

# L'ingegneria della conoscenza

DALLA RICERCA SULLE OPERE STORICHE A UN QUADRO SEMPRE MEGLIO DEFINITO SU CAUSE DEI DEGRADI E VITA RESIDUA, PER ESEMPIO DEGLI IMPALCATI DEGLI ANNI SESSANTA, OGGI PIÙ CHE UTILI AI PROGETTI DI MANUTENZIONE E RIPRISTINO FUNZIONALE FINALIZZATI A RENDERE LE INFRASTRUTTURE PIÙ SICURE E RESILIENTI. APPROFONDIAMO LA QUESTIONE CON GLI SPECIALISTI DI SINA (GRUPPO ASTM). SOTTO I RIFLETTORI, LA RICERCA-BEST PRACTICE SULLE TRAVI DEL DECONSTRUITO VIADOTTO MOLLERE DELL'A6.

Fabrizio Apostolo







Decostruzione e ricostruzione del viadotto Mollere

**C**onoscenza. Dal latino “*co-gnoscere*”, termine ancorato al greco γνῶσις (gnosi, conoscenza, per l'appunto) rafforzato dal prefisso “cum”, nel caso specifico complemento di mezzo (verità ottenuta *per mezzo* della comprensione), ma anche di unione, ovvero condivisione. Perché alla conoscenza ci si arriva unendo le forze, lavorando *insieme*. È con questo spirito che affrontiamo un tema di grande interesse per il nostro settore, ovvero la conoscenza appro-

fondita di opere d'arte con dietro le spalle una lunga vita di servizio, in particolare ponti e viadotti. Per farlo, *VISION Journal* ha organizzato un momento di confronto con alcuni specialisti di SINA, società di ingegneria del Gruppo ASTM, che ha in curriculum la sorveglianza di circa 3.000 opere di cui oltre 300 gallerie, 2.200 tra ponti, viadotti e cavalcavia, con focus specifici su più di 150.000 elementi strutturali da ponte di cui 35.000 travi e 11.000 pile. In pratica i nodi vitali, strutturalmente parlando, di una rete autostradale di oltre 1.400 km in gran parte costruita nei decenni Sessanta e Settanta. All'incontro, avvenuto a Milano nel luglio scorso, hanno partecipato gli ingegneri Giuseppe Pasqualato, Michele Mori e Sergio Rossi. Con loro Marilena Cianfarini, che ringraziamo per il coordinamento dell'iniziativa.

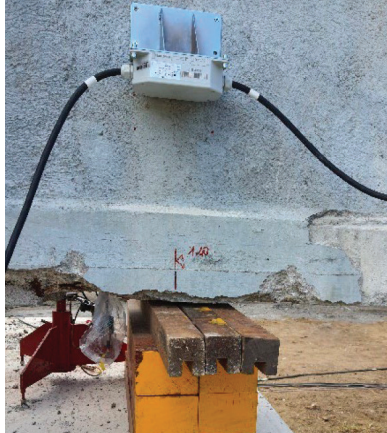
Prima di entrare nel merito del tema, riteniamo utile sottolineare il fatto che SINA lega strettamente e da molto tempo il fattore della conoscenza a quello della formazione, nonché della divulgazione, attraverso un set di iniziative coordinate dalla sua Direzione Scientifica guidata dall'ingegner Roberto Arditi. Tra gli esempi di questo approccio, sempre teso a fare rete, per esempio, con gli Ordini degli Ingegneri o con le Università, rientrano la Scuola di perfezionamento per i tecnici della società, le inizia-

tive di formazione per i neoassunti e quelle finalizzate a costruire costantemente “ponti” proprio con l'Accademia, si pensi alle visite a laboratori o cantieri o alla collaborazione con i tesisti. Tra le iniziative recenti, possiamo citare un'intensa due giorni di studio, nel maggio scorso, in cui Autostrada dei Fiori, SINA e Politecnico di Torino hanno portato *on field* - lungo l'A6 Torino-Savona - circa 40 studenti del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile del Poli sabaudo. La delegazione ha potuto prendere visione delle tecnologie impiegate per il miglioramento sismico del viadotto Teccio (9 campate per 178 m) e per il varo degli impalcati del viadotto Ferrovia di Altare (8 campate per 197 m), per concludere con una visita al cantiere del viadotto Bormida di Pallare Sud, opera di 18 campate e sviluppo 586 m, dove sono in corso lavori che prevedono la totale demolizione e ricostruzione dell'opera nella medesima posizione, dimezzando il numero delle pile, senza interrompere il traffico. Quanto alla divulgazione, di cui fonte preziosa è il sito [autostradafacendo.it](https://www.autostradafacendo.it), vorremmo qui citare solo due esempi anch'essi recenti: la partecipazione di SINA al Convegno Nazionale PIARC 2023 di Roma, anche con un focus dedicato ai ponti, nonché al simposio IALCCE 2023 di Milano, punto d'incontro tra la ricerca sul *life cycle civil engineering* e le sue



Studenti di ingegneria del Politecnico di Torino durante una visita tecnica sui cantieri del viadotto Teccio (A6) con i carroponte per le attività di montaggio e smontaggio





Trave in CA ordinario e strumenti di prova (accelerometri e inclinometri)

modalità applicative, in un contesto in cui progettare “a ciclo di vita” significa anche e soprattutto farlo, come rileva Pasqualato, “in un’ottica di moderna cultura della sostenibilità e della manutenzione funzionale al miglioramento della resilienza delle infrastrutture”.

## RICERCA APPLICATA

Condividere, ovvero cooperare, per conoscere. SINA segue programmaticamente questa strada rendendosi parte attiva nell’ambito dei tavoli normativi nazionali dedicati alle infrastrutture e di numerosi progetti di ricerca. Sul tema ponti, viadotti e relative Linee Gui-

da, per esempio, un focus chiave è connesso alle opere in CAP a cavi post-tesi di cui abbiamo parlato in un articolo a firma Filippo Ferrari, Davide Guglielmo e Michele Mori su VISION Journal Numero 1 (“Ispezioni speciali di opere in CAP a cavi post-tesi”, pag. 92). Restando nei dintorni dell’A6 e toccando questo medesimo ambito, un’esperienza conoscitiva di grande valore tecnico ha riguardato, in anni recenti, una serie di iniziative di studio su due travi, entrate in esercizio nel 1965, del viadotto Mollere (originariamente circa 509 m di lunghezza e 20 campate per 120 travi), il cui impalcato è stato decostruito da Autostrada dei Fiori per essere quindi ricostruito nell’ambito del piano di ammodernamento del tronco A6. Due i contratti di ricerca attivati da SINA, al proposito, con il Politecnico di Torino: il primo sulla durabilità, orientato alla valutazione del degrado del calcestruzzo; il secondo sulla resistenza struttura-

le, finalizzato a conoscere le capacità residue delle strutture esistenti e coeve al Mollere. Le prove di quest’ultima attività, in particolare, sono state eseguite coinvolgendo sia tutto il mondo SINA, sia gli operatori del settore in più occasioni formative-informative dedicate.

## APPROFONDIMENTI

“Queste specifiche indagini - spiega Giuseppe Pasqualato a VISION Journal - sono state rese possibili dal fatto che il progetto ha previsto la decostruzione dell’impalcato e non la sua demolizione e hanno coinvolto due team di ricerca del Politecnico di Torino, il primo specializzato nel campo della chimica dei materiali e il secondo nella tecnica delle costruzioni, che hanno cooperato tra loro e con i nostri tecnici saldando competenze scientifiche a expertise applicative. Fondamentale, in questo quadro, è stato il monitoraggio con le relative campagne di prova che si sono svolte in un’ex area di servizio a Ceva dove le travi - una in calcestruzzo armato ordinario di 25,90 m e la seconda in calcestruzzo armato precompresso a cavi post-tesi di 34,60 m - sono state posizionate e strumentate”. “Le sessioni di prova - prosegue il di-

Impulso dinamico tramite maglio



Trave in CAP durante la prova di carico





scorso Michele Mori - si sono svolte a cavallo dell'estate 2021, e hanno rappresentato occasioni significative da un lato per affinare le metodologie connesse ai sistemi di carico e dall'altro per acquisire nuove conoscenze sulle strutture, per esempio, con riferimento alla trave in CAP, riguardo alla precompressione residua del sistema a cavi scorrevoli". Concentrando l'attenzione proprio su questo caso specifico, per il contesto in cui opera SINA del tutto rilevante, possiamo aggiungere che tra le numerose prove effettuate rientrano tomografie, endoscopie, ultrasuoni, tipici test sulle strutture post-tese: "Siamo partiti - rileva Mori - da una serie di indagini di caratterizzazione dello stato di ammaloramento della trave, per proseguire con i campionamenti dei materiali (per esempio per determinare la correlazione tra  $CO_2$  e stato di corrosione delle armature) e con le video-ispezioni sulle guaine dei cavi di compressione. Per quanto riguarda il monitoraggio, invece, sono stati impiegati sistemi di misura sia statici sia dinamici".

## LEZIONI APPRESE

Rimandando, per ulteriori dettagli tecnici, al materiale disponibile su



Forum sulla sicurezza delle infrastrutture SINA-VISIONJ a Milano: da sinistra Sergio Rossi, Giuseppe Pasqualato e Michele Mori (da remoto) di SINA con il nostro direttore Fabrizio Apostolo

**autostradafacendo.it**, concentriamoci infine su alcuni insegnamenti che si sono potuti trarre da questa attività analitica che, come attestato ancora da Mori, "ci ha permesso di constatare che le resistenze residue reali sono superiori a quelle stimate per un elemento strutturale con quella determinata vita utile già vissuta". "Si tratta - integra Pasqualato - di travi che hanno superato la soglia di elasticità, entrando nel campo plastico e risultando dunque inservibili. Tuttavia, non sono arrivate a rottura, se non, nel caso della trave in CA, in ragione del fatto che quell'elemento specifico non era più coadiuvato dal contesto, non potendo più contare sulla ripartizione trasversale. Ovvero, ha ceduto per colpe non sue. Inoltre, grazie alle prove abbiamo accertato che questo stesso elemento era stato ripristinato in un intervento non di rinforzo, ma solo di facciata, ovvero senza prevedere quei connettori che oggi la regola d'arte impone in materia di ripristini". Nel caso

della trave in CAP, invece, è risultato cruciale per i tecnici SINA, come anticipato da Mori, studiare a fondo il comportamento del sistema di precompressione, tecnica costruttiva introdotta proprio negli anni Sessanta e spesso accompagnata, nella comunità scientifica, dal sospetto di rotture fragili di tipo occulto. Nel caso in questione, rilevano gli specialisti SINA, l'acciaio ha invece lavorato perfettamente.

Approfondire la conoscenza sulla vita residua di strutture ultra-cinquantenni e allo stesso tempo le cause dei loro degradi. Una doppia sfida che cerca nel passato, con gli strumenti di oggi, modalità comprovate per generare infrastrutture future migliori, sia dal punto di vista della sicurezza sia da quello dell'eeco-sostenibilità. Le travi del Mollere, da parte loro, non sono un capitolo chiuso, bensì un fronte di ricerca ancora aperto e un auspicabile serbatoio di ulteriore conoscenza. ■

Sensore potenziometrico



Termocoppia



LVDT

