

LA NUOVA PASSERELLA CICLOPEDONALE SUL RENO TRA CENTO E PIEVE DI CENTO

LO STATO DELL'ARTE DEGLI IMPALCATI PEDONALI CON TRAVI PARAPETTO

La passerella finita sul Reno

La Integra, attiva nel territorio della Provincia Ferrarese da quasi dieci anni con la progettazione dei ponti sull'idrovia a Ostellato [1] e Finale [2] e di quello a Bondeno [3] sul canale di Burana, è stata interpellata dal Comune di Cento nel Settembre del 2019 onde risolvere il problema della messa fuori servizio della passerella ciclopedonale sul fiume Reno a seguito dell'ammaloramento delle travi portanti in legno lamellare. Negli ultimi decenni sono state realizzate in Italia un discreto numero di piccole luci in legno lamellare nella convinzione che questo materiale offrisse un valore aggiunto rispetto all'acciaio ed al calcestruzzo. In effetti, il legno è un valido materiale da costruzione per l'edilizia dato che è leggero e isolante oltre che essere chiaramente molto piacevole a tatto, olfatto e vista.

Il problema del legno è che quando è esposto agli agenti atmosferici può ammalorarsi con facilità sviluppando fenomeni di marcescenza e perdendo così rapidamente la sua funzionalità. Ecco perché nell'edilizia, adeguatamente protetto, il legno è per molti versi praticamente imbattibile, mentre il suo utilizzo nei ponti e per opere esposte agli agenti atmosferici che non possono contare sul monitoraggio e sulla manutenzione continua di un edificio abitato è molto più discutibile, soprattutto in climi che non sono particolarmente asciutti, o che presentano marcate alternanze di periodi umidi e secchi.

Purtroppo, gran parte del territorio italiano ricade proprio in queste due categorie fenomenologiche: abbiamo intere regioni con umidità elevata - il Ferrarese è una di queste - e soprattutto non siamo rinomati per la manutenzione della cosa pubblica.

Ecco quindi che per una passerella esposta agli agenti atmosferici sono sufficienti appena un paio di anni di manutenzione insufficiente per far sì che l'accumulo e il ristagno di acqua favoriscano attacchi fungini.

La passerella di Cento versava esattamente in queste condizioni: le travi presentavano importanti fenomeni di marcescenza ed erano sottoposte ad attacco fungino in più punti strutturalmente delicati per cui un



1A e 1B. Fenomeni di marcescenza delle travi in legno lamellare

intervento di bonifica era divenuto di fatto non più conveniente rispetto ad una sostituzione integrale. Peraltro, la passerella sul Reno tra Cento e Pieve di Cento, è un'opera strutturalmente impegnativa, una trave continua di circa 140 m di lunghezza, con luce massima di ben 48 m.

Da questo punto di vista, la scelta del legno è stata senz'altro discutibile sin dall'inizio. Il legno infatti, a fronte di un peso che è pari a circa 1/15 del ferro ha una resistenza che può essere inferiore a 1/20, soprattutto nel caso di una grande luce inflessa dove si hanno sollecitazioni permanenti elevate sia a trazione che compressione. Una volta tenuto conto dei vari coefficienti che si utilizzano nel calcolo del legno si vede che la tensione ammissibile residua è piuttosto modesta se confrontata con quella di un moderno acciaio strutturale.

Dalle considerazioni seguenti è quindi scaturita l'idea di proporre al Cliente una sostituzione dell'impalcato esistente, composto da due travi parapetto in legno lamellare di altezza costante pari a 2 m e spessore pari a 20 cm, con una analoga struttura in acciaio autopatinante, che risultando globalmente dello stesso peso di quella in legno avrebbe permesso di riutilizzare le sottostrutture con piccolissimi aggiustamenti, di modo da contenere l'importo dell'intervento entro la modestissima cifra di 300.000 Euro, circa 1.000 Euro/m². Le sottostrutture erano purtroppo bruttine e peraltro realizzate in maniera abbastanza approssimativa. Si tratta di pali-pila del 1.000 la cui parte fuori terra è stata gettata dentro dei tubi in cemento facenti la funzione di casseforme a perdere. Questi tubi in alcuni punti presentano delle fessurazioni colonnari sub-verticali in quanto non essendo armati non hanno retto alle sollecitazioni durante la fase costruttiva.

Peraltro la verticalità di questi fusti non è perfetta e il tutto è peggiorato dai pulvini di sommità che hanno una geometria molto approssimativa. Queste pile sono però in affiancamento (in ombra) a quelle dell'adiacente ponte stradale quindi anche volendole demolire si sarebbero dovute ricostruire nello stesso punto con ovvie complicazioni.



2. Dettaglio delle pile esistenti



3. La passerella di Pregnana

Si è deciso pertanto, dopo opportune verifiche statiche di sicurezza, di tenerle regolarizzando i pulvini e allargandoli di pochi decimetri in modo da avere più spazio per la posa del nuovo impalcato. La forma circolare è del resto sempre apprezzabile ed ancor più il risparmio di tempo e denaro che si è ottenuto nel riutilizzarle, soprattutto sapendo che non è stato fatto a scapito della sicurezza.

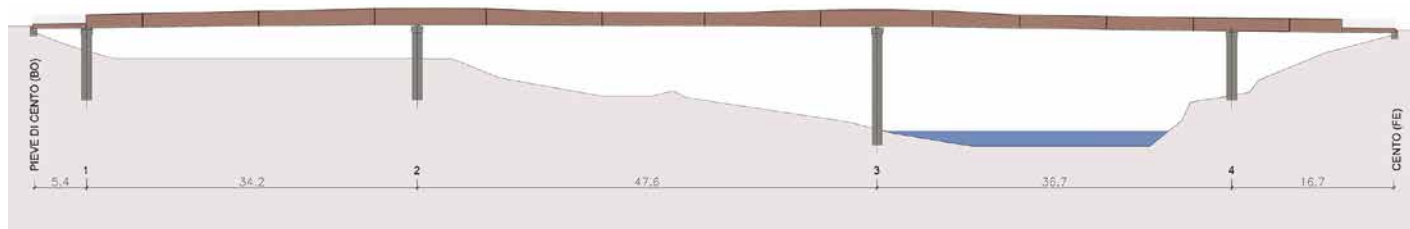
Per l'impalcato si è quindi proposta una sezione molto simile a quella esistente con due travi parapetto. In considerazione della variabilità dei momenti a trave continua, si è pensato di variare l'altezza lungo la travata passando da 1,65 m in appoggio a 1,35 m in mezzeria in modo da ottimizzare la struttura ma soprattutto di conferire all'attraversamento una dinamicità che si è rivelata essere l'elemento qualificante dell'opera.

Le prime passerelle a via inferiore con travi parapetto piene sono state proposte e realizzate dagli scriventi sulla Torino-Milano. All'epoca, in sostituzione di attraversamenti autostradali reticolari a tubo previsti nel progetto definitivo, la Integra propose al Consorzio CAV.TO.MI. di realizzare delle passerelle di questo tipo su luci peraltro analoghe. La prima ad essere costruita fu quella di Pregnana Milanese, nel 2005 [4].

LE CARATTERISTICHE TECNICO-STRUTTURALI

I 141 m della passerella ciclopedonale sono composti da una prima piccola campata (5,4 m) lato Pieve di Cento semplicemente poggiata sulla spalla ed incernierata alla trave della struttura continua che la segue. La trave continua è invece articolata su quattro campate, che procedendo in direzione Cento, hanno luci di 34,2 m, 47,6 m, 36,7 m e 16,7 m. Tale partizione spiega la necessità dell'articolazione della prima piccola campata sulla pila 1, poiché in caso contrario il peso della campata che la segue da circa 34 m avrebbe sollevato gli appoggi in spalla.

Abbiamo detto che l'impalcato della passerella è realizzato con una travata a via inferiore in acciaio Cor-Ten, S355J0WP, costituito da due travi principali a doppio T, di altezza variabile da 1,35 m a 1,65 m e interasse 2,3 m, collegate da trasversi a doppio T di altezza pari a 20 cm. Per facilitare la trasportabilità e il montaggio le travi principali sono realizzate con conchi di lunghezza in-



4. Il profilo longitudinale della passerella

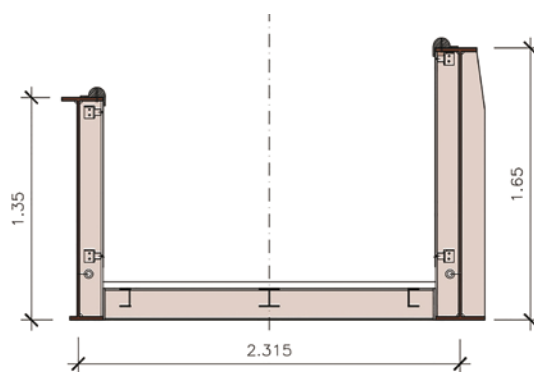
feriore ai 12 m imbullonate in opera. Per simmetria con piccola campata lato Pieve di Cento (destra idrografica), le travi parapetto negli ultimi 6 m lato Cento si riducono ad altezza calpestio. Questo ha in definitiva permesso di ridurre la lunghezza dell'impalcato con travi parapetto a meno di 130 m con un risparmio economico non disprezzabile.

Le due travi parapetto sono collegate da trasversi posti ad interasse longitudinale inferiore ai 3 m. In corrispondenza dei trasversi le travi sono irrigidite verticalmente da profili saldati a T su cui i trasversi sono imbullonati con un collegamento rigido a flangia, collegamento che crea dei robusti telai trasversali ad U composti appunto dal trasverso e dai suddetti irrigidimenti verticali, i quali assicurano il necessario contrasto all'instabilità fuori dal piano delle travi estradossate.

I trasversi assolvono anche la funzione di sostenere la struttura secondaria longitudinale, due UPN120 laterali e un HEA120 centrale, che supportano il grigliato anch'esso in Cor-Ten con cui è realizzato il nuovo piano ciclopedonale.

Per risolvere il problema del sollevamento degli appoggi che si ripresentava anche sulla spalla lato Cento, dove la campata di riva da 16,7 m è troppo corta rispetto all'adiacente da 36,7 m, è stato sufficiente appesantire gli ultimi metri della campata di riva (circa 6,5 m di estensione) inglobando i trasversi in un getto di calcestruzzo pieno.

L'intervento ha previsto anche il risanamento-adequamento delle sottostrutture, comprendendo anche un allargamento di 15 cm dei pulvini solo sul lato opposto rispetto al ponte carrabile esistente (lato ponte i pulvini erano già a contatto con il ponte stradale). Oltre all'allargamento trasversale, per incrementare la resistenza a flessione degli sbalzi dei pulvini è stato effettuato un getto aggiuntivo in estradosso di calcestruzzo (C50/60) di spessore 5 cm previa scalpellatura delle superfici e posa in opera e inghisaggio di armature integrative. Sulla restante parte della superficie dei pulvini, come anche sulla totalità delle superfici esposte di pile e spalle, si è intervenuti con un risanamento dei calcestruzzi, prevedendo trattamenti superficiali di rinvigorisca e successiva protezione con rivestimenti in resine poliuretatiche. L'intervento è stato completato dalla realizzazione di nuovi baggioli e dalla posa in opera dei nuovi dispositivi di appoggio in neoprene armato (Tipo C secondo EN 1337-3) ancorati alle travi e alle sottostrutture.



5. La sezione trasversale in cui si vede la differenza della trave in campata e in appoggio

LE FINITURE

I materiali impiegati per la passerella e le sue finiture sono stati scelti sulla base di criteri di compatibilità architettonico-paesaggistica e durabilità: le strutture principali sono state realizzate in acciaio Cor-Ten, scelto sia per la sua resistenza alla corrosione sia per il suo colore brunito che ben si adatta ai luoghi. In Cor-Ten è realizzato anche il calpestio, con caratteristiche antiscivolo, antipannico, antitacco e antiriflesso (acciaio Cor-Ten S355J0WP, Classe di resistenza allo scivolamento secondo DIN 51130 - R11).

Sul lato interno delle due travi, a protezione di pedoni e ciclisti, sono stati collocati pannelli in lamiera microforata. Per smorzare il monocromatismo e contrastare il bruno del Cor-Ten dando un effetto di maggiore ricercatezza e confort per l'utenza si è scelto per questi elementi l'argento dell'acciaio zincato.

L'impiego di travi in acciaio ha consentito di ridurre a valori compresi tra 1,15 m e 1,40 m la loro altezza rispetto al piano di



6. Dettaglio dei rivestimenti interni



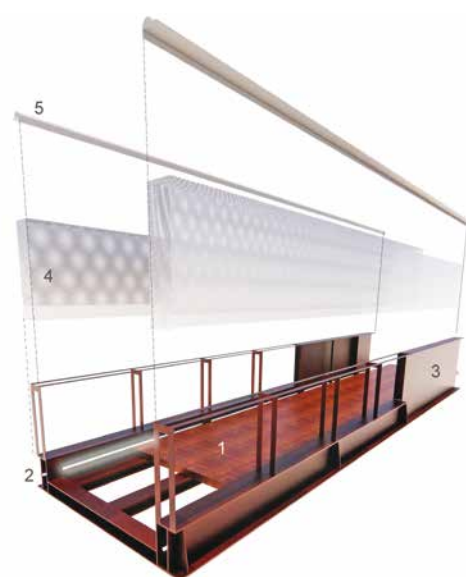
7. La passerella in esercizio

calpestio - contro gli 1,8 m della struttura precedente in legno - offrendo a chi percorre la passerella la vista del paesaggio circostante. Al di sopra del profilo interno delle travi sono stati posati paraspiogli in materiale plastico.

L'ILLUMINAZIONE

In prossimità del piano di calpestio, dietro gli stessi pannelli, è stata collocata su entrambi i lati una fascia continua di strip led per garantire la piena visibilità e dunque la sicurezza a chi transita lungo la passerella anche nelle ore notturne. Il colore chiaro del materiale dei pannelli e la loro struttura forata contribuiscono alla diffusione della luce, evitando tuttavia fastidiosi abbagliamenti.

Nella maggioranza delle passerelle ciclopedonali e piste ciclabili, il tema della luce riveste infatti un ruolo primario, dovendo rendere i manufatti fruibili nell'arco dell'intera giornata, dunque anche in assenza di luce naturale. La collocazione spesso periferica di queste strutture rispetto ai centri abitati richiede un'attenzione particolare alla sicurezza (intesa anche come "percezione di tranquillità" di chi ne fruisce).



8A e 8B. Lo spaccato del modello BIM delle zone di accesso



DETTAGLIO TESTATE

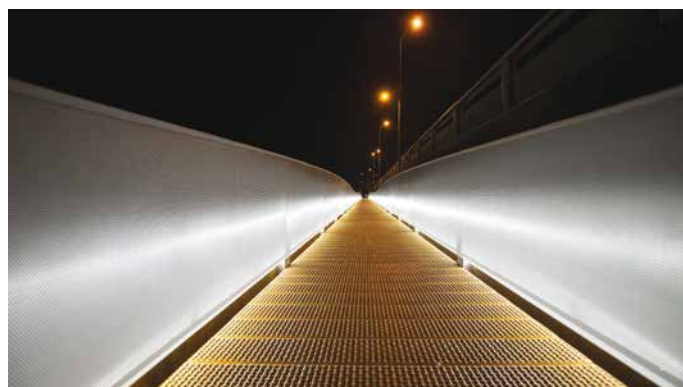
- 1 grigliato in Cor-Ten
- 2 strip led
- 3 trave/parapetto in Cor-Ten
- 4 pannelli microforati in acciaio zincato
- 5 paraspiogli

La luce diventa quindi un valido strumento, oltre che per la valorizzazione dell'oggetto architettonico, anche per l'eliminazione di aree buie, che inevitabilmente scoraggiano la percorrenza da parte di quella che convenzionalmente è definita utenza "debole".

Particolare attenzione alla progettazione illuminotecnica si ritrova in un altro intervento realizzato dagli scriventi Integra Srl e Studio Lumarch nella provincia di Ferrara, il già citato nuovo ponte ad arco in acciaio sul canale di Burana con annessa passerella ciclopedonale a sbalzo e percorso ciclabile che costeggia il canale. L'area di intervento è extra-urbana, abbastanza isolata e poco illuminata. Anche in questo progetto le variabili architettonico-urbanistiche che entravano in gioco accanto a quelle strutturali, erano l'inserimento

paesaggistico, la qualità estetica del manufatto, la sua durabilità e non ultima la sua "sicurezza".

In questo caso, si sono scelti materiali differenti: per la leggerezza richiesta dalla struttura e per un rispettoso inserimento nello skyline è stato impiegato l'alluminio sia per i parapetti che per il calpestio.



9. L'illuminazione notturna



10. La pista ciclabile del nuovo ponte ad arco di Bondeno

Analogie con l'intervento di Cento si ritrovano invece nelle scelte in materia di illuminazione. Anche in questo caso lo studio dell'illuminazione è stato indirizzato alla valorizzazione degli elementi più rappresentativi dell'intervento, per ciascuno dei quali è stato previsto un sistema differente. Gli archi del ponte sono enfatizzate da proiettori a led direzionabili incassati nella soletta esterna ai guard-rail della strada; essi illuminano il ponte dal basso in alto e di riflesso, in direzione contraria, con un effetto "introspeetivo" e di protezione chi lo percorre. Una striscia di led collocata nel corrimano dei parapetti della passerella e della ciclabile assicura l'illuminazione diffusa richiesta dalle esigenze di sicurezza e, per la sua continuità, sottolinea il legame tra le due sponde che l'opera unisce.

IL COLLAUDO E L'APERTURA

In data 23 Dicembre 2020 è stata condotta la prova di carico sulla struttura. La prova ha previsto il caricamento della campata centrale, di lunghezza 47,6 m, su cui nella configurazione finale più gravosa sono stati disposti 38 contenitori pieni di acqua da 1 m³ a interasse di 1,25 m, partendo in modo simmetrico dal centro della campata ed occupando precisamente la sua intera lunghezza da P2 a P3.

Il collaudo ha previsto una prima fase in cui sono stati riempiti i dieci contenitori al centro della campata, condizione che in termini di sollecitazioni agenti sulle travi corrispondeva a circa il 50% di quella a pieno carico e successivamente i restanti 28.

In termini di abbassamenti si sono registrati in mezzera valori pari a poco più dell'80% di quelli di calcolo (80 mm misurati, 96 mm calcolati), con pieno recupero elastico della freccia.

Completato il collaudo si è lavorato sulle finiture anche tra Natale e Fine Anno, riuscendo ad aprire la struttura per la serata del 31 Dicembre 2020. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Direttore Tecnico di Integra Srl

⁽²⁾ Architetto, Titolare dello Studio Lumarch

⁽³⁾ Professore, Presidente di Integra Srl

Ringraziamenti

Gli scriventi ringraziano le Amministrazioni Comunali di Cento e Pieve di Cento nelle persone dei Sindaci Fabrizio Toselli e Luca Borsari e del RUP, Arch. Beatrice Contri, e l'Impresa esecutrice dei lavori, la CO.VE.MA Srl di Castelfranco Emilia, e il suo Titolare Andrea Franceschelli, che hanno lavorato indefessamente notte e giorno durante il periodo di Covid-19 - con temperature non esattamente primaverili - per consegnare l'opera in tempi record.

Bibliografia

- [1]. M. Petrangeli, Usai G., Pietrantonio M. (2014) "Lo strallato di Ostellato", "Strade & Autostrade" n° 106 Luglio/Agosto 2014, pp. 56-59, ISSN 1723-2155.
- [2]. M. Petrangeli, G. Usai, P. Tortolini - "La Fenice di Comacchio", "Strade & Autostrade" n° 112 Settembre/Ottobre 2015, pp. 102-107, ISSN 1723-2155.
- [3]. M. Petrangeli - "Collaudo Ergo Sum", "Strade & Autostrade" n° 142 Luglio/Agosto 2020, pp. 40-45, ISSN 1723-2155.
- [4]. M. Petrangeli, C. Andreocci, F. Magnorfi, A. Leoncini, M. Orlandini, G.M. Scotto - "Le opere di scavalco a struttura mista della nuova linea AC Torino Milano", "Strade & Autostrade" n° 78 Novembre/Dicembre 2009, pp. 84-94, ISSN 1723-2155.