

INTERVISTA AL PROF. MASSIMO MAJOWIECKI

Prof. Majowiecki: Gli inizi di questo progetto risalgono ad una trentina di anni fa quando, dopo il bando di Concorso Internazionale di idee, bandito nel 1970, viene costituita la Stretto di Messina (SM)S.p.A. la quale produce, a partire dal 1971 un "progetto preliminare" seguito dal progetto "di massima preliminare del 1986" e dal "progetto di massima definitivo" del 1992. Successivamente la SM introduce miglioramenti al progetto definitivo presentandolo, in diverse occasioni e tavole rotonde, come il progetto da realizzare entro il 2012.

Attualmente è stata bandita una gara per l'aggiudicazione della **progettazione definitiva, esecutiva, la realizzazione, ecc. del Ponte;** gara che si concluderà nei prossimi mesi con l'identificazione del Contraente Generale dell'opera.

E' immediata una prima osservazione : "che fine ha fatto il progetto definitivo elaborato dalla SM costato trent'anni di tempo e centinaia di miliardi di lire se nel bando ora si chiede una rielaborazione?"

E' evidente che la Società del Ponte non ritiene piu' affidabile la propria elaborazione definitiva (degradata a progetto preliminare), costata troppo tempo e danaro allo Stato Italiano, rimandando **opportunamente** i progetti definitivo ed esecutivo, **e di conseguenza ogni responsabilità progettuale,** al futuro appaltatore.

A mio parere, l'aver basato l'appalto su di un progetto preliminare è un grossolano errore che ci condurrà ad un dominante contributo progettuale e realizzativo da parte degli stranieri annientando così strategici obiettivi atti a **ricollocare** il nostro paese ai più alti livelli della conoscenza scientifica, tecnologica ed imprenditoriale nel campo dell'industria delle costruzioni. I principali concorrenti partecipanti alla gara d'appalto sono, infatti, coloro che hanno progettato i due ponti attualmente più grandi del mondo: lo Storebelt in Danimarca e l'Akashi Kaykio in Giappone. Danesi e Giapponesi accresceranno il loro Know-how a scapito dell'immagine imprenditoriale del nostro paese.

Ci si chiede come possa essere possibile che la SM S.p.A. non abbia saputo elaborare, in più di 30 anni, un progetto consistente e definitivo, sintesi delle capacità progettuali e tecnologiche del nostro paese!

La risposta si ottiene osservando la discontinuità concettuale illustrata dall'evoluzione progettuale.

Per il progetto del ponte sullo Stretto di Messina fu fatta una gara internazionale, che ebbe vincitori ex-quo Nervi, Musmeci ed altri.

Progettisti molto capaci, entrambi presentarono progetti di ampia levatura intuendo (e sto parlando di 30 anni fa) che un ponte di quelle dimensioni non può essere eseguito con uno schema classico di ponte sospeso. Infatti, nel progetto di Nervi, c'era già l'embrione di una soluzione possibile per una grandissima luce, come è appunto quella del Ponte di Messina. Nervi dice: "ogni mio sforzo è stato diretto ad eliminare quello che si è manifestato essere il vero punto debole dei grandi ponti sospesi, ossia la scarsa stabilità laterale degli impalcati nei riguardi delle azioni orizzontali indotte dal vento. Il rapporto tra la larghezza dell'impalcato e la

sua lunghezza è già prossimo ad un valore limite nei maggiori ponti sospesi finora realizzati; nel caso presente sarebbe stato molto al di sotto di tale valore, sicchè lo schema tradizionale di ponte sospeso con funi parallele doveva essere necessariamente abbandonato. Riflettendo sul problema di una intrinseca stabilità trasversale dei cavi e per conseguenza dell'intero impalcato, mi convinsi che tale stabilità sarebbe stata ottenuta in modo del tutto spontaneo qualora i due cavi anzichè paralleli fossero stati disposti in modo da formare delle curve sghembe, con un andamento pressochè parabolico sia nella proiezione verticale sia nella proiezione orizzontale."

La soluzione Nervi venne scartata con questa semplice ed **"acuta"** sentenza della commissione: "...una prima analisi della complessa struttura porta alla conclusione che il ponte appartiene più alla famiglia delle tensostrutture che a quella tipica dei ponti sospesi. Poiché gli effetti prodotti dalle azioni del vento sulle due funi portanti sono diversi, ciò può condurre a conformazioni instabili dell'intero sistema".

Sperando che il giudizio sul progetto Nervi sia stato dettato solo da ignoranza tecnica, **va ricordato che i ponti sospesi sono la "base" concettuale delle tensostrutture e che lo schema tensostrutturale non è altro che quello del ponte sospeso con l' "aggiunta" di funi stabilizzanti**, pertanto, almeno sicuro quanto la semplice sospensione (il progetto Nervi ha solo le funi inclinate e non si capisce come possa essere definito "infamantemente" tensostruttura!). La pregiudiziale superficialità della seconda asserzione, sulle conformazioni instabili dell'intero sistema, a causa dell'inclinazione fuori dal piano delle funi portanti, merita un pietoso **"no comment"**.

La soluzione portata da Musmeci è un esempio di armonia tra architettura ed ingegneria. E' sicuramente la soluzione da adottare e portare avanti; le sono riconosciute internazionalmente le straordinarie qualità del progetto ancora oggi attuale e di grande valore, tecnico ed estetico.

Musmeci elabora un ponte a tensostruttura a doppio effetto introducendo un sistema di funi stabilizzanti abbandonando il dubbio ruolo stabilizzante della rigidità torsionale dell'impalcato. Il sistema di funi a doppio effetto, con contributo stabilizzante al "lift ed all'effetto di "drag" (mediante l'inclinazione delle funi stabilizzanti fuori dal piano), introduce aspetti progettuali innovativi. Alcuni degli aspetti innovativi, intuizioni genialmente da Musmeci, sono stati riscoperti dopo alcune decadi da progettisti contemporanei.

Con molta probabilità il motivo dell'aver abbandonato idee progettuali di grande valore risiede nella mediocrità di alcune "consulte" che approdano ad infondati pregiudizi quali: "...Passando adesso alle tipologie aeree, risulta subito evidente che alcune delle soluzioni proposte sono del tutto non realistiche e ricadono nella categoria delle "acrobazie strutturali". I sistemi di sospensione presentati schematicamente in tali proposte riflettono tecnologie strutturali che sono non solo teoretiche ma anche del tutto superflue. Che bisogno v'è infatti di ricorrere a sistemi di sospensione complicati, non ancora provati e, direi, addirittura bizzarri quando si può disporre di configurazioni strutturali semplici, lineari e già ben sperimentate?. Qualsiasi

soluzione che venga meno alla ben nota regola della chiarezza e semplicità strutturale deve essere considerata ipso facto sospetta. Il Rapporto dichiara che le tensostrutture a campata unica non sono fattibili e sono perfettamente d'accordo con tale conclusione" (parere di un membro della consulta - relazione di sintesi generale-).

Omettendo il nome di questo "illuminato" rappresentante della commissione scientifica e volendo limitarsi, nel più ampio contesto dell'iter progettuale, alla disamina del solo profilo strutturale, è lecito domandarsi quali ragioni abbiano indotto i responsabili, nell'ambito di incertezze fenomenologiche legate ad un progetto che si proietta fortemente oltre la frontiera dello stato dell'arte, ad abbandonare i contributi concettuali innovativi espressi dal Concorso, per una soluzione ordinaria, che mostra evidenti limiti, in termini di conoscenze specifiche e creatività.

Infatti, alla Stretto di Messina S.p.A., costituita nel **1971**, viene affidato l'incarico di redigere il progetto "istituzionale" del Ponte, incarico affidato poi dalla stessa SM S.p.A. al Gruppo Ponte di Messina (che aveva ricevuto un premio nel concorso di idee del 1969) allo scopo di redigere un rapporto di fattibilità. A questo stesso rapporto di fattibilità, acquisito da SM S.p.A. nel 1981 (dopo dieci anni!) è riconducibile l'introduzione di un' incertezza decisionale di processo che proietta "la soluzione" in uno scenario progettuale "convenzionale". Infatti la soluzione elaborata dalla SM S.p.A. non tiene in alcun conto l'idea vincitrice del Concorso ed il progetto di massima preliminare (**1986**) appare 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.

Nel dicembre **1992**, viene presentato il progetto di massima definitivo che introduce (a conferma della debole impostazione concettuale convenzionale) 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.

La seconda fase della storia del ponte avviene a Copenaghen: ed invero, il simposio **ISALB '92 – Aerodynamics of large bridges**, 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). 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.

Viene da chiedersi: come mai c'è questa differenza notevole tra l'impostazione progettuale A (aerodinamica) e B (rigida)?

Con la distruzione del Takoma, abbiamo scoperto un fenomeno nuovo, che ha causato il crollo del ponte: ma non importa, perché abbiamo imparato e ciò che è accaduto non era prevedibile. Questa incertezza fenomenologica la scienza, la tecnica, l'umanità possono pagarla, il Takoma è crollato, ma in compenso il "know how" è stato perfezionato e nuovi ponti più grandi possono essere progettati con sufficiente affidabilità. Attualmente è da chiedersi se, facendo un salto da 1990 a 3300m con un impalcato aerodinamico (rifiutato dai Giapponesi), non possano verificarsi altri tipi di instabilità aerodinamica completamente sconosciuti. Vogliamo fare l'esperimento sulla nostra pelle? Su cosa ci basiamo per rimuovere le incertezze dei Giapponesi?

Lo Storebaelt viene costruito con profilo aerodinamico, mentre i Giapponesi, per realizzare un ponte di 1990m di luce (un salto di 300m dallo Storebaelt), hanno costruito appositamente una galleria del vento, con una sezione trasversale di 45m, per diminuire le incertezze fisiche e di modellazione teorica ed sperimentale. Insomma, per diminuire queste incertezze, hanno realizzato questa particolarissima galleria del vento, che non esiste in nessun'altra parte del mondo. Le gallerie del vento le avete viste, anche quella di Prato è di 4 – 5m, questa è di 45m, necessaria per metterci un modello in scala 1:100. Su questo modello hanno provato la bellezza di una ottantina di sezioni differenti: quelle rigide, quelle alari, quelle trasparenti, perché non si sentono sufficientemente tranquilli nel fare quel salto nel buio...(di soli 300m!!).

In sostanza mentre i Giapponesi decidono che la soluzione alare non risulta essere sufficientemente affidabile dopo i 2000m di luce libera, ed eseguono un ponte "rigido" , contemporaneamente, SM, per 3300m di luce, rimane convinto della soluzione aerodinamica senza una consistente dimostrazione di affidabilità.

Allo stato attuale, pertanto, è più che legittimo domandarsi quali siano gli schemi d'impalcato da impiegare per la realizzazione di grandissime luci, che eccedano la misura di 2000m.

È doveroso, invece, recepire e studiare i dati forniti dalla ricerca Giapponese, che, nella misura di 2000m, individua il limite applicativo delle soluzioni alari, aerodinamicamente efficienti.

Il Ponte sullo Stretto di Messina sarebbe 1310m più lungo del Ponte Akashi Kaikyo, attualmente insuperato 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 innovazione tecnica cui, attualmente, si affida la stabilità, aerodinamica ed aeroelastica, del Ponte sullo Stretto è l'impalcato, c.d. "aerodinamicamente trasparente", già esaminato dai ricercatori Giapponesi e da questi ultimi considerato di incerta affidabilità, sulla scorta dei risultati sperimentali ottenuti, nella ipotesi di grandissime luci.

In definitiva, l'attuale progetto del Ponte sullo Stretto di Messina presuppone, con analitico accanimento, la efficienza dell'impalcato a sezione aerodinamicamente trasparente (o ventilata), senza considerare altre incertezze che, oggettivamente, pregiudicano la affidabilità del sistema strutturale "ponte".

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.

Elisa: Esiste una commissione superiore a tutto questo che tenga conto di tutto quello di cui lei ci ha parlato?

Prof. Majowiecki: Sono state chiamate tante persone, ma il problema è che nessuno ha mai fatto un ponte di 3000 m con profilo aerodinamico, per cui nessuno può darci la garanzia assoluta del livello di sicurezza ed affidabilità.

Esistono però interventi di commissioni di validazioni quali:

- 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”.

In conclusione, 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, intuitiva, 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 a detenere, secondo tradizione, il primato intellettuale nei settori dell'ingegneria e dell'architettura divenendo proprietaria di un importante **know-how** relativo ai ponti di grandissima luce libera, con la acquisita preliminare consapevolezza, nell'ambito del principio di responsabilità etica della civiltà tecnologica, del **know-why**.