori significativi per monitorare l'andamento del livello di sicurezza in azienda e conseguentemente intraprendere mirate azioni correttive e migliorative attraverso un continuo processo di feedback.

## 5. Progetto di ricerca: sviluppo e risultati

### *Analisi iniziale, parametrizzazione ed installazione*

Terminata la fase di concezione del modello è stata avviata la fase di sperimentazione. L'azienda partner di progetto ed oggetto di tale sperimentazione svolge attività di trattamento termico superficiale e granigliatura su componenti metallici anche di notevoli dimensioni. Le specifiche tipologie di attività svolte potrebbero generare un livello di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori anche elevato.

La fase di sperimentazione del progetto ha avuto inizio con l'analisi approfondita dell'azienda al fine di costruire una mappa dei processi fondamentali, degli impianti e delle mansioni svolte dagli operatori. Tali informazioni hanno permesso di individuare le aree dove è presente un significativo livello di rischio, così da sottoporle a video monitoraggio.

Inizialmente è risultato necessario reperire le informazioni di carattere generale: planimetrie di stabilimento, informazioni relative ai processi industriali, alle tipologie di pezzi trattati, agli orari e turni di lavoro, alle figure professionali coinvolte, ecc. Successivamente, si sono individuati ed analizzati i rischi per la salute e la sicurezza a cui sono esposti i lavoratori all'interno dell'azienda. Il principale strumento di supporto in questa attività è stato il Documento di Valutazione dei Rischi aziendale (DVR).

L'analisi della realtà aziendale è stata agevolata anche da sopralluoghi, incontri e collaborazioni con il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione (RSPP) ed il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS), nonché da interviste e questionari rivolti al datore di lavoro, a preposti ed a lavoratori, in grado di fornire informazioni indispensabili per una conoscenza approfondita dell'azienda, dei rischi presenti e del vissuto lavorativo. A tal proposito è stato impiegato uno strumento di supporto all'analisi della "propensione alla sicurezza" precedentemente sviluppato dagli autori ed opportunamente modificato. Sulla base delle informazioni e dei dati raccolti durante l'analisi aziendale iniziale si sono individuate e quantificate le grandezze di interesse per caratterizzare



ed inizializzare i sistemi si misura e video monitoraggio. Si è proceduto quindi all'individuazione degli impianti, reparti produttivi, attività e situazioni maggiormente critiche, al fine di selezionare le aree da video monitorare.

L'intero sistema di videosorveglianza è stato sostanzialmente progettato in questa sottofase, partendo dai requisiti tecnici e funzionali e dalle procedure di implementazione ed utilizzo definite nella fase 1. La parametrizzazione del modello ha riguardato anche il sistema di misura mediante, tra l'altro, la scelta degli indicatori più opportuni per un'efficace ed efficiente valutazione della performance aziendale relativamente alla salute e sicurezza sul lavoro. Le principali attività svolte durante questa sottofase sono state:

- scelta delle tecnologie di acquisizione, comunicazione, archiviazione e visualizzazione;
- determinazione della tipologia, del numero e del posizionamento delle videocamere;
- definizione delle modalità, dei tempi e della frequenza di acquisizione, memorizzazione e visione;
- selezione di un insieme di indicatori per la misura delle prestazioni;
- customizzazione delle schede di rilevazione (checklist di supporto);
- definizione di procedure per l'utilizzo del sistema di video monitoraggio e per la quantificazione degli indicatori;
- individuazione di responsabili all'attivazione delle procedure e di addetti alla loro attuazione.

Sulla base delle informazioni ricavate dall'analisi aziendale iniziale sono state individuate 16 aree, sia interne che esterne, da monitorare attraverso una videocamera. Relativamente alla tecnologia di comunicazione, si è scelto di utilizzare una rete in fibra ottica principalmente per 3 motivi: immunità da interferenze elettromagnetiche, bassa attenuazione, possibilità di applicazione in ambienti ostili. Infatti in molti impianti dell'azienda, e in molte canalizzazioni che portano agli stessi, sono presenti tensioni elettriche particolarmente elevate (fino a 15 kV) che potrebbero causare disturbi di natura elettromagnetica; l'utilizzo della fibra ottica rende la comunicazione immune da questi disturbi. Alcune interconnessioni tra le videocamere e la postazione di monitoraggio presentano una lunghezza superiore ai 500 metri; la bassa attenuazione garantita dalla fibra ottica rende possibile la trasmissione dati senza ripetitori con una perdita di segnale del tutto trascurabile. Inoltre, la resistenza della fibra ottica alla corrosione ed a condizioni climatiche avverse rende possibile la sua applicazione in ambienti ostili, quali i reparti produttivi di un'azienda che effettua trattamenti termici.

Lo step successivo ha comportato la scelta della tipologia di videocamere. Si sono prese in considerazione solo videocamere di rete, basate su protocollo TCP/IP, a colori e capaci di garantire una qualità video adeguata anche in condi-



zioni di scarsa illuminazione. Al fine di ottimizzare il trade off tra risoluzione e contenuto utilizzo della banda, la scelta è ricaduta su videocamere da 1,3 megapixel, dotate di ottica varifocale e di custodia impermeabile con grado di protezione IP65, a causa dell'ambiente di lavoro caratterizzato da notevoli sbalzi termici, potenzialmente polveroso e soggetto a vapori e fumi.

La gestione e la registrazione dei flussi audio e video è stata affidata ad una piattaforma DVR a 16 canali, dotata di 3 hard disk da, rispettivamente, 1 TB, 500 GB e 320 GB. La postazione di monitoraggio presente all'interno dell'azienda è dotata di un monitor widescreen LCD da 19". Al fine di garantire l'accesso da remoto alle videoriprese ai soli incaricati del trattamento designati e quindi nella piena tutela della privacy dei lavoratori, il sistema di videosorveglianza è stato dotato di firewall hardware con gestione delle politiche di accesso. In Figura 3 vengono schematicamente rappresentate le interconnessioni dell'impianto di video monitoraggio.

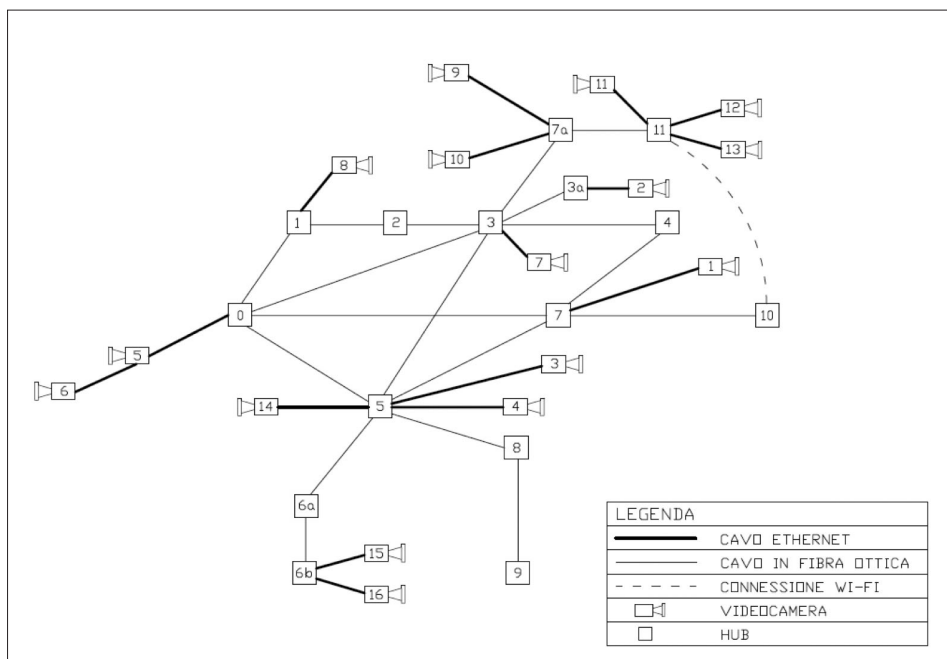


Fig. 3: Schema impianto di video monitoraggio.

Terminata l'installazione del sistema di video monitoraggio, si è testato il corretto posizionamento delle videocamere con lo scopo di verificare che all'interno

dell'effettivo campo di visione di ognuna venissero visualizzate con adeguato livello di dettaglio le aree da video monitorare definite durante la parametrizzazione del modello. Grazie all'attività di testing è stato così possibile ricollocare correttamente le videocamere che non garantivano il campo di visione desiderato o regolarne la posizione, tenendo anche conto di ostacoli e vincoli. Ultimato il collaudo del sistema di video monitoraggio sono state parallelamente avviate le sottofasi di impiego del sistema di video monitoraggio ed implementazione del sistema di misura delle prestazioni.

### *Visualizzazione e analisi delle videoriprese*

Le prime attività della sottofase di impiego del sistema di video monitoraggio sono state dedicate al testing ed al confronto tra diverse modalità di analisi e tipologie di pianificazione delle osservazioni che si sono differenziate per 4 aspetti:

- durata della singola osservazione (10 minuti - 20 minuti);
- frequenza di campionamento (frequenza di riferimento pari ad un'osservazione per videocamera ogni 2 giorni - un mezzo della frequenza di riferimento - un quarto della frequenza di riferimento);
- modalità di campionamento (casuale - mirata);
- modalità di visualizzazione dei filmati (1 o 4 videocamere contemporaneamente visionate a monitor).

Le prove effettuate hanno portato a scegliere 10 minuti come durata di riferimento delle osservazioni per ogni singola videocamera (corrispondente ad una sessione di osservazione), in quanto una durata maggiore non si traduceva in un contenuto informativo addizionale significativo. Inoltre si è rilevato che tempi di osservazione superiori ai 10 minuti causano nell'osservatore un graduale calo di attenzione e concentrazione. Di conseguenza, per massimizzare la quantità di dati ottenibili da una sperimentazione su un arco temporale limitato, si è deciso di adottare una frequenza di campionamento elevata, pari ad un'osservazione per videocamera ogni 2 giorni. Tuttavia dai test effettuati si è evinto che anche frequenze di campionamento più basse riescono a fotografare in maniera adeguata l'andamento percentuale dei comportamenti sicuri ed a rischio, pur mostrando percentuali di comportamenti a rischio rilevati più elevate.

Dal punto di vista della collocazione temporale delle osservazioni, in fase di sperimentazione è stata adottata la modalità casuale per garantire che i campioni selezionati fossero rappresentativi dell'intera popolazione di riferimento. Un'analisi della modalità di campionamento mirata ha però evidenziato che la scelta di collocare le osservazioni in corrispondenza di periodi caratterizzati da intensa attività lavorativa permette di rilevare nel complesso un numero maggiore di condizioni e

comportamenti. Si è osservato inoltre che a fronte di un maggior ritmo produttivo si verifica un aumento della percentuale di comportamenti a rischio.

La sperimentazione è stata condotta visualizzando a monitor i flussi video provenienti da una sola videocamera alla volta. Alcune prove sono state effettuate visualizzando 4 videocamere in contemporanea, ma questa configurazione, pur permettendo una riduzione del tempo totale necessario alla visualizzazione di un insieme di videocamere, comportava un notevole aumento del carico cognitivo richiesto all'osservatore ed una significativa perdita di dati.

Le sottofasi di impiego del sistema di video monitoraggio ed implementazione del sistema di misura delle prestazioni si sono protratte per un periodo pari a 6 mesi. Ogni giorno sono state visionate ed analizzate, in real-time o a posteriori mediante la visione di filmati archiviati, videoriprese relative ad un gruppo di 8 videocamere. Il tempo di visualizzazione di ogni videocamera è stato pari a 10 minuti, per un totale giornaliero pari a 80 minuti. Al fine di offrire agli operatori adeguata garanzia della tutela della loro privacy e ottimizzare il trade off tra numerosità delle analisi e rappresentatività delle situazioni analizzate, gli orari e i giorni di visualizzazione di ogni singola videocamera sono stati scelti da un generatore di numeri pseudo-casuali e schedulati in apposite tabelle. Complessivamente i filmati ottenuti con ogni singola videocamera sono stati visualizzati per 490/520 minuti, per un tempo cumulato sull'intera azienda pari a circa 135 ore.

L'analisi delle videoriprese relative a turni notturni e/o festivi è stata effettuata esclusivamente a posteriori mediante la visione di filmati archiviati. Salvare il filmato su un supporto di memorizzazione consente di aumentare o diminuire gradualmente la velocità di riproduzione delle videoriprese, da un minimo di 1/32x, ad un massimo di 32x. La possibilità di accelerare il playback (riprodurre il filmato ad una velocità superiore a quella reale) si è rivelata di notevole utilità durante la visione di filmati che presentavano nessuna o scarsa attività lavorativa, consentendo di aumentare l'efficienza in termini di tempo dell'attività di osservazione.

Per consentire l'aggregazione e l'elaborazione delle informazioni tratte dalla visione dei filmati e raccolte nelle checklist di supporto (comportamenti e condizioni suddivisi per categorie) è stata definita una tabella sintetica (Tabella di elaborazione dati), riportata in Figura 4, contenente i dati relativi ad ogni singola videocamera ed anche aggregati sull'intera azienda oggetto della sperimentazione.

Fig. 4: Tabella di elaborazione dati.

### Quantificazione ed analisi degli indicatori

I dati raccolti tramite l’analisi delle videoriprese hanno permesso di introdurre in azienda un sistema di misura e monitoraggio delle performance di sicurezza che contenesse prevalentemente indicatori di tipo proattivo. Gli indicatori proattivi (leading) misurano ciò che precede il verificarsi di un accadimento pericoloso; misurano cioè gli eventi che sono precursori di un potenziale danno (es. numero di situazioni pericolose, mancato utilizzo di dispositivi di protezione, ecc.) e forniscono un feedback sul livello di performance prima che accada un incidente od un quasi-incidente.

I dati raccolti all’interno della Tabella di elaborazione dati hanno permesso di costruire dei grafici che permettessero il monitoraggio dell’evoluzione degli indicatori di misura delle performance. Osservando i grafici è possibile notare che nel complesso, durante i 6 mesi della sperimentazione, il trend di comportamenti sicuri è stato crescente. Tale trend risulta essere più marcato e facilmente identificabile analizzando i dati relativi a luglio, agosto, settembre ed ottobre. In Figura 5 è illustrato l’andamento mensile del numero medio per osservazione dei comportamenti sicuri ed a rischio rilevati durante la sperimentazione.

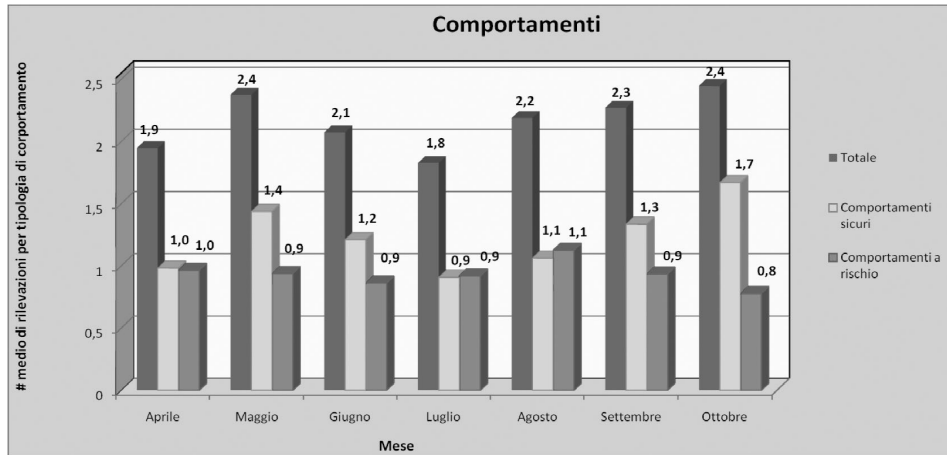


Fig. 5: *Andamento mensile del numero medio di comportamenti.*

Il trend risulta ancor più marcato considerando i dati relativi alla sola categoria “Dispositivi di protezione individuale” (DPI) che presumibilmente è la più influenzata, positivamente, da un possibile effetto deterrenza provocato nel breve periodo dalla presenza delle videocamere. In Figura 6 è illustrato l’andamento mensile del numero medio di comportamenti sicuri ed a rischio rilevati per singola osservazione e relativi alla categoria “Dispositivi di protezione individuale”.

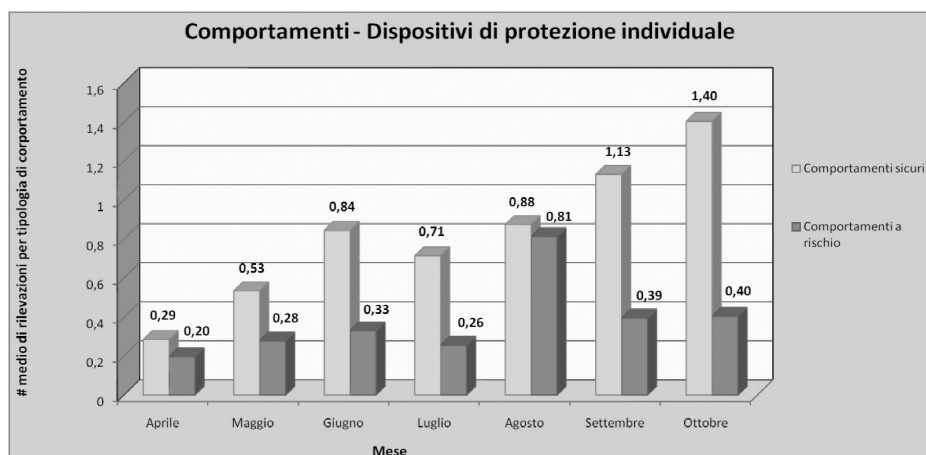


Fig. 6: *Andamento mensile del numero medio di comportamenti relativi alla categoria DPI.*

Al fine di indagare eventuali differenze significative tra i diversi giorni della settimana e tra le diverse fasce orarie della giornata lavorativa, i dati raccolti sono stati riaggregati e valutati in appositi grafici dedicati. I grafici aggregati per giorno non hanno mostrato marcate differenze; l'unico aspetto rilevante è rappresentato dal maggior numero di condizioni a rischio registrate di lunedì, presumibilmente legato alle modalità di lavoro nei giorni festivi. Analogamente, non è stato possibile evidenziare rilevanti variazioni di condizioni e comportamenti durante l'arco della giornata.

A causa delle molteplici sostanziali differenze tra un'attività lavorativa svolta nelle ore diurne dei giorni feriali rispetto ad una eseguita nei turni notturni e/o festivi si è ritenuto opportuno esaminare alcune videoriprese effettuate durante tali turni. Rispetto ad un'attività lavorativa diurna e feriale, il lavoro notturno e/o festivo può comportare:

- una diversa forza lavoro: durante questi turni il numero di addetti risulta essere estremamente ridotto, con conseguente aumento della probabilità di svolgere lavoro isolato, ovvero quella situazione in cui il lavoratore si trova ad operare da solo, senza alcun collega accanto e senza alcun contatto diretto con altri lavoratori;
- lo svolgimento di differenti attività lavorative: durante questi turni viene svolta una minor varietà di attività lavorative rispetto ai diurni feriali, ad esempio, non viene svolta attività di carico/scarico di automezzi;
- minor presenza o assenza di capireparto e figure preposte alla sicurezza (RSPP, RLS, ecc.);
- possibili problemi causati da disturbi del ciclo circadiano: di notte, in generale, può verificarsi una diminuzione di attenzione ed un rallentamento della performance, spesso associati ad una carenza di sonno.

L'analisi ha permesso l'individuazione di alcuni comportamenti mai rilevati durante la visione di videoriprese effettuate durante turni di lavoro diurni feriali. Lo svolgimento di attività lavorative con indumenti inappropriati o senza indossare scarpe antinfortunistiche, piuttosto che una movimentazione manuale dei carichi svolta in maniera notevolmente rischiosa sono solo alcuni esempi.

Le cause di tali difformità di comportamento possono essere complesse e numerose, dalla ridotta presenza di persone preposte alla sicurezza ad una minore percezione del rischio da imputare ad una situazione biologica di maggiore vulnerabilità (stanchezza, sonnolenza).

L'analisi ha inoltre evidenziato come l'operatore si trovi di frequente ad operare senza alcun contatto diretto con altri lavoratori, in particolar modo durante i turni notturni. Il lavoro "solitario ed isolato" si è rivelato un problema reale in determinate tipologie e condizioni di lavoro; tra i principali fattori che possono generare criticità si citano, ad esempio, la distanza da punti di primo soccorso, l'accessibilità all'area di lavoro, la copertura della telefonia cellulare, ecc.

Durante la fase di sperimentazione è stato introdotto in azienda anche un sistema di misura e monitoraggio basato sulla valutazione di indicatori di tipo reattivo (lagging). Tali indicatori misurano ciò che è successivo al verificarsi di un accadimento pericoloso; sono misure dirette del danno (es. numero di infortuni in un anno, tasso di giornate perse per eventi incidentali e per malattie, ecc.) e suggeriscono azioni correttive dopo un incidente. Al fine di permettere il monitoraggio di questa tipologia di indicatori si sono predisposte delle tabelle a supporto della raccolta delle informazioni e dei dati necessari per il calcolo dei diversi indicatori ed in particolare volte alla rilevazione degli eventuali accadimenti pericolosi, dettagliandone dinamiche e conseguenze per le persone e/o per le cose. Il limitato orizzonte temporale di riferimento e la bassa frequenza di eventi infortunistici hanno però comportato un numero insufficiente di dati a disposizione per il calcolo degli indicatori reattivi definiti nel breve periodo. Resta comunque da sottolineare l'importanza di aver esteso la registrazione dei soli infortuni (e quindi incidenti) ai quasi-incidenti e di aver predisposto istruzioni per un eventuale monitoraggio degli indicatori reattivi nel lungo periodo, da seguire come prassi aziendale.

### *Individuazione delle criticità ed attuazione delle misure correttive e migliorative*

Partendo dalle informazioni tratte dalla visione dei filmati e dall'analisi degli indicatori raccolti, è stato effettuato un approfondito esame delle checklist a supporto dell'analisi delle videoriprese al fine di ottenere un'efficace ed utile catalogazione di tutte le tipologie di comportamenti sicuri, comportamenti a rischio e condizioni a rischio individuati.

Nello specifico, l'esame e l'elaborazione delle dettagliate e puntuali informazioni aggiuntive annotate nella colonna "Comments" delle checklist, relative alle azioni osservate, hanno consentito la creazione di un database contenente tutte le criticità/positività emerse dall'analisi delle videoriprese.

In seguito, per ogni criticità individuata (condizioni e comportamenti a rischio) è stata individuata la modalità di intervento (formativo, organizzativo o tecnico) da intraprendere al fine di progettare e programmare specifici interventi migliorativi o azioni correttive da condividere con l'azienda oggetto della sperimentazione.

Per ottimizzare il processo di raccolta di tutte le criticità/positività rilevate e gestire i relativi provvedimenti da intraprendere è stata realizzata una tabella (Tabella modalità di intervento), riportata in Figura 7, che riprende la struttura del sistema di misura delle performance, che risulta comune a tutte le fasi di sperimentazione del progetto, dall'analisi dei filmati, alla raccolta degli indicatori, fino all'individuazione di misure correttive e migliorative.



		CATEGORIA	CRITICITÀ / POSITIVITÀ	MODALITÀ DI INTERVENTO
COMPORTAMENTI A RISCHIO	CAT.	CATEGORIA	Ambiente di lavoro e materiali	
			Mezzi di movimentazione, utensili ed attrezzature	
			Posture, movimenti e gesti	
			Dispositivi di protezione individuale	
			Altro	
			Altro	
COMPORTAMENTI SICURI	CATEG.	CONDIZIONI A RISCHIO	Ambiente di lavoro e materiali	
			Mezzi di movimentazione, utensili ed attrezzature	
			Posture, movimenti e gesti	
			Dispositivi di protezione individuale	
			Altro	
			Altro	

Fig. 7: Tabella modalità di intervento.

Il gruppo di ricerca ha evidenziato la necessità di attuare azioni correttive e l’opportunità di implementare interventi migliorativi di tipo tecnico, organizzativo e formativo, comunicandoli e condividendoli con tutti gli attori che partecipano al progetto. È stata inoltre definita la struttura di un intervento formativo rivolto ai diversi livelli aziendali che consiste in un incontro di informazione e formazione, della durata di circa 2 ore, indirizzato ad un massimo di 10 partecipanti. L’obiettivo primario dell’intervento è quello di illustrare, mediante l’ausilio di materiale multimediale (filmati e immagini) raccolto durante la fase di sperimentazione del sistema di video monitoraggio, le condizioni a rischio ed i comportamenti non sicuri emersi durante l’analisi delle videoriprese e, conseguentemente, fornire istruzioni, linee guida e buone prassi per l’eliminazione o la riduzione di tali criticità, anche sulla base di filmati che illustrano comportamenti sicuri adottati dagli operatori.

Gli incontri di formazione sono stati pensati non come lezione frontale, ma come momento di coinvolgimento e partecipazione dei lavoratori, così da incrementare la consapevolezza dei rischi, anche involontariamente affrontati, e soprattutto migliorare la percezione dei rischi stessi a partire da un’analisi del vissuto lavorativo quotidiano. Infatti, al fine di massimizzare l’efficienza e l’efficacia di tale intervento, si ritiene di fondamentale importanza il coinvolgimento, l’interazio-

ne e la partecipazione attiva di tutti i lavoratori attraverso proposte, confronto e condivisione delle esperienze acquisite quotidianamente sugli impianti.

## 6. Conclusioni

Il riesame sistematico della valutazione dei rischi è un processo che, per legge, deve essere effettuato in tutte le aziende, indipendentemente dalle dimensioni, dall'organizzazione interna, dal settore economico di appartenenza e dal prodotto o servizio realizzato. Diverse possono essere la complessità di gestione della sicurezza e la necessità di monitorare in maniera costante il livello di sicurezza all'interno dei reparti e nell'azienda nel complesso.

I sistemi di video monitoraggio e misura implementati attraverso il progetto di ricerca si sono rivelati degli strumenti utili ed efficaci per l'individuazione sia di condizioni che di comportamenti a rischio per la sicurezza. Infatti, tramite l'analisi delle videoriprese è stato possibile definire un elenco di priorità di interventi da attuare per il miglioramento del livello di sicurezza in azienda. Per ciascuna delle criticità evidenziate si è anche suggerita la modalità di intervento da intraprendere: tecnico, organizzativo o formativo. Inoltre, per ciascuno dei comportamenti a rischio o sicuri individuati, si sono resi disponibili numerosi spezzoni di videoriprese utilizzabili per massimizzare l'incisività e l'efficacia degli interventi formativi correttivi.

Un altro beneficio connesso con l'utilizzo del sistema ha riguardato il monitoraggio della performance di sicurezza. Infatti, i dati raccolti tramite l'analisi delle videoriprese hanno permesso di introdurre in azienda un sistema di misura e monitoraggio che non si basasse solo sulla valutazione di indicatori di tipo reattivo, sostanzialmente connessi con accadimenti infortunistici, ma che contenesse prevalentemente indicatori di tipo proattivo.

Risulta tuttavia necessario sottolineare che adempiere agli obblighi legislativi vigenti in materia di trattamento dei dati personali è uno degli aspetti più critici in fase di progettazione del sistema; la mancata gestione di tali aspetti, infatti, potrebbe far emergere il rischio di deterioramento del clima aziendale. È infatti indispensabile che il management operi affinché ci sia un adeguato livello di informazione e di coinvolgimento dei lavoratori, in modo da limitare possibili ripercussioni negative sul benessere lavorativo causate dalla costante presenza delle videocamere. L'accettazione del sistema da parte dei lavoratori deve essere facilitata tramite la chiara condivisione degli obiettivi e la comprensione dei possibili benefici connessi ad un suo utilizzo.

In conclusione, l'andamento positivo degli indicatori proattivi durante i mesi di sperimentazione può essere interpretato come conseguenza di breve periodo dell'effetto deterrenza legato all'installazione delle videocamere nei reparti produttivi. Solamente a valle dell'implementazione di interventi tecnici, organizzativi e

soprattutto formativi, sarà possibile una valutazione dell'efficacia di lungo periodo del sistema in termini di miglioramento del livello di sicurezza sul lavoro. Oltre ad analizzare l'andamento degli indicatori a seguito degli interventi correttivi e migliorativi, sarebbe interessante poter valutare l'efficacia e l'efficienza del sistema di video monitoraggio in caso di effettivo coinvolgimento dei lavoratori nell'analisi dei filmati. Ulteriori sviluppi futuri dell'attività di ricerca svolta nel progetto descritto potrebbero riguardare modalità diverse di utilizzo del sistema, quali l'esame in real-time dei filmati o l'impiego di software per l'analisi automatica dell'immagine. Inoltre, l'esperienza maturata tramite l'attuazione di ulteriori sperimentazioni potrebbe favorire lo sviluppo di linee guida per l'implementazione e l'utilizzo di sistemi di video monitoraggio per incrementare il livello di sicurezza sul lavoro in realtà aziendali di dimensioni e settori economici diversi da quello dell'azienda oggetto della sperimentazione. Gli autori ritengono infine di considerevole interesse un'eventuale futura analisi delle possibilità di integrazione tra i principi e strumenti tipici del Total Safety Management e l'utilizzo del sistema di video monitoraggio e misura delle prestazioni, al fine di massimizzare il coinvolgimento attivo e la partecipazione dei lavoratori nella gestione della sicurezza.

## RIASSUNTO

Una delle tecnologie spesso presenti nelle aziende è rappresentata dai sistemi di videosorveglianza. Se da un lato l'efficacia di tali sistemi ai fini della sicurezza antintrusione è ampiamente riconosciuta, le potenzialità di un loro utilizzo per scopi di sicurezza sul lavoro non risultano ancora indagate.

Il presente articolo illustra un progetto di ricerca applicata sviluppato dal gruppo di Impianti Industriali della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia volto ad analizzare la potenziale utilità dell'utilizzo di sistemi di videosorveglianza per monitorare efficacemente le attività lavorative al fine di misurare, e quindi incrementare, il livello di salute e sicurezza sul lavoro.

Nell'ambito del progetto, un sistema di video monitoraggio affiancato da un sistema di misura delle performance è stato implementato in un'azienda manifatturiera. La sperimentazione, resa possibile da un accordo tra parte datoriale e sindacale, ha consentito l'identificazione di interventi prioritari da attuare in azienda per il miglioramento del livello di sicurezza. Infatti, grazie all'analisi delle videoriprese è stato possibile individuare sia condizioni a rischio, che comportamenti a rischio o sicuri, connaturati con la specifica tipologia di attività dell'azienda. Le informazioni ed i dati così raccolti hanno consentito la quantificazione degli indicatori definiti dal sistema di misura delle prestazioni.

Dall'analisi dell'andamento degli indicatori, si è evidenziato un aumento dei comportamenti sicuri durante il periodo di sperimentazione. Tale andamento può essere interpretato come conseguenza di breve periodo dell'effetto deterrenza legato

all'installazione delle videocamere nei reparti produttivi. Una valutazione dell'efficacia di lungo periodo del sistema in termini di miglioramento del livello di sicurezza sul lavoro sarà possibile solamente a valle di ulteriori sperimentazioni.

## SUMMARY

Video surveillance systems represent one of the types of technology often available in companies. Even though the effectiveness of such systems for security reasons is well recognized, their potential for occupational safety reasons have not been investigated yet.

This paper describes a research project, developed by the Industrial Plant group of the Engineering Faculty of the University of Brescia. The aim of the project is to analyse the potential of the use of video surveillance systems with the objective of effectively monitoring the working activity in order to measure, and therefore increase, the level of health and safety at work.

Within the project, a video surveillance system coupled with a performance measurement system has been implemented in a manufacturing company. Through the experimentation of the system, that was possible because of an agreement between employer and unions, the priority interventions to implement in order to improve the safety level in the company have been identified. In fact, by means of the analysis of the video records, it was possible to identify both conditions at risk, and safe or at risk behaviours specific for the company. The gathered data made it possible to quantify the indicators included in the performance measurement system. A trend analysis of the indicators showed that the amount of safe behaviours increased during the experimentation period. This trend could be considered as a consequence in the short term of the deterrence effect connected to video cameras installation in the plant. An assessment of the long term effectiveness of the system in terms of safety level improvement will be possible only after further experimentations.

## BIBLIOGRAFIA

ALBERTI M., MARCIANO F., COCCA P.: *Analisi della propensione alla sicurezza nelle imprese artigiane e nelle piccole e medie imprese. Proposta di uno strumento di rilevazione e monitoraggio relativo ai Sistemi di Gestione della Sicurezza nel comparto artigianale lombardo*, all'interno di AA.VV., *Progetto C: Analisi e monitoraggio delle dinamiche del comparto dell'artigianato*, Regione Lombardia e ELBA, vol. 2, 2008, pp. 51-174.

ALBERTI M., COCCA P., MARCIANO F.: *Uno strumento di supporto all'analisi della 'propensione alla sicurezza' nelle aziende artigiane e nelle piccole e medie imprese*, Safety & Security, Nuovo Studio Tecna, 2008, n. 11, pp. 42-45.

ALBERTI M., BERTOLONI E., COCCA P., MARCIANO F.: *La videosorveglianza per la sicurezza sul lavoro*, Safety & Security, Nuovo Studio Tecna, n. 35, 2011, pp. 48-52.

BERTOLONI E., MARCIANO F., ROSSI D.: *Use of video surveillance in the workplace for safety reasons*, Quaderni della XIV Summer School "Francesco Turco", Porto Giardino (Monopoli, Italy), 15-19 September, 2009.

BOURNE M. *et al.*: *Implementing performance measurement systems: a literature review*, International Journal of Business Performance Management, 2003, vol. 5, n. 1, pp. 1-24.

CEI EN 50132-7 (CEI 79-10): *Sistemi d'allarme. Sistemi di sorveglianza CCTV da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza - Parte 7: Linee guida di applicazione*, 2007.

COCCA P., MARCIANO F., ALBERTI M.: *Towards an integrated use of video technology and performance measurement to improve workplace safety: a preliminary framework*, Proceedings of ESREL 2010 conference, Rhodes, Greece, 5-9 September, 2010.

DECRETO LEGISLATIVO 30 GIUGNO 2003, N. 196: *Codice in materia di protezione dei dati personali*.

GARANTE PER LA PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI: *Provvedimento a carattere generale: Videosorveglianza - Provvedimento generale sulla videosorveglianza*, 29 aprile 2004.

GARANTE PER LA PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI: *Provvedimento in materia di videosorveglianza*, 8 aprile 2010.

GARANTE PER LA PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI: *Codice di deontologia e di buona condotta per i trattamenti di dati personali per scopi statistici e scientifici*, 16 giugno 2004.

HALE A.: *Why safety performance indicators?*, Safety Science, 2009, vol. 47, n. 4, pp. 479-480.

LEGGE 20 MAGGIO 1970, N. 300: *Statuto dei lavoratori*.

MAGELLI *et al.*: *Lavoro Notturno. Tutela della salute e sicurezza dei lavoratori*, Lavoro e Salute, 2004, n. 5, pp. 1-12.

MCSWEEN T.E.: *Scienza & Sicurezza sul lavoro: Costruire comportamenti per ottenere risultati*, ed. italiana a cura di Tosolin F., Bacchetta A.P., A.A.R.B.A., Milano, 2008.

OHSAS 18002: *Sistemi di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro. Linee Guida per l'attuazione della norma OHSAS 18001:2007*, 2008.