

TAVOLA ROTONDA

“IL PROGETTO DEL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA”

Intervengo a questa tavola rotonda, animato dalla curiosità e dall'interesse che un progetto di importanza storica, quale certamente è il progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, desta in un cultore della materia.

PREMESSA

All'esito del Concorso Internazionale di Idee cui, nel **1970**, partecipano progettisti italiani eccellenti, fra i quali lo stesso Nervi, sono riconosciute le straordinarie qualità del progetto ideato da Sergio Musmeci, ancora oggi attuale e di grande valore, tecnico ed estetico.

La S.p.A. Stretto di Messina (in avanti, S.p.A. SM) viene costituita nel **1971** e ad essa è affidato l'incarico di redigere il progetto “istituzionale” del Ponte.

1. Il progetto di massima preliminare

La soluzione elaborata dalla S.p.A. SM non tiene in alcun conto l'idea vincitrice del Concorso.

Il progetto di massima preliminare (**1986**) appare, infatti, come il semplice ingrandimento fotografico di celebri ponti, già esistenti.

La stessa impostazione progettuale pare viziata da contributi multidisciplinari, concettualmente non correlati, maturati in tempi diversi e non sufficientemente, né omogeneamente, integrati.

Ed invero, il progetto suscita notevoli perplessità, in fatto di sicurezza e stabilità dell'opera, nonché di effettiva utilità dell'attraversamento.

Ora, volendo limitarsi, nel più ampio contesto dell'iter progettuale, alla disamina del solo profilo strutturale, è lecito domandarsi quali ragioni abbiano indotto i responsabili della S.p.A. SM ad abbandonare i concetti espressi dal Concorso, per una soluzione ordinaria, che mostra evidenti limiti, in termini di conoscenze specifiche e creatività.

La conclusione cui si perviene è che l'incidenza di errori umani, di tipo non statistico (gross error di Melchers) - imputabili, secondo la teoria dell'affidabilità, alla incertezza decisionale – abbia compromesso il buon esito della attività di progettazione preliminare.

2. Il progetto di massima definitivo

Presentato nel dicembre **1992**, il progetto di massima definitivo introduce modifiche sostanziali al progetto di massima preliminare.

In particolare, le variazioni interessano:

- l'impalcato, a telaio anziché reticolare;
- il giunto di estremità, vincolato anziché articolato;
- la zona di transizione, incrementata in lunghezza;
- la torre, lamellare anziché a cavalletto;
- le prestazioni dell'opera, con riduzione di carichi e la determinazione di specifiche prestazionali.

Le modifiche, rilevanti ed inattese, suscitano nelle Delegazioni istituite presso gli Enti interessati, timori e dubbi circa la unitarietà e la continuità dell'azione progettuale, condotta dalla S.p.A. SM; inoltre, le nuove specifiche appaiono criticabili su di un piano generale.

Il simposio **ISALB '92 – Aerodynamics of large bridges** (Copenhagen), nel corso del quale i partecipanti riferiscono del più avanzato stato dell'arte e di tendenze innovative, nel settore della progettazione dei ponti sospesi di grandissime luci libere, segna l'inizio dello storico conflitto tra soluzione ad impalcato aerodinamicamente efficiente (alare) e quella ad impalcato ad alta rigidezza (e conseguente alta resistenza all'azione del vento).

Peraltro, lo stesso conflitto che, nel 1992, si risolve in una disputa concettuale, oggi, offre termini di paragone rappresentativi, cui fare riferimento in concreto: il **ponte sospeso sullo Storebelt, con luce centrale di 1624m** (impalcato alare, sottile, aerodinamicamente efficiente) ed il **ponte Akashi Kaikyo, con luce centrale di 1990m** (impalcato di tipo reticolare ad elevata rigidezza).

Nel primo caso, la progettazione tende innanzitutto a ridurre le azioni dovute al vento; nel secondo, è l'incremento della resistenza strutturale ad informare la attività di progettazione.

3. Le incertezze fenomenologiche

Il Ponte sullo Stretto di Messina sarebbe **1310m più lungo del Ponte Akashi Kaikyo, attualmente insuperato.**

La innovazione tecnica cui si affida la stabilità, aerodinamica ed aeroelastica, del Ponte sullo Stretto è l'impalcato, c.d. "aerodinamicamente trasparente".

Allo stesso impalcato, i progettisti del Ponte Akashi Kaikyo (1990m), preferiscono la soluzione più costosa, ma certamente più sicura, dell'impalcato rigido. Ed invero, la ricerca Giapponese individua, nella misura di 2000m, il limite applicativo delle soluzioni alari, aerodinamicamente efficienti.

Ebbene, **la separazione "ventilata" tra gli impalcati dovrebbe eliminare le incertezze funzionali, che risiedono nella risposta strutturale di un ponte lungo 3300m all'azione dinamica del vento.**

Mi sia consentito di rilevare che se l'affidabilità complessiva del sistema ponte è garantita, esclusivamente, dalla separazione "ventilata" tra gli impalcati, allora una più attenta meditazione dei dati risultanti da recenti modellazioni, teoriche e sperimentali, si impone.

4. Le incertezze di modellazione

Nel corso di precedente incontro, organizzato dall'ACAI e tenutosi a Genova, in data 30 settembre c.a., i limiti dell'attuale stato dell'arte, con specifico riferimento alla modellazione teorica e sperimentale dell'azione del vento sui ponti di grande luce, vengono illustrati dai più competenti studiosi italiani, fra i quali alcuni dei massimi esperti a livello mondiale.

Le relazioni dei partecipanti dimostrano come i risultati di indagini scientifiche, in corso di svolgimento, siano destinati a modificare lo stato dell'arte (*teorico*). Tuttavia, ancorché di eccezionale rilievo, le più recenti scoperte riguardanti la dinamica indotta dal vento nei ponti sospesi di grande luce, attualmente, non possono trovare applicazione, all'atto della elaborazione progettuale.

Quanto alla fattibilità del Ponte, dunque, le modellazioni, finora eseguite, non possono ritenersi sufficienti ad integrare i requisiti di affidabilità necessaria, in quanto sprovviste di un "feedback" adeguato. Sarebbe opportuno compiere una preliminare analisi di sensibilità parametrica, al fine di stabilire l'attuale grado di affidabilità della modellazione, numerica e sperimentale, della struttura.

La sperimentazione, che della progettazione rappresenta la premessa necessaria, ha valore indicativo, ma non sostitutivo.

Le prove eseguite su modelli in scala sono state, frequentemente, smentite dalla effettiva risposta strutturale. A titolo esemplificativo, basti ricordare le vicende legate alla costruzione del Ponte sullo Storebelt.

Da ultimo, si osservi che alle incertezze riguardanti le caratteristiche strutturali dell'opera (frequenze, smorzamento, scaling inerziale), l'interazione vento-struttura e l'affidabilità delle prove in galleria del vento (problema, quest'ultimo, già rilevato durante la costruzione del ponte sullo Storebelt), devono aggiungersi i limiti che incontra la trattazione teorica dell'instabilità aeroelastica, riferita alla dinamica indotta dal vento, nei ponti sospesi di grande luce.

5. Ulteriori incertezze

Ulteriori incertezze, di tipo fisico, riguardano specificamente:

- il giunto terminale (illustrate, al Simposio di Genova, dal Prof. Nascè, già membro dell'attuale Comitato Scientifico);
- l'angolo di inflessione massimo nel piano verticale, alla estremità dell'impalcato, per treni LM71, con variazione termica differenziale;
- l'angolo di inflessione massimo nel piano orizzontale, per treni LM71, con velocità inferiore a 120Km/h, variazione termica differenziale e vento;
- i collegamenti saldati e la affidabilità della struttura sottoposta a fatica;
- la costruibilità, durabilità, manutenibilità e riparabilità della struttura.

Conclusioni

Le Delegazioni di Alta Sorveglianza dell'ANAS, delle FF.SS. e del Ministero dei LL.PP., nel luglio 1995, concludono: "... **che il Progetto di Massima Definitivo, presentato nel dicembre 1992, pur nel contesto degli indubbi e validi apporti progettuali forniti, non possa ancora essere indicato quale progetto definitivamente idoneo ad essere sviluppato in un progetto esecutivo, secondo il quale procedere alla costruzione del ponte e del globale attraversamento**".

Riferendosi al progetto di massima definitivo, il Prof. Franco di Majo, già membro della Delegazione delle FF.SS., espone: "**Come, disattendendo i giudizi espressi da ben tre Delegazioni di Alta Sorveglianza, il Consiglio Superiore abbia potuto, con parere unanime, approvarlo dopo brevissimo esame, non è per ora comprensibile**".

La realizzazione di ponti sospesi, aventi lunghezza superiore ai 2000m, come in effetti sarebbe il Ponte sullo Stretto di Messina, impone, per il necessario salto di scala che ne consegue, non solo la preventiva analisi delle prestazioni aerodinamiche dell'impalcato, ma anche la preliminare valutazione della opportunità di ripetere il modello classico di ponte sospeso, senza introdurre elementi strutturali innovativi.

La sicurezza del Ponte sullo Stretto di Messina non può fondarsi, esclusivamente, sulla forma dell'impalcato; quest'ultimo deve essere dotato di superiori risorse di resistenza, che garantiscano alle azioni non solo una "evasione", ma anche una "opposizione resistente". L'introduzione di elementi, che aumentino la rigidità della struttura, contro gli effetti di momento torcente e drag, eviterebbero, inoltre, complessi sistemi costruttivi e di montaggio dell'impalcato. In tale senso, oltre all'irrigidimento reticolare del modello "Giapponese" di ponte, sono state proposte da esperti autorevoli, variazioni nel rapporto freccia-luce, configurazioni inclinate di funi portanti, la introduzione di funi stabilizzanti e l'adozione di sistemi tensostrutturali.

Il progetto di tensostruttura a doppio effetto, ideato da Musmeci, adottava, già trenta anni fa, le "moderne" soluzioni progettuali di cui sopra.

Risorse di resistenza non convenzionale possono eliminare le incertezze del processo progettuale e fornire il necessario livello di affidabilità alla modellazione numerica e sperimentale del sistema strutturale (con particolare attenzione per le azioni).

D'altronde, gallerie del vento sempre più ampie offrono la possibilità di sottoporre ad accertamenti sperimentali più affidabili, modelli in scala minore, aventi caratteristiche geometriche, dinamiche ed aerodinamiche, più fedeli alla struttura reale.

Nel tempo che ci separa dalla realizzazione del Ponte sullo Stretto di Messina, mi auguro che l'Italia dimostri la propria capacità innovativa e l'impegno etico a detenere, secondo tradizione, il primato intellettuale nei settori dell'ingegneria e dell'architettura.

Allo stato attuale, peraltro, le incertezze tecniche del caso permangono e, con esse, gli interrogativi ai quali, le presentazioni dei soggetti intervenuti alla odierna tavola rotonda, non rispondono.