

ingenium

ISSN 1971 - 6648

Anno XXIX - N. 119-120 - Luglio - Dicembre 2019 - Sped. in A.P. - 45% - Filiale di Terni



PERIODICO DI INFORMAZIONE (CINECA-MIUR- n. E203872)
DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TERNI www.ordingtr.it

Numero monografico
Gateway Gino Papuli

BMP

Elevatori su Misura

La B.M.P.SRL, fondata nel 1996

- è un'azienda specializzata nella produzione di "Elevatori Su Misura"

- grazie all'esperienza maturata e alla spiccata attenzione alle richieste del mercato, ha indirizzato la propria attività in modo specifico su progetti estremamente personalizzati in termini di dimensionamenti e finiture

Ciò ha permesso altresì la certificazione di 6 Modelli di "Piattaforma Elevatrice" in base alla portata (da 200 a 500 Kg) ed alla tipologia di manovra (Uomo Presente / Automatica come gli ascensori tradizionali), oltre alla possibilità di realizzare impianti speciali al di fuori dei 6 Modelli certificati

- ha reso nel tempo dinamici i propri processi produttivi consentendo un armonioso inserimento dei propri impianti in qualsiasi ambiente architettonico: pubblico, privato, preesistente, di nuova costruzione, interno o esterno all'edificio

- supporta il cliente ed integra il lavoro del progettista dalla preventivazione (non impegnativa) alla progettazione, fino alla installazione (mediante Aziende partner)

- utilizza materiale quasi interamente "made in Italy" e comunque nell'ambito della Spazio Economico Europeo.

- realizza la propria gamma prodotti nel pieno rispetto dei più severi requisiti di sicurezza Nazionali ed Europei, in particolare "Direttiva Macchine 2006/42/CE - Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CE - Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE"



Venite a trovarci nel ns. Stabilimento per visionare prodotti, finiture, materiali utilizzati e per valutare insieme progetti specifici e "Su Misura" per Voi. Oppure contattateci per ricevere, senza impegno e senza alcun costo, la visita dei nostri tecnici che potranno supportarvi nella scelta della soluzione più adatta al luogo di installazione e alle Vostre esigenze.

Uffici e Produzione:

STRADA DI SABBIONE N. 33 (Area Ind.le A-46) - 05100 TERNI
Tel. 0744 . 800953 - 0744 . 817384 e-mail: info@bmplift.it

Orari apertura:

lun. - ven. 08.00 - 13.00 / 14.30 - 17.30

Anno XXIX – n. 119-120
Luglio - Dicembre 2019

In copertina:
Rendering progettuale del tripode centale

*Il contenuto degli articoli firmati
rappresenta l'opinione dei singoli Autori*

INGENIUM

ingenium@ordingtr.it

Direttore responsabile:
CARLO NIRI
ingenium@interstudiotr.it

Caporedattore
MARCO CORRADI
marc.corradi@unipg.it

Redazione:
PAMELA ASCANI
MARIO BIANCIFIORI
CLAUDIO CAPORALI
MARCO CORRADI
GIANNI FABRIZI
DEVIS FELIZIANI
ALBERTO FRANCESCHINI
PIERGIORGIO IMPERI
FRANCESCO MARTINELLI
SIMONE MONOTTI
SILVIA NIRI
PAOLO OLIVIERI
MARCO RATINI
ELISABETTA ROVIGLIONI

Editore

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
05100 Terni - Piazza M. Ridolfi, 4

Responsabile Editoriale

Presidente pro-tempore
Dott. Ing. SIMONE MONOTTI

Direzione, redazione ed amministrazione

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
05100 Terni – Piazza M. Ridolfi, 4
Tel. 0744 403284 – Fax 0744 431043

Autorizzazione del Tribunale
di Terni n. 3 del 15.05.1990

Stampa: Arti Grafiche Leonardi
Via Roma, 85 - 05100 Terni
Tel. 0744 405251

INGENIUM è inserito nell'elenco delle
Riviste Scientifiche CINECA – MIUR
al numero E203872

Sommario

- 5 **Il valore della memoria dell'ingegneria nella società**
di Simone Monotti
- 7 **Le tappe di un lungo cammino**
di Carlo Niri
- 10 **il primo passo della strategia di rigenerazione urbana**
di Roberto Meloni
- 13 **Il ponte come un simbolo pubblico**
di Renato Benedetti e Carla Sorrentino
- 17 **La visione strutturale come preconditione e
validazione dell'estetica dell'opera**
di Odiene Manfroni
- 21 **La progettazione strutturale nel progetto integrato
e le sue complessità**
di Marco Peroni
- 25 **Una sinergia istituzionale per l'attività tecnica**
di Marco Sereni
- 27 **Governare le incertezze per valutare i rischi
di sistemi complessi**
di Massimiliano Gioffrè e Gianni Bartoli
- 31 **Vincoli, verifiche e complessità del cantiere**
di Leonardo donati

NUOVO SETTORE

- LABORATORIO CALCESTRUZZO
- LABORATORIO ACCIAIO
- LABORATORIO MALTE E CEMENTI
- LABORATORIO AGGREGATI

LABORATORIO UFFICIALE AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI ALL'ESECUZIONE DI PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART. 59 DEL D.P.R. 380 E ART. 20 LEGGE N. 1086/71.



SERVIZI DI DIAGNOSTICA STRUTTURALE IN SITU

TEST SU ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

TEST SU MURATURE

PROVE DI CARICO SU STRUTTURE

PROVE SU ELEMENTI PREFABBRICATI

PROVE SU LEGNO E ACCIAIO

MONITORAGGI STRUTTURALI STATICI E DINAMICI

PROVE DI SFONDELLAMENTO SU SOLAI

UNI  **LAB**
S P E R I M E N T A Z I O N E
 LABORATORIO • PROVE • DIAGNOSI • ANALISI

UNILAB SPERIMENTAZIONE srl

Via Giacomo Leopardi 27, 06073 Corciano (PG)

Tel e fax 075 6978960 - Mobile 346 3275326 / 346 3289639



www.unilabsperimentazione.pg.it

IL VALORE DELLA MEMORIA DELL'INGEGNERIA NELLA SOCIETÀ

di **Simone Monotti**

Presidente Ordine Ingegneri della Provincia di Terni

Più volte è stato rimarcato a vari livelli come la nostra Categoria, più di altre, sappia e possa incidere positivamente e qualitativamente nel vivere quotidiano della società. Ciò può concretizzarsi nei più disparati ambiti che definiscono i tre macro settori dell'Ingegneria (Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione). Tutto questo può essere concretizzato operando con costanza e competenza nei propri ambiti di azione ma anche dedicando con sacrificio tempo ed energia alla missione di divulgare all'esterno le conoscenze e le competenze che ci contraddistinguono. In questo quadro di riferimento è chiaro come, in una città come Terni il cui volto e sviluppo sono segnati tra l'altro dalla rivoluzione industriale, molti Ingegneri abbiano lasciato un segno indelebile. Le acciaierie prima ed una lunga serie di poli industriali, tessili e chimici poi, hanno dato a Terni un'immagine di prestigio internazionale, arrivando ad essere definita "la Manchester italiana" ed ad ospitare da protagonista le attività (tra gli altri) del premio Nobel Giulio Natta.

Non solo acciaio e polimeri però vennero prodotti nella città umbra ed ecco allora che i tanti Ingegneri protagonisti in quegli anni d'oro, oggi hanno al loro onore intitolate strade, viali e vie in abbondanza. A confermare lo strettissimo e benefico legame tra la città e l'Ingegneria, a seguito della richiesta diretta avanzata dall'Ordine degli Ingegneri al Comune di Terni (che ringraziamo per averle accolte positivamente), è stata intitolata a Gino Papuli una delle infrastrutture più innovative ed utili della città. Lo scorso 30 ottobre 2019 infatti, durante una cerimonia ufficiale alla presenza del Sindaco e dell'Assessore ai Lavori Pubblici, è stata intitolata a Papuli la passerella pedonale in acciaio denominata informalmente "del Tripode" od "Umbria Gate Bridge".

L'opera è stata realizzata tramite un concorso internazionale bandito dal Comune di Terni nel 2011 a cui hanno partecipato 34 concorrenti di vari paesi europei. Essa attraversa i binari della stazione ferroviaria in modo tale da collegare i

parcheggi di attestamento dell'area esterna al centro della città con la stazione stessa e quindi con il centro urbano. Di fatto quindi rappresenta una infrastruttura strategica per decongestionare il traffico e favorire una fruibilità pedonale del centro. Il progetto è stato redatto dallo studio londinese Mc Dowell e dall'ATI "Benedetti Architects". La passerella è costituita da un triplo elemento metallico alto 60 metri, simile per l'appunto ad un "tripode" di suggestivo impatto visivo. Esso risulta connesso, con una coppia di grandi anelli metallici che lo sostengono e tramite cavi, alla struttura del ponte principale, lunga 120 metri. La restante campata di 60 metri è invece sostenuta da una trave reticolare. In totale quindi il percorso sopraelevato misura 180 metri. Il "Tripode" è posto di fronte alla grande pressa da "12000 tonnellate" delle acciaierie risalente al 1934. Proprio Papuli non a caso fu tra i promotori del salvataggio della pressa stessa, altrimenti destinata alla fusione dopo la dismissione, facendone oggi un esempio mirabile di arredo urbano da archeologia industriale.

Papuli è stato il primo Direttore della rivista Ingenium, edita dall'Ordine da quasi trenta anni consecutivi ed ininterrotti, di cui fu co-fondatore. E' scomparso dieci anni fa ed a lui è già dedicata la sala riunioni dell'Ordine. Uomo di scienza, Ingegnere e letterato, fu giornalista professionista, tecnologo metallurgico, primo docente universitario di archeologia industriale, poeta e divulgatore scientifico. Con i suoi versi raccontò l'aspetto umano soprattutto della classe operaia, protagonista materiale delle attività delle acciaierie dove egli operava. Suggestive anche opere in cui celebra l'importanza e l'impatto utile nella vita quotidiana di singoli elementi metallurgici prodotti. Papuli contribuì a promuovere nel 1962 il gemellaggio tra Terni e la città francese di Saint-Ouen nei pressi di Parigi.

Un riconoscimento importante per la nostra Categoria e per l'Ordine, che segna sempre di più il forte legame tra Ingegneria e società a Terni.

GIGLI & PACIFICI

VIA MAESTRI DEL LAVORO N°18/B
05100 TERNI

Tel. 0744/807168 – info@gepsnc.it



GIGLI & PACIFICI

VIA MAESTRI DEL LAVORO N°18/B
05100 TERNI

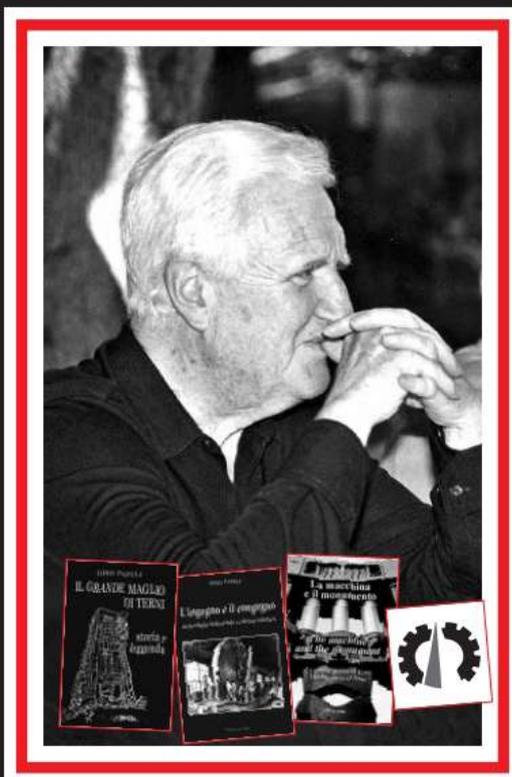
Tel. 0744/807168 – info@gepsnc.it



ingenium

ISSN 1971-6648

Anno XIX - N. 74 - Aprile-Giugno 2008 - Sped. in A.P. - 45% - Filiale di Terni



PERIODICO DI INFORMAZIONE
DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TERNI
www.ordingst.it

Ricordando Gino Papuli I lavori alla rupe di Marmore

La copertina del numero speciale dedicato al ricordo dell'ingegner Papuli uscito nell'immediatezza della sua scomparsa (giugno 2008).

LE TAPPE DI UN LUNGO CAMMINO

di Carlo Niri

Direttore di Ingenium

È con grande soddisfazione che dedichiamo questo numero speciale monografico della nostra rivista alla "Gateway Gino Papuli". Una grande opera di ingresso alla città. Come è noto si tratta dell'importante infrastruttura urbanistica, di notevole valore tecnico-architettonico, realizzata nei pressi della stazione ferroviaria ed intitolata recentemente al nostro collega ingegner Papuli. Nelle pagine che seguono l'opera stessa sarà adeguatamente "raccontata" nella sua costruzione attraverso le voci degli stessi realizzatori che - ciascuno per la propria parte - descriveranno le complessità dei problemi affrontati e le scelte operate per l'intera realizzazione. Dall'inquadramento generale in ambito urbano, illustrato dal RUP (Responsabile del Procedimento), si passerà alle prime ipotesi fondamentali dei progettisti, proseguendo poi con l'esame delle conseguenti scelte statiche dei vari strutturisti, fino alla descrizione delle necessarie verifiche ultimative (come, ad esempio, quella dell'azione del vento e quella sismica). Da ultimo, a conclusione del quadro illustrativo, l'articolo del Direttore dei Lavori riassumerà le principali azioni svolte per l'intera realizzazione.

L'ottenuta intitolazione della "porta urbana" (gateway) costituisce il coronamento di una grande aspirazione collettiva nata nel cuore di tutti gli ingegneri ternani, ormai più di undici anni fa, all'indomani della scomparsa del nostro caro Gino.

A quell'epoca - eravamo nel giugno del 2008 - subito dopo il decesso fu organizzato un primo convegno commemorativo a cura dell'istituto ICSIM, con la partecipazione dell'associazione per l'Archeologia Industriale AIPAI, del nostro Ordine Provinciale Ingegneri, della Federmanager, degli Amici della Forgia, e di altre organizzazioni. In quella sede già si veniva affermando, da più parti, che questa città avrebbe dovuto ricordare in qualche modo i grandi meriti dell'ingegner Papuli intitolandogli una piazza, una via, o comunque un sito emblematico. Il desiderio veniva confermato e ribadito anche quattro anni dopo, durante un secondo convegno commemorativo organizzato ancora dall'ICSIM, con la partecipazione degli stessi enti.

Da allora l'aspirazione ad un degno riconoscimento urbano è sempre rimasta nell'animo di tutti. Essa è tornata potentemente in auge lo scorso anno, in coincidenza con il decennale della scomparsa. I primi a celebrarne la ricorrenza sono stati gli "Amici della Forgia" che, appunto nel giugno dell'anno scorso, hanno promosso e realizzato l'installazione di una targa commemorativa in acciaio nella facciata interna della quinta monumentale di accesso al cimitero cittadino. La targa contiene incisa la celebre poesia dedicata all'"Operaio ignoto" nella quale l'ingegner Papuli esalta il contributo silenzioso e misconosciuto, ma fondamentale, fornito quotidianamente dagli operai per il miglioramento delle procedure di lavoro e, più in generale, per il



con il patrocinio
del Comune di Terni e della Provincia di Terni

commemorazione di Gino Papuli

sala conferenze Centro Multimediale di Terni
(via di Porta Spoletina)

mercoledì 2 luglio 2008, ore 16.30

lo ricorderanno

Paolo Raffaelli (sindaco di Terni)	Renato Covino (presidente AIPAI)
Andrea Cavicchioli (presidente Provincia di Terni)	Alberto Franceschini (presidente Ordine degli Ingegneri di Terni)
Louis Bergeron (life president TICCIH)	Franco Giustinelli (presidente ICSIM)
Aldo Buscaglione (ingegnere)	Enrico Melasecche (consigliere regionale)
Paolo Candelori (presidente Fondazione CARIT)	Carlo Niri (direttore "Ingenium")
Mauro Cavallini (Università "La Sapienza" - Roma)	Roberto Vacca (divulgatore scientifico)
	Giuseppe Papuli (ex funzionario Nazioni Unite)

la locandina del primo convegno
di commemorazione organizzato
al Centro Multimediale
nel luglio del 2008

Gino Papuli
tecnologo umanista

Archivio di Stato di Terni - Sala "Gisa Giani"
(Palazzo Mazzancolli, via Cavour 28 - Terni)

giovedì 21 giugno 2012 (ore 16,30)

programma

relazioni

L'Archivio Gino Papuli,
MARILENA ROSSI CAPONERI
(Archivio di Stato di Terni)
Gino Papuli "Tecnologo",
MASSIMO CALDERINI (SdF)
Gino Papuli "Umanista",
ANTONIO CARLO PONTI (Gruppo
Istetario)
Premio Europeo "Città di
Terni" per l'Archeologia
Industriale, SIMONE
GUERRA (Comune di Terni)

interventi

MARIO FOMNACI (presidente CARIT)
ADRIANO BOSCHETTI (Mestri del Lavoro)
RENATO COVINO (AIPAI)
PIERVITO DE FLORES (ICIL)
ALBERTO FRANCUSCHINI (Ordine degli
Ingegneri di Terni)
LUIGIANO NERI (Federmanager Terni)
CARLO NIRI (Ingenium)
INSERITO VABAZI (Amici della Forgia)

coordinata
FRANCO GIUSTINELLI (ICSIM)

Il manifesto del secondo
convegno commemorativo svolto
presso l'Archivio di Stato
nel giugno 2012



Alcuni tra i partecipanti alla cerimonia del 19 giugno 2018 durante l'inaugurazione della targa commemorativa in acciaio contenente la poesia "Operaio Ignoto" dell'ingegner Gino Papuli

RICORDANDO GINO PAPULI

Ormai sono passati più di dieci anni dalla sua scomparsa, ma durante tutto questo tempo abbiamo continuato a percepire la sua presenza. Ed ancora oggi lo sentiamo vicino a noi, con il suo incoraggiamento fattivo alimentato dall'amore per questa città, con la sua grande fede negli ideali della scienza e dell'ingegneria. L'ingegner Papuli rimane ben presente nella memoria dei ternani che ricordano le sue virtù umane, le sue doti di tecnologo, di professore e di giornalista scientifico, sempre accompagnate da una ammirevole determinazione nel perseguire la valorizzazione dei nostri beni storici di archeologia industriale.



Programma

ore 9 – Saluti:

- Elisabetta David**,
Direttore Archivio di Stato di Terni
- Simone Monotti**,
Presidente Ordine degli Ingegneri di Terni
- Luigi Carlini**,
Presidente Fondazione Carit Terni
- Luciano Neri**,
Presidente Federmanager Terni
- Giuseppe Papuli**,
già Funzionario ONU

ore 9,45 – Interventi:

- Fabio Paparelli**,
Vicepresidente Regione Umbria,
"Dalla crisi verso una nuova crescita?"
- Umberto Varazi**,
Coordinatore Gruppo Amici della Forgia,
già dirigente AST
"Papuli nella soc. Terni: dagli anni della crisi a quelli della riconversione"
- Renato Covino**, Univ. di Perugia,
"L'Archeologo industriale tra passato e futuro"

- Anton Carlo Ponti**,
Critico letterario,
"Tecnologia e cultura in Gino Papuli "

Carlo Niri,
Direttore di Ingenium,
"Tra cultura scientifica e promozione degli obiettivi"

Valeria Alessandrini,
Assessore Comunale,
"Valorizzare il patrimonio industriale ternano"

Paolo Olivieri,
già Dirigente Polo Montedison,
"C'è ancora un futuro per la chimica a Terni?"

Sergio Dotto,
Vice Presidente Centro Malfatti,
"Patrimonio industriale e associazionismo"

Cinzia Fabrizi,
Dirigente scolastico ITT Allievi Sangallo
"Progetto siti remix : ripensando l'archeologia industriale"

ore 12- Dibattito e testimonianze

ore 12,45 – Conclusioni di **Leonardo Latini**,
Sindaco di Terni

(Coordina i lavori **Franco Giustinelli**, Presidente dell'Associazione Umbria Contemporanea)

Nell'area del convegno saranno presenti materiali e brevi filmati su Gino Papuli

Si ringraziano per la collaborazione Gianni Bovini, Marco Giani e Filippa Trummino.

L'interno del pieghevole di invito al convegno "Cultura, tecnologia e sviluppo a Terni nel pensiero di Gino Papuli" tenutosi nella sala convegni dell'Archivio di Stato il 19 ottobre 2018

progresso della siderurgia italiana.

Nel frattempo, presso la sede del nostro Ordine Provinciale Ingegneri, si era costituito da tempo un nucleo operativo di "amici di Gino" (Giustinelli, Niri, Monotti, Olivieri, Varazzi, Moretti ed altri) che si riuniva settimanalmente per procedere all'organizzazione di un qualificato congresso celebrativo della ricorrenza decennale. Il nucleo, coadiuvato dalla Fondazione Carit, dalla Federmanager, dagli amici della Forgia e da altri enti, dette alla luce un convegno intitolato "Cultura, tecnologia e sviluppo a Terni nel pensiero di Gino Papuli" che si svolse quattro mesi dopo, nell'ottobre 2018, presso l'Archivio di Stato, alla presenza di un folto pubblico.

Durante i lavori preparatori del convegno, tuttavia, gli organizzatori avevano continuato a portare avanti le azioni finalizzate all'ottenimento del richiesto riconoscimento toponomastico. Ma le già accennate riunioni periodiche nella sede dell'Ordine avevano fatto maturare un'idea. Quella che, tra le varie ipotesi proponibili, la scelta migliore fosse quella di indicare a tale scopo il nuovo percorso pedonale sopraelevato recentemente costruito in attraversamento della stazione ferroviaria.

Le motivazioni erano apparse subito evidenti. Anzitutto si trattava di un'opera importante, prestigiosa, realizzata attraverso un concorso di progettazione internazionale che, pur essendo completamente ultimata, non era ancora toponomasticamente "assegnata". Inoltre essa, non soltanto rappresentava un cardine fondamentale della pianificazione urbanistica cittadina (la cosiddetta "porta urbana nord"), ma era anche dotata di un alto valore estetico e di una grande visibilità urbana attraverso il suo altissimo tripode

centrale, dotato persino di illuminazione notturna. Infine si trattava di un'opera altamente ingegneristica, caratterizzata da strutture complesse a ponti multipli, con notevoli luci e con particolari difficoltà realizzative. Ma questo non era tutto. C'era ancora dell'altro. Andava considerato infatti che, a queste importanti pregevoli doti, la struttura in questione associava anche un'ultima peculiare caratteristica, quella di concludere il suo lungo percorso panoramico proprio di fronte al gigantesco monumento cittadino della Pressa da dodicimila tonnellate.

La scelta risultava pertanto ineludibile. Alle normali iniziative avviate da tempo con l'Amministrazione Comunale furono subito aggiunti gli ulteriori necessari contatti autorizzativi con le società interessate delle Ferrovie dello Stato.

Nel dicembre dell'anno scorso, constatata in via informale la possibilità di ottenere i necessari pareri favorevoli dagli enti preposti, il nostro Ordine Provinciale Ingegneri inoltrava ufficialmente all'Amministrazione Comunale la specifica richiesta di intitolazione dell'opera all'ingegner Papuli.

La proposta veniva accolta con parere favorevole ottenendo il necessario riconoscimento ufficiale nel maggio di quest'anno attraverso la delibera di Giunta Comunale n°147 del 29.05.2019 che assegnava definitivamente l'intitolazione dell'opera a Gino Papuli.

Espletati gli adempimenti conclusivi ed approntati i lavori di preparazione, lo scorso trenta ottobre ha avuto luogo la cerimonia ufficiale di assegnazione alla presenza di un folto pubblico. Era quella, finalmente, la felice conclusione di un lungo cammino iniziato più di undici anni fa.



Il sindaco di Terni scopre la prima delle due targhe installate presso la stazione ferroviaria di Terni durante la cerimonia di intitolazione della "Gateway Gino Papuli" svoltasi lo scorso 30 ottobre

Nell'ambito della stazione ferroviaria di Terni

IL PRIMO PASSO DELLA STRATEGIA DI RIGENERAZIONE URBANA

di Roberto Meloni

Architetto Responsabile del procedimento dell'opera

Il Percorso pedonale sopraelevato, intitolato all'Ing. Papuli con il nome "Gateway Gino Papuli", è l'opera principale del PIT (Progetto Integrato Territoriale), che il Comune di Terni ha elaborato nel 2011 in risposta al bando regionale per l'Asse IV, Accessibilità e aree urbane, Attività A1 del Por-Fesr 2007-13. Il nuovo ponte ciclo-pedonale di connessione della stazione e del centro città al un nuovo sistema di attestamento della viabilità esterna a monte dell'area ferroviaria lato Via Proietti Divi, ha la funzione di volano della rigenerazione di questo ambito, incluso all'interno del Piano Periferie,

Progetto Interest, di prossima attuazione e per il quale è stata siglata la Convenzione con la Presidenza del Consiglio dei Ministri in data 7/12/17 e successivamente aggiornata in data 25/06/2019..

L'operazione ha visto il coinvolgimento delle società FS interessate, RFI (Rete Ferroviaria Italiana) e Centostazioni fin dall'inizio. Per quest'opera l'Amministrazione ha posto la qualità architettonica al centro della propria strategia, bandendo un concorso di progettazione in due gradi, a cui hanno partecipato 34 concorrenti di vari paesi europei e aggiudicato ad agosto 2012 all'ATI presieduta dallo stu-

dio d'architettura londinese BenedettiArchitects, al tempo McDo-

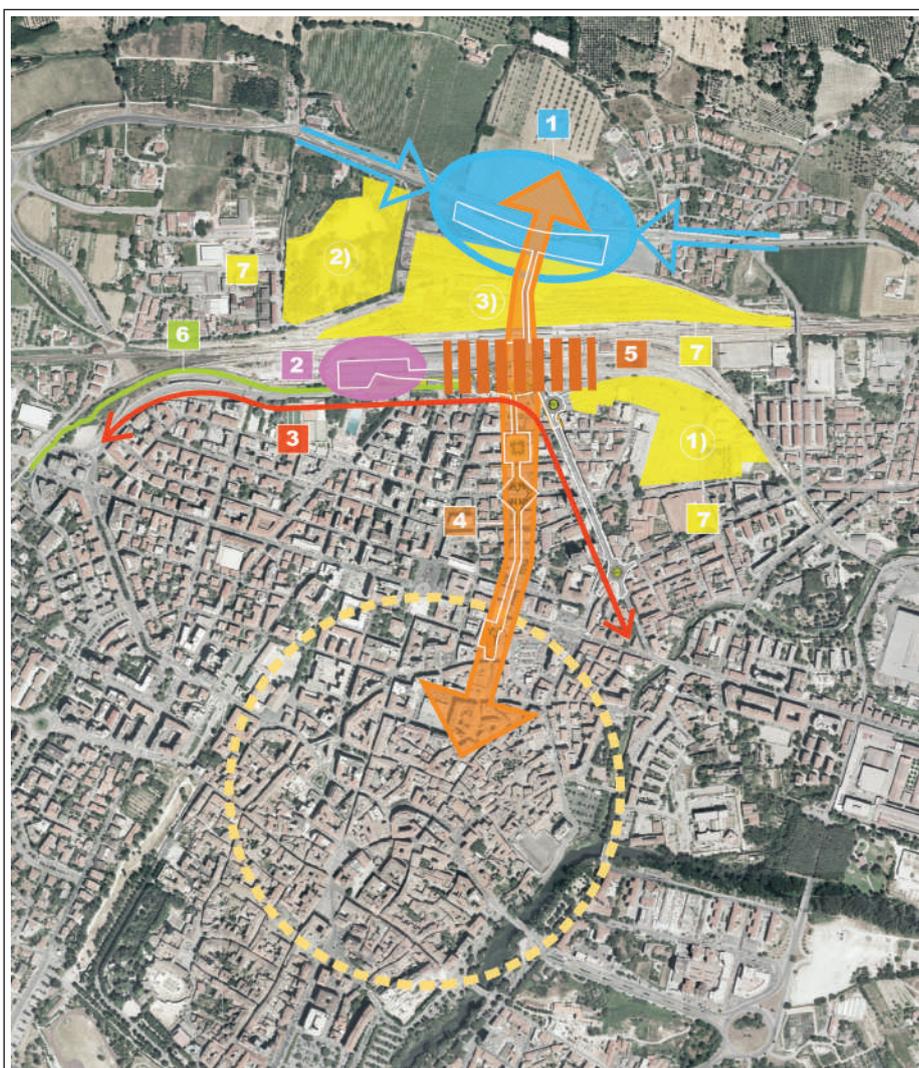
well + Benedetti Architects LLP. Il progetto vincitore, poi realizzato, è un ponte con andamento leggermente curvilineo lungo 175 m, un percorso urbano innestato all'interno del fabbricato viaggiatori e la cui sezione strallata lunga 122,50 m è caratterizzata dal grande Tripode, un telaio costituito dai tre piloni di acciaio che arrivano all'altezza di 55,50 m, al cui interno sono inseriti due anelli contrapposti, da cui partono nelle due direzioni gli stralli. La componente strutturale viene evidenziata e valorizzata dal mantenimento in vista delle parti in ac-



Gateway Papuli, landmark nel contesto urbano e territoriale (foto di Matteo Carnevali)

ciaio ed inox, a loro volta dialoganti con quelle cementizie a vista, le finiture lignee dell'impalcato e dei suoi parapetti, il vetro della testata sud.

L'opera, attuata attraverso appalto integrato e la cui progettazione esecutiva è stata curata dell'ATI presieduta dallo Studio Peroni di Roma, ha avuto un costo complessivo di € 4.862.005,10, di cui € 3.667.710,09 per lavori ed € 1.194.295,01 per somme a disposizione, finanziati per l'80% dai fondi For-Fesr 2007-13, poi fondi PAC (Piano Azione e Coesione) e per la quota restante dal cofinanziamento comunale. L'appalto integrato, vinto da Research Consorzio Stabile Scarl in Associazione temporanea con l'Impresa Ferone Pietro & C. S.r.l ed eseguito dalla consorziata Cobar SpA, è stato consegnato nel mese di marzo 2014, dando corso alla progettazione esecutiva. A giugno dello stesso anno hanno avuto inizio i primi lavori autorizzati, ovvero la preparazione della logistica di cantiere lato Via Proietti Divi e le prime lavorazioni inerenti fondazione e spiccato della testa nord e del primo dei successivi appoggi. Una volta approvato in via definitiva l'intero progetto con DGC n. 162 del 20/05/15, anche con valore di variante in relazione alle implementazioni progettuali richieste in sede di Conferenza dei Servizi, i lavori sono ripresi nel mese di giugno per essere infine ultimati a novembre 2016, a meno della realizzazione e montaggio degli smorzatori, dispositivi previsti in progetto per contrastare i fenomeni di risonanza dell'impalcato, montati a fine luglio 2017. A seguito della formale conclusione dei lavori in data 3/08/17, sono state portate a compimento tutte le procedure propedeutiche alla messa in esercizio dell'infrastruttura, in



Schema degli effetti attesi per il settore urbano nella tavola progettuale del 2011

particolare il collaudo e l'autorizzazione da parte dell'USTIF (Ufficio Speciale per i Trasporti ed Impianti Fissi) competente per l'attivazione degli ascensori. In data 23/01/18 è stato redatto da parte di RFI e Centostazioni il Verbale che certifica l'esito positivo del collaudo statico e la corretta esecuzione dei lavori, atto finale previsto dalla Convenzione regolante la presenza dell'infrastruttura in ambito ferroviario, siglata tra Comune di Terni RFI e Centostazioni in data 8/07/14.

Il Percorso pedonale sopraelevato costituisce il primo passo della strategia di rigenerazione di questa parte di città, avviata con il PIT. L'opera, infatti, oltre ad essere un

“percorso urbano” di collegamento del centro città al versante nord ed in particolare alla dorsale ciclabile di Via Bramante-Divi ed al retrostante versante collinare, è anche l'elemento portante del nuovo sistema di attestamento della viabilità esterna, che avrà nel parcheggio di Via Proietti Divi una dotazione di circa 300 posti, una volta completati i primi 100 con lo stralcio inserito nel Piano periferie e per il quale sono state riprogrammate le procedure di gara a seguito del mancato buon fine dell'affidamento avvenuto a fine 2018. Il sistema di attestamento di Via Proietti Divi assolve anche alla funzione, attraverso il nuovo sovrappasso, di fornire un importante

servizio al traffico dei pendolari, riducendo il tempo di scambio ruota-rotaia e, integrato al parcheggio lato Piazza Dante, di valida alternativa e futura sostituzione all'area di sosta ex Bosco. Il Percorso pedonale sopraelevato, nuovo "Landmark" nel panorama urbano, è stato inserito nel Piano periferie, conseguentemente, proprio in virtù della sua valenza di punto di partenza della strategia di rigenerazione, a cui si intende dare seguito. In tal senso il Progetto Interest prevede, per l'ambito PIT-Sazione-Ex Bosco-CMM, un percorso di profondo rinnovamento, finalizzato a portare in quest'area nuovi servizi, qualità architettonica, decoro, sicurezza, di cui il Gateway Papuli vuole costituire il primo e più significativo tassello.

Roberto Meloni ha conseguito la Laurea in Architettura nel luglio del 1992 presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" con votazione 110/110 con lode. Presso la stessa Università ha poi acquisito nel 1994 la Specializzazione in "Metodi e Strumenti della Pianificazione Urbanistica" con votazione 70/70. Dipendente del Comune di Terni dal 1997 è titolare di Posizione Organizzativa di Direzione e responsabile dell'Ufficio "Programmazione, Strumenti Urbanistici Innovativi" presso la Direzione Pianificazione Territoriale - Edilizia Privata.

L'Ufficio di cui è responsabile opera in particolare sui temi della riqualificazione e rigenerazione urbana e territoriale e della pianificazione urbanistica, anche attraverso strumenti di tipo innovativo legati a finanziamenti europei, statali e regionali, anche in collaborazione con le altre Direzioni. Nell'ambito del proprio Ufficio ha svolto e svolge attività di programmazione, coordinamento del personale attribuito, responsabilità di procedimento, progettazione, direzione lavori, nonché di studio e ricerca, progettazione urbanistica e legata ai temi ambientali.

Responsabilità del Procedimento

Responsabile Unico del Procedimento:
Arch. Roberto Meloni - Comune di Terni
Contatti:
tel.: 0744/549971 - 3396366497
mail: roberto.meloni@comune.terni.it
skype: rob.meloni

Collaborazione e supporto al RUP per le varie fasi della procedura:

Geom. Mauro Passalacqua - Comune di Terni
Geom. Guido Cianfoni - Comune di Terni
Geom. Giampiero Petrelli - Comune di Terni
Arch. Antonio Aino - Comune di Terni
Ing. Matteo Bongarzone - Comune di Terni
M.A. Giuliana Marconi - Comune di Terni
Geom. Marco Cannata - Comune di Terni
Sig.ra Emanuela Marucci - Comune di Terni

Supporto al RUP in fase di realizzazione:

Arch. Renato Bendetti - Bendetti Architects (formerly McDowell+Benedetti)
Arch. Carla Sorrentino - Benedetti Architects (formerly McDowell+Benedetti)
Ing. Loris Manfroni
Manfroni Engineering Workshop

Concorso di progettazione

Progettisti prima fase:
Bendetti Architects (formerly McDowell+Benedetti)
Arch. Lorenzo Pignatti
Arch. Maria Federica Ottone
ARUP

Progettisti seconda fase:

Bendetti Architects (formerly McDowell+Benedetti)
Manfroni Engineering Workshop
Arch. Lorenzo Pignatti
Arch. Stefania Grusso
SMT Architetti Associati

Progetto definitivo

Progettisti:
Arch. Renato Bendetti - Bendetti Architects (formerly McDowell+Benedetti) - Capogruppo ATI
Arch. Carla Sorrentino - Benedetti Architects (formerly McDowell+Benedetti)
Ing. Loris Manfroni
Manfroni Engineering Workshop - ATI
Arch. Lorenzo Pignatti
Arch. Stefania Grusso - ATI

Computi:
Arch. Andrea Calò

Consulenza e progetto illuminotecnico:
Cirrus Lighting - Viabizzuno

Verifiche della progettazione definitiva e esecutiva

Supporto al RUP per le verifiche strutturali:
Ing. Marco Serini - Provincia di Terni

Supporto al RUP per le verifiche legate alla sicurezza:
Geom. Claudio Berretti - Comune di Terni

Supporto al RUP per le verifiche legate agli aspetti idrogeologici:
Geol. Paolo Paccara - Comune di Terni

Verifiche comportamento aeroelastico:
Galleria del Vento presso CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario in Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento) di Prato - Università di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

Appalto integrato - progetto esecutivo

Progettazione architettonica e strutturale:
Studio Tecnico Peroni
Ing. Marco Peroni

Collaborazione alla progettazione architettonica:
Arch. Filippo M. Martines

Progettazione esecutiva impianti elettrici e speciali:
Reconsult S.r.l.
Ing. Giancarlo Sfarra

Appalto integrato-esecuzione lavori

Aggiudicatario Research Consorzio Stabile Scarl in Associazione temporanea con l'Impresa Ferone Pietro & C. S.r.l.
Impresa consorziata esecutrice Costruzioni Barozzi SpA (Cobar SpA).
Carpenterie metalliche passerelle:
CASTALDO Spa - Frattaminore (NA)
Tirafondi pennoni tripode:
FISCHER ITALIA Srl - Padova
Apparecchi di appoggio passerelle:
FIP INDUSTRIALE Spa - Selvazzano Dentro (PD)
Apparecchi smorzatori passerelle:
MAURER - Monaco Germania
Sistema funi di sospensione passerella strallata:
REDAELLI TECNA Spa - Cologno Monzese (MI)
Elementi inox parapetti:
MVM VENIER Srl - Maerne di Martellago (VE)
Elementi in legno Ipè pavimenti, rivestimenti, corrimano: RAVAIOLI LEGNAMI Srl Villanova di Bagnacavallo (RA)
Varo passerelle:
CALABRESE AUTOGRU Srl - Torino
Carpenterie metalliche testata sud, scale testata nord e sud: DIDACO Srl - Andria (BT)
Elementi vetrati testata sud:
S.E.P. di A. Grandolfo & C. Sas - Bari
Impianti ascensori:
SCHINDLER Spa - Milano
Impianto elettrico e di illuminazione:
EURO IMPIANTI 2000 Srl - Polignano a Mare (BA)

Direzione Lavori

Direttore Lavori:
Ing. Leonardo Donati

Ufficio Direzione Lavori
Direttore operativo - Geom. Fabrizio Sabatini
Comune di Terni
Ispettore di cantiere - Geom. Maurizio Mezzasalma
Comune di Terni
Ispettore di cantiere - P.I. Emiliano Lenticchia
Comune di Terni

Coordinamento sicurezza

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:
Arch. Danilo Ricucci - componente ATI
titolare progetto definitivo

Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione:
Ing. Lorenzo Catraro

Collaudi

Collaudo statico:
Ing. Antonio Turco

Identificazione dinamica e relative misurazioni:
CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario in Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento) - Università di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Prof. Massimiliano Gioffré
Università degli Studi di Perugia

Collaudo amministrativo:
Arch. Cinzia Mattoli - Comune di Terni

Progetto per la rigenerazione urbana

IL PONTE COME UN SIMBOLO PUBBLICO

di *Renato Benedetti e Carla Sorrentino*

Director and associate *BENEDETTI ARCHITECTS - London (UK)*

Il simbolico ponte lungo 180 metri nasce dalla volontà del Comune di lanciare un progetto di rigenerazione urbana della Città di Terni. Un “tripode invertito”, alto 60 metri, e due anelli sostengono due terzi del ponte. Un’ulteriore sezione del ponte è stata progettata in modo da essere riposizionata in futuro dove necessario: due ponti in uno.

Il ponte, vincitore di un concorso internazionale, ridefinisce l’espansione di Terni come importante centro a 100 km da Roma. Il tripode e i suoi anelli sono visibili dal centro storico della Città, dalla tangenziale e dalle colline circostanti, come punto di riferimento per favorire l’orientamento e come incremento dell’identità della stazione. Questo documento espone il contesto, le intenzioni progettuali, la struttura e il processo di costruzione per il nuovo ponte.

1. Introduzione

Il nuovo Ponte di Terni nasce da un concorso internazionale lanciato dal Comune di Terni nel 2011/12. Il tema di progetto, pensato per la Città di Terni, fu promosso dal Comune, che gestirà e manterrà la costruzione. Il ponte, che si estende dalla Stazione di Terni sovrastando i fasci di binari per una lunghezza complessiva di 180 metri, rappresenta il primo step del masterplan progettuale di riqualificazione urbana di questa parte di Città.

Il ponte, costruito grazie ad una spesa complessiva di € 4 mln, è stato consegnato con un appalto integrato da Cobar Spa e sarà aperto al pubblico nell’estate del 2017.

2. Direttive e contesto della competizione

Come parte integrante del masterplan della Città per la riqualificazione urbana, le direttive del concorso chiedevano un nuovo ponte ciclopedonale che potesse incrementare la connettività, sbloccare la potenziale riqualifi-



cazione a Nord di Terni, connettere la stazione allo spazio del parcheggio e diventare un punto di riferimento iconico per la Città. Era richiesto un ponte di standard elevati e un atrio connesso alla stazione esistente.

La testata Sud del ponte termina nella Stazione in asse con Viale della Stazione e il centro città. Sulla testata nord era già stato approvato il progetto per i nuovi parcheggi usati dalle persone che usufruiscono del servizio di trasporti ferroviari, attualmente in parte completato. L’area tra le due testate è tuttora principalmente occupata da binari ferroviari inutilizzati e dal deposito ferroviario, oltre che delle due piattaforme che collegano Terni con Roma e Perugia.

3. Approccio progettuale

3.1 Masterplan

Il ponte è visto come il primo passo nel progetto di masterplan per la riqualificazione urbana della Città di Terni. La Città è delimitata a Nord da numerosi binari, di cui la maggior parte dismessi, e da un’area rurale più collinare di possibile espansione futura. Questa barriera creata dai fasci di

binari non più in uso deve essere attraversata fisicamente dal ponte per sbloccare un potenziale sviluppo sul lato Nord ma anche presa in considerazione per progetti futuri. Sul lato Sud si trova il bordo della Città Vecchia, che potrebbe beneficiare da una maggiore attività commerciale e dalla maggiore presenza di pubblico.

Il ponte è promotore di questo processo di riqualificazione come un nuovo punto di riferimento urbano che funga da connessione tra la Città Nuova e Vecchia di Terni e che possa portare in vita le aree circostanti.

3.2 Ponte

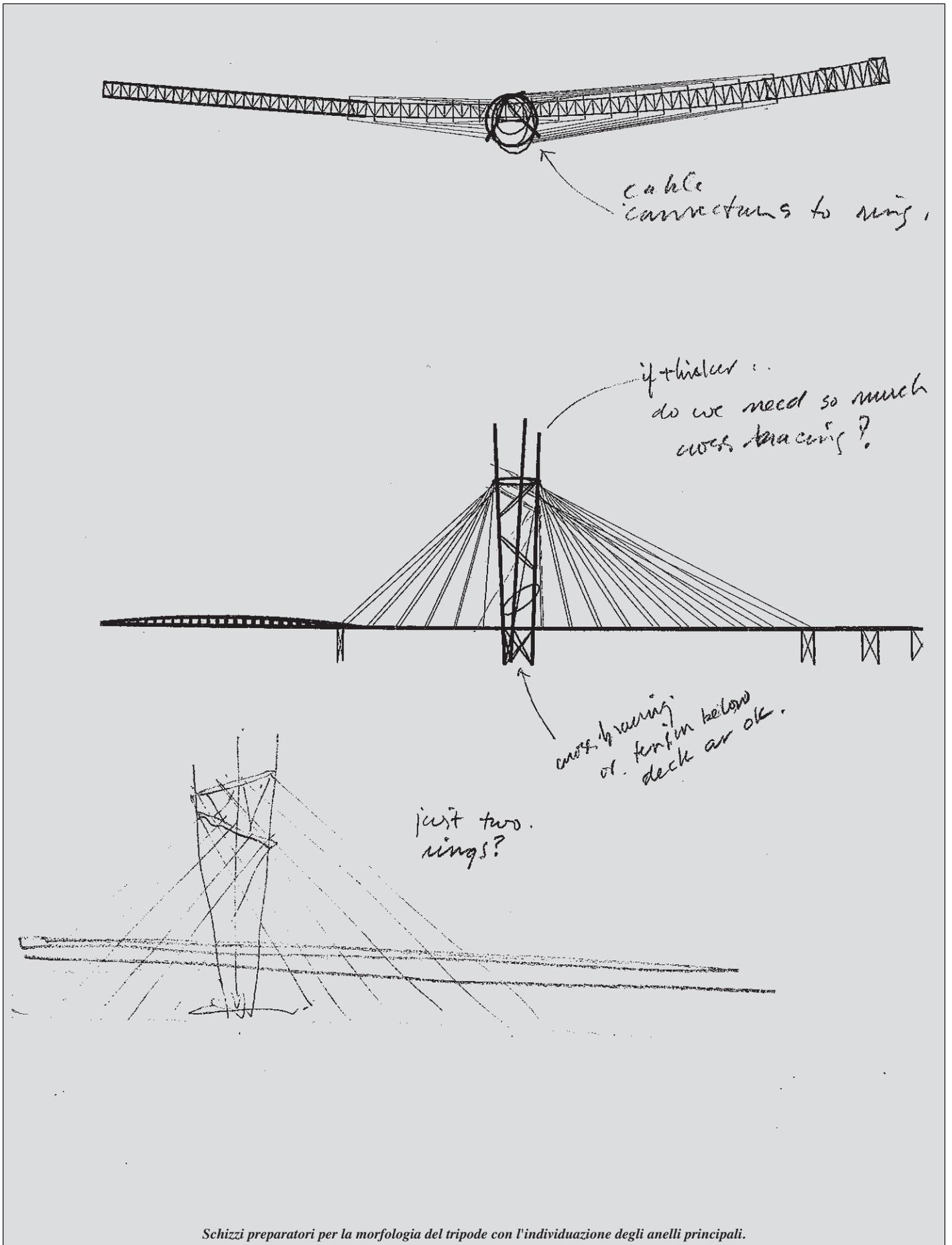
Il progetto mira a creare uno spazio che garantisca un piacevole attraversamento agli utenti e allo stesso tempo sia un punto di riferimento iconico per la Città, che possa riflettere l’identità del patrimonio industriale siderurgico di Terni.

Il progetto esalta la produzione di acciaio di Terni attraverso il tripode invertito di 60 metri di altezza e una coppia di anelli che supportano una serie asimmetrica di cavi. Il tripode e la sua struttura, sono visibili dal centro storico della Città, dalla tangenziale e dalle montagne Umbre circostanti, come punto di riferimento e di orientamento per la città e la stazione.

Come proposta di masterplan a lungo termine, un’ulteriore campata di 55 metri e’ removibile e riposizionabile e potrebbe essere ricollocata in futuro al fine di creare un nuovo collegamento che possa permettere la riqualificazione strategica dei binari ferroviari inutilizzati, liberare terreno all’estremità Nord del ponte e attraversare i binari a Ovest della stazione per unire ulteriori siti di valore. Questa proposta ci ha così permesso di realizzare due ponti in uno.

Il percorso, leggermente curvo, migliora l’esperienza dell’utente.

Il rivestimento di legno della pavimen-



tazione e dei parapetti fino all'altezza del corrimano conferiscono un carattere caldo e naturale.

In conformità con le correnti normative ferroviarie, il parapetto è alto 2 metri e solido fino all'altezza di 1 metro mentre una rete stridata di acciaio inox è stata progettata per la parte superiore, consentendo all'utente di vedervi attraverso ed evitando un "effetto tunnel" chiuso e claustrofobico.

3.3 Stazione

Una nuova "scatola vetrata" a tripla altezza con atrio, corpo scala e ascensore è integrata e progettata come connessione tra il ponte e la stazione ferroviaria, consentendo un spazio generoso di accesso aperto al pubblico 24 ore su 24 e integrando le attività commerciali e gli interventi di restauro e riqualificazione della stazione con il nuovo ponte. La "scatola di vetro" emerge in parte dall'edificio della stazione, come ulteriore segno di rigenerazione, consentendo alla luce naturale di inondare l'ambiente e all'utente di percepire la forma iconica del tripode e degli anelli già all'interno del volume.

La lunga struttura in acciaio che forma le scale è rivestita con lo stesso legno usato per il ponte. La scala (che include anche una canalina laterale per le biciclette) e l'ascensore (integrato nei muri in pietra della stazione) connettono il livello del ponte a quello della stazione fornendo e garantendo l'accesso alla piattaforma e ai servizi di biglietteria a tutti gli utenti. Per

adattarsi al contesto e alla stazione esistente, sono stati usati gli stessi materiali, quali il travertino per le pareti e riutilizzate le porte in legno esistenti.

4. Struttura

Il ponte è formato da due strutture indipendenti: una lunga 125 metri con distribuzione dei cavi asimmetrica e supportata dal tripode invertito; l'altra è una travatura reticolare posta nella parte inferiore del ponte, per una lunghezza pari a 55 metri: la necessità di questa ulteriore struttura è data dalla possibilità, in futuro, di poter essere rimossa e ricollocata facilitando l'espansione della Città e un nuovo sviluppo verso Nord e Ovest.

La struttura è interamente in acciaio e il ponte pedonale rivestito in legno IPE (per garantire durabilità e longevità) proveniente da fonti sostenibili. Il team ha lavorato intensamente e a lungo durante le fasi di concorso e di progettazione per garantire la massima snellezza del ponte, mitigando le oscillazioni dovute a calpestio e vento. A questo proposito, durante la fase di progettazione, sono stati condotti in galleria test del vento per studiare l'aereo-elasticità della struttura (sia per la sezione del ponte che per il tripode).

Il tripode invertito è alto più di 60 metri ed è composto da 3 pilastri d'acciaio di diametro variabile, i quali partono da un diametro di 1020mm alla base e per arrivare fino a 200mm nel punto più alto. Questi tre elementi sono uniti tra loro da due anelli asim-

metrici, che sostengono le campate del ponte tramite cavi: l'anello inferiore supporta la campata più piccola, mentre l'anello superiore supporta la campata più lunga.

5. Illuminazione

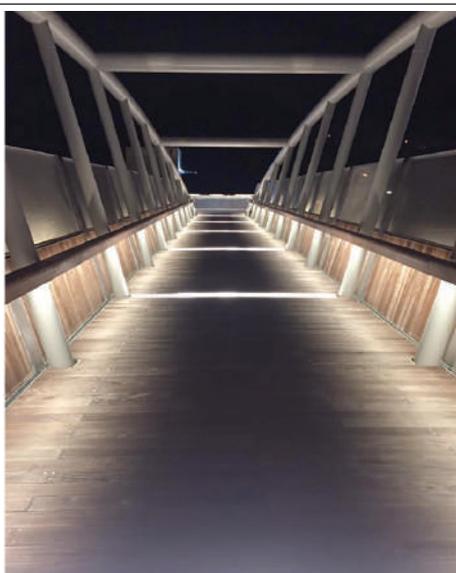
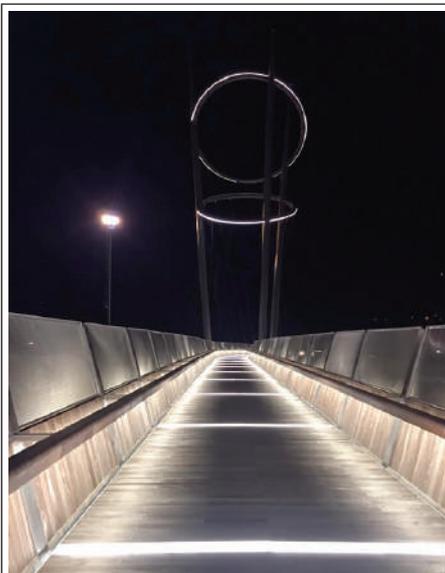
L'illuminazione continua del corrimano garantisce una buona visibilità notturna, senza creare eccessiva luminosità per gli utenti che ne usufruiscono. Il ponte in legno IPE è interrotto da strisce di vetro traslucido illuminate. Da lontano, l'illuminazione accentua la torre e gli anelli, i quali creano un contrasto con l'orizzontalità dei parapetti del ponte.

Il nuovo volume vetrato della stazione, aperto 24 ore al giorno e 7 giorni su 7 per poter permettere costantemente l'accesso al ponte, è ben inserito nel contesto grazie all'uso in facciata della pietra esistente della stazione e a una leggera illuminazione interna.

6. Collaborazione

In quanto autorità locale, il cliente ha dovuto bilanciare molte questioni. Fondamentale è stata la loro ambizione in relazione al budget. Come architetti stranieri (anche se con un patrimonio italiano) abbiamo apportato una nuova sensibilità ai diversi aspetti culturali del lavoro e abbiamo lavorato a stretto contatto con il team, in particolare con il cliente Roberto Meloni, per garantire che tali aspetti fossero trattati in modo propositivo e collaborativo.

Il concorso prevedeva diverse fasi, tra



Vista notturna del ponte (foto di Roberto Meloni)

cui vaste consultazioni con un ampio spettro di parti interessate, come le RFI e Centrostazioni.

Il nostro approccio collaborativo sulle questioni locali, le preoccupazioni dell'opinione pubblica e il contesto politico hanno contribuito a garantire la nostra posizione e a creare un livello di cooperazione e fiducia, cresciuto sempre più man mano che i lavori procedevano.

7. Costruzione

La prima fase dei lavori per le fondazioni è iniziata nel 2014, mentre la struttura e il ponte in legno sono stati pre-assemblati in fabbrica.

Importanti sfide tecniche e burocratiche sono state risolte prima dell'inizio dell'assemblaggio in cantiere della struttura e del ponte in acciaio iniziato nel 2016. Questo è avvenuto interamente di notte per evitare l'interruzione dei servizi ferroviari in corso; è stato quindi organizzato un iter di lavoro suddiviso in 11 fasi minuziosamente orchestrate:

- Fase 0 - costruzione temporanea e ponteggi, preparazione della gru e installazione della base della torre nel tripode
- Fase 1 - installazione della metà inferiore della torre del tripode
- Fase 2 - installazione della metà superiore della torre del tripode
- Fase 3 - 8 - installazione del ponte con passacavi in 12 diverse sezioni
- Fase 9 - installazione del ponte di 55 metri
- Fase 10 - posizionamento con tensione dei cavi per supportare il ponte
- Fase 11 - rimozione del supporto temporaneo

8. Conclusione

I ponti occupano un posto speciale nell'immaginario collettivo, indipendentemente dalla loro estensione. Sono spesso un simbolo con capacità di ispirare e 'punch above their weight' (detto inglese = contare più di quello che pesano) al fine di ispirare rigenerazione di aree più ampie rispetto al loro immediato contesto. Quando vengono progettati con lo spirito giusto, i ponti possono essere rampe di lancio della rigenerazione urbana di un paese o di una città.

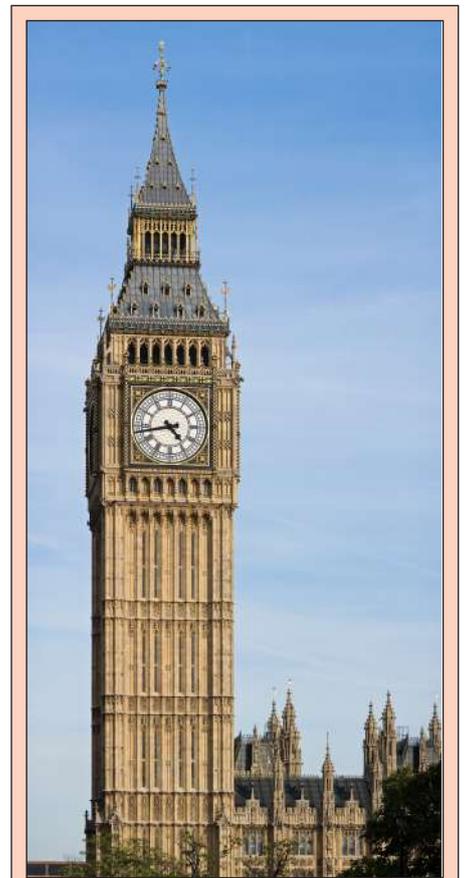
Il nostro approccio al progetto di un

ponte parte sempre dalla vision di un ponte come element fondamentale all'interno di una strategia morfologica urbana. Tendiamo a guardare, soprattutto inizialmente, a un contesto più ampio per individuare le opportunità che una nuova infrastruttura può offrire, essendo molto più di una semplice connessione da punto A a punto B. Esploriamo il loro potenziale ruolo come elementi di carattere locale che forniscono continuità con il patrimonio di un'area e/o la loro funzione di punti di riferimento, passaggio, soglie, spazi aperti, luoghi di incontro, nonché la loro funzione di orientamento e, in alcune occasioni essendo anche bellissimi oggetti.

Un buon progetto di un ponte combina funzione e struttura con l'architettura dello spazio pubblico.

Un valore aggiunto è dato da un approccio sensibile, innovativo, di ispirazione contestuale e di pragmaticità. Ciò include un'attenta considerazione delle diverse esigenze dei vari utenti; nonché dettagli di alta qualità e attenzione ai materiali, trame, colori, illuminazione, sedute, ripari e viste. Nonostante il budget modesto, speriamo che alcuni di questi aspetti risultino evidenti nel nostro ponte di Terni. In sintesi, la nostra idea di rigenerazione urbana è più potente nel nostro ponte: la strategia di "due in uno", definisce un progetto che va oltre al singolo ponte, ma guarda a tutto ciò che deriva e può derivare da questo progetto. Il ponte di 180 metri è costituito da due parti separate: una fissa di 125 metri, che dialoga direttamente con il restauro della stazione ferroviaria esistente, e una parte riposizionabile 55 metri dal lato nord.

Questa sezione riposizionabile è nata dalla nostra idea iniziale di rigenerazione urbana a lungo termine identificando una necessità futura di un altro ponte nelle vicinanze e la riqualificazione dei binari ferroviari dismessi così vicino al centro città. Liberando e riqualificando lo spazio a terra all'estremità Nord del ponte e usando la sezione riposizionabile per attraversare i binari a Ovest della stazione, si avrà una maggiore connettività e la possibilità di creare nuove diverse centralità urbane.



Lo studio **Benedetti Architects** è stato fondato da Renato Benedetti nel 2016 dopo 20 anni di successi e premi conseguiti come McDowell+Benedetti Architects. Lo studio è noto a livello internazionale per la comprovata eccellenza in un'ampia gamma di settori e tipologie edilizie, inclusi edifici dedicati alle arti e alla cultura, restauro e riqualifica di edifici di spiccato pregio storico e realizzazione di spazi pubblici.

L'approccio dello studio è quello di concentrare l'attenzione sulle persone, che siano queste i clienti che commissionano un progetto o chi ne usufruirà, cercando di capire e concretizzare le differenti richieste e output ricevuti in soluzioni durature, che aggiungano valore e che siano radicate al contesto specifico dell'opera attraverso l'uso sapiente di materiali, volume e luce.

Controllo dei profili ingegneristici nella fase di ideazione

LA VISIONE STRUTTURALE COME PRECONDIZIONE E VALIDAZIONE DELL'ESTETICA DELL'OPERA

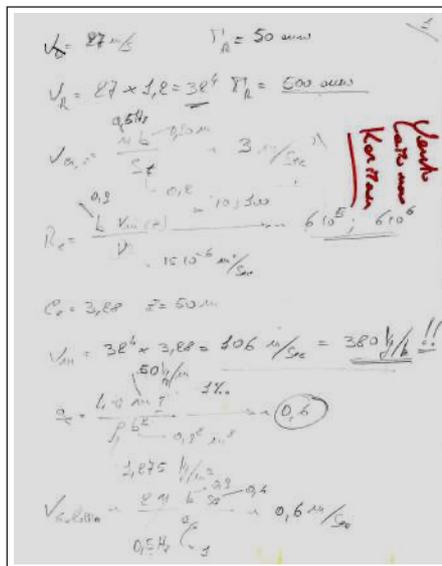
di **Odine Manfroni**
Manfroni Engineering Workshop

L'opportunità offertami per esprimere con parole quanto di più bello mi sia capitato durante la fase di ideazione e di progettazione di questa passerella, mi consente di formulare anche alcuni giudizi sull'attuale condizione in cui naviga la professione del progettista e sullo suo recente sviluppo concettuale.

A tal riguardo credo non ci sia migliore definizione dell'attività di progettazione di quella che l'architetto Renzo Piano nel lontano 1997, in un suo libro dal titolo *Giornale di Bordo*, ci offre con queste parole:

“La progettazione non è un'esperienza lineare, cioè hai un'idea, la metti su carta, poi la esegui e buona notte. E' invece un processo circolare: la tua idea viene disegnata, provata, ripensata, ridisegnata tornando infinite volte sullo stesso punto... le idee devono decantare un po' come il vino... il lavoro di equipe è quando lanci un'idea, ti ritorna, diventa un ping pong; lo si gioca in quattro, in sei, in otto, a una tale velocità che le palline si incrociano. Tutto si confonde. Quando alla fine l'oggetto è concepito, non riesci più a capire chi ci ha messo che cosa”.

In effetti viviamo in una modernità liquida, come ci insegna Bauman, la cui complessità e le cui dinamiche si manifestano a più livelli e in



tutti gli ambiti del sapere umano al punto che pare proprio questa essere il paradigma dell'era dell'antropocene.

Complessità, dunque, e non linearità; dinamica organica e non statica fisica, pare proprio siano le caratteristiche della nuova visione che si presenta alla mente dell'uomo del XXI secolo e che identifica le qualità emergenti quali nuovi paradigmi in contrapposizione alla staticità ontologica dei secoli precedenti.

Non si sottrae a questa visione olistica nemmeno l'opera del progettista che vede nel rapporto estetico-ideazione un processo ricorsivo, mai definitivo e sempre soggetto a verifica e adattamento. Renzo Piano aggiunge ancora che *“l'Architetto lavora con ogni sorta*

di materie prime: non intendo dire solo il calcestruzzo, il legno, il metallo. Parlo di storia e geografia, matematica e scienze naturali, antropologia ed ecologia, clima e società. L'Architetto fa il mestiere più bello del mondo, perché su un piccolo pianeta dove tutto è stato scoperto, progettare è ancora una delle più grandi avventure possibili. Progettare è un'avventura: un viaggio in un certo senso. Si parte per conoscere, per imparare”.

Dunque progettare anche per conoscere, per apprendere qualcosa di più alla fine del nostro percorso.

Tuttavia la complessità si manifesta anche nella mole di informazioni e di conoscenze che affiancano ciascuna professione, ragion per cui spesso si ricorre alla settorializzazione ed alla specializzazione del sapere. Ne consegue che mai si è verificato in passato una tale proliferazione di discipline e di figure professionali altamente specializzate come nel XX e nel XXI secolo. Ciò nonostante, in analogia alla visione organica della vita che ci circonda, le professioni potranno fornire singoli e distinti contributi preziosi al progetto finale come gli organi contribuiscono alla vita dell'intero organismo.

Ma, sempre secondo l'analogia organica, se non esistessero delle vie di comunicazione e di scambio di informazioni tra i singoli organi la

loro semplice presenza non costituirebbe condizione sufficiente per l'esistenza della vita dell'organismo. Pertanto, volendo citare ancora un'altro professionista a me caro, Peter Rice in *An Engineer Imagines* "communication is the key to progress, but it's also very difficult. It requires two: one who communicates and one who listens". Difficile è comunicare ma ancor più difficile è ascoltare e comprendere il senso del messaggio ricevuto al punto che solo attraverso una specifica e dettagliata conoscenza grammaticale e sintattica del testo si può sperare di comprendere il significato dell'informazione trasmessa.

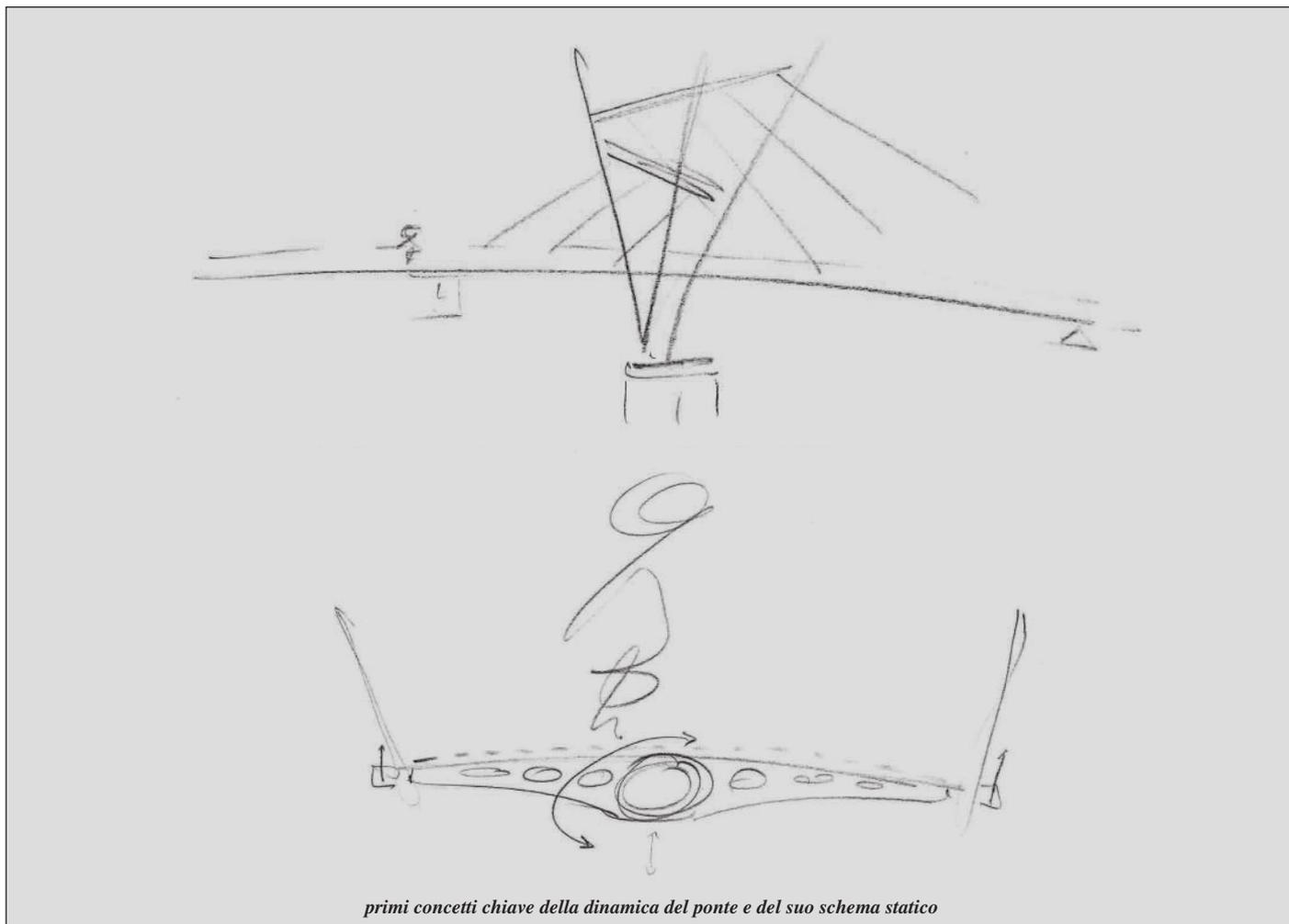
Quindi l'efficienza del sistema complesso, rappresentato nello specifico dal team di progettazione, consegue sia alla qualità e alla pre-

parazione culturale dei suoi componenti ma anche alla possibilità e alla disponibilità a comunicare attraverso dei "link" che prevedano anche dei feed-back retroattivi. In sostanza ciascun agente deve dare il meglio di sé ma deve anche essere disposto a rivedere le sue posizioni secondo quanto gli arriva dai colleghi "linkati" dallo stesso progetto. La limitazione o peggio l'assenza di questa "flessibilità" culturale e personale di ciascun professionista provoca sicuramente l'insuccesso dell'intero progetto e quindi la crisi del sistema.

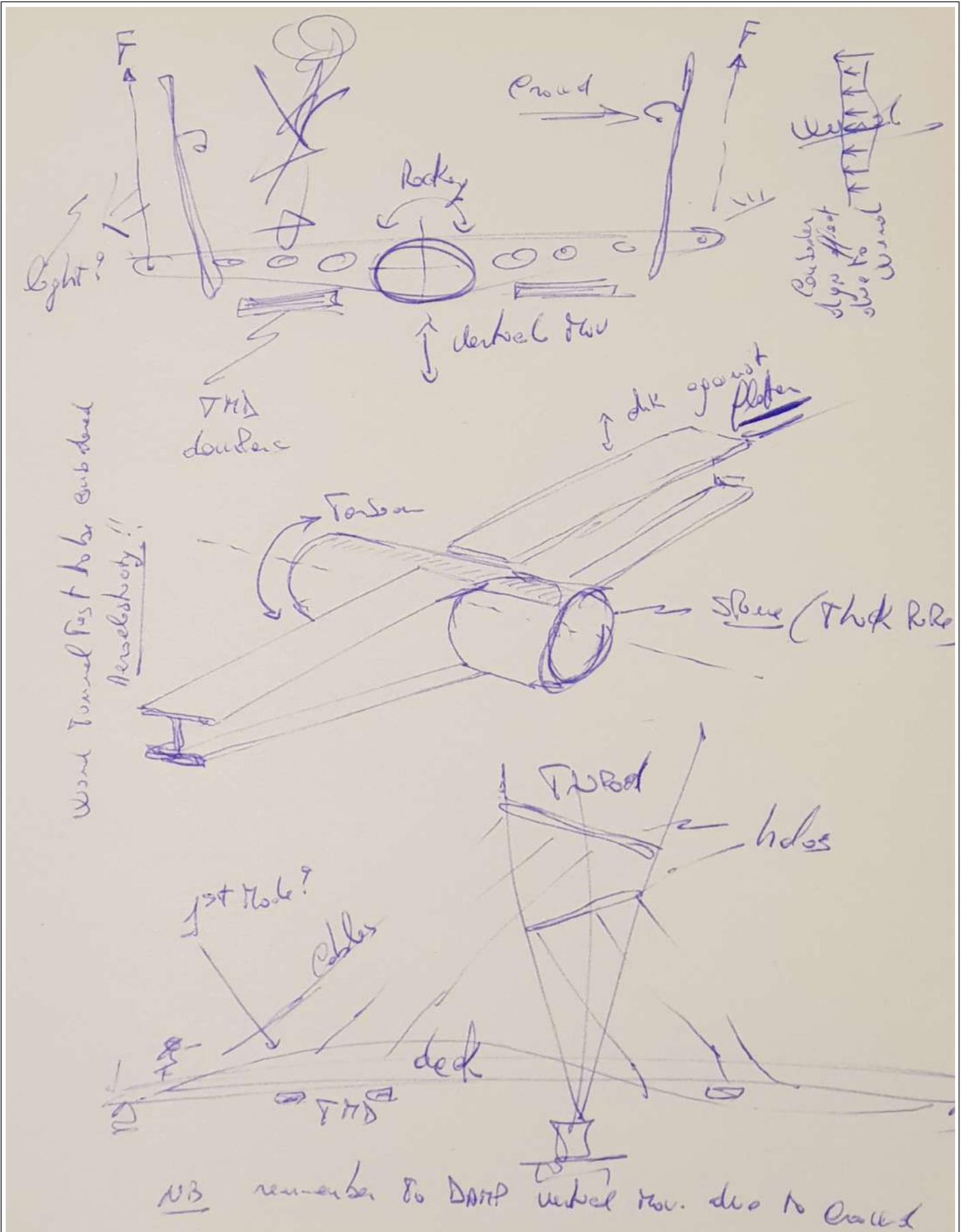
Ho voluto sottolineare questo aspetto perché questo è proprio ciò che è si è verificato nel nostro caso specifico al punto che gli iniziali rapporti formali di lavoro si sono trasformati in sinergiche amicizie personali estese all'intero team di

lavoro e che tutt'ora tengono saldo il gruppo pur avendo terminato l'opera da tempo.

Ricordo con qualche emozione i numerosi viaggi a Londra presso lo studio dell'architetto Renato Benedetti e, reciprocamente, le sue visite presso il mio studio a Santarcangelo di Romagna; poi i viaggi che insieme abbiamo fatto a Terni per incontrare il RUP Arch. Roberto Meloni, i funzionari del Comune e quelli della Provincia per le pratiche sismiche. Viva è l'immagine di quando affrontammo per la prima volta il tema dell'attraversamento in quota dei binari della stazione di Terni coi funzionari delle ferrovie dello Stato. All'inizio vedemmo stampati nei loro occhi un grande imbarazzo ed una inspiegabile indecisione ma poi, decisi a sostenere la nostra idea perché eravamo con-



primi concetti chiave della dinamica del ponte e del suo schema statico



Primi dimensionamenti delle strutture

vinti che si poteva realizzare, insistemmo ed alla fine li vedemmo sempre più disposti ad accettare la nostra proposta al punto che alla fine sembravano più entusiasti loro di noi per questa soluzione.

Relativamente alla personale flessibilità e, direi, alla resilienza culturale di ciascun componente del team disposto ad affrontare questa commessa con lo spirito e l'attesa di un positivo epilogo, faccio presente che quest'opera è al tempo stesso sia forma estetica che struttura (la struttura si vede e diventa estetica) per cui la sua forma non può prescindere dalla funzione ("form follows function" Mies van der Rohe e Sullivan 1890). Tuttavia aggiungo che vale anche il reciproco, e cioè che la struttura deve adattarsi alla forma in quel bellissimo gioco che è la vita secondo la quale trae origine la moltitudine di forme organiche che possiamo osservare intorno a noi. Quindi le forme e gli schemi strutturali seguono le esigenze estetiche così come queste emergono dalla manifestazione delle prime in una sincronizzazione del processo circolare della progettazione attraverso un proficuo rapporto dialettico tra le parti.

Anche se tentati fin dai primi momenti a voler imbracciare l'arma potente dei software (sia quelli per il disegno sia quelli per il calcolo) abbiamo subito desistito e armeggiato molto più semplicemente con carta e matita confidando nelle rispettive abilità compositive e, soprattutto, nella possibilità di poter immaginare con la massima libertà la forma e la struttura di quest'opera.

In effetti quando incontrai l'architetto Benedetti per la prima volta, l'idea da lui sviluppata era già ben definita sia come morfologia sia come disposizione urbanistica, data l'innegabile sua esperienza per opere di questo tipo e, soprattutto,

per il significato iconografico che l'opera doveva mostrare. Tuttavia il progetto risultava assolutamente carente sia da un punto di vista statico sia da quello dell'efficienza strutturale, per cui è stato sorprendente vedere come l'architetto fosse assolutamente disponibile ad "ascoltare" e a "condividere" le piccole ma numerose trasformazioni che la sua idea stava subendo a seguito di continui e ripetuti interventi di "cosmesi strutturale". Tuttavia, nel gioco dialettico tra le parti a cui accennavo più sopra, le soluzioni strutturali proposte spesso venivano "congiuntamente cassate" con innegabili e razionali giustificazioni: da parte dell'architetto per motivi estetici formali o dimensionali, prevalentemente legati all'iconografia dell'opera, e da parte mia per motivi di esecuzione al punto che, puntualmente e con sagacia, entrambi sapevamo ben evidenziare fino a raggiungere il convincimento di tutti quanti. Questo atteggiamento, anziché irrigidire le parti e far loro pensare a come poter fare per non indietreggiare sulle proprie posizioni conquistate, creava inverosimilmente un'aura di curiosità che stimolava a rimettersi in gioco, a rinunciare alle proprie conquiste e ad escogitare sempre qualcosa di nuovo e migliore del precedente.

Proprio questo atteggiamento iniziale è stato, almeno credo, l'ingrediente fondamentale per il successo di questo progetto e della sua vittoria tra la cornice di candidati che erano stati invitati a partecipare al concorso.

Successivamente l'iniziale confronto produttivo tra le figure dell'architetto e dell'ingegnere strutturale si sono ampliate con l'aggiunta di altre figure professionali che hanno contribuito a rendere decisiva la soluzione finale di questo progetto.



Odine Manfroni ha iniziato la sua esperienza professionale come ingegnere strutturale in ambito civile dopo essersi laureato con Lode all'Università degli Studi di Bologna. Dopo il suo successo con progetti di ingegneria, egli fonda il suo studio MEW ("Manfroni Engineering Workshop") nel 1999. Ha poi acquisito una notevole e riconosciuta esperienza sia per strutture realizzate con l'acciaio, il cemento armato ed il vetro strutturale. Egli partecipa costantemente a convegni internazionali di ingegneria come autore di articoli, e annovera circa una trentina di articoli su riviste specializzate e altrettante pubblicazioni negli atti di convegni.

L'ingegner Manfroni ha collaborato per progetti speciali con numerosi studi di architettura di fama internazionale, come Foster & Partners di Londra, Prof. Arch. . Paolo Portoghesi a Roma (Italia), NBS Luis O. Revuelta a Miami - Florida (USA), l'arch. Mario Cucinella (M.C.A. Architects, Bologna), l'Arch. Odile Decq a Parigi (Francia), Prof. Arch. . Paolo Desideri e Prof. Arch. . Alessandro Anselmi a Roma (Italia), l'arch. Sergey Tchoban (Speech, Mosca), Jo Coenen Amsterdam (Paesi Bassi), Nichols Brosch Sandoval & Associates (Miami, USA) e tanti altri.



Un approccio creativo ai problemi

LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE NEL PROGETTO INTEGRATO E LE SUE COMPLESSITÀ

di **Marco Peroni**

Ingegnere Progettista Strutturale

La “centralità del progetto”, ormai riconosciuta come necessaria nel garantire qualità al processo di esecuzione delle opere pubbliche, comporta l’adozione di un metodo che vede coinvolti tutti gli “attori” in una *progettazione coordinata e condivisa*.

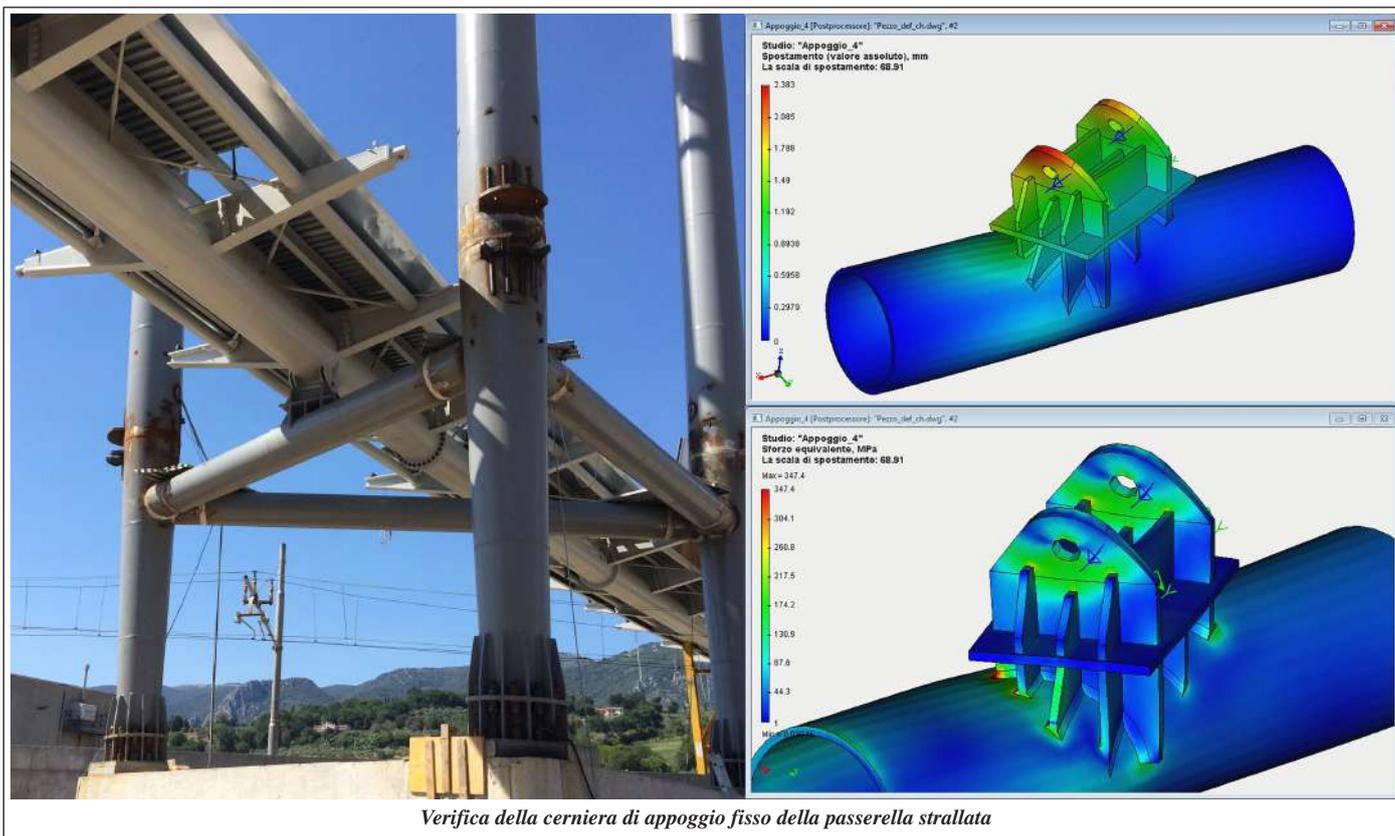
Come nelle altre fasi di concorso e progettazione, anche nello sviluppo della progettazione esecutiva di questa notevole passerella tale obiettivo è stato fortemente perse-

guito dal RUP Arch. Roberto Meloni che ha sempre voluto rendere partecipe chi a vario titolo (politico-decisionale, tecnico, sociale) poteva risultare coinvolto nella realizzazione dell’opera.

Da qui le numerose riunioni sui vari ambiti della progettazione con i progettisti dei precedenti livelli di progettazione, con i vertici e gli organismi tecnici di R.F.I. e di Centostazioni, con i tecnici della Provincia incaricati delle verifiche,

con le varie componenti della Conferenza dei Servizi e i sopralluoghi congiunti presso il CRIACIV di Firenze (galleria del vento), le officine di carpenteria metallica, di verniciatura, di produzione degli stralli, ecc., in un processo, sì impegnativo, ma di importante crescita professionale e di proficuo confronto anche “culturale”.

Tutto ciò ha determinato un proficuo feed back tra il progettista esecutivo e gli altri operatori e tecnici,



Verifica della cerniera di appoggio fisso della passerella strallata

che ha favorito lo sviluppo di un processo edilizio evoluto all'interno dell'impresa edile, e ha permesso nel tempo anche di superare la formalità dei rapporti di lavoro e di instaurare un rapporto di amicizia personale tra i vari componenti del gruppo di lavoro.

Ritengo che la modalità di affidamento ed esecuzione delle opere dell'appalto integrato abbia le sue ragioni tecniche quando si adatta a progetti non ripetitivi e di maggiore complessità tecnica.

Come noto, uno dei momenti di maggiore "snodo" nella realizzazione delle opere pubbliche si riscontra nel passaggio dalla progettazione all'esecuzione, ovvero quando il progetto passa di mano e dal progettista viene affidato all'esecutore. Non foss'altro perché cambia il soggetto e, conseguentemente, la prospettiva da cui si guarda la realizzazione dell'opera.

L'imputato che nella maggioranza dei casi innesca le più importanti obiezioni e contestazioni dell'esecutore è il progetto esecutivo, di cui si esaminerà ex post al microscopio la completezza, la rispondenza alle normative, la "fattibilità" o "la cantierabilità".

L'Appalto Integrato consente di avvicinare queste due fasi, rendendole contigue e coerenti, facendo sviluppare il progetto esecutivo da un progettista che opera a diretto contatto con l'esecutore, ne conosce le tecniche e dunque lo predispone già alla "cantierizzazione", instaurando una proficua collaborazione e una condivisione delle scelte tecniche. Tra l'altro è innegabile che le imprese italiane vantino una consolidata tradizione di qualità (e anche originalità) di capacità esecutiva

che sarebbe sbagliato escludere dal processo di progettazione, almeno per gli aspetti che riguardano direttamente la realizzazione.

Tornando al caso specifico della passerella pedonale strallata di Terni, intitolata recentemente all'Ingegnere Gino Papuli, in questa si sono esattamente concretizzate le due premesse necessarie al buon esito dell'Appalto Integrato e della progettazione esecutiva:

- Progetto definitivo di grande qualità e ben sviluppato;
- Pubblica amministrazione dina-

mica e professionalmente all'altezza.

Queste, unitamente al metodo di progettazione coordinata e condivisa, hanno permesso di affrontare e risolvere le innegabili complessità dell'opera.

Difficoltà e complessità di calcolo, tecniche e logistiche che non sono mancate, anzi direi che non ci siamo fatti mancare nulla...

Cito alcuni degli aspetti di maggiore complessità per lo sviluppo della progettazione esecutiva.

La passerella in effetti è costituita



Anelli di sospensione degli stralli in lavorazione nell'officina di carpenteria metallica

da due ponti in successione, uno strallato ed uno ad arco, quindi con schemi statici e con modellazioni strutturali completamente diverse. Nell'ambito della progettazione si è inoltre realizzata l'attestazione sulla copertura della stazione FF.S. con una nuova struttura indipendente e importanti opere connesse alle strutture esistenti della stazione. Pertanto, un ulteriore ambito di progettazione ha riguardato l'analisi delle interferenze e le verifiche sismiche della struttura della stazione allo stato "post operam" e il confronto con lo stato "ante operam".

Poiché la passerella insiste sul sedime ferroviario la progettazione strutturale, sottoposta anche alla verifica degli organi tecnici di R.F.I., ha dovuto necessariamente tener conto, oltre che della normativa tecnica nazionale, anche di alcuni specifici documenti e istruzioni tecniche di progettazione di R.F.I. con prescrizioni spesso più stringenti.

Come noto i ponti e le passerelle pedonali in acciaio, che sono tipicamente strutture snelle e leggere, richiedono un particolare approfondimento sugli aspetti legati all'in-

terazione con il vento; nel nostro caso è stata svolta un'approfondita attività di studi sperimentali su modelli e ricerche con il CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario di Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento), che ha riguardato la valutazione della velocità critica di "flutter torsionale" dell'impalcato, la risposta dinamica dell'impalcato e dell'antenna dovuta all'eccitazione da distacco di vortici e la verifica degli stralli con riferimento ai fenomeni di "instabilità per galoppo" e di "instabilità aeroelastica".

Sempre a causa della snellezza della struttura sono state svolte specifiche verifiche per le vibrazioni laterali e verticali indotte dalla folla (interazione dinamica e risonanza diretta), che hanno portato alla definizione delle frequenze di taratura e del numero di smorzatori (TMD - Tuned Mass Damper) installati sotto l'impalcato.

Lo studio della corretta sequenza di tensionamento degli stralli (sequenza di tiro), che sollevandolo dagli appoggi provvisori deve portare il ponte nella situazione teorica iniziale di calcolo, ha rappresentato una vera sfida per l'asimmetria del

ponte e ha richiesto specifici approfondimenti e originali tecniche di calcolo.

Infine, le interferenze con le attrezzature ferroviarie nell'area di sedime e l'impossibilità di interrompere il servizio ferroviario hanno comportato una notevole complessità di studio delle fasi di varo e la necessità di doverle effettuare in maggior parte in orario notturno.

La progettazione strutturale viene comunemente considerata un'attività "arida", da calcolatore, riassumendo il compito delle verifiche strutturali nel consentire il raggiungimento dei livelli di sicurezza richiesti, ottimizzando al massimo i materiali utilizzati nonché la spesa per la realizzazione dell'opera nel suo complesso.

Nulla di più falso! Malgrado la mortificazione della professionalità progettuale operata da norme che si dicono "prestazionali", ma che sono spesso "prescrittive", la progettazione strutturale è attività notevolmente creativa che richiede l'analisi approfondita e simultanea di molteplici e complessi aspetti e la loro sintesi tecnico-economica. La mia visione creativa e in qual-



Smorzatori a massa accordata (TMD) a piè d'opera e in fase d'installazione

che modo “eroica” della progettazione strutturale è forse antistorica, ma mi dà grande soddisfazione essere in buona compagnia di illustri colleghi come Eduardo Torroja, Pierluigi Nervi, Mario Salvadori e molti altri. Essa è ben riassunta nelle parole del Prof. Piero Pozzati: “*Relativamente ai metodi di calcolo e alle normative, si debba evitare di dar loro importanza*

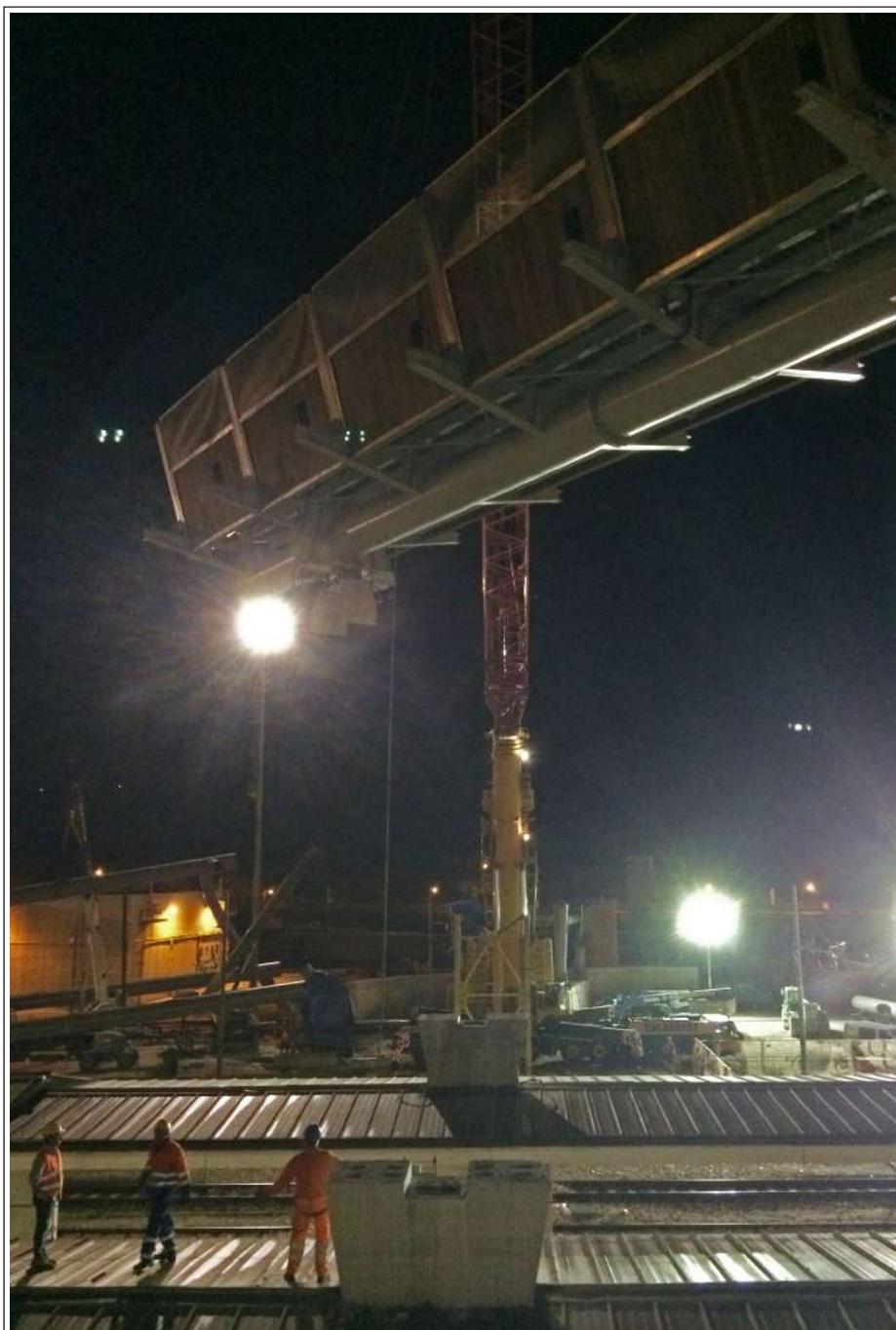
eccessiva, per non mettere in ombra la progettazione vera e propria. La quale ha nel calcolo soltanto una delle sue fasi, seppure fondamentale, mentre trova in altre questioni aspetti altrettanto qualificanti: intendo soprattutto la concezione generale delle strutture; l’armonica distribuzione delle masse; i particolari costruttivi; l’analisi dei problemi esecutivi e

dei costi; l’esame critico del comportamento generale della costruzione [...]. Fatti che non possono essere unitariamente colti da elaborazioni numeriche e computers come invece può riuscire a fare la mente umana con gli insostituibili ausili, peculiari soltanto ad essa, dell’intuizione, dell’inventiva, della fantasia, della creatività.”

Lo Studio Tecnico Peroni, fondato dal Prof. Arch. Riccardo Peroni nel 1968 e giunto alla seconda generazione, è uno studio di Architettura e Ingegneria con sede a Roma diretto dal 1994 dall’Ing. Marco Peroni (laurea in Ingegneria presso l’Università di Roma “La Sapienza” nel 1993) con attività orientata principalmente nel settore della progettazione strutturale, anche coordinata con la progettazione architettonica.

L’ing. Marco Peroni annovera importanti esperienze nell’ambito della progettazione strutturale di opere edilizie ed infrastrutturali complesse per committenza pubblica e privata, anche nel settore del consolidamento, della valutazione delle condizioni statiche e della vulnerabilità sismica degli edifici.

Lo Studio vanta al suo attivo una clientela qualificata con la quale intrattiene rapporti consolidati nel tempo quali Ministero dei Beni Culturali, Ministero della Difesa, Croce Rossa Italiana, Centostazioni S.p.A., Aeroporti di Roma S.p.A. e molti Comuni italiani tra cui il Comune di Roma e il Comune di Firenze.



Varo notturno di una sezione della passerella strallata

Verifica della progettazione

UNA SINERGIA ISTITUZIONALE PER L'ATTIVITÀ TECNICA

di **Marco Serini**

Direttore Area Tecnica Amministrazione Provinciale di Terni

La verifica della progettazione nel procedimento di realizzazione di un'opera pubblica è una attività espressamente prevista dalla normativa di riferimento (art. 26 del D.lgs 50/2016) e rappresenta un passaggio significativo tra la fase di progettazione e la fase esecutiva dell'opera.

Una corretta interpretazione delle attività di intraprendere e del ruolo dei soggetti coinvolti consente di arricchire una fase che può essere vista come una mera incombenza procedimentale, con una effettiva attività ingegneristica, che concorre a garantire la qualità progettuale, con essa una migliore gestione del processo di costruzione nell'ottica di contribuire alla qualità finale dell'opera.

Queste premesse assumono particolare rilievo in presenza di una realizzazione complessa e particolare come la costruzione della percorso pedonale sopraelevato tra Piazza Dante ed il futuro sistema di attestamento di Via Proietti Divi, integrato alla stazione ferroviaria di Terni, nel procedimento della quale il sottoscritto ha assunto l'incarico di verifica della progettazione strutturale, di livello definitivo ed esecutivo.

L'incarico nasce dalla fattiva collaborazione istituzionale delle Amministrazioni coinvolte ed è stato assolto nell'ambito dell'attività di ufficio.

La collaborazione, nata in prossimità della ultimazione della progettazione definitiva, mantenuta con regolarità fino alla conclusione della progettazione esecutiva, è stata utilmente svolta in concomitanza degli sviluppi progettuali ed è stata anche di supporto alle elaborazioni ed approfondimenti susseguitesesi nel corso del processo.

Questa modalità operativa ha permesso di concludere le certificazioni

di verifica in tempi estremamente ristretti, compatibili con la programmazione generale dell'appalto che per rispettare i meccanismi generali di finanziamento era particolarmente contratta.

Nella specificità di un'opera pubblica il progetto definitivo ed il progetto esecutivo deve essere soggetto a verifica propedeutica alla successiva validazione del RUP da soggetti espressamente indicati agli art. 47 e 48 del D.P.R. 207/2010 vigente all'epoca in relazione all'appalto della passerella pedonale.

A livello operativo, per entrambe le fasi di progettazione, la verifica è stata svolta per fasi successive, in parallelo col procedere delle emissioni degli elaborati progettuali conclusivi ed i loro aggiornamenti dovuti alle procedure autorizzative ed agli esiti della verifica stessa.

Sugli elaborati progettuali presentati sono stati emessi rapporti di verifica in forma tabellare e sintetica con indicazioni degli elementi da approfondire e integrare. Con il conseguente aggiornamento degli elaborati sono stati riemessi i rapporti fino al raggiungimento delle conformità del progetto a seguito del quale è stato emesso il rapporto conclusivo di verifica.

In questa interazione si sono inseriti anche gli aggiornamenti dovuti alle procedure autorizzative con particolare riferimento alle conferenze dei servizi, alla autorizzazione del servizio simico provinciale, alle autorizzazioni di RFI ed alle verifiche in galleria del vento.

La disponibilità della stazione appaltante a condividere questi incontri con il soggetto incaricato della verifica, ha permesso un costante confronto delle tematiche che progressivamente si presentavano, con la definizione e

condivisione del quadro normativo di riferimento per questi aspetti particolari.

La costruzione del percorso sopraelevato ha presentato infatti molti aspetti tecnici strutturali specifici, di complesso inquadramento normativo quali:

- L'analisi dei fenomeni Aereoelastici e la relativa verifica di sicurezza che è stata oggetto esame già della progettazione definitiva. In tale fase è stata già condivisa la necessità di ricorrere a prove in galleria del vento al fine tra l'altro di:

- *Dettagliare la scelta dei coefficienti di forma per i diversi elementi strutturali (porte ad arco-impalcato ponte strallato-tripode).*

- *Indicare per ciascun caso le superfici investite sulle quali si considera agente la pressione del vento e le relative direzioni considerate.*

- *Approfondire la scelta del coefficiente dinamico*

- *Approfondire lo studio del comportamento dinamico per i fenomeni di instabilità aereoelastica anche al distacco di vortici.*

- *Valutare e calibrare il sistema di smorzamento per le vibrazioni in condizione di esercizio definendo i valori limite di deformabilità.*

- Le modalità di calcolo e di verifica, anche di tipo non lineare, in relazione alle sequenze di montaggio dei conci di impalcato e di installazione degli stralli nonché le verifiche in fase temporanea per l'installazione delle parti di antenna

- Le modalità di vincolo impalcato appoggi e la loro modellazione con particolare riferimento alle prescrizioni specifiche di RFI

- Le verifiche di ridondanza per la messa fuori servizio degli stralli

Questi aspetti ed altri sono stati trattati

nel procedimento di verifica descritto, congiuntamente ai vari soggetti coinvolti ed interessati e sono confluiti con esito positivo nel report finale.

Da quanto esposto si ritiene che in questa occasione, la complessità e particolarità dell'opera, unita alla modalità operativa di verifica, dettata anche dalla ristrettezza dei tempi, abbiano originato una sinergia istituzionale che ha portato ad una interessante e proficua attività tecnica, questa ha arricchito le professionalità coinvolte ed ha contribuito, per la parte specifica, alla positiva realizzazione di una importante opera pubblica.

Marco Serini si è laureato con lode in Ingegneria Civile nel 1991 presso l'Università "La Sapienza" di Roma con indirizzo strutturale e geotecnico. Ha svolto prevalentemente servizio come ingegnere presso diverse Pubbliche Amministrazioni. Attualmente è direttore dell'Area Tecnica dell'Amministrazione Provinciale di Terni. Nell'ambito di questa attività ha ricoperto compiti di Responsabile del Procedimento, Progettista, Direttore dei Lavori e Collaudatore di varie opere pubbliche, tra le principali :

- Progetto di adeguamento sismico dell'Istituto Tecnico Tecnologico di Terni;
- Direzione dei lavori di adeguamento antincendio (CPI) – Impianto Elettrico, 1° lotto, riguardanti il corpo principale della "Azienda Ospedaliera S. Maria" di Terni con realizzazione delle scale esterne su isolatori sismici;
- Responsabile del Procedimento dei lavori di restauro di Palazzo Erola a Narni (TR) per la realizzazione di un museo della città;
- Direzione dei lavori di ristrutturazione dei locali destinati ad ospitare la "Diagnostica per Immagini Radiologiche" presso l'Azienda Ospedaliera S. Maria di Terni;
- Responsabile del Procedimento presso il "Consorzio Universitario per il completamento del corso di laurea in Medicina e Chirurgia di Terni" relativamente all'appalto per la costruzione della nuova sede della facoltà di Medicina e Chirurgia;
- Collaudo dei lavori di "Recupero del Palazzo dei Priori e riqualificazione del Mercato Coperto" per la città di Narni.

La verifica è finalizzata ad accertare la conformità della soluzione progettuale prescelta alle specifiche disposizioni funzionali, prestazionali, normative e tecniche contenute nello studio di fattibilità, nel documento preliminare alla progettazione ovvero negli elaborati progettuali dei livelli già approvati.

Accerta in particolare:

- la completezza della progettazione;
- la coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti;
- l'appaltabilità della soluzione progettuale prescelta;
- i presupposti per la durabilità dell'opera nel tempo;
- la minimizzazione dei rischi di introduzione di varianti e di contenzioso;
- la possibilità di ultimazione dell'opera entro i termini previsti;
- la sicurezza delle maestranze e degli utilizzatori;
- l'adeguatezza dei prezzi unitari utilizzati;
- la manutenibilità delle opere, ove richiesto.

Le verifiche sono condotte con riferimento ai seguenti aspetti del controllo:

- a) affidabilità;
- b) completezza ed adeguatezza;
- c) leggibilità, coerenza e ripercorribilità;
- d) compatibilità;

questi aspetti nei principi più rilevanti per l'opera in parola sono declinati come segue:

a) affidabilità:

verifica dell'applicazione delle norme specifiche e delle regole tecniche di riferimento adottate per la redazione del progetto;

verifica della coerenza delle ipotesi progettuali poste a base delle elaborazioni tecniche ambientali, cartografiche, architettoniche, strutturali, impiantistiche e di sicurezza;

b) completezza ed adeguatezza:

verifica documentale mediante controllo dell'esistenza di tutti gli elaborati previsti per il livello del progetto da esaminare;

verifica dell'eshaustività del progetto in funzione del quadro esigenziale;

verifica dell'eshaustività delle informazioni tecniche ed amministrative contenute nei singoli elaborati;

c) leggibilità, coerenza e ripercorribilità:

verifica della leggibilità degli elaborati con riguardo alla utilizzazione dei linguaggi convenzionali di elaborazione;

verifica della comprensibilità delle informazioni contenute negli elaborati e della ripercorribilità delle calcolazioni effettuate;

verifica della coerenza delle informazioni tra i diversi elaborati;

d) compatibilità:

La rispondenza della soluzione progettuale alle normative assunte a riferimento

Con riferimento agli aspetti del controllo sopra citati si deve:

- verificare che le ipotesi ed i criteri assunti alla base dei calcoli siano coerenti con la destinazione dell'opera e con la corretta applicazione delle disposizioni normative e regolamentari pertinenti al caso in esame;
- verificare che il dimensionamento dell'opera, con riferimento ai diversi componenti, sia stato svolto completamente, in relazione al livello di progettazione da verificare, e che i metodi di calcolo utilizzati siano esplicitati in maniera tale da risultare leggibili, chiari ed interpretabili;
- verificare la congruenza di tali risultati con il contenuto delle elaborazioni grafiche e delle prescrizioni prestazionali e capitolari;
- verificare la correttezza del dimensionamento per gli elementi ritenuti più critici, che devono essere desumibili anche dalla descrizione illustrativa della relazione di calcolo stessa;
- verificare che le scelte progettuali costituiscano una soluzione idonea in relazione alla durabilità dell'opera nelle condizioni d'uso e manutenzione previste;

La sperimentazione

GOVERNARE LE INCERTEZZE PER VALUTARE I RISCHI DI SISTEMI COMPLESSI

di **Massimiliano Giofrè e Gianni Bartoli**

Vice-Direttore e Direttore CRIACIV

(Centro di Ricerca Interuniversitario di Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento)

“L’ingegneria strutturale è l’arte di modellare materiali che non si conoscono completamente in forme che non si possono analizzare esattamente, in modo da resistere a forze che non si possono prevedere con certezza, con una tale disinvoltura che il grande pubblico non può nemmeno immaginare la misura della nostra ignoranza”. L’origine di questa citazione non è nota ma è spesso attribuita ad A.R. Dykes (1976) e rappresenta l’essenza della complessità insita nella valutazione dei rischi connessi alla realizzazione di ogni sistema strutturale e alla valutazione del suo comportamento nel tempo. La stima delle incertezze associate alla determinazione e alla modellazione della geometria, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei vincoli interni ed esterni, dei carichi e delle loro interazioni con il sistema strutturale stesso è la sfida più complessa per la determinazione della risposta e quindi del successo di un progetto strutturale. Le



Fig. 1 - Vista del percorso pedonale sopraelevato “Gino Papuli Gateway”

norme tecniche hanno il compito di guidare i progettisti fornendo opportuni coefficienti che consentono di tenere conto di tutte le incertezze e stabilendo implicitamente quali sono i livelli di sicurezza e di rischio accettabili per il manufatto che sarà realizzato. Le norme tecniche però,

per la loro stessa natura, possono solo dare indicazioni generali per schemi comuni e ricorrenti, mentre lasciano alla sperimentazione la valutazione delle incertezze di sistemi complessi come le passerelle pedonali. Le caratteristiche di snellezza e leggerezza del sistema strutturale delle passerelle pedonali le rendono, infatti, particolarmente sensibili alle azioni sia del vento sia del passaggio dei pedoni con complessi problemi d’interazione dinamica che sono di difficile, se non impossibile, modellazione e previsione senza opportune campagne di prove sperimentali.

Le fasi di progetto e realizzazione della passerella “Porta dell’Umbria – Umbria Gateway” a Terni, recentemente rinominata “Gino Papuli Gateway” in onore dell’omonimo ingegnere ternano, primo docente universitario in Italia di archeologia industriale, non hanno potuto prescindere da una attenta analisi sperimentale sia su modelli in galleria

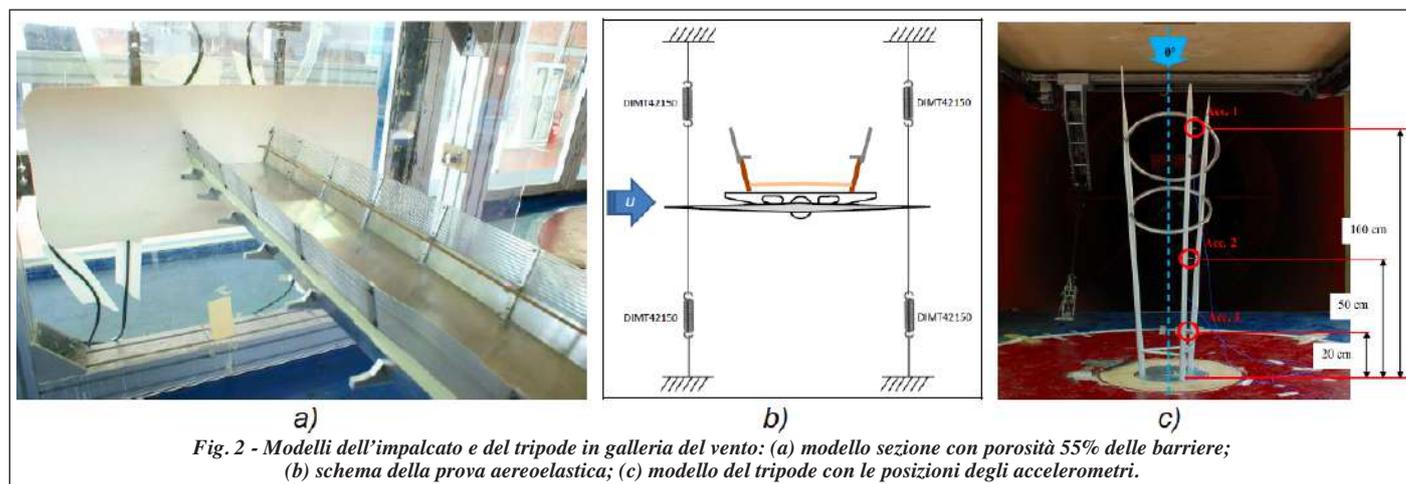


Fig. 2 - Modelli dell’impalcato e del tripode in galleria del vento: (a) modello sezione con porosità 55% delle barriere; (b) schema della prova aeroelastica; (c) modello del tripode con le posizioni degli accelerometri.

del vento sia sul manufatto in situ per la corretta previsione della risposta dinamica del sistema strutturale alle azioni del vento e a quelle derivanti dal passaggio dei pedoni. L'attività sperimentale è stata condotta dal CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario di Aereodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento) attraverso i ricercatori delle sedi dell'Università degli Studi di Perugia e dell'Università degli Studi di Firenze (Scheda pag. 29) ed ha dato informazioni fondamentali sia per il progetto esecutivo della passerella sia per il dimensionamento del numero e delle

caratteristiche meccaniche di opportuni smorzatori che sono stati installati sotto l'impalcato per mitigare la risposta dinamica della struttura. Dal punto di vista strutturale la passerella è realizzata in acciaio ed è composta di due parti principali: un impalcato di circa 100 m dalla pianta curva, con due campate stralate sostenute da un tripode centrale e una campata indipendente sostenuta da un ponte reticolare ad arco (Figura 1). Il tripode è composto di tre piloni a sezione circolare collegati tra loro da tre anelli tubolari. Le analisi modali preliminari della passerella, con modelli numerici basati



Fig. 3 - Accelerometri su uno dei piloni del tripode.

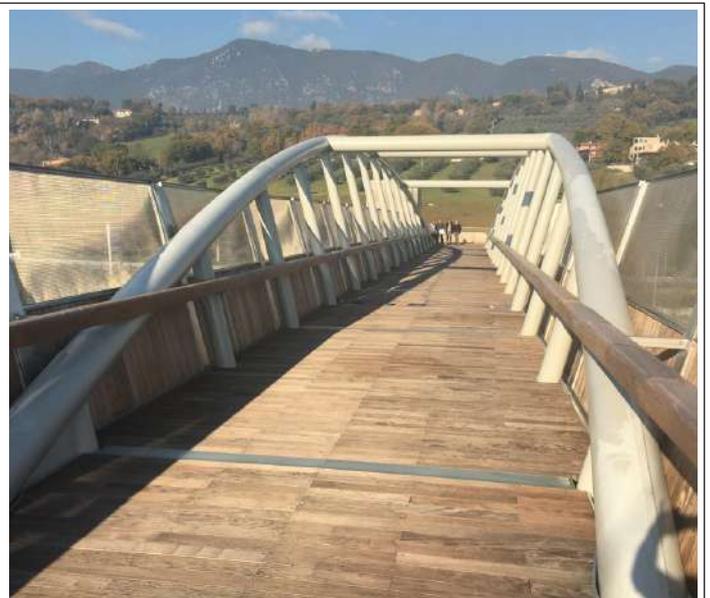
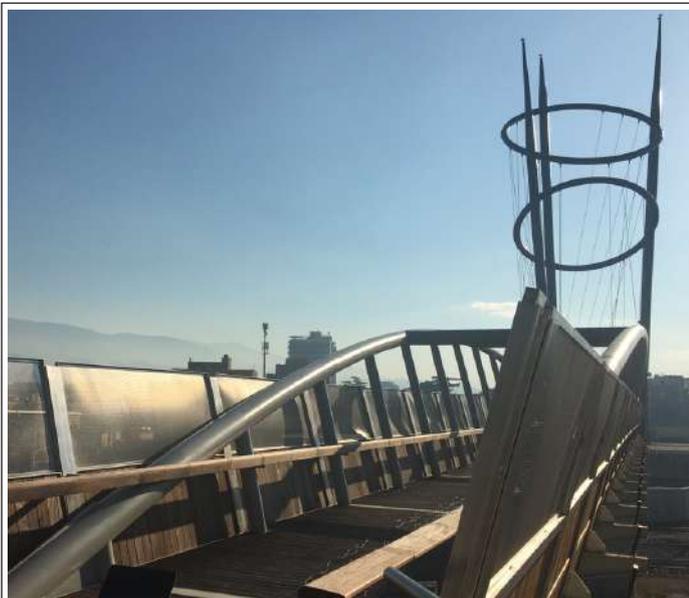


Fig. 4 - Prove di caratterizzazione dinamica della campata ad arco.

sulla configurazione derivante dal progetto architettonico e strutturale preliminare, hanno evidenziato potenziali criticità per le interazioni vento-struttura con particolare riferimento alle vibrazioni indotte dal distacco di vortici (Vortex-Induced Vibrations – VIV), sia per l'impalcato sia per il tripode, e alle instabilità per flutter dell'impalcato. Inoltre, le incertezze legate alla progettazione dei parapetti, necessari per la sicurezza e per il comfort dei pedoni e che hanno una influenza determinata sulla aereodinamica della passerella, hanno suggerito studi aggiuntivi sulla permeabilità al vento delle barriere di protezione. La prima fase della sperimentazione è stata condotta su modelli in scala della sezione dell'impalcato e del tripode nella galleria del vento del CRIACIV con sede a Prato. Si tratta di una galleria del vento a “strato limite” in grado di riprodurre nella scala opportuna gli effetti della turbolenza del vento nello strato limite atmosferico sulle costruzioni civili e sull'ambiente costruito. Il “modello sezione” è stato realizzato in scala 1:32 (Figura 2a) ed utilizzato sia per l'individuazione delle caratteristiche delle azioni indotte dal vento in termini statici (prove aereodinamiche), sia per la stima della risposta dell'impalcato al distacco di vortici e la verifica delle condizioni per l'instabilità per flutter (prove ae-roelastiche, Figura 2b). Nel primo caso sono stati individuati i coefficienti aereodinamici medi al variare dell'angolo di incidenza del vento (polari statiche) e fatte analisi sul valore del numero di Strouhal. Nel secondo caso è stata valutata la risposta della struttura nelle condizioni di possibile sincronizzazione del distacco dei vortici con la frequenza naturale della struttura e di instabilità per flutter. Tutte le prove sul modello sezione sono state ripetute utilizzando quattro casi per descrivere i possibili parapetti: senza barriere, porosità dell'80%, 55% e

barriere con porosità nulla. Le prove dinamiche sono state ripetute anche su un modello in scala del tripode per verificare gli effetti della fatica dovuti alle vibrazioni indotte dal distacco di vortici (Figura 2c). La misura delle accelerazioni su tre sezioni di un pilone del tripode ha permesso di verificare l'assenza di vibrazioni rilevanti.

Le prove in galleria del vento, oltre a fornire informazioni sul comportamento del sistema strutturale sotto l'azione del vento, hanno consentito di calibrare il modello numerico iniziale per poter descrivere in modo accurato la risposta della passerella pedonale ai carichi di progetto, tenendo quindi implicitamente conto di tutte le incertezze nella stima delle proprietà meccaniche, dei vincoli e i sistemi di collegamento tra i vari elementi strutturali. È però noto che la sperimentazione su modelli in scala introduce nuove incertezze concernenti l'impossibilità di descrivere accuratamente quanto accade in scala reale. Per questo motivo le informazioni sono state usate come riferimento per la successiva progettazione esecutiva ma sono state ritenute necessarie delle prove sul sistema strutturale reale sia per verificare l'accuratezza dei modelli numerici di calcolo nella

descrizione del comportamento dinamico effettivo dell'opera sia per ottenere elementi utili al dimensionamento degli smorzatori a masse a cordate, Tuned Mass Dampers – TMDs, già previsti in fase di progetto per la riduzione delle inevitabili vibrazioni dovute al carico del vento e al passaggio dei pedoni.

Una volta completato il percorso pedonale sopraelevato, incluse le finiture e la regolazione del tiro negli stralli, è stata eseguita una campagna di misure in situ sia sulla parte strallata sia sulla campata ad arco. Le analisi numeriche preliminari sui modi di vibrare del sistema strutturale hanno dato indicazioni sulla posizione ottimale di 12 accelerometri uniassiali per misurare le vibrazioni, contemporaneamente in quattro sezioni, di ognuna delle due parti indipendenti dell'impalcato. Nelle misure delle campate strallate sono stati aggiunti due accelerometri uniassiali su uno dei piloni del tripode (Figura 3). La campagna sperimentale ha riguardato la misura della risposta della struttura a diverse sollecitazioni dinamiche: vibrazioni ambientali nelle condizioni di esercizio (es. traffico, vento, microsismi); forzanti armoniche generate con una vibrodina disposta in posizione orizzontale e verticale

GRUPPI DI RICERCA DEL CRIACIV

Centro di Ricerca Interuniversitario di Aereodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento

Direttore: Gianni Bartoli
vice-Direttore: Massimiliano Giofrè
Segretario: Claudio Mannini

Università degli Studi di Perugia

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (Dip. di Eccellenza)

Prof. Ing. Massimiliano Giofrè (responsabile scientifico prove dinamiche in situ)
Ing. Nicola Cavalagli, Ing. Matteo Ciano, Prof. Ing. Federico Cluni, Prof. Ing. Vittorio Gusella,
Ing. Chiara Pepi

Università degli Studi di Firenze

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

Prof. Ing. Claudio Borri (responsabile scientifico prove in galleria del vento)
Ing. Davide Allori, Prof. Ing. Gianni Bartoli, Prof. Ing. Luca Facchini, Ing. Claudio Mannini,
Ing. Enzo Marino, Ing. Antonino M. Marra, Ing. Luca Pigolotti.

sull'impalcato; forzanti di natura impulsiva; forzanti indotte dal passaggio di pedoni con o senza il verificarsi di condizioni di sincronizzazione. I dati sono stati elaborati utilizzando le comuni tecniche di analisi modale operazionale (OMA – Operational Modal Analysis) e dell'analisi modale complessa (MULS - Modified Unifying Least-Squares) per ottenere le stime delle frequenze naturali, i modi di vibrare e gli smorzamenti del sistema strutturale. Le informazioni ottenute in questa fase sono state fondamentali per ridurre le incertezze nella progettazione dei sistemi di smorzamento (posizione e caratteristiche meccaniche).

Le misure sperimentali sopra descritte sono state ripetute dopo l'installazione dei TMD sotto l'impalcato per ottenere informazioni sulle caratteristiche dinamiche della passerella pedonale che sono state utilizzate in fase di collaudo e che rappresenteranno la fotografia iniziale dello stato dell'opera per future analisi sull'andamento della risposta dinamica strutturale nel tempo (Figura 4). Il Comune di Terni, il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale di Perugia

(DICA - Dipartimento di Eccellenza) e il CRIACIV hanno infatti lavorato ad un accordo per dotare l'opera di un sistema di monitoraggio continuo in grado di fornire dati funzionali alla gestione e alla programmazione di interventi di manutenzione della "Gino Papuli Gateway". Il sistema di monitoraggio consentirebbe inoltre di valorizzare il percorso pedonale sopraelevato anche come "laboratorio in scala reale" dell'Università degli Studi di Perugia per i temi dell'ingegneria strutturale e l'ingegneria del vento offrendo occasioni di sviluppo locale e di crescita per gli studenti che avrebbero occasione di fare ricerca utilizzando dati di una importante infrastruttura. In questo contesto alcuni studenti del DICA hanno preso parte alle prove di caratterizzazione dinamica (Figura 5), oggetto anche di una tesi di Laurea, e una giovane ricercatrice del gruppo di lavoro, ing. Chiara Pepi, ha conseguito il titolo internazionale di Dottore di Ricerca, con risultati eccellenti, proponendo una metodologia per tenere conto delle incertezze nella caratterizzazione dinamica e il monitoraggio con approcci di tipo Bayesiano.



Fig. 5 - Il gruppo di studenti del Corso di Laurea in Ingegneria edile-Architettura dell'Università degli Studi di Perugia.

MASSIMILIANO GIOFFRÈ

(massimiliano.gioffre@unipg.it). Professore Associato di Scienza delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA – Dipartimento di Eccellenza) dell'Università degli Studi di Perugia, è docente dell'insegnamento di Scienza delle Costruzioni nel Corso di Laurea Magistrale c.u. in Ingegneria edile-Architettura e degli insegnamenti di Meccanica Computazionale e Metodi Probabilistici per l'Ingegneria Sismica nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile.

L'attività di ricerca prevalente riguarda la stima della risposta delle strutture in campo probabilistico e l'identificazione e il monitoraggio di beni storico-monumentali e strategici. È responsabile scientifico del progetto "Casa sicura: tecniche antisismiche innovative nella tradizione delle costruzioni".

È Coordinatore dei Corsi di Studi magistrali in Ingegneria edile-Architettura e in Ingegneria Civile e vice-Direttore del CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario di Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento).

GIANNI BARTOLI

(gianni.bartoli@unifi.it). Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Firenze, è docente dei Corsi di Teoria delle Strutture, di Dinamica delle Strutture e Ingegneria Sismica, di Ingegneria del Vento, per il corso di Laurea Magistrale in ingegneria Civile.

La sua attività di ricerca è essenzialmente rivolta al settore dell'ingegneria del vento ed alla valutazione del comportamento statico e dinamico di edifici in c.a. ed in muratura.

Ha coordinato i progetti RiSEM (Rischio Sismico negli Edifici Monumentali, 2011-2013) e MOSCARDO (Tecnologie ICT per il MONitoraggio Strutturale di Costruzioni Antiche basato su Reti di sensori wireless e DrOni, 2016-2018), entrambi finanziati dalla Regione Toscana.

È attualmente Presidente dei Corsi di Laurea di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università di Firenze e Direttore del CRIACIV (Centro di Ricerca Interuniversitario di Aerodinamica delle Costruzioni e Ingegneria del Vento).

L'esperienza della direzione dei lavori

VINCOLI, VERIFICHE E COMPLESSITÀ DEL CANTIERE

di **Leonardo Donati**

Responsabile dell'Ufficio progettazione di grandi opere ed infrastrutture del Comune di Terni

La realizzazione della passerella pedonale di sovrappasso della stazione ferroviaria di Terni è stata fortemente caratterizzata dall'ambiente di lavoro che, per sua natura, ha comportato la necessità di confrontarsi con una serie di vincoli operativi e soprattutto di rischi connessi all'esercizio dell'attività ferroviaria che per tutto il corso dei lavori hanno richiesto un'attenta vigilanza su tutte le attività presenti in cantiere. L'obiettivo primario di scongiurare ogni seppur minimo incidente e di non cagionare alcun ostacolo al normale esercizio dell'attività della stazione è stato raggiunto grazie ad un costante coordinamento ed ad una stretta collaborazione in fase esecutiva fra Coordinatore della Sicurezza in fase d'Esecuzione, Direzione Lavori, Responsabili della Sicurezza di Rete Ferroviaria Italiana ed Imprese operanti in cantiere. Sin dalle fasi propedeutiche all'avvio dei lavori si è riconosciuto che l'unico metodo di lavoro irrinunciabile poteva essere quello improntato alla massima trasparenza ed alla concertazione fra tutte le parti, attività attuate con periodiche riunioni di coordinamento nel corso delle quali sono state stabilite precise procedure operative e tempistiche delle lavorazioni. Per la gestione della fasi più delicate connesse al montaggio della passerella ci si è avvalsi anche del prezioso confronto con gli Organi di Vigilanza (Ispettorato del Lavoro e Servizio Sicurezza sui Luoghi di Lavoro dell'ASL) che hanno messo in campo il loro bagaglio di esperienze per apportare i miglioramenti necessari ai piani ed alle procedure di sicurezza messe a punto dalla stazione appaltante. Il successo del



metodo adottato è stato confermato dalla constatazione che il bilancio di infortuni e/o problematiche inerenti la sicurezza dei lavori o all'esercizio del traffico ferroviario al termine dei lavori è risultato in un soddisfacente "nessun evento sfavorevole da segnalare".

Definite procedure e metodi per la gestione della sicurezza dei lavori, si è passati immediatamente all'esame delle problematiche tecniche più strettamente connesse alla realizzazione delle opere in progetto. Anche in tal caso, considerato il carattere peculiare dell'opera, la Direzione Lavori ed il Collaudatore, pur nel rispetto dei compiti loro attribuiti dalla normativa tecnica, hanno ritenuto necessario avviare sin da subito un serrato confronto con la Direzione Tecnica Centrale di Rete Ferroviaria Italiana al fine di stabilire un protocollo d'azione condiviso cui improntare la propria attività, soprattutto in merito alla certificazione di qualità dei materiali previsti in progetto, alle procedure di accettazione in cantiere, ai controlli in fase d'esecuzione sui prodotti e sulle lavorazioni. Nel corso di tali approfondimenti tecnici e normativi si è accertato che

l'opera in progetto, pur caratterizzata dal prevalente impiego di profili metallici composti realizzati ad hoc su specifica di progetto del committente e fuori dalla produzione di serie commerciale, non poteva comunque sfuggire all'obbligo della marcatura CE prevista del Regolamento U.E. n. 305/2011, come definitivamente chiarito dal parere reso in merito dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. La descrizione delle specifiche tecniche dei materiali da impiegare e dei controlli da eseguire è stata raccolta in un documento che è stato consegnato all'impresa esecutrice sin dalla fase d'avvio delle lavorazioni e che ha costituito il costante riferimento per tutta l'esecuzione dell'opera.

Ultimata la fase propedeutica di programmazione delle attività e dei controlli, sono state avviate le lavorazioni. Queste hanno proceduto di pari passo sia con operazioni in cantiere sia con lavorazioni d'officina che hanno coinvolto stabilimenti e/o laboratori dislocati sull'intero territorio nazionale. In particolare mentre in cantiere venivano eseguite tutte le opere relative alle sottostrutture in c.a. della passerella (fondazioni, pile e testate nord e sud dell'opera), venivano approvvigionati sul mercato internazionale e collaudati tutti i materiali ed i componenti strutturali impiegati nell'opera. Solo all'esito positivo dei collaudi preliminari veniva autorizzata la spedizione di materiali e componenti al centro di trasformazione dell'acciaio o al cantiere evitando così che potessero giungere in opera prodotti non conformi alle specifiche di progetto. Ad analoghe rigorose procedure di controllo sono



Movimentazione del primo concio



Movimentazione della parte alta del tripode

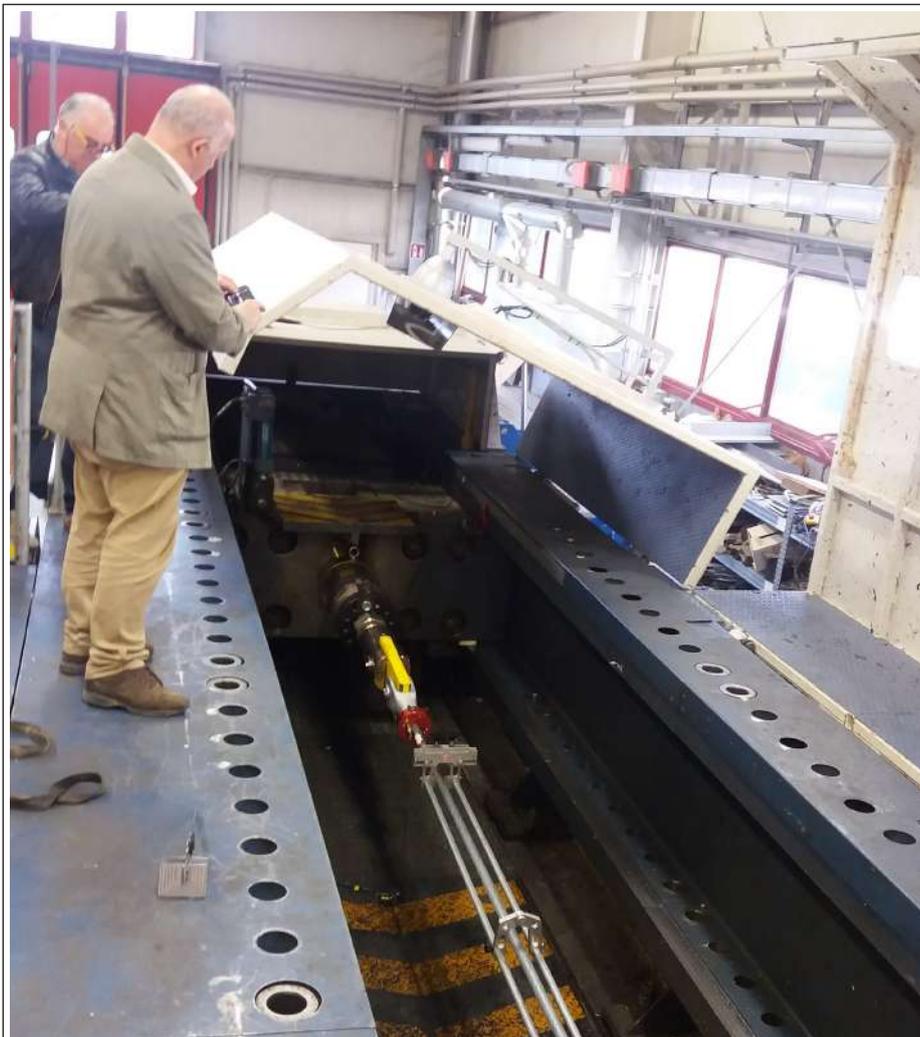


Coordinamento fra le molte operazioni del cantiere

state sottoposte anche tutte le restanti lavorazioni d'officina e di cantiere, con test e prove condotti secondo severe specifiche previste dal capitolato tecnico delle opere di Rete Ferroviaria Italiana. Particolarmente estesa è stata la campagna delle prove effettuate che hanno riguardato: le strutture di fondazione (prove di portata e di integrità dei pali), prove (allo SLE ed allo SLU) sui tirafondi di ancoraggio alla base della torre (tripode), prove (di laboratorio e di serraggio) su tutta la bulloneria e sulle saldature della struttura (sia in stabilimento sia in corso d'opera con il contributo dell'Istituto Italiano della Saldatura), prove non distruttive sugli apparecchi di appoggio installati alla base della passerella, prove (allo SLE ed allo SLU) sugli stralli, prove di carico ed identificazione del comportamento dinamico eseguite sulla struttura complessiva al termine della costruzione. In particolare di estremo interesse sono risultate le prove di carattere dinamico eseguite sia con eccitazione mediante vibrodina sia con eccitazione ambientale (pedoni in transito sulla passerella o vento) cui hanno collaborato le Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia e quella di Firenze. Tali prove hanno consentito di verificare, sulla base dei principali parametri di comportamento della struttura misurati in sito, la sicurezza nei confronti di fenomeni di instabilità aeroelastica della passerella studiati presso il laboratorio interuniversitario del CRIACIV in fase di progetto, ed il comportamento della struttura in termini di confort di utilizzo. In particolare, riguardo ai fenomeni di instabilità, la struttura strallata ha esibito alla prova dinamica uno smorzamento strutturale superiore allo 0,38% dello smorzamento critico, valore di tutta sicurezza rispetto a quello dello 0,15% indicato nel report di prova del CRIACIV come valore minimo in grado di garantire la sicurezza rispetto a fenomeni di instabilità per flutter torsionale della struttura. Per ciò che riguarda il confort d'utilizzo, per assicurare un elevato livello di prestazione nei confronti delle vi-

brazioni indotte dal passaggio dei pedoni, sono stati installati sulla passerella 6 smorzatori a massa accordata (TMD), di cui n. 4 sull'unità strallata n. 2 su quella ad arco, sintonizzati sulla frequenza dei modi naturali di vibrazione della struttura più suscettibili di creare sensazioni di fastidio negli utilizzatori per eccesso di vibrazione. Prove ulteriori sono state eseguite anche a carico di elementi non strettamente strutturali della passerella, ma comunque ritenute necessarie per assicurare un adeguato livello di prestazione dell'opera. In particolare sono state eseguite prove di spinta (secondo UNI 10806) contro i parapetti in vetro dell'edificio della testata sud e quelli in legno della passerella e prove di sfondamento secondo UNI 10807 delle reti dei parapetti. Particolarmente impegnative sono risultate le fasi di montaggio della pas-

serella che per ragioni di sicurezza si sono dovute svolgere per la gran parte nella fascia oraria di interruzione notturna del traffico ferroviario. Per il varo dei conci della struttura del ponte è stata impiegata una gru Terex Demag di tipo all terrain AC800, con portata nominale da 800 tonn-p. La necessità dell'impiego di una gru di grande portata non è stata imposta dal peso dei conci di impalcato da varare, sempre piuttosto ridotto (valore di circa 300 kN), quanto piuttosto dalla distanza, spesso notevole, fra la posizione della gru imposta dalla presenza dei binari e l'alloggiamento definitivo dei pezzi (fino a 58 metri circa). Per il varo dei conci del tripode, di peso superiore, è stato necessario impiegare anche una ulteriore gru da 400 tonn-p, con funzioni di bilanciamento ed assistenza al tiro. Estremamente delicate sono state le fasi di spostamento delle



Prova in laboratorio delle funi degli stralli

gru in assetto di varo, tutte eseguite secondo scrupoloso rispetto delle movimentazioni previste dal manuale d'uso dei macchinari e previa verifica pun-

tuale con saggi e prove di carico della resistenza e compattezza del terreno interessato dal percorso di spostamento delle gru.

SEQUENZA OPERATIVA

La sequenza operativa di costruzione è stata la seguente:

- Fase 1. Costruzione delle pile di appoggio definitivo n. 1 (testata sud), n. 2, n. 3, n. 5, 6 (testata nord) e sottostruttura in c.a. dell'appoggio 4;
- Fase 2. Costruzione di pile in carpenteria metallica di appoggio provvisorio, 3 bis e 3 ter;
- Fase 3. Varo in sequenza e fissaggio dei conci A, B, C, D, E della passerella poggiati sulle pile già costruite;
- Fase 4. Montaggio della torre (tripode - appoggio 4) suddiviso in due conci (inferiore e superiore);
- Fase 5. Varo in sequenza e fissaggio dei conci F, G, H, I, L, M, N fino ad appoggio 5;
- Fase 6. Varo in unica campata dell'unità ad arco (da appoggio 5 a 6);
- Fase 7. Installazione e tesatura degli stralli con distacco del ponte dalle pile provvisorie;
- Fase 8. Rimozione delle pile provvisorie;

Alcune fasi dei lavori, durati circa due anni e di un importo a consuntivo di poco inferiore ai 3,7 milioni di euro, sono riportati nella documentazione fotografica. L'impresa esecutrice è stata la Cobar s.p.a. di Bari che si è avvalsa, per la fornitura delle carpenterie metalliche e dei dispositivi speciali installati sulla passerella, di sub-fornitori qualificati e di comprovata esperienza internazionale.

Leonardo Donati si è laureato con lode nel 1992 in Ingegneria Civile, con specializzazione nel settore strutture, presso l'Università "La Sapienza" di Roma discutendo una tesi sul tema della stabilità aeroelastica dei ponti strallati. Ha iniziato la sua attività professionale presso gli studi tecnici dei professori Fabio Brancaleoni e Mario Paolo Petrangeli di Roma. In tale periodo si è occupato di calcolo e progettazione di grandi strutture ed in particolare di ponti di grande luce. Dopo un breve periodo di impiego presso una ditta di componenti prefabbricati, a seguito di concorso pubblico ha assunto il ruolo di funzionario tecnico - ingegnere presso il Comune di Terni, dove è responsabile dal 2002 dell'Ufficio progettazione di grandi opere ed infrastrutture. Nel corso di tale attività ha partecipato, ricoprendo i ruoli di progettista, direttore lavori, responsabile del procedimento, in numerosi appalti pubblici fra i quali il Consolidamento di Ponte Carrara, l'Ampliamento di Ponte Romano, l'Ampliamento del Cimitero di Terni, il collegamento stradale Gabelletta-Marrata e la Costruzione della passerella pedonale presso la stazione ferroviaria di Terni.



varo del ponte ad arco

Porte aperte al risparmio!

Porte automatiche FAAC per farmacie, ospedali, supermercati, hotel.
Comfort e design non conoscono barriere.

In conformità alla normativa EN16005

Massimo stile,
minimo spazio.

- SF1400 è la porta automatica pieghevole con sistema antipanico conforme alla norma EN16005
- Ideale in ambienti a spazio ridotto, SF1400 si distingue per i profili in alluminio estruso, eleganti e sottili, i bordi stondati e l'assenza di antiestetiche cerniere esterne.



SF1400

Semplicemente unica.
Come l'aria.

- La porta automatica con lama d'aria integrata che limita dispersioni termiche e blocca l'ingresso di vento e polvere dall'esterno.
- Ideale per tutti gli ambienti pubblici e privati a temperatura controllata, Airslide assicura un sensibile vantaggio energetico e ambientale grazie alla tecnologia GreenTech e al dispositivo Energy Saving.



AIRSLIDE

Bellezza e performance,
perfettamente a norma.

- Scoprite la porta automatica rototraslante con antipanico integrato: perfetta negli ambienti a spazio ridotto, GBF1500 rispetta la normativa sulle vie di fuga. Grazie all'utilizzo di una sofisticata elettronica, la porta garantisce la massima efficienza affidabilità e sicurezza.



GBF1500



www.faac.it

FAAC
Sistemi automatici

ingenuum

www.ordingtr.it