

LA FATTIBILITA' TECNICA - DOMANDE & RISPOSTE

Focus su Principali aspetti tecnici

• **Quale è stato l'iter di approvazione del Progetto Definitivo 2011 e della Relazione del Progettista di aggiornamento 2024?**

Il progetto del 2011 è stato:

- Verificato dal Project Management Consultant, la società Parsons, che ha anche attuato un'attività di verifica indipendente del progetto (Independent Check), durante la quale sono state effettuate anche simulazioni progettuali ed ulteriori prove in galleria del vento.
- Validato da RINA Checks, quale Organismo di Controllo Tecnico di terza parte.
- Istruito dal Comitato Scientifico, che ha espresso parere positivo per l'approvazione.
- Controllato dallo Expert Panel della Società Stretto di Messina.
- Approvato infine dal Consiglio di Amministrazione della Società Stretto di Messina.

Analogo percorso approvativo è stato attuato per la Relazione del Progettista di aggiornamento 2024.

• **Il Comitato Scientifico ha espresso Parere positivo all'unanimità sulla Relazione del Progettista con alcune raccomandazioni. Cosa comporteranno?**

Il progetto definitivo del Ponte, come prescritto dalla Legislazione italiana sui Lavori pubblici, ha determinato compiutamente le opere da eseguire; il progetto esecutivo, che sarà redatto in conformità al progetto definitivo, determinerà in ogni dettaglio i lavori da realizzare; le raccomandazioni non comporteranno significative variazioni del progetto già redatto. La finalità delle ulteriori indagini è quella di approfondire il dettaglio progettuale, come è proprio fare nel passaggio dal progetto definitivo al progetto esecutivo.

• **Rilievi Comitato Scientifico – Il progetto è stato sviluppato in assenza di studi del vento?**

Nel complesso per il progetto definitivo sono state eseguite prove in galleria del vento su 11 modelli di ponte. Il progettista ha utilizzato 5 diversi laboratori, tra più importanti e specializzati al mondo, in Canada, Regno Unito, Danimarca e Germania.

Nell'ambito dell'Independent Check, il Project manager consultant di Stretto di Messina ha eseguito prove in 3 gallerie del vento a Milano e in Canada, proprio per garantire la certezza dei risultati.

Le verifiche compiute dimostrano la stabilità del ponte fino a velocità delle raffiche di vento di oltre 275 km/h, che è una velocità che può statisticamente attendersi nello Stretto una volta nell'arco di 2000 anni.

La massima velocità di raffica registrata in oltre venti anni di monitoraggio con gli anemometri ubicati a quota impalcato sulla adiacente pilone Enel di Torre Faro è stata di 144 km/h.

Ulteriori prove in galleria del vento sono state programmate in sede di progettazione esecutiva, per ottimizzare alcuni aspetti di dettaglio (quale, ad esempio, alcuni dettagli della barriera frangivento).

Nessuno, tra i soggetti chiamati a pronunciarsi sul progetto definitivo (PMC, RINA, Expert panel, Comitato Scientifico), ha ritenuto che il set di prove in galleria già eseguite potesse in alcun modo ravvisarsi come “criticità” tale da non consentire l’approvazione del progetto definitivo.

• **È vero che non sono stati fatti studi geologici specifici per l’area del Ponte?**

Il progetto definitivo è corredato da oltre trecento elaborati geologici frutto di nuova e più ampia documentazione a varie scale grafiche, realizzata con l’ausilio di circa quattrocento indagini puntuali, tra sondaggi geologici, geotecnici e sismici.

I dati geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici, sono corredati da relazioni specialistiche con planimetrie; sezioni geologiche e geotecniche dettagliate.

Le conoscenze geologiche nella zona dello Stretto di Messina sono state approfondite con molti studi specifici. Si tratta di approfondimenti elaborati, tra gli altri, da specialisti della Facoltà di Geologia delle Università di Catania e del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Roma “Sapienza”.

• **È vero che il Progetto dell’infrastruttura non ha preso in considerazione gli aspetti sismo tettonici?**

Per lo sviluppo del progetto definitivo è stata effettuata un’approfondita analisi dell’assetto geologico-strutturale e dell’evoluzione geodinamica in relazione al quadro sismo tettonico dell’area dello Stretto. Tale studio ha visto la partecipazione alle attività di un consistente numero di esperti in diversi ambiti disciplinari (geodinamica, geologia strutturale, sismologia, geodesia, geologia marina e geologia del Quaternario) afferenti, tra gli altri, al Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Roma “Sapienza” e all’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). I documenti di progetto rappresentano dunque la sintesi dell’ampia letteratura scientifica e tecnica relativa allo Stretto di Messina e sono basati su misurazioni, indagini e rilevamenti appositamente effettuati e commisurati all’importanza dell’opera.

Dalle analisi preliminari effettuate dal Progettista nel 2023, con i dati scientifici dell’ultimo decennio, lo sviluppo del progetto esecutivo non comporterà variazioni progettuali significative sulle singole opere d’arte dell’infrastruttura (collegamenti stradali e ferroviari al Ponte), se non per aspetti di dettaglio; per l’opera di attraversamento non sono altresì previste variazioni progettuali indotte da approfondimenti inerenti agli aspetti sismo tettonici.

Alla luce di quanto previsto nel D.lgs. 35/2023 e come anticipato nella Relazione del Progettista del 2024, il Progetto Esecutivo verrà nuovamente integrato nel merito degli aspetti normativi, geologici e sismo tettonici. Il PE prenderà in considerazione la

bibliografia aggiornata degli studi svolti nelle zone interessate dai lavori e le linee guida emanate per studi sismo tettonici sulle dighe (Circolare DG Dighe 27/9/2017 n. 21530). Il PE sarà quindi supportato da un adeguato insieme di dati aggiornati e dettagliati riguardanti aspetti geologici e sismo tettonici. La realizzazione di ulteriori indagini, previste dal Progettista per la redazione del PE, andrà ad integrare la già cospicua mole di dati geologico-geotecniche acquisiti nelle precedenti fasi.

- **È vero che nel progetto dell'Opera di Attraversamento non si è tenuto in conto dell'influenza della geologia locale sulla azione sismica?**

Per lo sviluppo del progetto definitivo dell'Opera di Attraversamento sono stati eseguiti approfonditi studi di riposta sismica locale, basati sulla effettiva caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dalle fondazioni e attraverso i quali è stata definita l'azione sismica utilizzata in progetto.

- **Geologia e Sismica - Nel progetto del ponte sono stati tenuti in conto i movimenti relativi, verticale ed orizzontali, tra le due sponde?**

Riguardo ai movimenti tettonici lenti autorevoli studi, condotti per oltre 20 anni da diversi Enti con tecniche tradizionali e satellitari, hanno concluso che nella zona dello Stretto non sono in atto deformazioni significative. Gli spostamenti attesi tra i piloni del ponte, dell'ordine di grandezza di frazioni di millimetro all'anno, sono ininfluenti ai fini della stabilità e dell'esercizio dell'opera.

- **Geotecnica - Esiste la possibilità di frane del terreno posto sotto la base delle torri del ponte?**

Circa la paventata possibilità di frane nell'area delle torri, la stabilità dei versanti "onshore" e "offshore" è stata esplorata in modo appropriato in sede di progetto. La geologia dei fondali marini dello Stretto di Messina e dei settori adiacenti rientra nei diversi studi a corredo dello stesso. Le analisi eseguite per i terreni di fondazione delle torri, opportunamente trattati con tecniche ingegneristiche, dimostrano che sia in condizioni di sollecitazioni statiche, ma soprattutto in quelle sismiche, i versanti interessati dispongono di ampi margini di sicurezza sia nei confronti di rotture per fenomeni di taglio sia per quanto riguarda gli spostamenti permanenti in presenza del sisma "estremo" di progetto.

- **Sistema di sospensione - Il dimensionamento dei cavi principali del ponte è adeguato all'importanza dell'opera?**

Le specifiche tecniche per il ponte sospeso sullo Stretto di Messina prevedono un coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo pari a 1,67 e un coefficiente di sicurezza allo Stato Limite di Servizio pari a 2,10.

Tali valori sono in linea con i coefficienti di sicurezza dei cavi adottati nei recenti esempi di realizzazioni di ponti sospesi nel mondo.

- **Salto dimensionale - Il ponte sospeso oggi più lungo del mondo ha una luce di 2.023 m (ponte sui Dardanelli in Turchia) seguito dal ponte giapponese Akashi di luce 1991 m. Come si giustifica il salto dimensionale che si conseguirebbe costruendo oggi il Ponte di Messina che prevede una lunghezza di 3300 m?**

Nel progetto del Ponte di Messina, la lunghezza dell'opera è evidentemente determinata dall'esigenza di superare lo Stretto di Messina, nel quale la distanza minima tra le coste è di circa 3.000 m.

Ciò premesso, relativamente al salto dimensionale in termini di luce massima dei ponti sospesi, occorre sottolineare che già in passato si sono registrati rapidi incrementi di luce per questo tipo di strutture: si citano, a tale proposito, due casi:

- il Pont sur la Sarine di lunghezza 273 m (Svizzera, 1834) e il precedente record detenuto dal Ponte Menai di lunghezza 178 m (Inghilterra, 1826): nel diciannovesimo secolo, a distanza di soli 8 anni, si è stabilito un nuovo record di lunghezza dei ponti sospesi con un incremento del 53%;
- Il Ponte George Washington di lunghezza 1067 m (Stati Uniti, 1931) e il precedente record detenuto dal Ponte Ambassador di lunghezza 564 m (Stati Uniti, 1929): nella prima metà del ventesimo secolo, a distanza di soli 2 anni, si è stabilito un nuovo record di lunghezza dei ponti sospesi con un incremento del 89%.

Il Ponte di Messina di lunghezza 3300 m e l'attuale record detenuto dal ponte sui Dardanelli (Turchia, 2022) di lunghezza 2023 m prefigurano un incremento del 63%; considerando il ponte Zhang-Jing-Gao in costruzione (Cina, 2028) di lunghezza 2300 m, l'incremento di luce del Ponte di Messina risulterebbe pari al 43%.

Salti dimensionali si sono registrati proprio in questi anni anche nel settore delle costruzioni dei grattacieli. Ad esempio, l'altezza massima di queste opere è aumentata in modo limitato e graduale nel periodo 1973-2004 (vedi il Taipei 101 con i suoi 508 m), mentre nel 2010 il grattacielo Burj Khalifa (Dubai) ha raggiunto l'altezza di 828 m (con un salto di 320 m in soli 6 anni) e la Jeddah Tower, oggi in fase avanzata di costruzione, raggiungerà i 1008 metri.

- **Per valutare la deformabilità di un ponte sospeso è corretto prendere come riferimento il rapporto H/L tra l'altezza dell'impalcato (H) e la lunghezza della campata più lunga (L)?**

Per i ponti sospesi di grande luce, come il Ponte sullo Stretto, il rapporto H/L non rappresenta un parametro per valutarne il comportamento nei confronti dei carichi di auto e treni e delle azioni dell'ambiente esterno (vento, azioni termiche).

Il rapporto H/L rappresenta, più in generale, un riferimento per i ponti a travata, cioè ponti con struttura portante costituita da travi longitudinali e trasversali che riportano i carichi su pile, nei quali il contributo della rigidità dell'impalcato del ponte alla rigidità complessiva è predominante. Diversamente, nei ponti sospesi di luce superiore a 900-1000 m il contributo della rigidità dell'impalcato del ponte alla rigidità complessiva diventa secondario rispetto al contributo della rigidità dei cavi principali; dalla rigidità

geometrica di questi ultimi infatti dipendono le deformazioni dei ponti sospesi sotto l'azione dei carichi.

Pertanto, nei ponti sospesi di grande luce, considerato il ruolo fondamentale dei cavi principali, il parametro che può essere preso come riferimento del comportamento strutturale è il rapporto Luce/freccia (L/f) del cavo principale. Al diminuire della freccia del cavo, il cavo stesso risulta maggiormente “teso” e pertanto maggiormente “rigido”, con la conseguenza di una riduzione delle inflessioni dell'impalcato del ponte, ovvero della piattaforma dove transitano auto e treni. Per i ponti sospesi, il valore del rapporto L/f è compreso tra 9 e 12; per il Ponte di Messina tale rapporto è pari a 10,5.

