

BESAFE

LA NUOVA FRONTIERA DEL BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM

AISICO PRESENTA BESAFE, INNOVATIVA PIATTAFORMA INTEGRATA IN GRADO DI GESTIRE IN UN'UNICA SOLUZIONE LA COMPLETA DIGITALIZZAZIONE DEGLI ASSET, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA, IL MONITORAGGIO IN CONTINUO E L'ANALISI PREDITTIVA DEL COMPORTAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE

La gestione delle infrastrutture di trasporto è fondamentale per il funzionamento e il benessere della società, specialmente in un Paese come l'Italia, in cui il trasporto su gomma è ancora il principale mezzo di spostamento per uomini e merci e, in ragione dell'orografia complessa del territorio e della varietà di corsi d'acqua, si rende necessaria la realizzazione di infrastrutture di trasporto laboriose e ricche di ponti e gallerie. Al fine di mantenere in perfetta efficienza le opere d'arte, i gestori devono conoscere lo stato complessivo di degrado dell'opera, valutarne il ciclo di vita residuo e monitorarne il comportamento in tempo reale, così da prevenire le conseguenze derivanti dal verificarsi di eventi eccezionali e ottimizzare risorse, mezzi e costi, programmando una corretta ed efficace manutenzione.

Negli ultimi anni il quadro normativo e la tecnologia hanno subito una rapida evoluzione a supporto della manutenzione, fornendo così agli addetti ai lavori strumentazioni sempre più complesse e all'avanguardia e definendo, attraverso le LL.GG. 22 e le relative istruzioni operative, l'approccio metodologico per il censimento, l'ispezione e la valutazione dello stato di degrado delle opere.

Le nuove tecnologie che prevedono l'utilizzo di droni o laser scanner, l'intelligenza artificiale, il BIM, i modelli FEM e i sensori IoT per il monitoraggio hanno, sì, semplificato il lavoro dei tecnici e degli ispettori qualificati ma hanno anche determinato

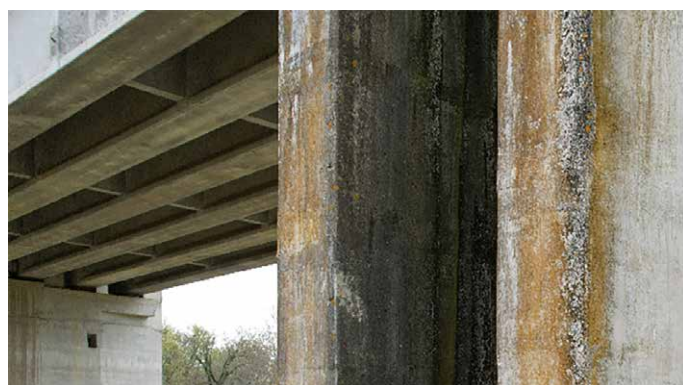
difficoltà riconducibili alla gestione di un'elevata mole di dati, proveniente da software spesso diversi tra loro, e alla integrazione e interpretazione dei risultati ottenuti.

Aisico - leader nel settore della sicurezza stradale, grazie all'esperienza decennale acquisita attraverso attività di ricerca e attività di campo nel settore dell'ispezione e del monitoraggio di ponti e viadotti su reti stradali e ferroviarie - ha sviluppato e brevettato una metodologia ispettiva innovativa denominata BRIGHT - BRIdGes Health Testing, basata sull'interoperatività e sull'integrazione di processi e tecnologie digitali di analisi e integrazione di dati, di modelli di intelligenza artificiale, con centralizzazione su database BIM. La metodologia risponde alle esigenze, da parte degli enti gestori, di una quantificazione oggettiva e accurata delle condizioni di danneggiamento dell'opera, nonché la necessità di stabilire le priorità degli interventi, monitorare le infrastrutture e predirne il comportamento, attraverso il connubio tra modelli FEM dell'opera e sensori IoT. A completamento della gestione avanzata delle infrastrutture, tramite la condivisione di applicazioni e dati, Aisico ha messo a punto una piattaforma integrata dedicata, BeSafe - comprendente il BMS, la gestione dei risultati delle ispezioni, dei diversi modelli digitali e della sensoristica - che consente all'ente gestore la completa digitalizzazione dell'opera, l'integrazione delle diverse tecnologie, la valutazione della sicurezza delle infrastrutture e l'analisi predittiva in un unico spazio web.

L'efficienza e la sicurezza delle opere d'arte passano attraverso la conoscenza dello stato di degrado e dalla sua evoluzione nel tempo. Le nuove tecnologie e le strumentazioni innovative a disposizione dei professionisti garantiscono informazioni sempre più numerose e complesse, a volte di difficile interpretazione, perché spesso non gestibili e integrabili tra loro. Aisico, già utilizzatore di una metodologia semiautomatica e oggettiva per la valutazione dello stato di degrado di una opera d'arte, ha ideato una piattaforma integrata, denominata BeSafe, in grado di gestire e analizzare tutte le informazioni derivanti dalle moderne tecnologie utilizzate per il censimento e l'ispezione, senza la necessità di software aggiuntivi. BeSafe, unica nel suo genere, integra al proprio interno il digital twin, l'intelligenza artificiale, il BIM, i modelli FEM e i sensori IoT, rappresentando un supporto alla automazione e oggettività della valutazione della sicurezza nel tempo delle infrastrutture.

le relative istruzioni operative, Aisico realizza il modello BIM dell'opera ispezionata geometricamente coerente, prescindendo dalla Classe di Attenzione (CdA) stimata. A ogni singolo elemento BIM che compone l'opera sono associate tutte le informazioni provenienti dal censimento, dall'anagrafica, dalla diagnostica, oltre alle caratteristiche geometriche e strutturali e tutte le altre informazioni disponibili nella banca dati tradizionale. Tali informazioni, se costantemente aggiornate, consentono una gestione integrata e intelligente dell'opera nel corso della sua intera vita utile, garantendo l'esportazione delle informazioni nello standard IFC, verso software di calcolo strutturale, valutazioni di sicurezza, progettazione dell'intervento e redazione di relazioni di sintesi.

Utilizzando il modello BIM, grazie a una rappresentazione con differenti gradazioni di colore per i diversi elementi strutturali (dal verde al rosso), la piattaforma BeSafe consente l'indivi-



1A. Esempio di un impalcato a travi e trasversi in cls



1B. Esempio di realizzazione digital twin



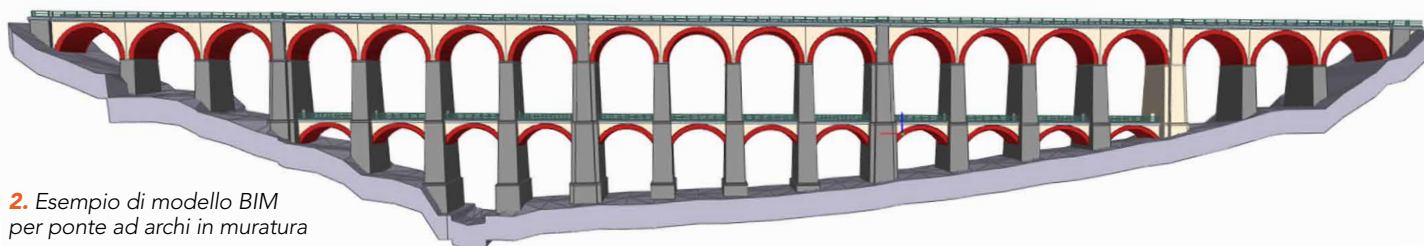
1C. Esempio di georeferenziazione difetti sul digital twin

UNA METODOLOGIA ISPETTIVA COMPLETA E ALL'AVANGUARDIA

Il processo ispettivo di Aisico impiega strumenti e tecnologie di ultima generazione, quali droni, laser scanner e mezzi ad alto rendimento, per l'acquisizione dei dati geometrici, del materiale fotografico di dettaglio, e per la realizzazione delle ispezioni visive. Queste informazioni consentono la realizzazione del digital twin dell'opera, navigabile, misurabile e scalabile, utilizzabile anche della stazione appaltante.

Direttamente attraverso il modello gemello digitale 3D è possibile eseguire ispezioni da remoto, visualizzare le difettosità riscontrate, estrapolare le fotografie di dettaglio delle diverse parti strutturali e delle difettosità riscontrate e verificare lo stato di degrado in diversi periodi temporali. Il gemello digitale 3D dell'opera ispezionata viene processato attraverso un software proprietario (ADD_B Auto Defect Detection Bridge) basato su tecnologie di intelligenza artificiale che, investigando da remoto le foto e le ortofoto estrapolate dal 3D, è in grado di identificare i difetti per tipologia, posizione ed estensione, velocizzando le attività ispettive speditive e garantendo accuratezza ed oggettività dei risultati.

Al fine di semplificare l'archiviazione dei dati e dei risultati delle ispezioni e renderli fruibili ai vari utilizzatori, anche in accordo con le LL.GG. 22 e



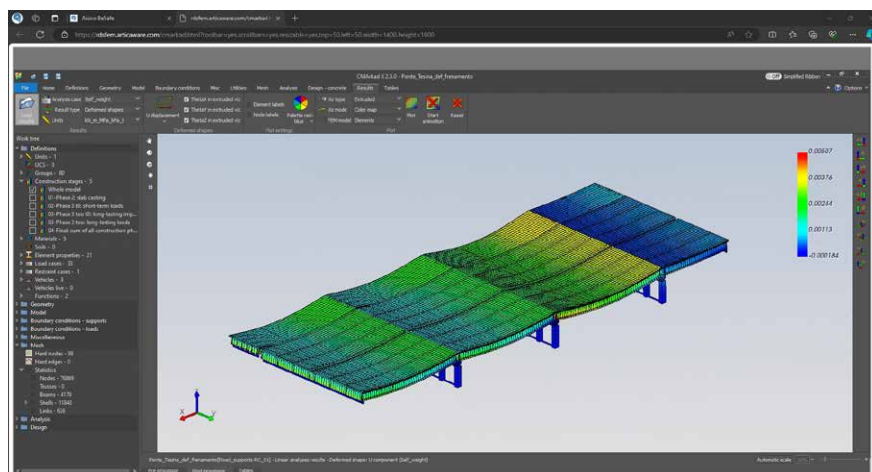
duazione degli elementi strutturali più critici, che vengono valutati attraverso un algoritmo proprietario in grado di definire l'Indice di Degrado Ponderato, ossia un valore numerico, calcolato per ogni quadrante dell'elemento strutturale dell'opera, atto a quantificare il degrado e individuare il quadrante più critico sul quale sono presenti i difetti più gravi determinando, di conseguenza, le priorità di intervento.

Tutti i software proprietari utilizzati dalla Aisico per la valutazione dello stato di degrado delle infrastrutture, l'identificazione automatica delle difettosità, la valutazione della sicurezza e le priorità di intervento sono stati verificati e validati dalla Università di Roma la Sapienza, dipartimento di ingegneria geotecnica e strutturale, a conferma della validità e della oggettività dei risultati.

A completamento dell'intero processo ispettivo, viene valutata l'installazione di sensoristica IoT con tecnologia Wi-Fi, ottimizzata in termini di numero e tipologia, secondo un progetto di monitoraggio diversificato per ogni singola opera ispezionata in funzione dello stato di degrado dell'opera, della Classe di Attenzione e delle eventuali VAL 3 e VAL 4. La sensoristica correlata al modello FEM della struttura in esame consente di valutare il comportamento reale dell'opera sottoposta sia ai carichi ciclici attesi che ad eventuali eventi eccezionali. In questo modo è possibile "tarare" il modello e rimodulare le soglie di allarme, ottenendo un modello FEM, basato sul comportamento reale della struttura, registrato dalla sensoristica al fine di realizzare una analisi predittiva del comportamento dell'opera ispezionata.

LA PIATTAFORMA INTEGRATA BESAFE

Alla luce di quanto sopra esposto, appare evidente che le attuali tecnologie impiegate nella ispezione di ponti e viadotti generano una vastissima mole di dati a supporto degli ispettori e degli ingegneri per la valutazione globale dell'opera. Allo stesso tempo, però, esiste una difficoltà oggettiva legata alle attività di archiviazione, gestione, interrogazione e soprattutto di condivisione e fruibilità tra i diversi attori coinvolti nella gestione delle infrastrutture, tale da vanificare l'utilizzo di tecnologie innovative a favore della metodologia tradizionale. Spesso infatti risulta difficile, se non impossibile, integrare tra loro i diversi dati provenienti da tecnologie differenti e da software non compatibili tra loro, rendendo complessa l'analisi dei dati che consentirebbe di effettuare una previsione mirata



o di rilevare anomalie, identificando rapidamente problemi e scostamenti rispetto a una baseline di riferimento, così da ottimizzare le risorse in termini di uomini mezzi, tempi e in definitiva di costi.

La piattaforma integrata BeSafe, ideata, progettata e sviluppata da Aisico, si presenta come una innovazione unica nel panorama dei software di Bridge Management System, in grado di risolvere le difficoltà di gestione tramite l'accentramento dei dati, rappresentando un valido supporto al processo decisionale, che elimina in radice la necessità di ricorrere all'uso di software specifici. La piattaforma BeSafe, infatti, supera la semplice funzione di archiviazione e interrogazione dei dati derivanti dalla ispezione e censimento, consentendo ai gestori e ai tecnici operanti nel settore di digitalizzare completamente le opere e di gestirne l'intero ciclo di vita attraverso l'utilizzo di un solo strumento web.

BeSafe - integrando al proprio interno BMS e tecnologie innovative come il digital twin, l'intelligenza artificiale, i modelli BIM, i modelli FEM, per l'identificazione automatica delle difettosità, il calcolo automatizzato delle Classi di Attenzione e la valutazione automatica delle priorità di intervento - mette a disposizione degli enti gestori uno strumento unico nel suo genere, in grado di valutare in maniera oggettiva e semi automatica lo stato di degrado della infrastruttura. Ne consente al contempo anche il monitoraggio nel tempo, attraverso l'interrogazione della sensoristica dedicata e modelli di analisi predittiva, così da gestire efficacemente le risorse finanziarie e umane, riducendo i costi operativi e il margine di errore, prolungando la vita utile delle infrastrutture viarie.

Il BMS integrato nella piattaforma permette di interrogare attraverso un sistema georeferenziato o attraverso diversi filtri



4. Schermata iniziale della piattaforma BeSafe

l'anagrafica della rete di competenza. Consente inoltre di compilare e collezionare le schede di censimento e di ispezione, di archiviare tutta la documentazione amministrativa e tecnica, suddivisa per categorie di riferimento, ritenuta utile per la comprensione dello stato di degrado dell'opera, in accordo con le LL.GG.22, (per es. schede informative legate al calcolo della Classi di Attenzione, piano e risultanze delle indagini, relazioni tecniche, progetti, relazioni VAL 3 VAL 4, etc.). Una volta inserite tutte le informazioni necessarie, la piattaforma permette di stimare le diverse Classi di Attenzione e la Globale attraverso un algoritmo proprietario, in accordo con le LL.GG.22.

Un software proprietario, integrato nella piattaforma ADD_B, consente poi, in maniera automatica, attraverso l'utilizzo dell'IA, di identificare, catalogare e posizionare sull'opera le difettosità superficiali. Una sezione dedicata alla catalogazione fotografica di dettaglio, fruibile per ogni opera ispezionata e per ogni elemento strutturale, ne permette la verifica direttamente da remoto. Il confronto tra le fotografie scattate in diversi periodi temporali permette anche di valutare lo stato evolutivo dei difetti riscontrati.

Attraverso un algoritmo proprietario, disponibile in piattaforma, una volta valutate le condizioni dell'opera, si può stimare in modo automatico l'Indice di Degrado Ponderato, che consente di stabilire in maniera oggettiva l'elemento strutturale

che deve essere maggiormente attenzionato in modo da stabilire le priorità degli interventi manutentivi in termini di sicurezza nella ottimizzazione delle risorse disponibili.

BeSafe consente, inoltre, all'interno della piattaforma, la visualizzazione e la gestione del Digital twin dell'opera e del modello BIM, permettendone la navigazione e l'interrogazione completa. Sempre all'interno della piattaforma, inoltre, dal modello BIM è possibile identificare per tipologia e posizione l'eventuale sensoristica installata sull'opera in questione. Una sezione separata è, invece, dedicata alla visualizzazione dei dati acquisiti dai diversi sensori, rendendo

possibile l'analisi, il confronto e la visualizzazione degli eventuali segnali di allarme.

Infine, una sezione all'interno della piattaforma BeSafe permette la gestione dei modelli FEM. Questi ultimi, oltre ai tradizionali calcoli strutturali, possono essere utilizzati in abbinamento con le informazioni ottenute dai sensori per ottenere modelli di comportamento a lungo termine, in modo da facilitare l'analisi predittiva del comportamento, la pianificazione strategica degli interventi e la manutenzione predittiva.

CONCLUSIONI

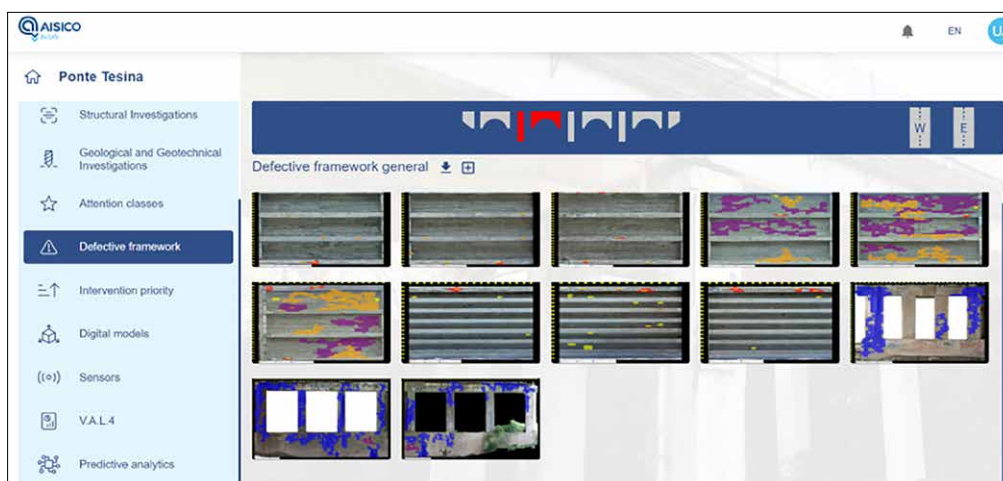
La metodologia ispettiva di Aisico e la piattaforma integrata BeSafe rappresentano una innovazione unica nel campo delle ispezioni e del monitoraggio delle infrastrutture. L'utilizzo di tecnologie innovative e software proprietari basati sull'utilizzo della intelligenza artificiale, abbinati a una elaborazione dei dati e archiviazione che utilizza il digital twin, il BIM e i modelli FEM, e sensoristica IoT, garantisce infatti una valutazione rapida e oggettiva sullo stato di salute dell'opera in pieno accordo con le richieste delle linee guida vigenti, fino alle analisi statistiche e predittive.

La piattaforma garantisce, in un unico spazio web, l'archiviazione e la tracciabilità dei numerosi dati provenienti da elaborazioni diverse (consentendo la lettura di tutte le informazioni digitali e non), l'integrazione, l'interoperabilità e l'automazione dei diversi

processi di ispezione, rilievo e monitoraggio, convogliando al proprio interno attività e strumenti più innovativi, coordinando l'intero processo, così da realizzare non solo una anagrafica digitale dell'opera di facile consultazione e aggiornamento ma aprendo la strada alla definizione delle basi informative necessarie per una gestione attiva, rigorosa e progressista della sicurezza infrastrutturale. ■

(1) Ingegnere, Project Manager Infrastrutture per Aisico Srl

(2) Ingegnere, Project Manager Ispezioni ponti per Aisico Srl



5. Schermata della piattaforma BeSafe dedicata al software di intelligenza artificiale