

Commissioni riunite VIII e IX della Camera dei deputati
Conversione in legge del decreto legge 31 marzo 2023, n. 35 -
Disposizioni urgenti per la realizzazione del collegamento stabile
tra la Sicilia e la Calabria

Audizione del 17 aprile 2023

Il problema sismico per il Ponte sullo Stretto

Prof. Mauro Dolce

Ordinario di Tecnica delle Costruzioni

Università di Napoli Federico II

Breve Profilo – Prof. Mauro Dolce

- **Ordinario di Tecnica delle Costruzioni dal 1994** (Circa 500 articoli scientifici, prevalentemente di **Ingegneria Sismica**)
- **Direttore Generale presso il Dipartimento della Protezione Civile** della Presidenza del Consiglio dei Ministri dal 2006 al 2021
- **Assessore alle Infrastrutture e LLPP della Regione Calabria** da dicembre 2021 a gennaio 2023

I grandi ponti sospesi in zona sismica

I due **ponti sospesi con campate più lunghe al mondo** sono costruiti in paesi e zone a sismicità maggiore rispetto allo Stretto di Messina:

- **Turchia → Ponte sullo Stretto dei Dardanelli** (Campata 2023m, concluso nel 2022, in vicinanza della North Anatolian fault di cui il segmento in vicinanza del ponte aveva generato terremoti di Magnitudo Ms 7.4 nel 1766 e nel 1912).
- **Giappone → Ponte sullo Stretto di Akashi** (Campata 1991m, concluso nel 1998, terremoto Mw 7.3 nel 1995 – Kobe quando erano già costruiti i piloni e i cavi di sospensione)



I grandi ponti sospesi in zona sismica

Altri ponti sospesi di grande luce in zona sismica anche più pericolosa dello Stretto:

- **California → Golden Gate Bridge a S. Francisco**

(anno 1937, luce principale 1273 m.
Terremoto Mw 7.8 nel 1906)



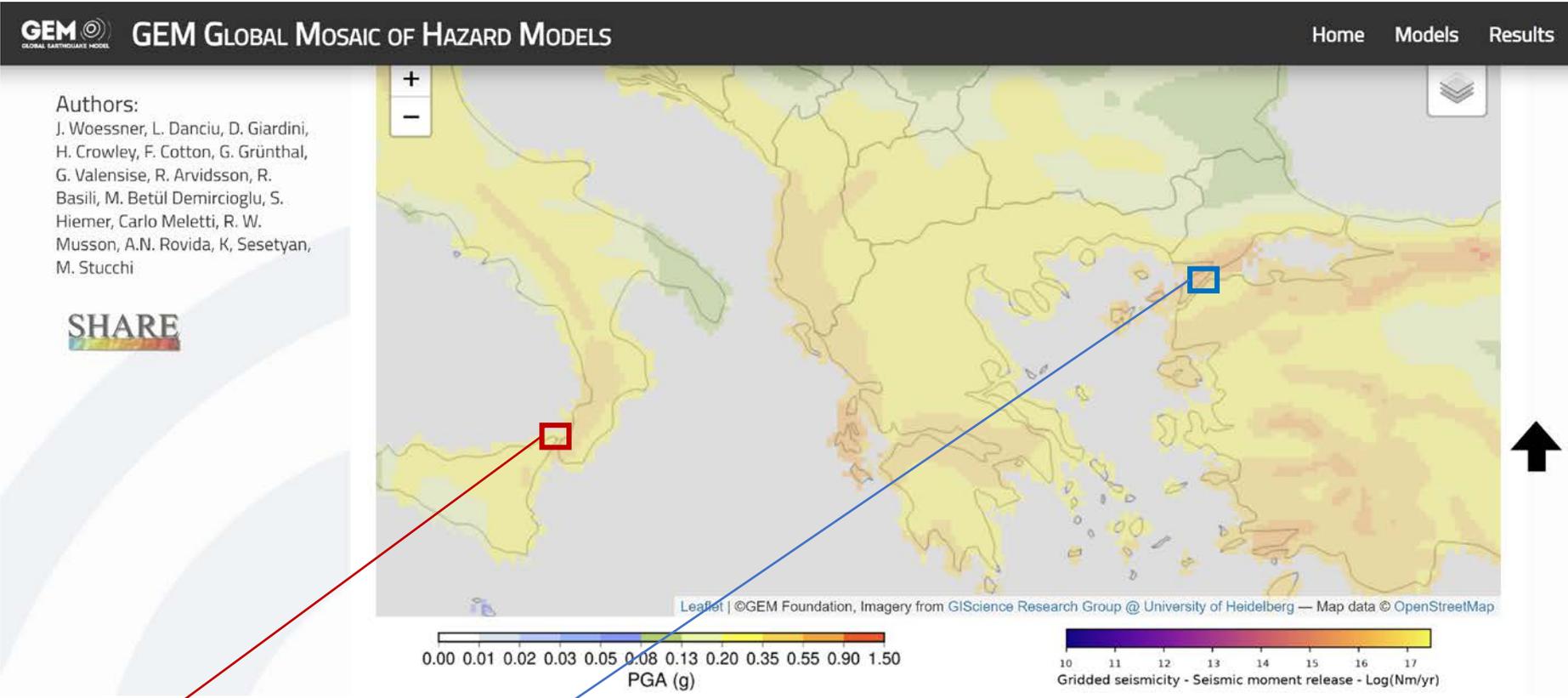
- **Turchia → Ponte sul Bosforo a Istanbul**
(anno 1973, luce principale 1074m)



- **Portogallo – Ponte 25 aprile, sull'estuario del Tago a Lisbona**
(anno 1966, luce principale 1013m)

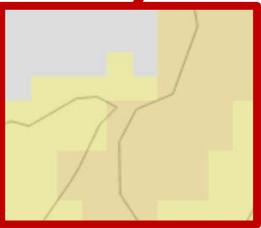


I grandi ponti sospesi in zona sismica



Authors:
J. Woessner, L. Danciu, D. Giardini,
H. Crowley, F. Cotton, G. Grünthal,
G. Valensise, R. Arvidsson, R.
Basili, M. Betül Demircioglu, S.
Hiemer, Carlo Meletti, R. W.
Musson, A.N. Rovida, K. Sesetyan,
M. Stucchi

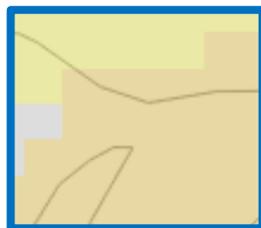
SHARE



Messina



Dardanelli



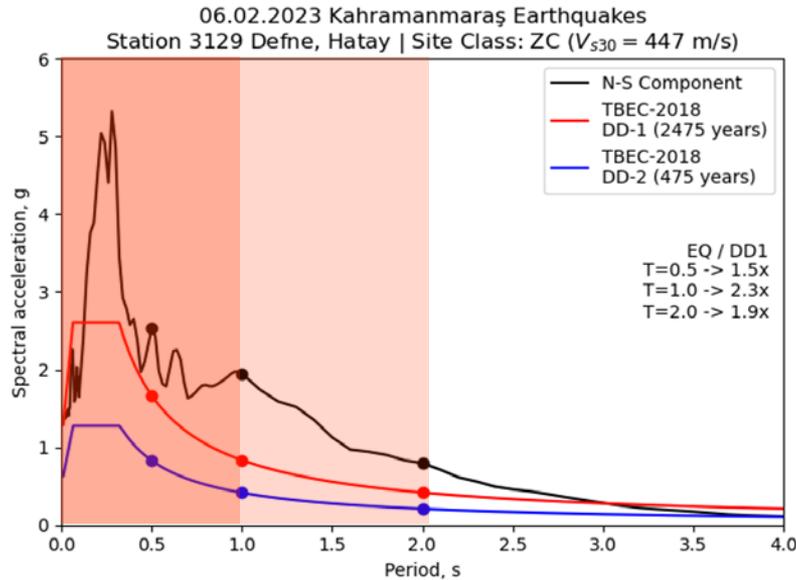
Akashi



Golden Gate



Il comportamento dei grandi ponti sospesi sotto l'azione di un terremoto



Spettro di risposta del terremoto del 06.02.2023 in Turchia Mw 7.4 (linea nera) – stazione di Hatay.

-----> **Periodo T=32s**

Lo **spettro di risposta** di un terremoto fornisce una misura delle forze sismiche prodotte da un terremoto su una struttura caratterizzata da un **periodo di oscillazione**.

Si vede bene che **le massime forze sismiche vengono prodotte su strutture (o per i modi di vibrare) che hanno periodi inferiori a 1 sec.**, mentre per periodi inferiori a 2.0-2.5 sec. diventano più basse fino a divenire **trascurabili oltre i 4 sec.**

Il comportamento dei grandi ponti sospesi sotto l'azione di un terremoto

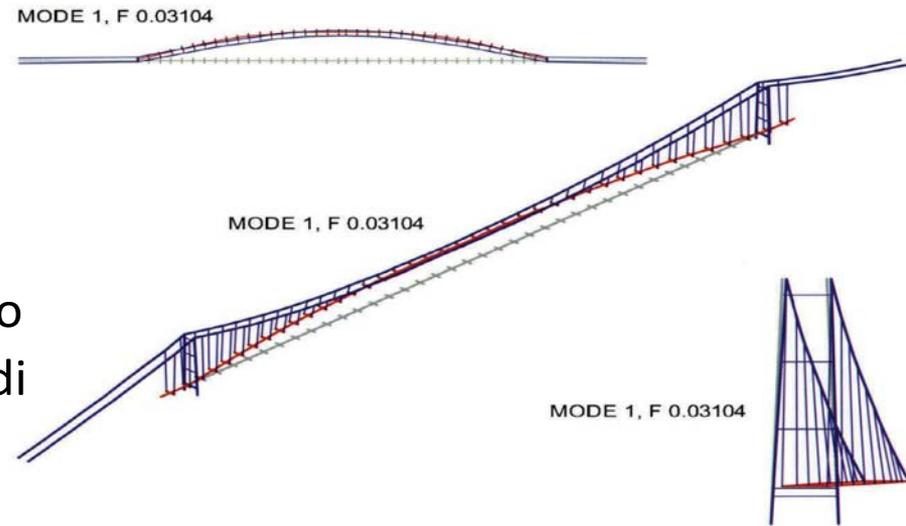
I ponti sospesi hanno in generale un buon comportamento sotto sisma per caratteristiche intrinseche della struttura.

Gli effetti di un terremoto su un ponte sospeso possono ricondursi:

- 1) Alle **oscillazioni indotte sull'impalcato del ponte**: i modi di vibrazione che impegnano maggiormente le masse dell'impalcato, hanno periodi dell'ordine delle decine di secondi (**circa 32 s il primo**) e quindi **non sono sensibili ai movimenti impressi dal terremoto**, che avvengono su periodi prevalentemente inferiori al secondo (analogia dell'altalena).



Sul ponte il terremoto verrebbe avvertito in maniera decisamente inferiore che sul terreno
→ maggiore sicurezza di marcia dei treni



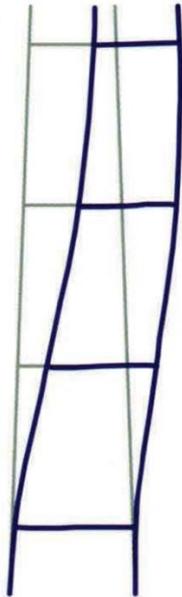
Il comportamento dei grandi ponti sospesi sotto l'azione di un terremoto

2) Alle **vibrazioni indotte sui piloni.**

I piloni hanno **periodi pari a 3.2 s. e 2.5 s.** in direzione trasversale e longitudinale. Sono periodi comunque fuori dal range di periodi (da 0 a 1 sec.) in cui è massimo il trasferimento di energia dal suolo alla struttura. Il terremoto incide sul dimensionamento solo in direzione longitudinale, in quanto in direzione trasversale prevale l'azione del vento.

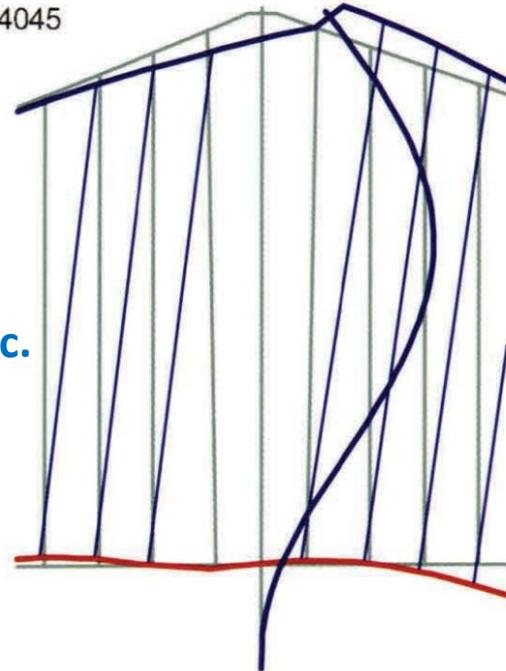
MODE 50, F 0.3126

T=3,2 sec.



MODE 68, F 0.4045

T=2,5 sec.



Il comportamento dei grandi ponti sospesi sotto l'azione di un terremoto

3) A eventuali cedimenti o spostamenti permanenti delle fondazioni dei piloni e degli ancoraggi.

Un'attenta progettazione consente di superare il problema. Infatti i valori di spostamento calcolati per il terremoto massimo (2000 anni di periodo di ritorno) sono dell'ordine di alcuni centimetri sia in orizzontale che in verticale, ininfluenti ai fini della sicurezza del ponte.

4) Agli spostamenti permanenti al termine del terremoto dovuti alla dislocazione della faglia.

Gli spostamenti permanenti tra le due sponde dipendono dalla posizione e dall'orientamento della faglia la cui rottura genera il terremoto. Con riferimento al terremoto del 1908 (magnitudo 7.0-7.1), gli studi effettuati indicano una posizione tale da non generare spostamenti relativi permanenti importanti tra le due pile, risultando dalle simulazioni effettuate dell'ordine della **decina di cm in elevazione e qualche cm in orizzontale**, con nessuna conseguenza sulla struttura.

Livelli di progettazione

- Il Ponte sullo Stretto è progettato per resistere **in campo elastico** (senza danni e senza chiamare in gioco la duttilità) a terremoti con periodo di ritorno di **2000 anni** (così come per il vento).
- **L'intervallo di ricorrenza del terremoto del 1908 (M 7,0-7,1)**, considerato il "terremoto caratteristico" dello Stretto, è di circa **1000 anni**. Il terremoto gemello precedente, identificato su base archeologica, è avvenuto probabilmente nel IV secolo D.C..
- **L'aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018** (NTC 2018) rispetto alle NTC 2008 del Progetto Definitivo non avrà impatto sostanziale sul progetto: un'opera eccezionale come il ponte sullo Stretto è basata su criteri e norme di progettazione che per lo più travalicano le regole delle NTC, pensate per costruzioni ordinarie.

Vantaggi per la Protezione Civile

- **Una infrastruttura nuova e super-resistente al sisma** consentirebbe il **collegamento ferroviario e stradale** tra le due sponde per portare rapidamente gli aiuti necessari, anche ovviando all'eventuale **inutilizzabilità dei porti** nell'area colpita (v. 1908).
- Ciò vale anche per un terremoto in qualsiasi parte della Sicilia (il terremoto più forte storicamente in Italia è quello del **1693 nella Sicilia Orientale M 7,3**).
- Ovviamente questi vantaggi saranno tanto maggiori quanto più **tutta l'infrastruttura ferroviaria e stradale che attraversa la Calabria per arrivare in Sicilia** sarà efficiente. Da questo punto di vista la **realizzazione dell'AV/AC ferroviaria, il completamento dell'autostrada A2 (SA-RC) e l'ammodernamento della SS 106 Ionica** rappresentano, insieme al ponte, **interventi prioritari, anche dal punto di vista della protezione civile**, così come le **infrastrutture in Sicilia**.