

Smart Safety

**Come BIM, Digital Twin e IoT
possono migliorare la sicurezza in cantiere**

Introduzione

La **sicurezza nei luoghi di lavoro** è da sempre un tema di grande interesse. Questo ambito d'azione investe sia il lavoratore interessato a tutelare la sua salute mentre svolge le sue mansioni lavorative che il datore di lavoro o committente che è chiamato a fornire condizioni di lavoro che garantiscano la sicurezza. Tanto più che il **settore delle costruzioni** è da sempre uno dei settori di **attività economica a maggior rischio** per ciò che riguarda la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Nonostante nel quinquennio 2015-2019 sia stata accertata una riduzione di infortuni pari al 8,7% (dati INAIL) questa non rappresenta una notizia del tutto positiva in quanto il dato è certamente viziato dagli effetti negativi di una crisi che investe il settore da anni.

Il riferimento legislativo per quello che concerne la fase di costruzione del ciclo di vita di un'opera edile è il TITOLO IV del D. Lgs. N.81/2008, al quale si aggiungono normative successive che hanno interessato diversi aspetti che fanno riferimento anche alla gestione del cantiere, come ad esempio il "Jobs Act" con il monitoraggio dei lavoratori e le più recenti normative relative alla gestione dell'emergenza da virus SARS-CoV-2.

Al TITOLO IV del D. Lgs. N.81/2008 vengono espresse le disposizioni specifiche relative alle misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei lavoratori nei cantieri temporanei o mobili.

Al fine di poter ottenere una piena comprensione di ciò a cui sarà fatto riferimento più in là in questo approfondimento, è essenziale partire da alcune definizioni comuni così come sono riportate all'art. 89 del testo unico.

Definizioni:

- a) **cantiere temporaneo o mobile:** qualunque luogo in cui si effettuano lavori edili o di ingegneria civile;
- a) **committente:** il soggetto per conto del quale l'intera opera viene realizzata, indipendentemente da eventuali frazionamenti della sua realizzazione. Nel caso di appalto di opera pubblica, il committente è il soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto;
- b) **responsabile dei lavori:** soggetto che può essere incaricato dal committente per svolgere i compiti ad esso attribuiti dal presente decreto; negli appalti, il responsabile dei lavori è il responsabile del procedimento;
- c) **lavoratore autonomo:** persona fisica la cui attività professionale contribuisce alla realizzazione dell'opera senza vincolo di subordinazione;
- d) **coordinatore per la progettazione:** soggetto incaricato, dal committente o dal responsabile dei lavori, dell'esecuzione dei compiti di cui all'articolo 91;
- e) **coordinatore per l'esecuzione dei lavori:** soggetto incaricato dal committente o dal responsabile dei lavori dell'esecuzione dei compiti di cui all'articolo 92, che non può essere il datore di lavoro delle imprese affidatarie ed esecutrici o un suo dipendente o il responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP) da lui designato. Le incompatibilità di cui al precedente periodo non operano in caso di coincidenza fra committente e impresa esecutrice;
- f) **uomini-giorno:** entità presunta del cantiere rappresentata dalla somma delle giornate lavorative prestate dai lavoratori, anche autonomi, previste per la realizzazione dell'opera;
- g) **piano operativo di sicurezza:** il documento che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice redige, in riferimento al singolo cantiere interessato, ai sensi dell'articolo 17 comma 1, lettera a), i cui contenuti sono riportati nell'ALLEGATO XV.

Vengono definiti in seguito gli **obblighi del coordinatore per l'esecuzione dei lavori** come segue.

Durante la realizzazione dell'opera, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori:

a) **verifica** con opportune azioni di coordinamento e controllo l'**applicazione** da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi **delle disposizioni** loro pertinenti contenute nel piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 ove previsto e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;

b) **verifica l'idoneità del piano operativo di sicurezza**, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 100, assicurandone la coerenza con quest'ultimo, ove previsto, adegua il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100, ove previsto, e il fascicolo di cui all'articolo 91, comma 1, lettera b), in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, verifica che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi piani operativi di sicurezza;

c) **organizza tra i datori di lavoro**, ivi compresi i lavoratori autonomi, **la cooperazione ed il coordinamento** delle attività nonché la loro reciproca informazione;

d) **verifica l'attuazione** di quanto previsto negli accordi tra le parti sociali al fine di realizzare il coordinamento tra i rappresentanti della sicurezza finalizzato al **miglioramento della sicurezza in cantiere**;

e) **segnala** al committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta alle imprese e ai lavoratori autonomi interessati, **le inosservanze** alle disposizioni degli articoli 94, 95, 96 e 97, comma 1, e alle prescrizioni del piano di cui all'articolo 100, ove previsto, e propone la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto.

Le **misure generali di tutela della salute e della sicurezza** dei lavoratori nei luoghi di lavoro a cui tutte le figure coinvolte devono fare riferimento sono:

- a) la **valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza**.
- b) la **programmazione della prevenzione**, mirata ad un complesso che integri in modo coerente nella prevenzione le condizioni tecniche produttive dell'azienda nonché l'influenza dei fattori dell'ambiente e dell'organizzazione del lavoro.

Oltre a ciò, ai datori di lavoro delle imprese esecutrici è affidato il compito di **curare**, anche in assenza del PSC, **le interazioni con le attività** che avvengono all'interno o in prossimità del cantiere.

A queste prescrizioni generali si aggiungono oggi le attenzioni specifiche relative alla **prevenzione del rischio in materia di contagio da virus SARS-CoV-2** a seguito dell'emergenza in cui ci troviamo ad operare.

Tra le misure di prevenzione da adottare troviamo la **misurazione della temperatura** in cantiere ma anche l'adozione di **misure per prevenire situazioni di assembramento** e il **tracciamento delle presenze** così da poter tempestivamente agire nel caso di riscontrata positività tra i lavoratori.

In questa circostanza il governo si è subito attivato mostrando una forte sensibilità verso una spinta all'introduzione di tecnologie innovative e digitalizzazione dei processi a supporto del monitoraggio nei luoghi di lavoro.

Come riportato nell'Art. 95 del Decreto (Misure di sostegno alle imprese per la riduzione del rischio da contagio nei luoghi di lavoro), saranno agevolate le imprese che avranno introdotto nei luoghi di lavoro interventi per la riduzione del rischio di contagio attraverso l'acquisto di:

- apparecchiature e attrezzature per l'isolamento o il distanziamento dei lavoratori, compresi i relativi costi di installazione;
- dispositivi elettronici e sensoristica per il distanziamento dei lavoratori;
- apparecchiature per l'isolamento o il distanziamento dei lavoratori rispetto agli utenti esterni e rispetto agli addetti di aziende terze fornitrici di beni e servizi;

- sistemi e strumentazione per il controllo degli accessi nei luoghi di lavoro utili a rilevare gli indicatori di un possibile stato di contagio;
- dispositivi ed altri strumenti di protezione individuale.

Per quanto riguarda il settore delle costruzioni queste spinte si affiancano a quelle già messe in atto da qualche anno per favorire l'adozione del **Building Information Modeling** che si pone come fulcro di **integrazione tra tecnologie e processi**.



Il BIM e la smart safety

La complessità di un ambiente come il cantiere, in continuo mutamento durante le operazioni di costruzione, rende ancora più evidente come il monitoraggio delle situazioni di pericolo ne guadagnerebbe moltissimo dalla possibilità di avere un supporto nella loro individuazione e previsione.

Questo diventa tanto più rilevante nella gestione dell'attuale emergenza per la quale uno storico dei dati sarebbe fondamentale al fine di poter tracciare in anticipo la possibile diffusione del virus nell'ambiente di lavoro.

In questo scenario esigenziale trovano terreno fertile per un efficace sfruttamento le nuove tecnologie, alcune delle quali in maniera più evidente.

Il Building Information Modeling (BIM), la cui adozione nel mondo delle costruzioni sta crescendo grazie anche alla spinta legislativa, con la sua principale caratteristica di fornire **supporto nella corretta modellazione delle informazioni**, rappresenta il primo sviluppo tecnologico da integrare nella gestione della sicurezza in cantiere.

La tecnologia BIM non solo fornisce un **modello 3D visivo e spaziale** degli edifici ma anche **l'archiviazione delle informazioni e la gestione dell'intero ciclo di vita degli edifici**.

Questi modelli possono essere applicati direttamente per risolvere i problemi in fase operativa, pertanto il BIM risulta l'ideale **strumento per la gestione della**

sicurezza nei lavori per le costruzioni in cui la configurazione della scena incide sulle procedure da applicare.

Questo uso del modello BIM viene espressamente definito anche dalla normativa specifica.

La UNI 11337-4 definisce infatti il modello ergotecnico come la modellazione informativa del processo di realizzazione relativa al sito, alle attrezzature e agli apprestamenti in cantiere.

La modellazione BIM permette di rappresentare la realtà del cantiere inserita nelle reali condizioni di contorno quali: il contesto urbanistico, l'orografia del territorio, le criticità fisiche preesistenti.

La visione d'insieme così fornita permette di avere un quadro il più possibile completo per individuare più agevolmente le scelte progettuali più opportune in materia di sicurezza.

Il modello informativo da solo però non basta. Per essere efficace questo deve essere parte di quello che viene definito **“Digital Twin”(DT)**, gemello digitale se vogliamo, dell'oggetto che si ha necessità di monitorare, nel nostro caso il cantiere.

La connessione fra **BIM e Digital Twin** è evidente sia sul piano concettuale che su quello pratico.

Qualsiasi elemento costruito, dal mattone alla città, è infatti suscettibile di essere rappresentato da un suo omologo digitale che non solo ne riproduce le geometrie ma – e questo è uno dei principali punti di contatto con la metodologia Bim – è in grado di raccogliere una quantità e tipologia di informazioni ad esso afferenti pressoché infinite.

Il modello Bim rappresenta la base di dati necessaria allo sviluppo di un Digital Twin, il quale poi è in grado di svolgere specifiche funzioni grazie all'integrazione con altre tecnologie che ne consentono la connessione e il dialogo con l'opera.

Gli esempi già esistono e sono di estrema concretezza e alcuni di essi hanno già avuto ampia visibilità come ad esempio i Digital Twin della Stazione Centrale di Milano e della Stazione Centrale di Napoli.

L'uso di DT introduce un nuovo approccio per sincronizzare il mondo fisico

reale con il mondo digitale virtuale.

Lo sviluppo della tecnologia informatica emergente consente l'applicazione dei DT in vari settori, tra cui aviazione, energia, estrazione mineraria, navigazione e trasporti.

Come tecnica per realizzare un sistema cyber-fisico, il metodo DT integra più nuove tecnologie dell'informazione come Internet, IoT, intelligenza artificiale e modellazione digitale per ottenere l'interazione tra il mondo fisico reale e il mondo digitale virtuale, che aiuta i sistemi di vari settori a ottenere intelligenza e automazione di alto livello.

In generale, **il BIM può fornire un hub di informazioni per la gestione della sicurezza degli edifici, ma è un hub statico che non può realizzare l'aggiornamento automatico in tempo reale delle informazioni di gestione della sicurezza degli edifici. Per realizzare l'aggiornamento in tempo reale delle informazioni, la combinazione di BIM e IoT è la soluzione.**



IoT per il supporto alla gestione del cantiere

Se da una parte, quindi, l'introduzione del BIM gioca il suo ruolo nella creazione di digital twin dell'edificio anche nella fase di costruzione, includendo quindi il cantiere, questo non sarebbe comunque possibile senza l'ausilio dell'"Internet of Things (IoT).

Nella visione dell'"Internet delle cose", gli oggetti creano un sistema pervasivo ed interconnesso avvalendosi di molteplici tecnologie di comunicazione (tipicamente a corto raggio).

I **tag RFID** hanno rappresentato uno dei primi esempi in tale ambito. Ne sono un esempio i gateway installati all'uscita dei negozi, i quali rilevano in modo univoco ed hand-free i prodotti acquistati; possono registrare le informazioni relative allo specifico prodotto (es. prezzo, marchio o la data di fabbricazione).

Tuttavia, nel tempo sono emerse nuove tecnologie in grado di rendere più efficiente la comunicazione tra gli oggetti.

Ad esempio i **Bluetooth Low Energy (BLE) beacon** sono in grado di emettere segnali bluetooth in frequenze predefinite, con una potenza di trasmissione e intervalli configurabili che possono essere rilevati da dispositivi intelligenti come gli smartphone.

In questo modo permettono di inviare messaggi in prossimità e in tempo reale a tutti gli utenti che si trovano nel loro raggio d'azione, veicolando semplici infor-

mazioni ma anche contenuti multimediali come foto, video, documenti, questionari, e richieste di feedback.

Lo sviluppo poi di tecnologie come l'**UWB** e protocolli di comunicazione come il **LoraWan** hanno permesso di scalare alcune soluzioni coprendo con i segnali aree più ampie e accrescendo il numero di possibili applicazioni.

La tecnologia **GPS** è anch'essa una metodologia ormai diffusa per raccogliere dati di vario genere legati al posizionamento nello spazio.

Un'altra tecnologia salita alla ribalta in anni recenti e della quale si sta facendo largamente uso è l'**intelligenza artificiale** e nello specifico relativamente ai casi d'uso più vicini al settore delle costruzioni la **computer vision**.

Attraverso l'analisi di immagini provenienti anche dai sistemi di sicurezza a volte già presenti è possibile rintracciare la presenza di specifici oggetti (mezzi di cantiere) o personale andando ad individuare anche situazioni di pericolo come assembramenti o l'uomo a terra.

La stessa tecnologia è spesso visibile recentemente nei termoscanner disposti in prossimità degli ingressi per il controllo della temperatura delle persone. Questi riescono a distinguere i volti delle persone sui quali poi viene applicato un processo di scanner della temperatura. Questo permette l'attivazione del sensore solo in seguito all'innesco dovuto al riconoscimento facciale.

Le grandi potenzialità di questa tecnologia e la possibilità di molteplici applicazioni risiedono nella possibilità di **personalizzare l'oggetto che si vuole riconoscere** e nella base dati che viene utilizzata (immagini e video) di relativo facile reperimento.

Le applicazioni di tutte queste tecnologie sono praticamente infinite e i casi d'uso in cantiere, senza la necessità di una rete internet diffusa, che potrebbero giovare di un monitoraggio supportato da IoT e BIM nella forma di digital twin sono molteplici.

Dal monitoraggio lavoratori, al controllo mezzi (accesso e investimento), alla gestione di interferenze e al controllo dei materiali messi in opera la digitalizzazione del cantiere potrebbe investire numerosi processi apportando automazione e quindi ottimizzazione degli stessi.

Tutto questo va inserito nell'ottica in cui il **settore delle costruzioni è l'unico settore industriale che negli ultimi 40 anni non ha sperimentato nessun aumento dell'efficienza** e si trova perciò ad essere chiamato ad un maggiore sforzo per recuperare nei confronti degli altri settori industriali inseriti infatti a pieno titolo nella pianificazione dell'Industria 4.0 da cui il settore costruttivo è il grande escluso.

I vantaggi per le figure professionali

Nell'ottica di **ottimizzare i processi** e spingere all'**introduzione di nuove tecnologie** nelle gare per l'affidamento dei lavori vengono introdotti sempre più spesso criteri per l'assegnazione punti di cui ne riportiamo alcuni significativi a titolo di esempio.

Potranno essere introdotti elementi tecnologici e innovativi finalizzati all'ottimizzazione della gestione delle attività di cantiere. Potranno ad esempio essere indicati gli elementi innovativi riguardanti l'organizzazione e i ruoli, le singole fasi di sviluppo del cantiere, con particolare riferimento alla realizzazione per aree funzionali, sistemi di controllo digitale utili alla Direzione Lavori per valutare l'avanzamento dei lavori e della contabilità anche in rapporto alle previsioni di progetto, strumenti utili nelle fasi di sopralluogo e contraddittorio, i sistemi per la gestione digitale delle informazioni dell'opera quali certificazioni e documentazioni tecniche.

Gestione criticità da interferenze. Modalità operative volte ad ottimizzare l'impiego delle risorse umane. Ottimizzazione dell'organizzazione operativa del cantiere e l'allestimento della segnaletica. Modalità operative per le varie fasi di lavorazione.

Efficacia ed efficienza delle modalità di interazione con la S.A. Benefici per il coordinatore della sicurezza

La Smart Safety organizzata con tecnologie innovative e con il supporto di un digital twin del cantiere fornisce supporto per tutti gli operatori con responsabilità organizzative in materia di sicurezza nei cantieri di costruzione.

I dati raccolti con il supporto di sistemi IoT e organizzati in piattaforme cloud svolgono un ruolo da tramite tra le figure on site e la committenza, favorendo lo scambio di informazioni tra tutti gli attori coinvolti e l'interazione attiva della stazione appaltante.

Il supporto fornito da questa organizzazione fornisce il vantaggio di **facilitare i controlli di sicurezza** perché è assolutamente necessario che ci sia totale congruenza tra ciò che viene indicato nel modello e quanto avviene nella realtà.

I dati rilevati in sito con badge attivi forniti in dotazione agli operatori permettono di localizzare in tempo reale sia in ambienti esterni, interni o sotterranei, persone con la possibilità di inserire il controllo delle autorizzazioni di accesso alle diverse aree di cantiere.

L'implementazione di un certo tipo di sensoristica permette anche di segnalare la condizione di uomo a terra e monitorare lo stato fisico degli operatori che svolgono attività critiche come lavori isolati o in spazi confinati o in ambienti ad alto rischio. Il tracciamento della posizione permette di misurare, conservando uno storico dei dati, la reale esposizione degli operatori agli agenti patogeni.

Sensorizzare i mezzi d'opera, che rappresentano oltre il 43% degli infortuni per perdita di controllo totale o parziale di una macchina, di un mezzo di trasporto/attrezzatura di movimentazione, permetterebbe di implementare un sistema anti-investimento per operatori e anticollisione tra mezzi d'opera.

Anche i DPI possono essere dotati di sensori che permettano il monitoraggio del corretto impiego contestualizzandolo alle zone operative del cantiere.

Un sistema così articolato di sensori collegati al modello informativo 3D dell'opera, un vero e proprio digital twin, fornisce nel complesso un potente sistema di analisi che consente con un ambito di applicazione più generale di monitorare le interferenze operative in cantiere e sviluppare un sistema di verifica dell'osservanza delle procedure di prevenzione e protezione individuate nel sistema di gestione della sicurezza.

Un altro aspetto ancora non menzionato è la possibilità di **gestione real-time del dato proveniente dal sito**, particolarmente significativa nella gestione delle emergenze per la localizzazione del personale e di squadre di soccorso, l'appello automatico in punti di ritrovo e il posizionamento di eventuali mezzi d'opera.

Grazie poi alle informazioni contenute nei digital twin che permettono di effettuare anche delle simulazioni previsionali è possibile generare automaticamente segnalazioni di pericolo al verificarsi di specifiche condizioni e recapitare informazioni e segnali di pericolo verso i dispositivi per supportare le esigenze di applicazioni critiche.

Tutti questi dati gestiti e conservati attraverso piattaforme permetteranno infine di generare rapporti statistici di violazioni e registrazioni di criticità.

I casi d'uso elencati si combinano con gli obblighi del coordinatore per la sicurezza come riportati precedentemente alle lettere a), c) e d).

Questi sarebbe continuamente supportato non solo nelle operazioni di coordinamento, controllo, organizzazione e verifica delle prescrizioni contenute nel PSC ma anche nella redazione di documenti attraverso una raccolta dati continua. Il coordinatore per la sicurezza non è il solo beneficiario ma anche la stazione appaltante, attraverso l'accesso alla piattaforma di gestione dati, sarebbe fornita di un potente sistema di monitoraggio pervasivo e in tempo reale dei lavori per la verifica automatica del rispetto delle prescrizioni del piano di sicurezza e coordinamento garantendo così il massimo livello di interazione tra le parti coinvolte nella realizzazione di un'opera.