

Mi sono domandato quale contributo avrei potuto dare in un'audizione di dieci minuti.

Dapprima mi sono concentrato su quale sia il problema più importante e difficile da risolvere e come l'avrei affrontato.

La risposta è facile e nota: la lunghezza della campata di 3300 m è oltre una volta e mezzo quella della più lunga mai costruita (quella del ponte *Çanakkale*, sui Dardanelli, 2023 m, aperto l'anno scorso).

Una simile crescita della luce non ha precedenti e potrebbe fare insorgere problemi oggi ignoti, in considerazione del fatto che la luce del ponte influenza i maggiori parametri di risposta con potenze da due a quattro.

Mi sono chiesto quali alternative avrei considerato per poter aggirare questa incognita.

Credo che avrei provato a spostare di poco il ponte in modo da intersecare o seguire la zona di minore profondità, con roccia affiorante. Le profondità nella zona di cresta sono sempre inferiori a 100 m e consentirebbero la realizzazione di pile intermedie.

Si consideri ad esempio il ponte *Rion-Antirion*, completato nel 2004, alla cui realizzazione ho partecipato (insieme tra altri a Peter Taylor, allora titolare di *Buckland and Taylor*).

Il ponte è lungo circa 2900 m, ma ha campate di 560 m, su fondali di 70.

Dalla lettura del disegno di legge, tuttavia, ho compreso che non viene presa in considerazione una possibile rivisitazione del progetto, ma il suo solo adeguamento e miglioramento.

Se prendo dunque localizzazione e tipologia come dati, ritengo che si possano esprimere le seguenti considerazioni.

Problema sismico

Non ritengo vi siano criticità rilevanti.

Un ponte di questo tipo è certamente in grado di assorbire senza danni azioni corrispondenti alla magnitudo prevista (M 7.1) in zona epicentrale e di assorbire gli spostamenti prodotti dall'allontanamento delle coste, stimato in circa 0,5 mm l'anno.

I punti critici da segnalare sono probabilmente l'interazione tra impalcato e torri, la zona di base delle torri e gli ancoraggi dei cavi.

Azione del vento

Gli studi aerodinamici sono convincenti e la velocità di progetto di 270 km/h più che adeguata (la massima velocità registrata negli ultimi vent'anni è stata di 129 km/h).

Ritengo critica la verifica della effettiva operatività del ponte sino a venti di almeno 110 km/h, che ridurrebbe le necessità di interruzione del servizio ad una media di un giorno l'anno. Potrebbe anche essere necessario aumentare la velocità del vento di progetto per l'operatività, in considerazione dell'intensificarsi della frequenza di fenomeni estremi.

Costruzione

Le modalità di costruzione sono un aspetto altrettanto rilevante rispetto al comportamento dopo il completamento e non mi pare che al tema sia stata riservata l'attenzione che merita, quantomeno non nel materiale disponibile al pubblico.

Nel progetto definitivo vengono ipotizzati quattro cavi di sospensione con lunghezza di 5.320 m e diametro 1,26 m. Ogni cavo sarebbe costituito da 44.324 fili d'acciaio.

La modalità classica di costruzione di un ponte sospeso prevede che siano i fili ad essere trasferiti progressivamente da un lato all'altro del ponte, il che comporterebbe di percorrere una lunghezza complessiva di trasporto di $5320 \text{ m} \times 44323 \text{ fili} \times 4 \text{ cavi} = 943.193.440 \text{ m} = 943.193 \text{ km}$.

Con quale sistema verrebbero tirati i fili da una parte all'altra, a che velocità e quindi impiegando quanto tempo?

Con quante interruzioni previste e con quali condizioni di rischio in fase di costruzione?

Per molti anni il ponte con la campata più lunga del mondo, 1991 m, è stato l'*Akashi*, vicino a Kobe. Era in costruzione durante il terremoto del 1995 e non ha avuto problemi, con uno spostamento di faglia (e quindi delle torri) di circa 1.2 m.

Nel caso dell'*Akashi*, i cavi sono stati realizzati tirando trefoli (composti da molti fili) ed i viaggi sono stati limitati a 290 per ogni cavo, dopo avere tirato il primo trefolo con un cavo in kevlar posato da un elicottero.

Nel nostro caso, il peso di ciascun cavo (circa 50.000 tonnellate) e degli eventuali trefoli e le azioni ingenerate sulle pile sono fondamentali.

Durabilità

È un altro aspetto essenziale su cui non ho notato che sia stato posto l'accento.

A puro titolo di esempio cito di nuovo il caso dell'*Akashi*: per ridurre e controllare la corrosione dei cavi ognuno di essi è sottoposto ad un getto d'aria costante sulle 24 ore per evitare la condensa di umidità.

Ovviamente il problema non si limita ai cavi.

Rischi antropici

Il futuro ponte più lungo del mondo sarà un potenziale oggetto di attentati o di attacchi.

Non vi è limite ai casi da considerare, ma ciò non significa che non vadano esaminati tutti quelli che una squadra di esperti riuscirà a proporre.

Un solo esempio valga per tutti: che succederebbe se un piccolo aereo investisse i pendini di sostegno dell'impalcato, o un cavo maggiore, o la sommità di una pila?

Concludo affermando che ritengo che il ponte si possa realizzare, mantenendo il progetto già approvato al fine di ridurre tempi e oneri aggiuntivi, ma credo che il progetto definitivo vada valutato criticamente e migliorato nella sua trasformazione in esecutivo.

Ritengo che sia essenziale la creazione di un team internazionale di esperti indipendenti, costituito da poche persone di indiscusso prestigio, che assuma un ruolo equivalente a quello del *Checker Team* del ponte *Rion-Antirion* (in quel caso eravamo in sette, di sette nazionalità, anche se quattro lavoravano negli Stati Uniti: Peter Taylor, Ralph Peck, Ricardo Dobry, Nigel Priestley, Frieder Seible, Basil Kolas ed io). Erodoto racconta¹ come Serse, tremendamente indignato per la grande tempesta che aveva distrutto il primo ponte costruito sui Dardanelli per attaccare i Greci, *ordinò che l'Ellesponto venisse percorso con trecento colpi di sferza*. La competenza in luogo della presenza d'ufficio può impedire di arrivare all'ordine di fustigare Scilla e Cariddi.

Gian Michele Calvi

*Professore e Pro-Rettore alla Ricerca
IUSS, Scuola Universitaria Superiore, Pavia*

*Direttore Scientifico
Fondazione EUCENTRE, Pavia*

*Executive Vice-President
International Association for Earthquake Engineering
IAEE, Tokyo, Japan*

*Adjunct Professor
North Carolina State University
Raleigh, NC*

¹ Ἡρόδοτος (Erodoto), *Ἱστορίαι (Storie, ~430 a.C.)*. VII, 34-35.