

In collaborazione con:



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI MILANO



# Le alternative considerate nel Q32 ed il nostro contributo alla relazione del GdL Ministeriale

*A cura di  
Giovanni SACCA'*

11 ottobre 2021

PARTNER



MEDIA PARTNER



CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI

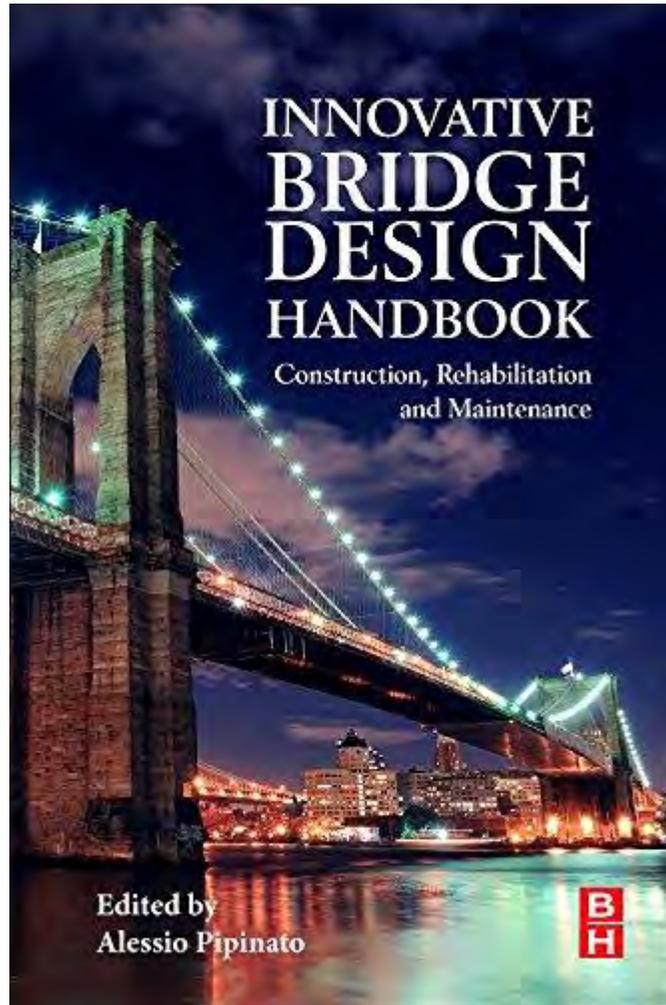


- Il Quaderno 32 ALDAI è stato scritto con finalità puramente culturali, con il solo obiettivo di stimolare il lettore ad un ragionamento costruttivo basato su dati il più possibile oggettivi. Allo scopo sono stati esaminati e citati nel testo numerosi documenti relativi sia al Ponte sullo stretto di Messina sia a molti altri grandi ponti e tunnel realizzati in tutto il mondo. Pertanto, **il Quaderno non ha alcuna pretesa progettuale** né per quanto riguarda i ponti né per i tunnel.
- Le considerazioni di confronto con i tracciati individuati dal Gruppo di Lavoro Ministeriale hanno il solo scopo di **fornire un contributo costruttivo** per tentare di individuare la soluzione di attraversamento stabile che meglio consenta uno sviluppo sostenibile, per facilitare e quindi massimizzare l’uso delle nuove infrastrutture e dei nuovi servizi connessi.

## La situazione attuale

- La legge n. 1158/1971 disciplina il collegamento stabile viario e ferroviario fra la Sicilia e il Continente.
- La Società Stretto di Messina (SdM) ha deciso di progettare, a partire dagli anni Ottanta, un ponte a campata unica da 3300 m senza moli in mare
- Il 1° marzo 2013 la Società Stretto di Messina è stata messa in liquidazione e sono stati caducati tutti gli atti da essa sottoscritti.
- Nei **DEF-Allegato infrastrutture**, a partire dal 2017 è stato previsto di «effettuare **studi di fattibilità finalizzati** a verificare le possibili opzioni di attraversamento sia stabili che non stabili».
- **Quali possono essere oggi le soluzioni?**
- **Qual è la collocazione più idonea per l’attraversamento dello Stretto?**

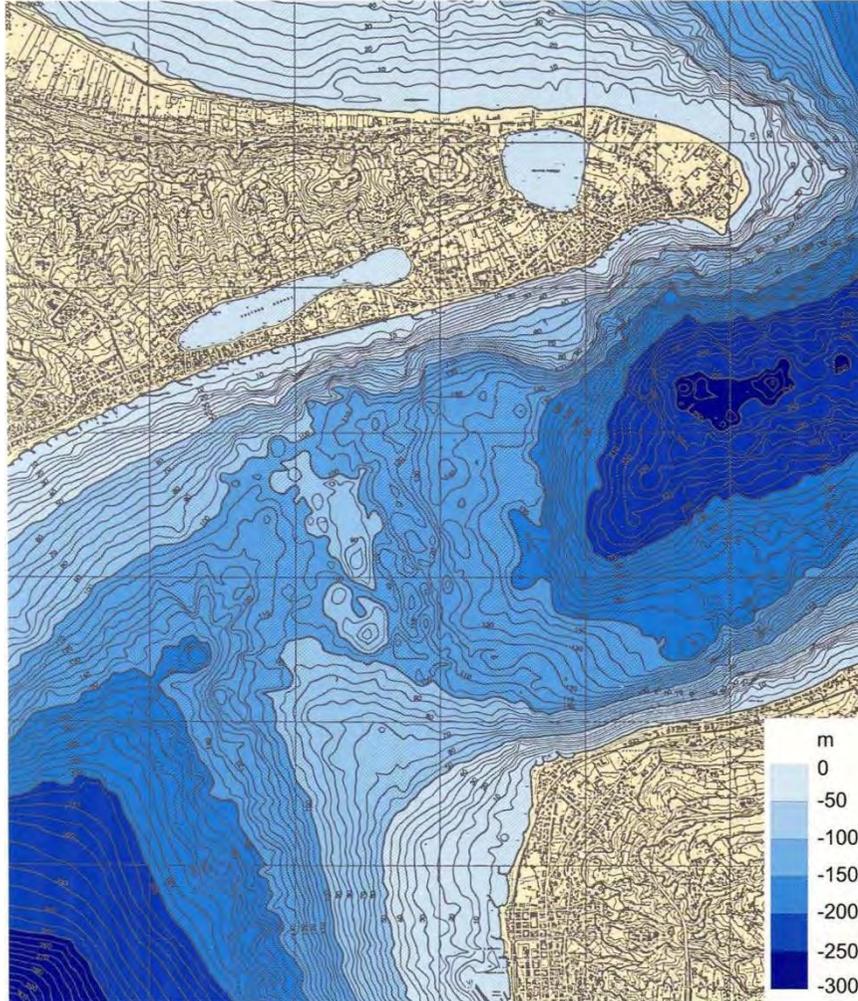
<https://silos.infrastrutturestrategiche.it/Home/Scheda/1010>



## Quali possono essere oggi le soluzioni? Progressi continui e gradual...

*«Normalmente nella progettazione di nuove opere infrastrutturali si fa riferimento a quelle già realizzate, traendone gli opportuni insegnamenti per poterne costruire di nuove che non si discostino troppo da quelle già testate e implementate, nel rispetto del principio di progressi continui e gradual»*

(INNOVATIVE BRIDGE DESIGN HANDBOOK  
-Construction, Rehabilitation and Maintenance  
ed. Butterworth Heinemann 2015)



## La Sella dello Stretto

Collocazione più idonea per  
l’attraversamento dello Stretto

Tra Villa San Giovanni e Ganzirri, è presente un’area denominata **Sella dello Stretto**, dove la profondità massima del mare è di 100-120 metri e il fondale è formato principalmente da strati di ghiaia.

<https://silos.infrastrutturestrategiche.it/Home/Scheda/1010>

## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutuate dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido sospeso/strallato, tipo H.R.S.B., con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;

### 2) Ponte sospeso stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

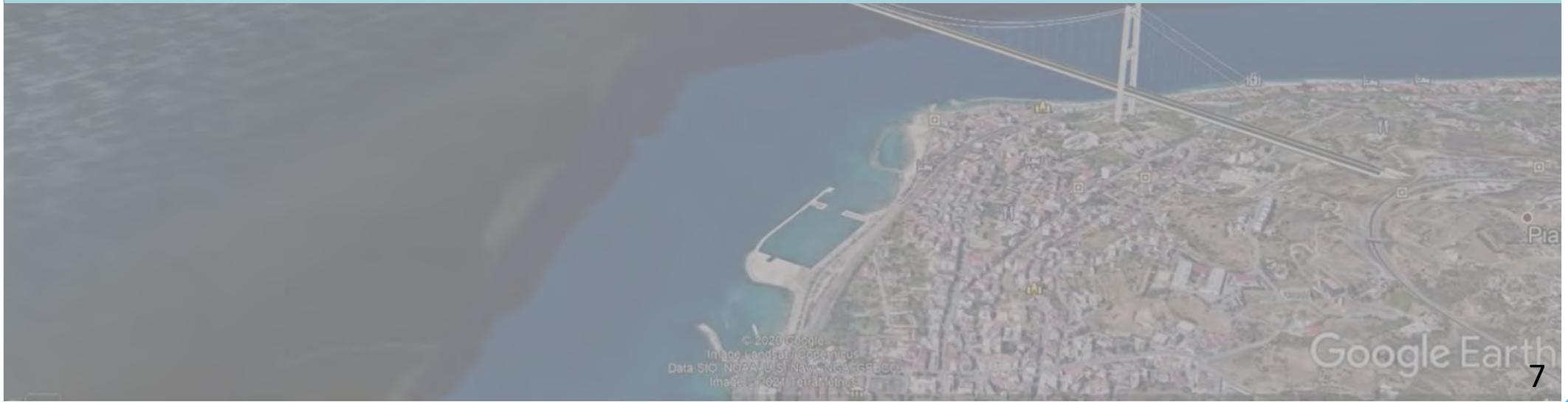
(SFT submerged floating tunnel):

- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima



## Ponte misto stradale e ferroviario a più campate



PARTNER



MEDIA PARTNER



CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI



## La storia...



<https://www.youtube.com/watch?v=HVyGJp1yKlg>

<https://www.youtube.com/watch?v=ll6OdPhmo-0>



Il **Progetto Steinmann (1952)**, prevedeva la costruzione di due torri alte 220 m sopra il livello dell'acqua con fondazioni realizzate in acque profonde circa 120 m.

La **campata principale** avrebbe dovuto essere **lunga 1.524 m**. Le tecniche dell'epoca non consentirono la **progettazione delle fondazioni dei piloni in mare e pertanto il progetto fu accantonato.**

8

## Concorso Internazionale di idee per il collegamento stabile viario e ferroviario tra la Sicilia e il continente (1970)

Tipologia progetti premiati nel 1970	N. progetti	Vincitori ex aequo 1° premio	Dimensioni campate (m)	Vincitori ex aequo 2° premio	Dimensioni campate (m)
Ponte sospeso ad 1 campata	2	Gruppo Musmeci	3000	Studio Nervi	3000
Ponte strallato a 3 campate	1	Gruppo Lambertini	540+1300+540		
Ponte sospeso a 3 campate	3	Gruppo Ponte Messina S.p.A.	770+1600+770	Colleviastreme 384	650+1300 +650
				Zancle 80	750+1500+750
Ponte sospeso a 4 campate	2	Montuori con Calini e Pavlo	465+1360+1360 +465	Gruppo Samonà	700+1830 +1830+700
Ponte sospeso a 5 campate	1	Technital S.p.a.	500+1000+1000 +500		
Tunnel a mezz'acqua (in alveo)	1	Alan Grant			
Tunnel incassato sul fondo su diga sottomarina	1			Parson Brinckeroff, Quadre and Douglas	
Tunnel sottomarino	1			Costruzioni Umberto Girola S.p.A.	

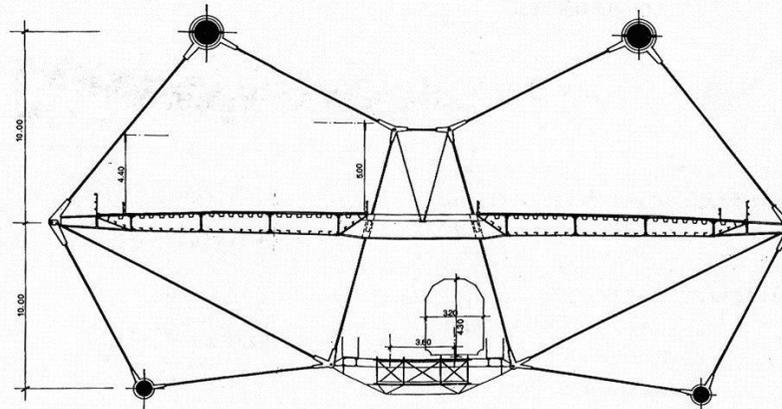
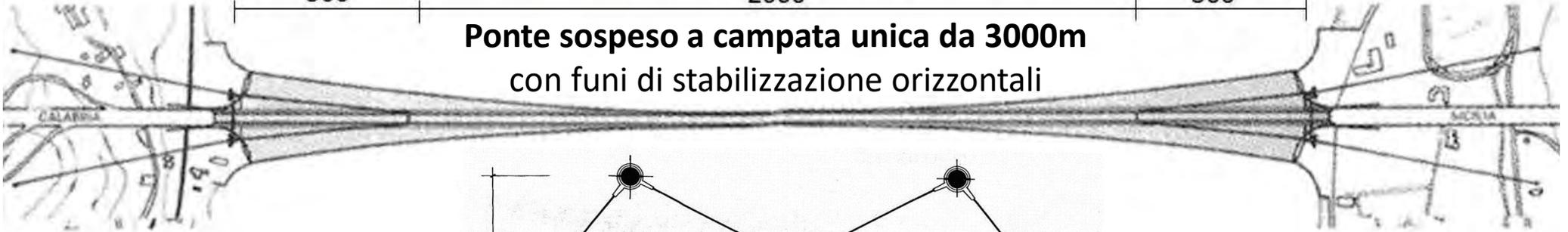
Tutti i progetti di ponti a più campate richiedevano la realizzazione di moli in mare

Gruppo Musmeci



500 2000 500

Ponte sospeso a campata unica da 3000m  
con funi di stabilizzazione orizzontali



PARTNER



MEDIA PARTNER



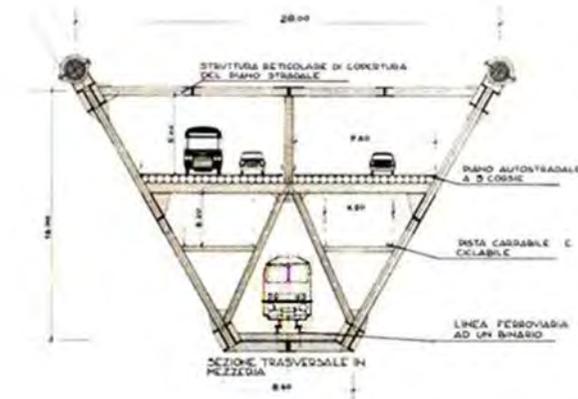
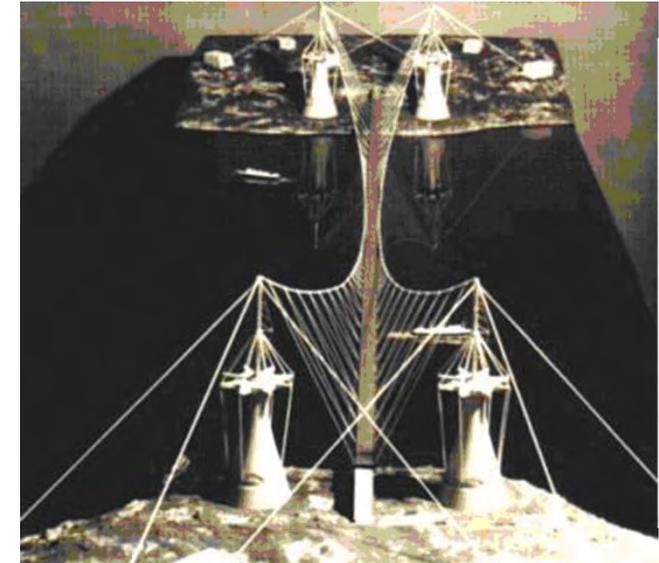
CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI

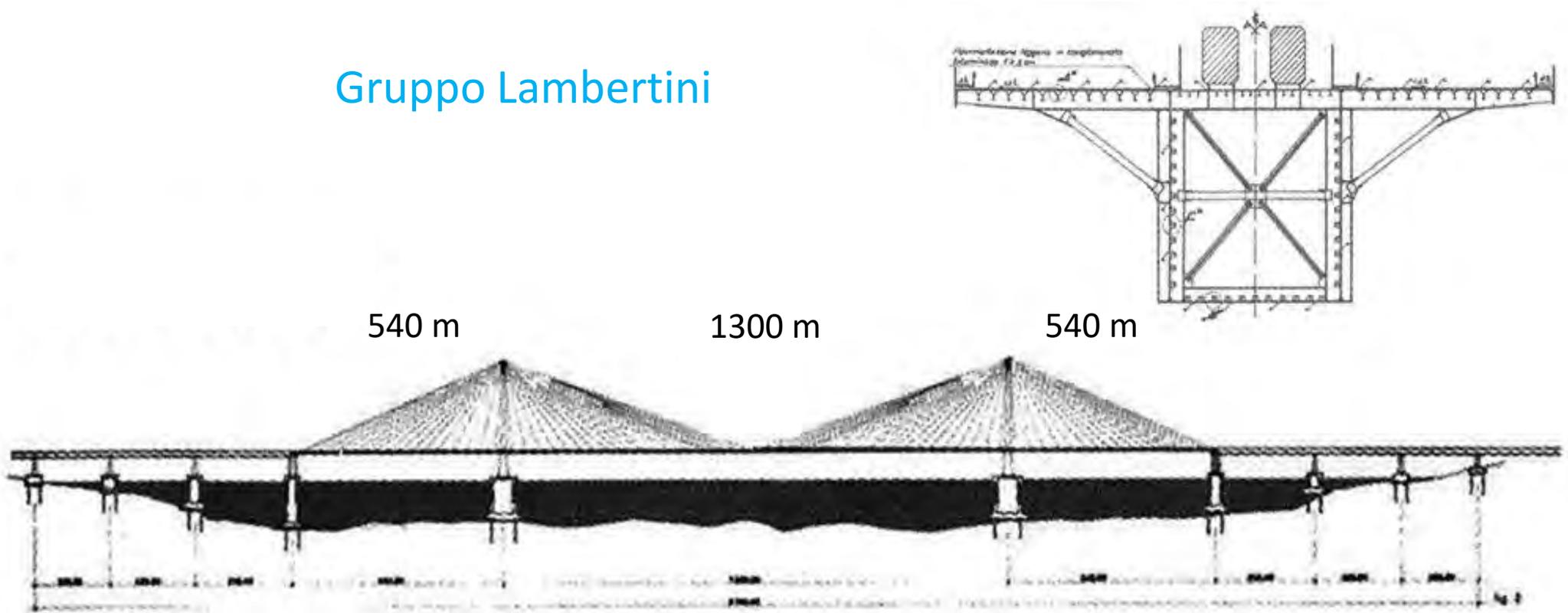


## Studio Nervi



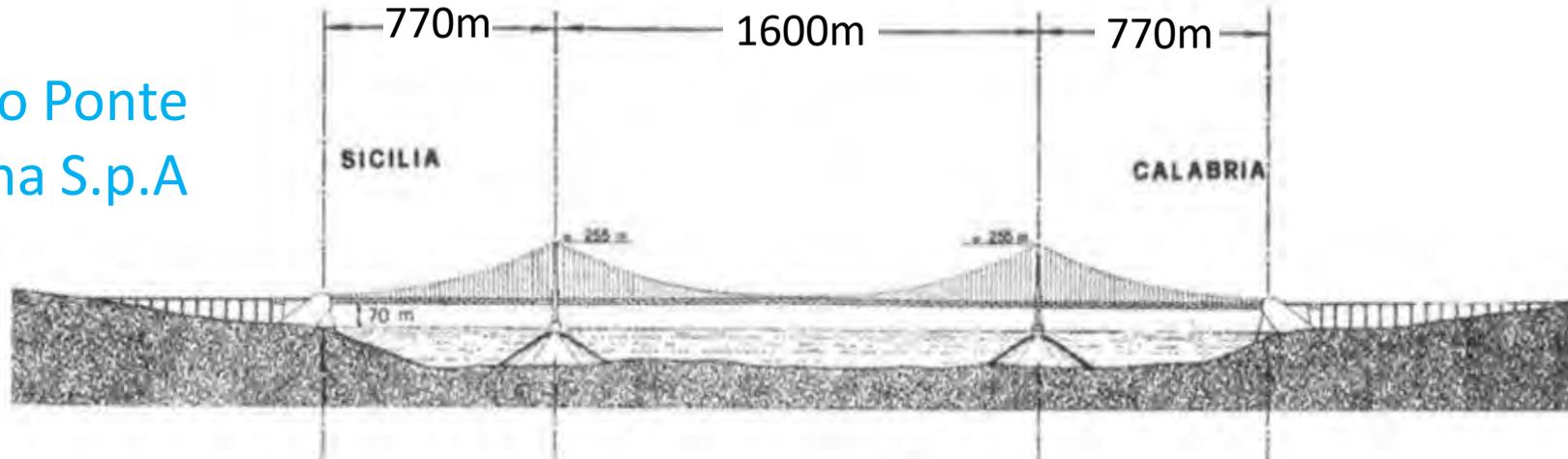
**Ponte sospeso a campata unica da 3000m**  
con cavi ad andamento parabolico sia sulla proiezione verticale  
che sulla proiezione orizzontale,  
in modo da rendere la struttura autostabilizzante.

## Gruppo Lambertini



**Ponte strallato con tre grandi luci (540 m + 1300 m + 540 m)  
più alcune campate di riva localizzato in corrispondenza della  
“Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo**

## Gruppo Ponte Messina S.p.A



Ponte sospeso a tre campate



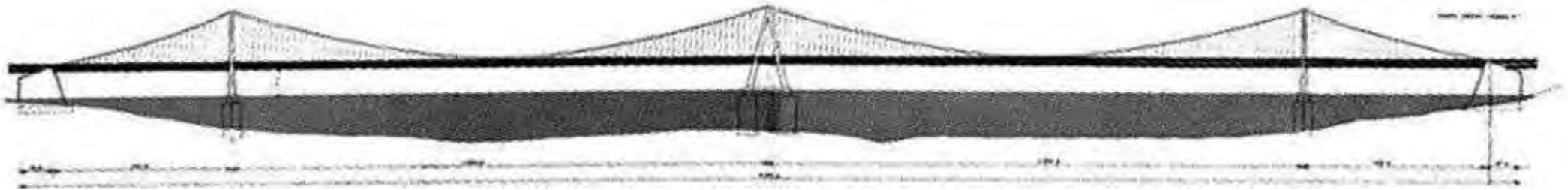
## Calini-Montuori-Pavlo JV

465 m

1360 m

1360 m

465 m

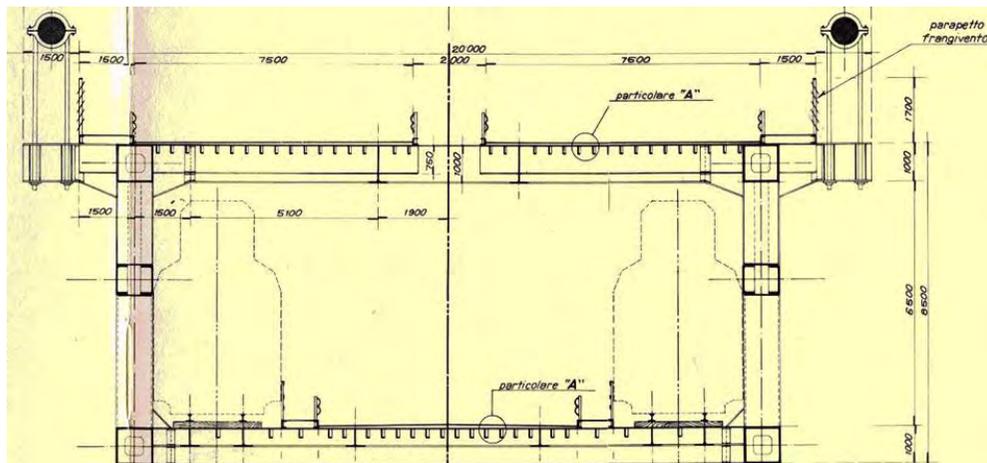
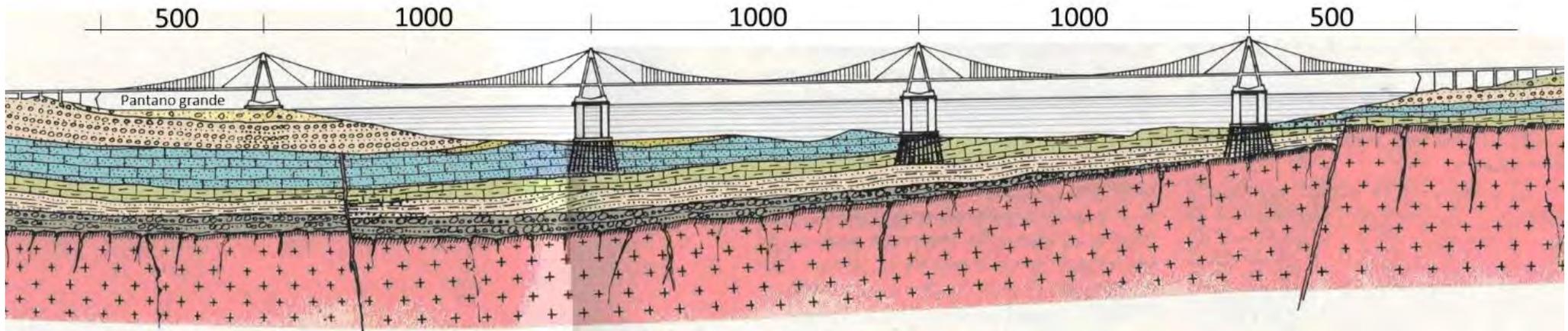


### Ponte sospeso a quattro campate

(465m+1360m+1360m+465m=3650m)

localizzato in corrispondenza della “Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta

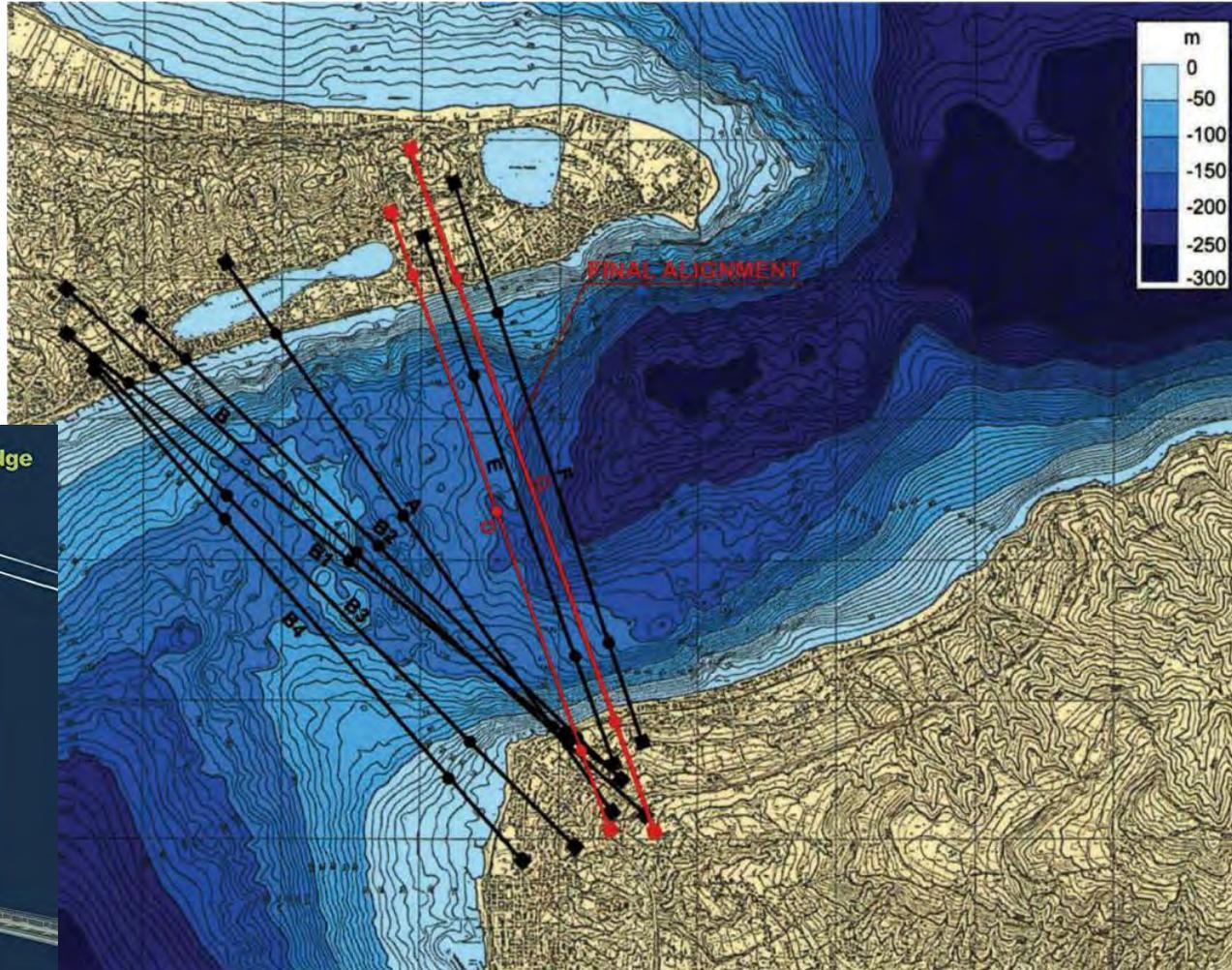
## Technital S.p.a.



**Ponte sospeso a cinque campate**  
(500+1000+1000+1000+500 m= 4000 m)  
localizzato in corrispondenza della  
“Sella dello Stretto” tra Ganzirri e Punta Pezzo

## Studi della Società Stretto di Messina sui ponti a più campate

Estratto da  
The Messina Strait Bridge:  
A Challenge  
and a Dream



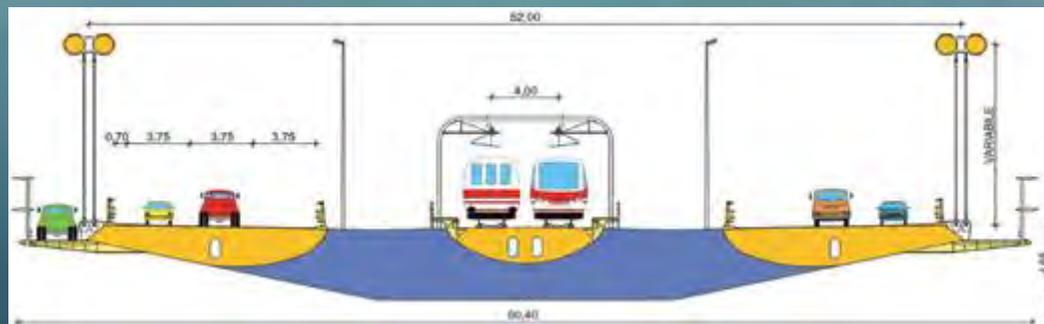
Gli studi sui ponti a più campate si conclusero nei primi anni '90 con la dichiarazione dell'impossibilità realizzativa di fondazioni offshore nello stretto di Messina.

Pertanto gli studi preseguirono con la progettazione del ponte a campata unica da 3300m

**(FINAL ALIGNMENT "D")**

Localizzazione dei ponti sospesi a una e a due campate studiati dalla SdM negli anni '80

## Il Ponte sullo stretto di Messina a campata unica da 3300m



PARTNER



MEDIA PARTNER



CON LA COLLABORAZIONE DI



PARTNER ISTITUZIONALI



## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutuate dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido tipo H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;

### 2) Ponte stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

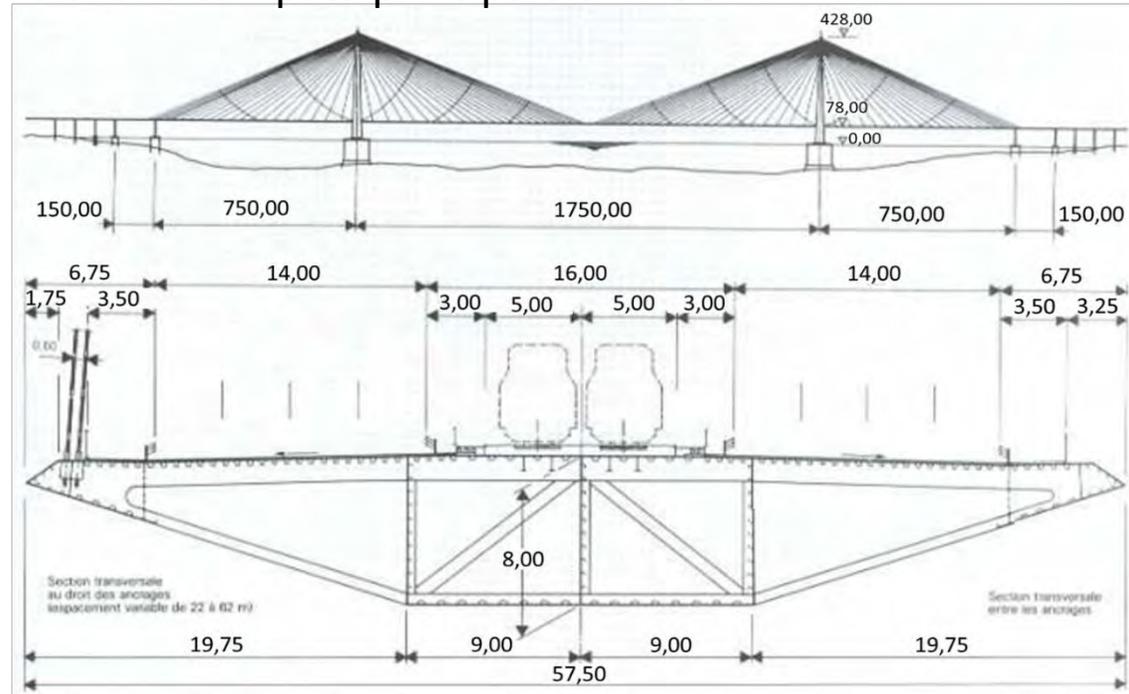
### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

(SFT submerged floating tunnel):

- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima

Nel 1982 il Gruppo Lambertini presentò una versione aggiornata del progetto del ponte strallato premiato nel 1970. Il **nuovo ponte strallato per lo stretto di Messina, progettato dal Prof. Fritz Leonhardt**, prevedeva la realizzazione di una campata principale di 1750 m

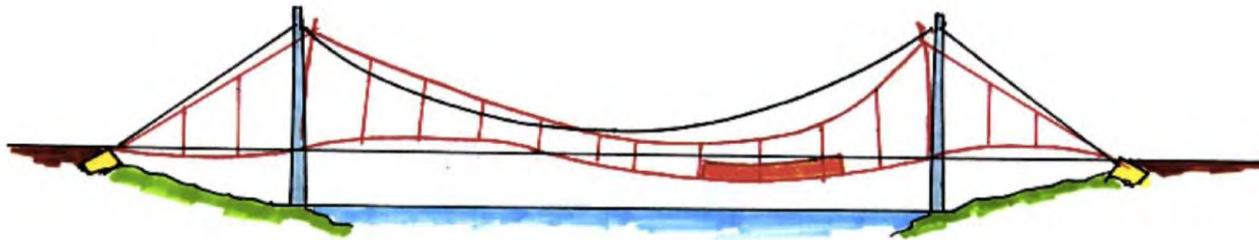


Il Prof. Michel Virlogeux, FIP e fib Honorary President, durante il suo discorso del 9/7/2009 “Long span bridges and Fritz Leonhardt's heritage ” ha commentato “Non sono sicuro che costruiremo ponti strallati con campate di 1500 metri o più nei prossimi anni poiché altre soluzioni – ponti sospesi o soluzioni che associano sospensione e strallo – potrebbero rivelarsi più efficienti”.

<http://www.michelvirlogeuxconsultant.com/Long-Span-bridges-and-Fritz-Leonhardt-s-heritage-9-7-2009.pdf>

19

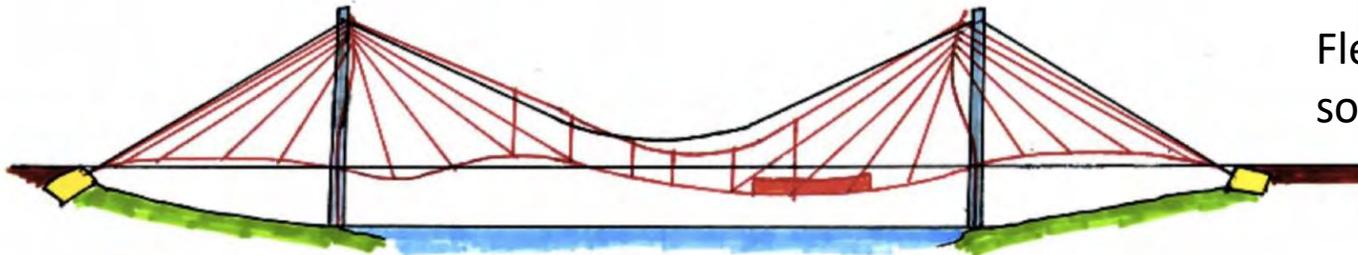
## Principio strutturale



PONTE SOSPEO

Flessione di un **ponte sospeso** sottoposto ad un **carico ferroviario**

Un ponte sospeso classico è piuttosto flessibile non è facile da adattare ai carichi pesanti e concentrati di un treno. Quando il treno è fra la mezzeria e l'estremità della campata, i cavi di sospensione si muovono verso il basso sotto il carico e verso l'alto sul lato opposto, con un'efficienza limitata producendo **deviazioni molto grandi**.



SOLUZIONE IBRIDA

Flessione di un **ponte ibrido (H.R.S.B.)** sottoposto ad un **carico ferroviario**

Concetto: Michel VIRLOGEUX  
Progettisti del Terzo Ponte sul Bosforo  
poi chiamato Yavuz Sultan Selim Bridge:  
Jean François KLEIN e Vincent DE VILLE

Utilizzando contemporaneamente il sistema a sospensione e stralli di irrigidimento vicino alle torri (Highly Rigid Suspension Bridge: H.R.S.B.) si ottengono **minori flessioni delle campate sino a ridurle di un fattore compreso tra 3 e 4**

[http://www.cifi.it/UpIDocumenti/Roma30112016/08\\_CIFII\\_TO-LY.pdf](http://www.cifi.it/UpIDocumenti/Roma30112016/08_CIFII_TO-LY.pdf)



## La nostra ipotesi

- Il ponte multicampata è stato ipotizzato in corrispondenza della Sella dello Stretto dove la profondità del mare è di circa 110m.
- Lungo tale direttrice la distanza tra le coste è di circa 4000m.
- Lungo tale direttrice possono essere posizionati uno o due piloni offshore in funzione della lunghezza delle campate.
- Non viene interessata la riserva di Capo Peloro.
- Sulla costa calabra il punto di inizio del ponte multicampata è stato ipotizzato molto vicino a quello di inizio del ponte a campata unica.

21

<https://www.emodnet-bathymetry.eu/>

<https://qgis.org/it/site/>

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

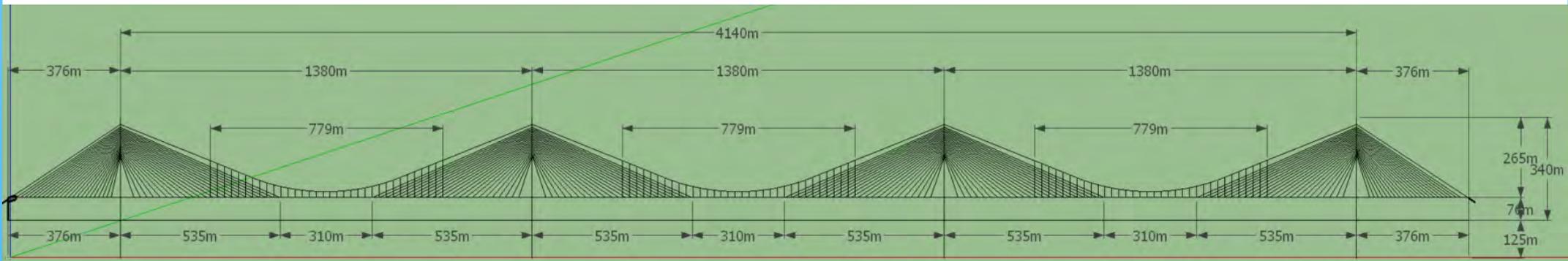
PARTNER ISTITUZIONALI

## Ipotesi n°1

Ponte stradale e ferroviario ibrido tipo Highly Rigid Suspension Bridge (H.R.S.B.) con impalcato ad un solo piano

Soluzione ibrida ovvero in parte strallata e in parte sospesa

Le misure sono state ricavate dal ponte del Yavuz Sultan Selim Bridge riproporzionandole in funzione della posizione ipotizzata dei piloni e pertanto sono approssimate



Stima lunghezza campate:  $376+1380+1380+1380+376=4892\text{m}$

Stima altezza piloni = 340 m slm, larghezza impalcato = 52m

Stima profondità fondazioni offshore -105 m lato Sicilia e -115 m lato Calabria

[http://www.cifi.it/UplDocumenti/Roma30112016/08\\_CIFII\\_TO-LY.pdf](http://www.cifi.it/UplDocumenti/Roma30112016/08_CIFII_TO-LY.pdf)

<http://www.ingciv.polimi.it/wp-content/uploads/2017/10/Terzo-Ponte-Bosforo-POLIMI-17.10.2017.pdf>

22

PARTNER

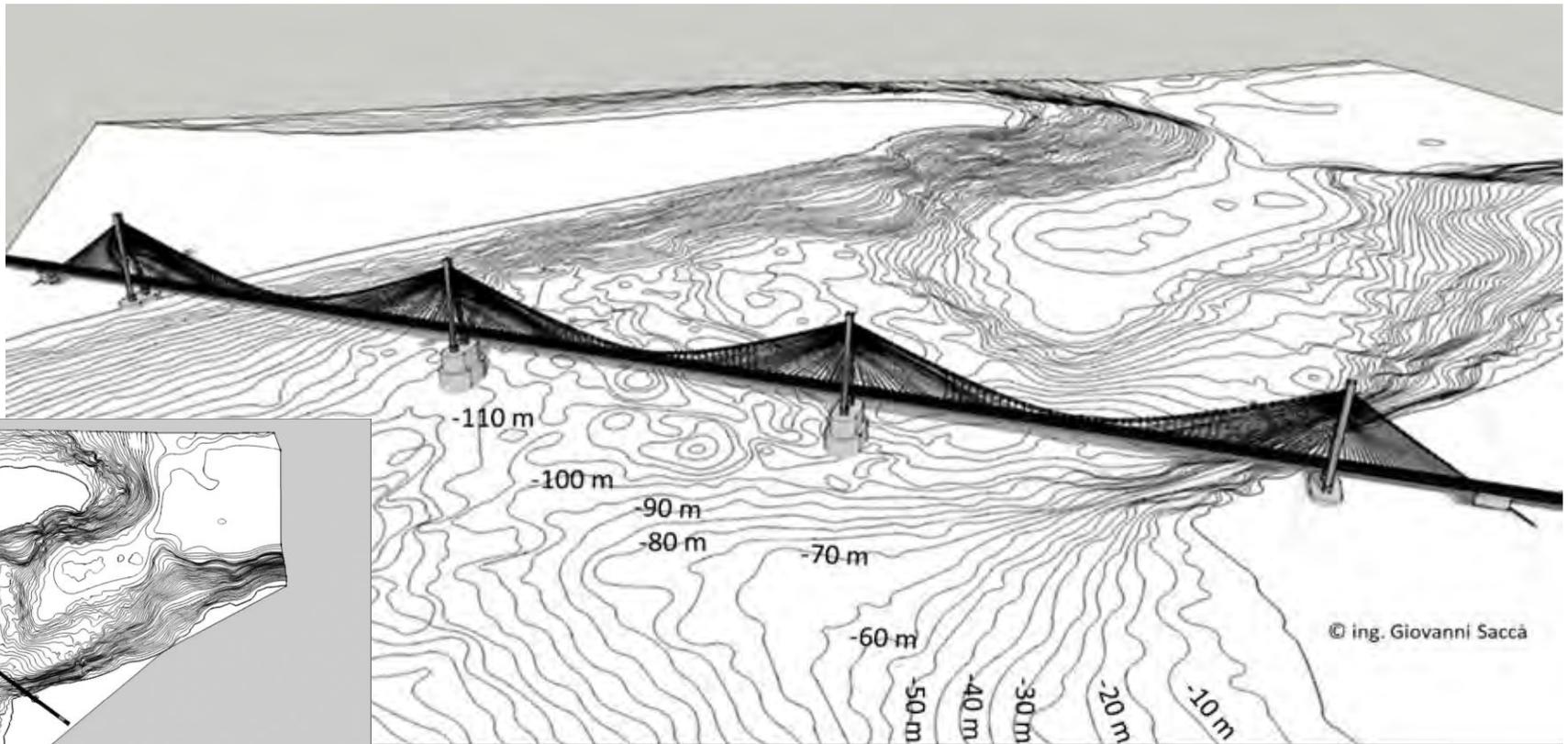
MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

## Ipotesi n°1

Sistema di sospensione ibrido H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano mutuato dallo Yavuz Sultan Selim Bridge



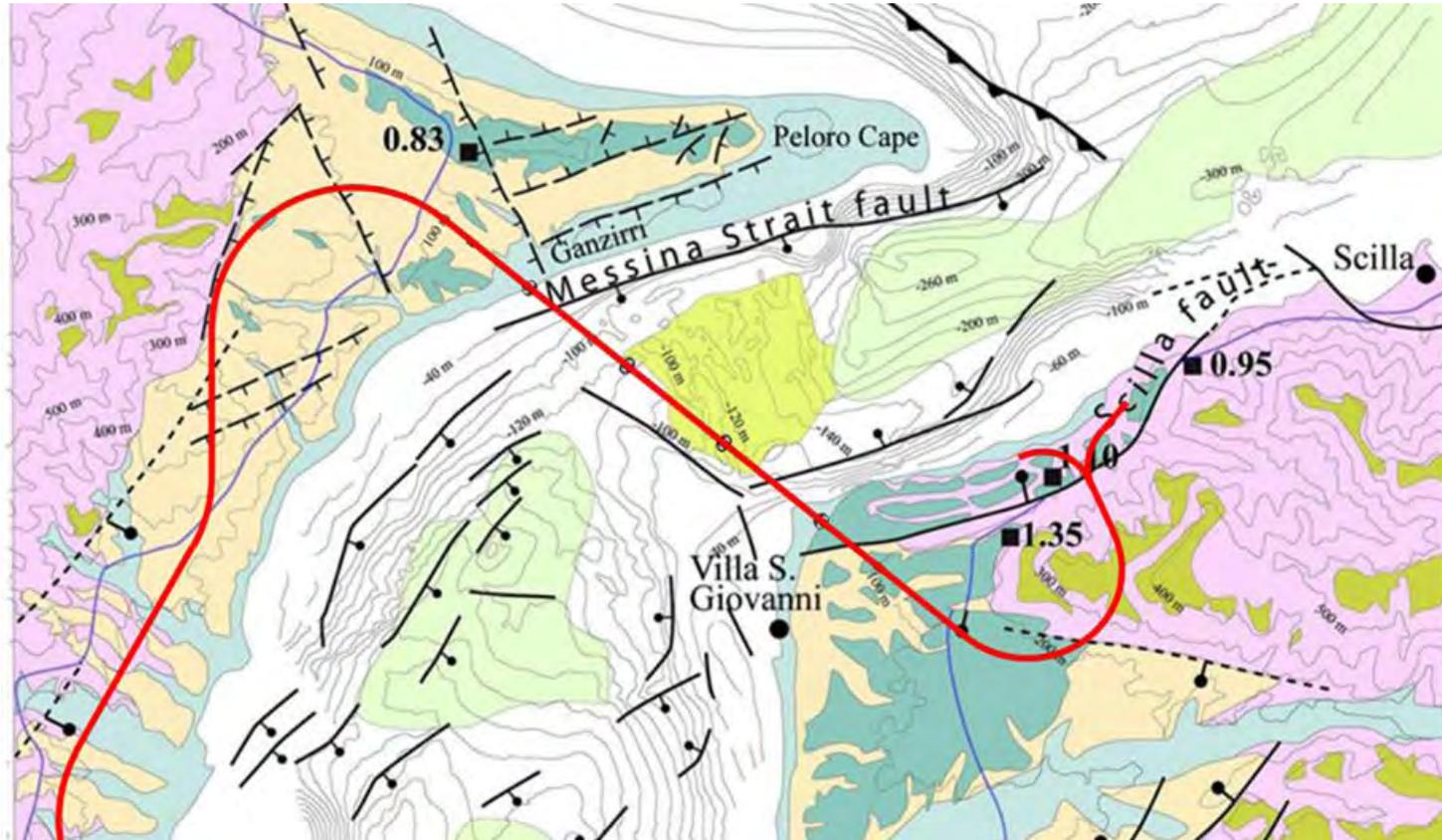
[Video](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=DDJ5PqodiXw&t=1s>

23

## Ponte a più campate Ipotesi dei nuovi tracciati

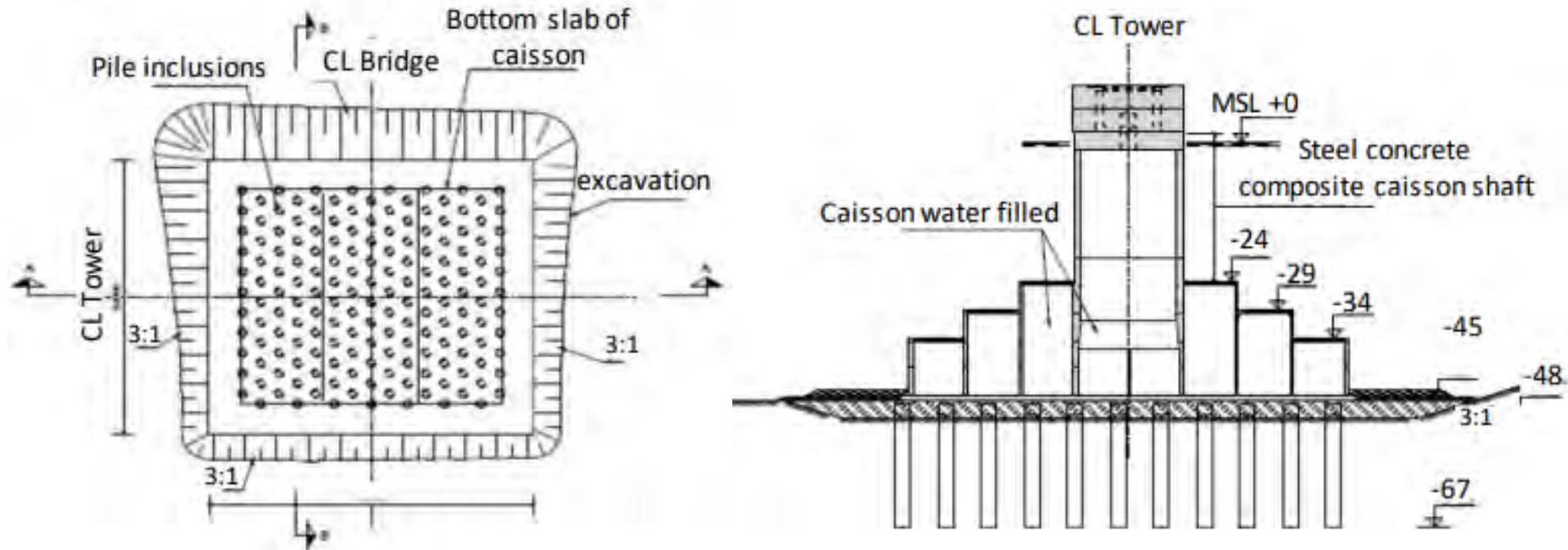
### Mappa geologica dell'area dello Stretto



[https://www.researchgate.net/publication/265591798\\_Timing\\_of\\_the\\_emergence\\_of\\_the\\_Europe-Sicily\\_bridge\\_40-17\\_cal\\_ka\\_BP\\_and\\_its\\_implications\\_for\\_the\\_spread\\_of\\_modern\\_humans](https://www.researchgate.net/publication/265591798_Timing_of_the_emergence_of_the_Europe-Sicily_bridge_40-17_cal_ka_BP_and_its_implications_for_the_spread_of_modern_humans)

# Fondazioni

Le fondazioni offshore progettate utilizzando l’esperienza maturata nella costruzione dei ponti **Rion-Antirion** (2004), **Osman Gazi** (2016) e del ponte **1915 Çanakkale** (2022)



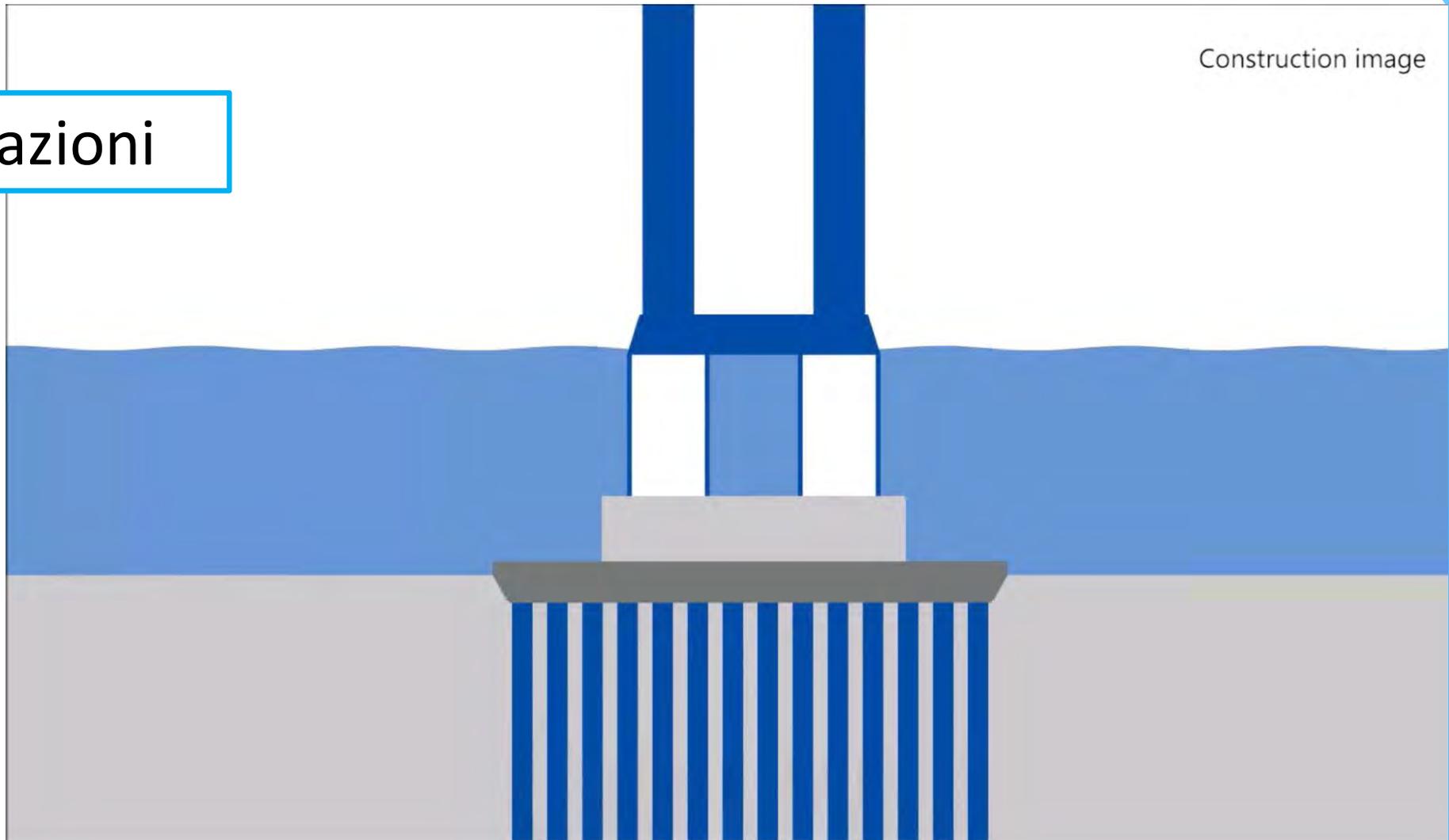
<https://www.youtube.com/watch?v=ROVp05o16KI&t=130s>

# Fondazioni

Construction image

[Video 1](#)

[Video 2](#)



<https://www.youtube.com/watch?v=pRI9oYeHkQI&t=248s>

26

<https://www.youtube.com/watch?v=ROVp05o16KI&t=130s>

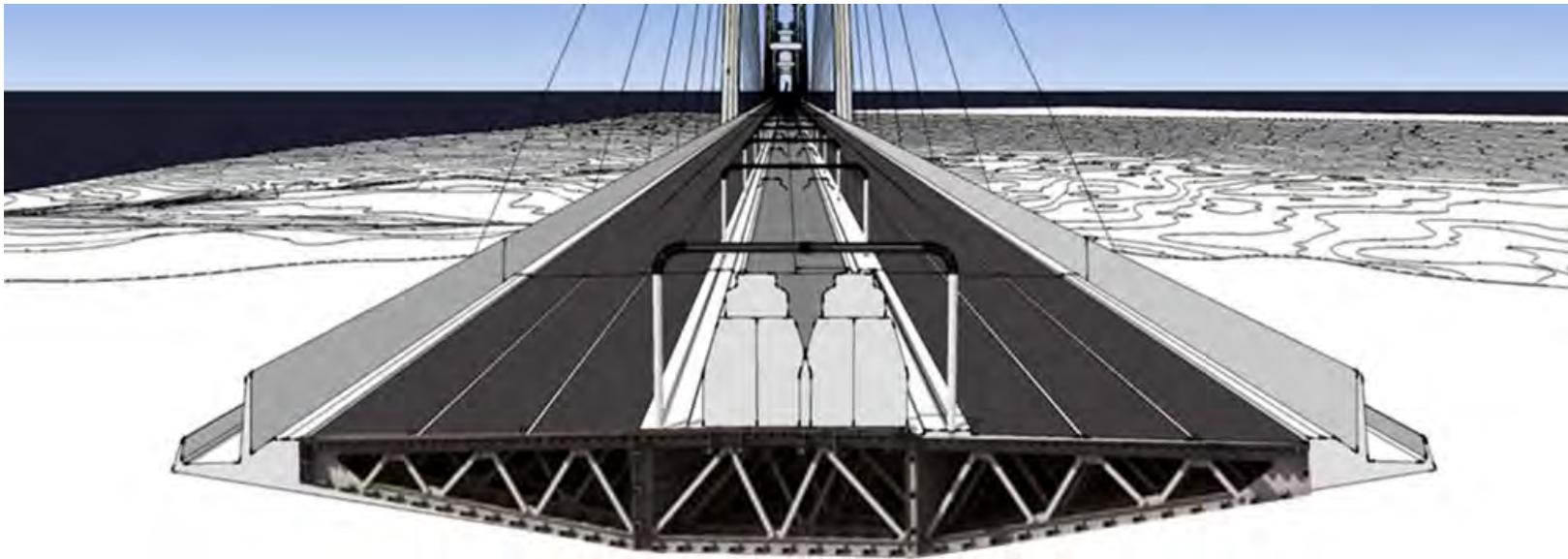
PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

## Impalcato simile a quello del ponte Yavuz Sultan Selim



### Problema: Il vento

Sul ponte Yavuz Sultan Selim il valore del vento definito per la chiusura del traffico è di 90 km/h per il traffico stradale e di 115 km/h per la ferrovia

<http://www.ingciv.polimi.it/wp-content/uploads/2017/10/Terzo-Ponte-Bosforo-POLIMI-17.10.2017.pdf>

## Prove tecniche nella galleria del vento

Ulteriori investigazioni ...

La presenza del  
**traffico** può  
modificare la  
forma  
aerodinamica



E' possibile pensare a **schermi di protezione** che non devono influenzare la forma aerodinamica

POLITECNICO DI MILANO

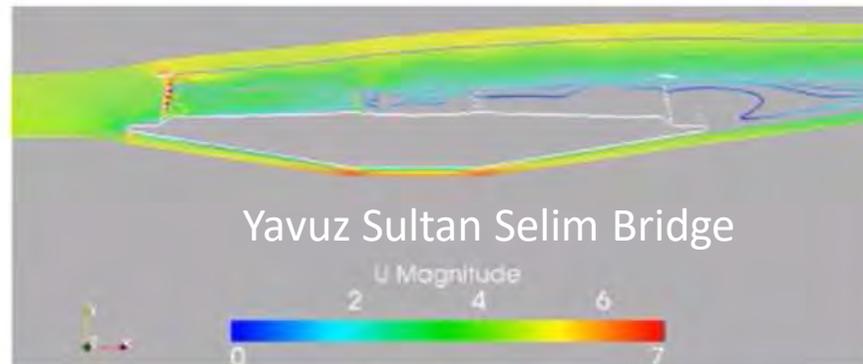
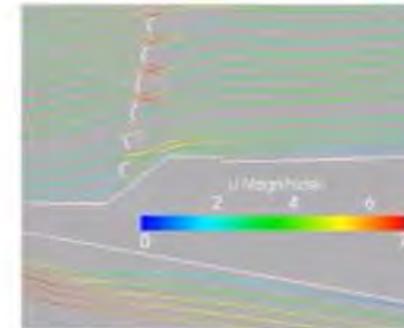
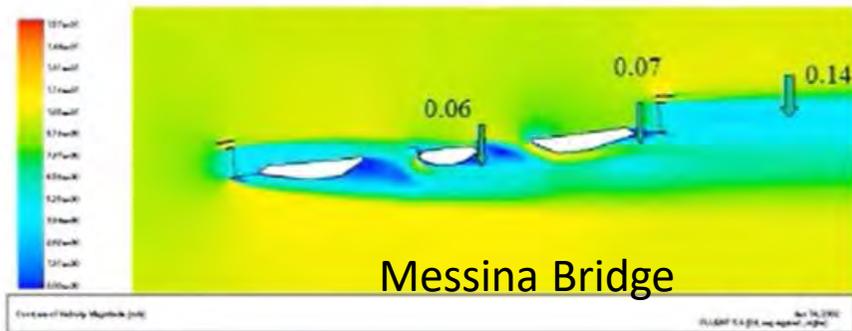
[https://www.youtube.com/watch?v=Muxye\\_gSyMw&t=1177s](https://www.youtube.com/watch?v=Muxye_gSyMw&t=1177s)

Analisi di Percorribilità, Sicurezza e Comfort <https://va.minambiente.it/File/Documento/36791>

28

## Le appendici aerodinamiche

Alcune verifiche vengono poi effettuate attraverso simulazioni di fluido dinamica computazionale

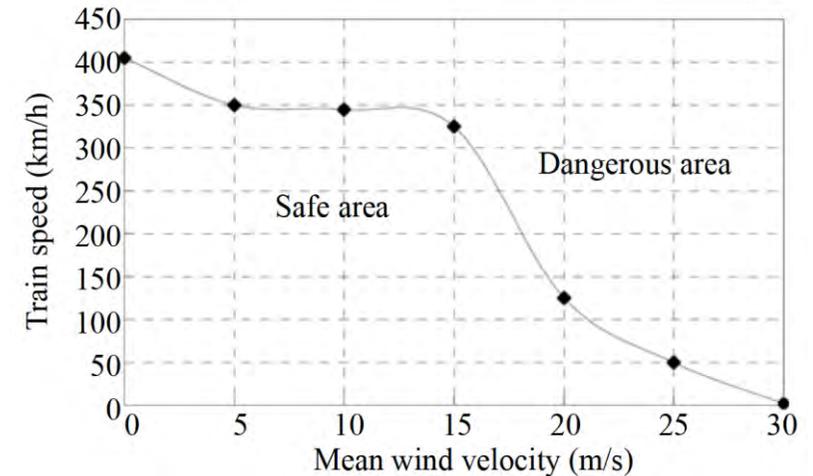
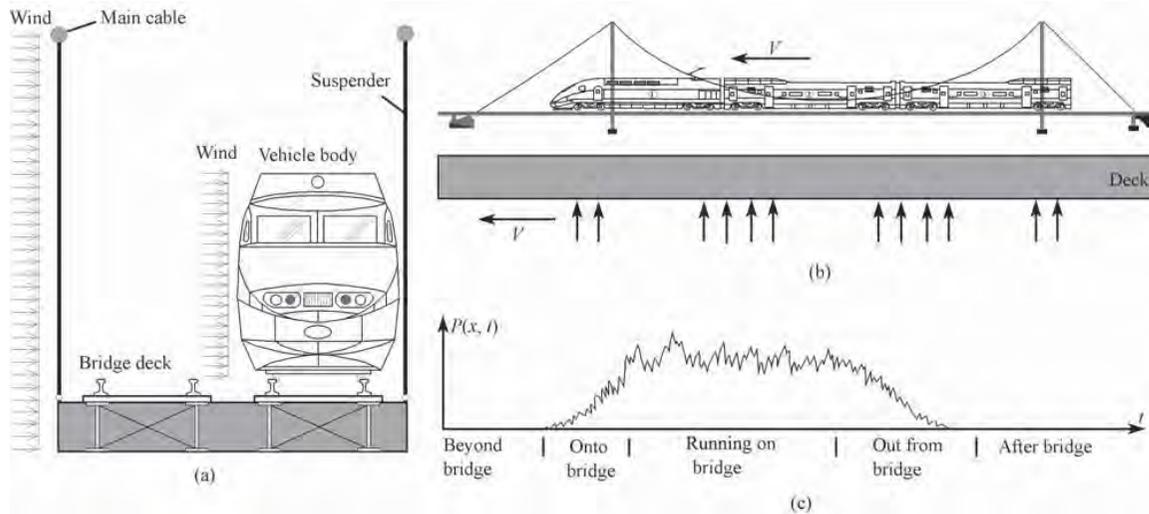


Galleria del Vento – Politecnico di Milano

POLITECNICO DI MILANO

[https://www.youtube.com/watch?v=Muxye\\_gSyMw&t=1177s](https://www.youtube.com/watch?v=Muxye_gSyMw&t=1177s)

## Risposta dinamica dei ponti sospesi a campata lunga e sicurezza di marcia dei treni sotto l’azione del vento



Critical train speed for running safety vs mean wind velocity

Per calcolare la velocità massima di un treno su un ponte a campata lunga è necessario calcolare le interazioni reciproche **vento-ponte**, **vento-treno** e **ponte-treno**.

Studiando le vibrazioni indotte sul ponte all’aumentare della velocità sia del vento che del treno (viaggiatori e merci) è possibile calcolare le vibrazioni reciproche tra il treno e i binari, tenendo conto del loro stato di usura, che varia con il tempo. **Dall’analisi delle interazioni è possibile determinare le diverse velocità di esercizio di ciascun treno**, la disponibilità e la capacità della linea.

[https://www.researchgate.net/publication/226514591\\_Running\\_safety\\_analysis\\_of\\_a\\_train\\_on\\_the\\_Tsing\\_Ma\\_Bridge\\_under\\_turbulent\\_winds](https://www.researchgate.net/publication/226514591_Running_safety_analysis_of_a_train_on_the_Tsing_Ma_Bridge_under_turbulent_winds)

[https://www.researchgate.net/publication/225685019\\_Dynamic\\_response\\_of\\_long\\_span\\_suspension\\_bridge\\_and\\_running\\_safety\\_of\\_train\\_under\\_wind\\_action](https://www.researchgate.net/publication/225685019_Dynamic_response_of_long_span_suspension_bridge_and_running_safety_of_train_under_wind_action)



<https://www.ansfisa.gov.it/autorizzazione-di-messa-in-servizio-di-sottosistema-strutturale>



Portale ANSFISA > Settore Ferroviario > Infrastruttura Ferroviaria Nazionale > Autorizzazione di Messa in Servizio di impianti f...



## Autorizzazione di messa in servizio di impianti fissi

Gli impianti fissi, ai sensi dell’allegato II al **D.Lgs. 57/2019**, comprendono i seguenti sottosistemi:

**Infrastruttura** L'insieme dei binari, gli scambi, i passaggi a livello, le opere di ingegneria tra cui ponti e gallerie, gli elementi delle stazioni collegati all'uso ferroviario (tra cui accessi, marciapiedi, zone di accesso, zone di servizio, servizi igienici e sistemi informativi e i relativi elementi di accessibilità per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta), le apparecchiature di sicurezza e di protezione.



## YAVUZ SULTAN SELIM BRIDGE STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEM

### MAIN CONTROL ROOM



[LINK](#)

## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutuata dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido tipo H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;

### 2) Ponte stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

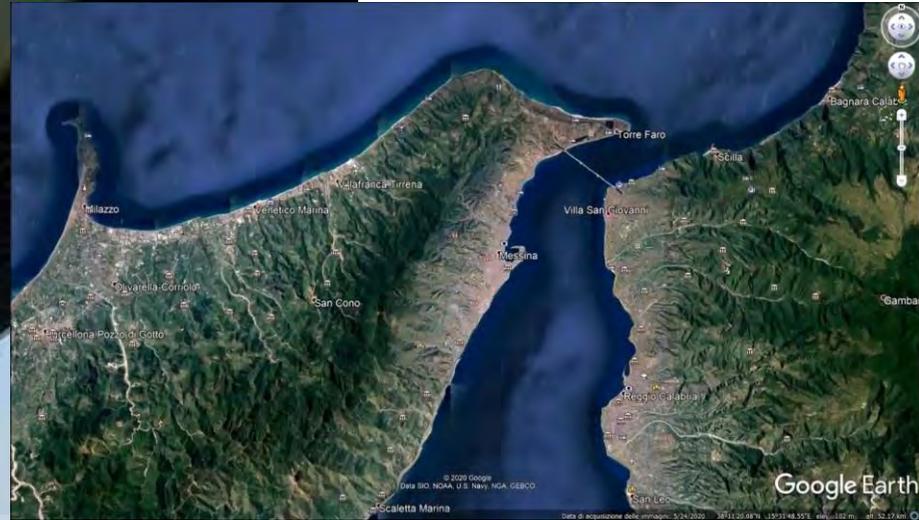
(SFT submerged floating tunnel):

- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima

## Ipotesi n°2

## Ponte sospeso con impalcato a due piani mutuato dal ponte Tsing Ma Bridge di Hong Kong



La velocità massima ammessa per le automobili è di 100 km/h e per la ferrovia è di 135 km/h



Tsing Ma Bridge

<https://silo.tips/download/the-bridge-engineering-2-conference#>

Con velocità del vento maggiore di 75 km/h  
Il piano superiore viene chiuso al traffico stradale

Video



Tsing Ma Bridge

<https://www.youtube.com/watch?v=VqD91irqj0E&t=1s>

36

In base ai test in galleria del vento su modello dello Tsing Ma Bridge , la stabilità aerodinamica dell’impalcato è garantita fino alla velocità del vento estrema 342 km/h.



www.td.gov.hk

Driving in the Tsing Ma Control Area

velocità media del vento  
minore di 75 km /h



velocità media del vento  
maggiore di 75 km /h e  
minore di 165 km/h



L’esercizio stradale e ferroviario è gestito dall’autorità di supervisione e controllo, che utilizza i dati del sistema di monitoraggio denominato WASHMS (Wind and Structural Health Monitoring System ).

[https://www.td.gov.hk/en/publications\\_and\\_press\\_releases/publications/free\\_publications/driving\\_in\\_the\\_tsing\\_ma\\_control\\_area/index.html](https://www.td.gov.hk/en/publications_and_press_releases/publications/free_publications/driving_in_the_tsing_ma_control_area/index.html)

[https://www.researchgate.net/publication/226514591\\_Running\\_safety\\_analysis\\_of\\_a\\_train\\_on\\_the\\_Tsing\\_Ma\\_Bridge\\_under\\_turbulent\\_winds](https://www.researchgate.net/publication/226514591_Running_safety_analysis_of_a_train_on_the_Tsing_Ma_Bridge_under_turbulent_winds)

# Velocità del vento nello stretto di Messina

Vento tra Ganzirri e Punta Pezzo	Velocità del vento (km/h)	gg/anno
da calmo a quasi calmo	0	56
da debole a moderato	$0 < x \leq 60$	270
da forte a molto forte	$60 < x < 100$	25
da fortissimo a eccezionale	$x \geq 100$	14
<b>TOTALE GIORNI</b>		<b>365</b>

Direzione del vento da fortissimo a eccezionale (gg/anno) : Scirocco 7, Libeccio 1, Maestrale 6

La velocità massima del vento stimata tra il livello del mare e 500 m di quota è di 185 km/h sia con vento di scirocco, che con ponente e maestro. Valori superiori ai 185 km/h preventivati o di progetto possono verificarsi solo come fenomeno imponderabile, che esuli dai normali criteri di studio e di controllo della situazione meteorologica.

Fonte: *Convegno Accademia dei Lincei «L'attraversamento dello Stretto di Messina e la sua fattibilità»*  
Roma, 4 – 6 luglio 1978 (Libro «Atti convegni Lincei n°43» Ed. 1979 ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI)  
Aldo Cicala «L'ambiente atmosferico sullo Stretto di Messina» - pag. 23-41

## Ipotesi n°2

### Ponte stradale e ferroviario sospeso con impalcato a due piani con il piano inferiore protetto dai venti

[Video](https://www.youtube.com/watch?v=VqD91irgJ0E&t=1s)

<https://www.youtube.com/watch?v=VqD91irgJ0E&t=1s>



## Ipotesi n°2

### Ponte stradale e ferroviario sospeso con impalcato a due piani con il piano inferiore protetto dai venti

Fondazioni dei piloni offshore mutuata dai ponti Rion-Antirion, Osman Gazi e 1915 Çanakkale

Stima lunghezza campate:  $535+1380+1380+1380+535=5210\text{m}$

Stima altezza piloni = 210 m slm,

larghezza impalcato = 42m



## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutate dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido tipo H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o **ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;**

### 2) Ponte stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

(SFT submerged floating tunnel):

- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima

## Ipotesi n°3

### Ipotesi n°1: Ponte H.R.S.B. ad un piano

- PRO: più adatto alla circolazione dei treni
- CONTRO: limitazioni dovute al vento

### Ipotesi n°2: Ponte sospeso a due piani protetto dai venti

- PRO: minori limitazioni dovute al vento
- CONTRO: poco adatto per treni veloci e pesanti

### Ipotesi n°3: Ponte H.R.S.B. a due piani protetto dai venti

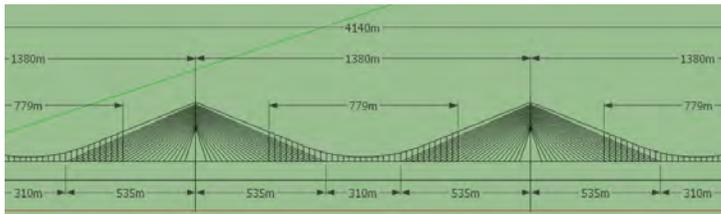
- minori limitazioni dovute al vento
- più adatto alla circolazione dei treni

L’ipotesi di ponte ibrido H.R.S.B. si basa sulle idee concettuali del **Prof. Michel Virlogeux**, FIP e fib Honorary President.

<http://www.michelvirlogeuxconsultant.com/Long-Span-bridges-and-Fritz-Leonardt-s-heritage-9-7-2009.pdf>

42

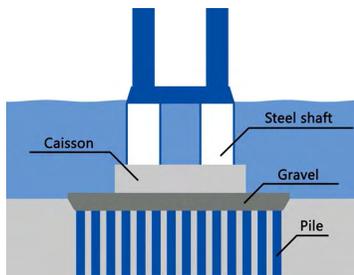
## Ipotesi n°3



**Sistema di sospensione ibrido H.R.S.B.**  
(mutuato da Yavuz Sultan Selim Bridge)



**Impalcato a due piani protetto dai venti**  
(mutuato da Tisng Ma Bridge)

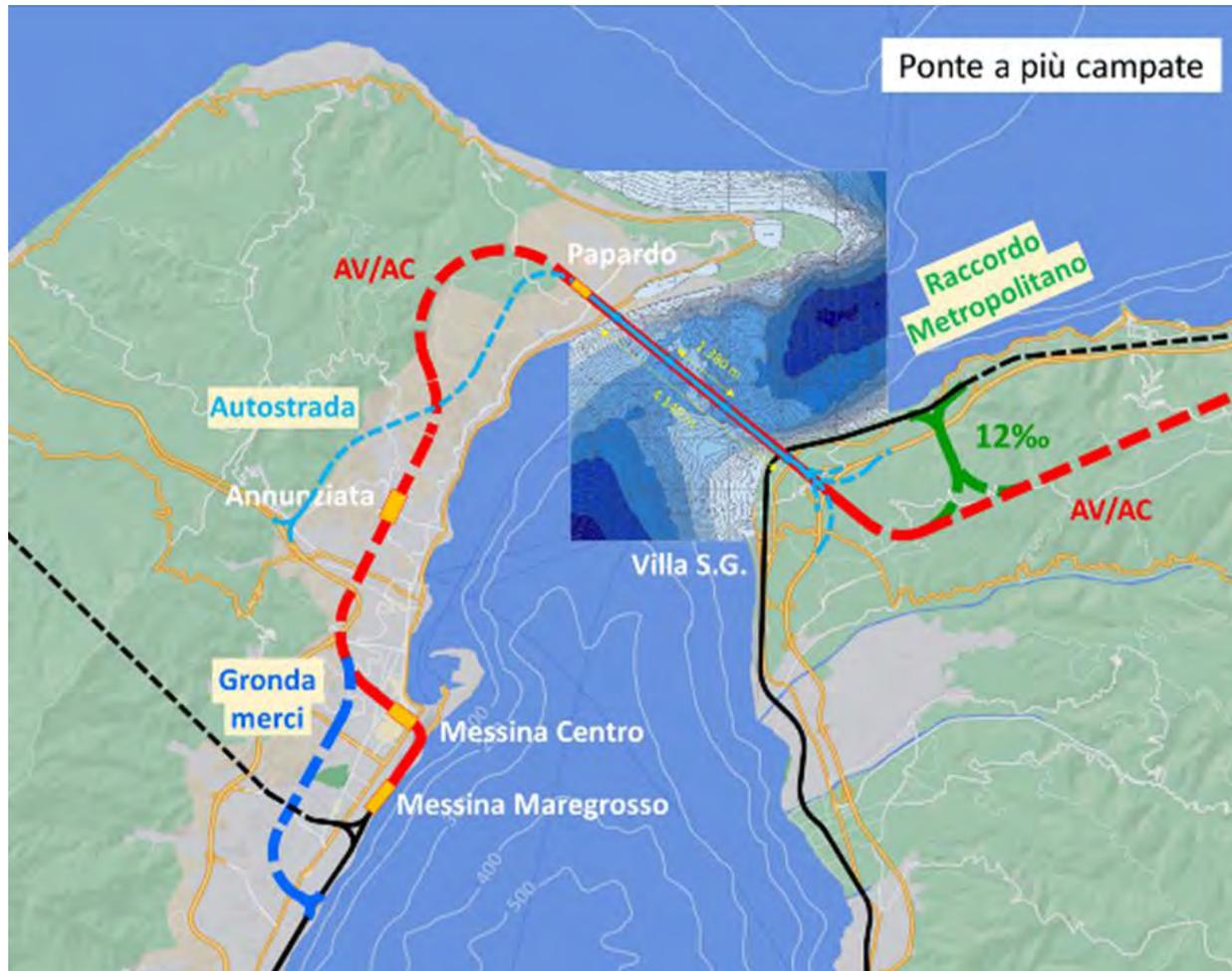


**Fondazioni dei piloni offshore antisismiche**  
(mutuate dai ponti Rion-Antirion, Osman Gazi e 1915 Çanakkale)

<http://www.michelvirlogeuxconsultant.com/Long-Span-bridges-and-Fritz-Leonardt-s-heritage-9-7-2009.pdf>

43

## Ponte a più campate Ipotesi dei nuovi tracciati



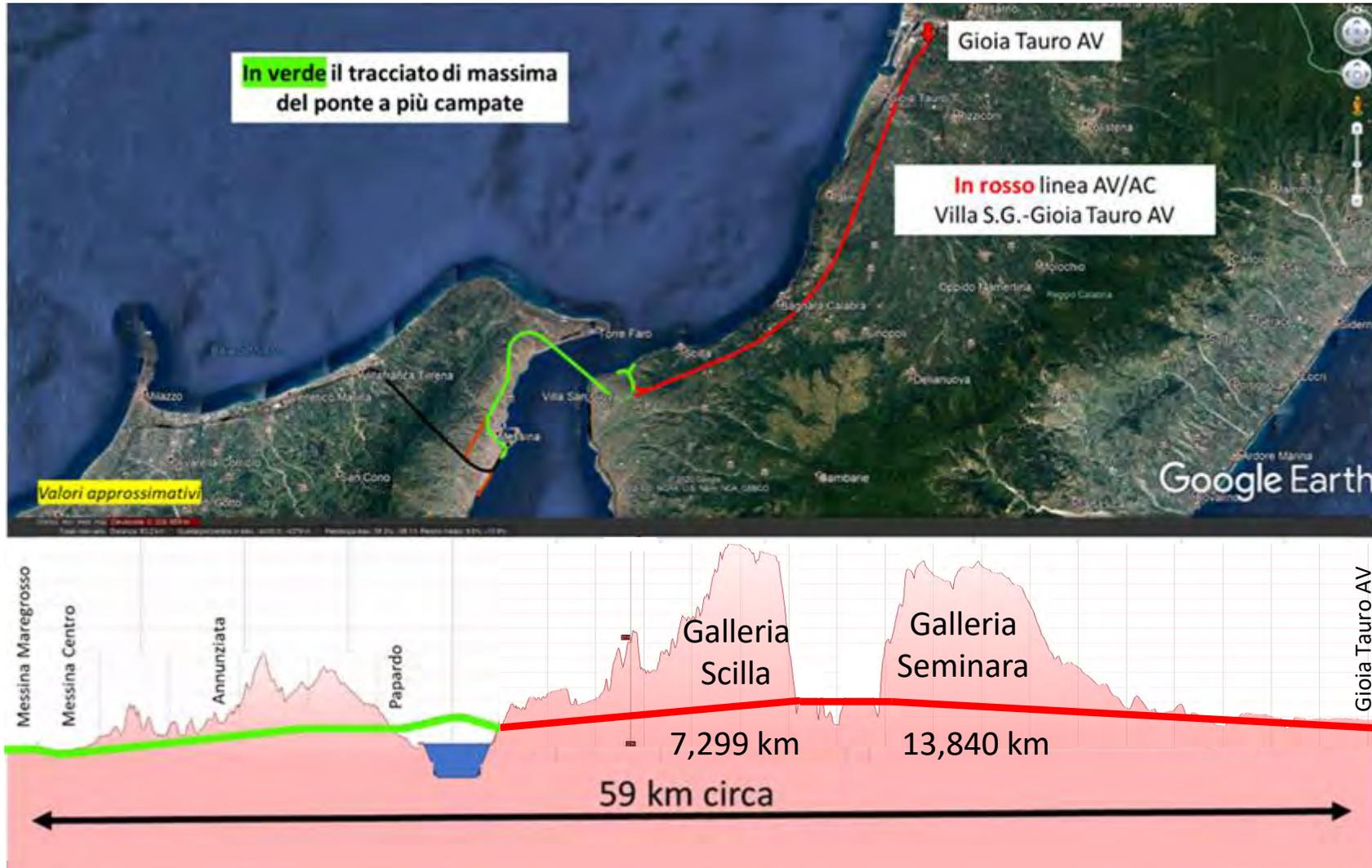
In **rosso** il tracciato ferroviario AV

In **blu** la gronda merci AC

In **verde** raccordi tra la linea AV/AC e la linea ferroviaria storica

In **azzurro** il tracciato autostradale

## Ponte a più campate - Tracciato ferroviario e caratteristiche plano-altimetriche



## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutuata dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido tipo H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;

### 2) Ponte stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

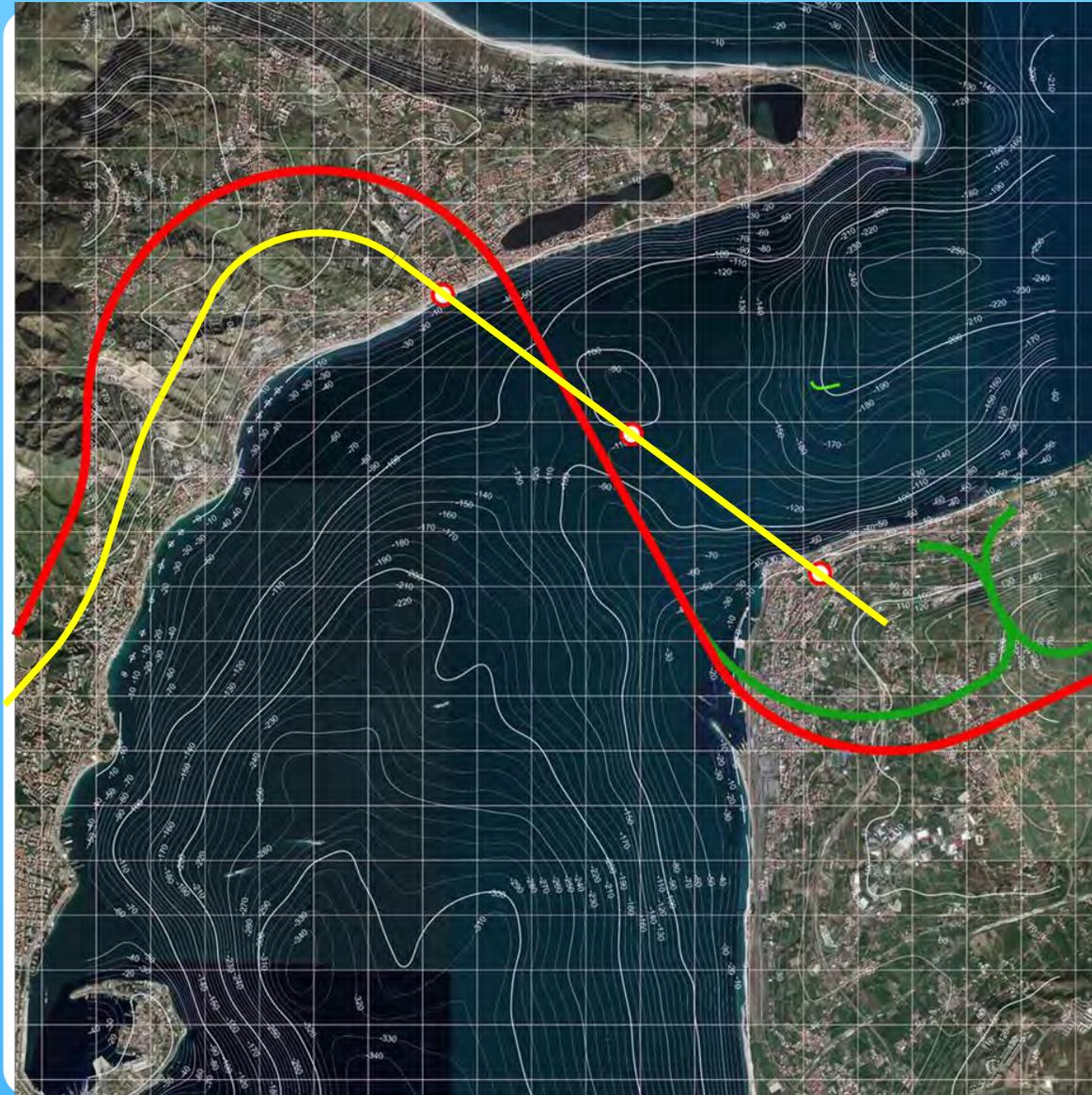
### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

(SFT submerged floating tunnel):

- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima



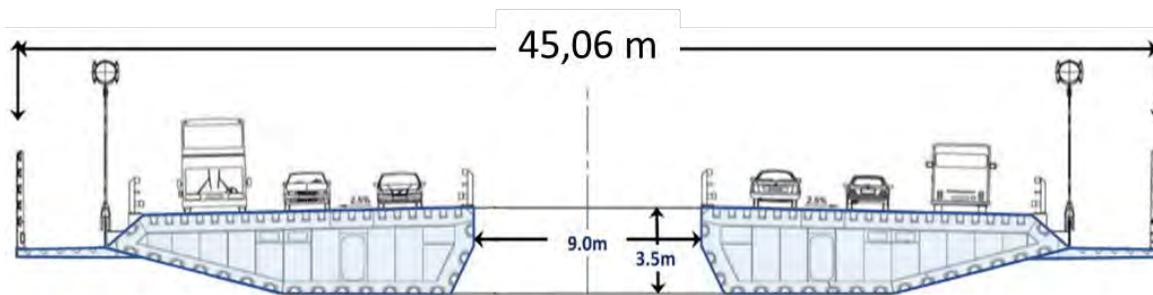
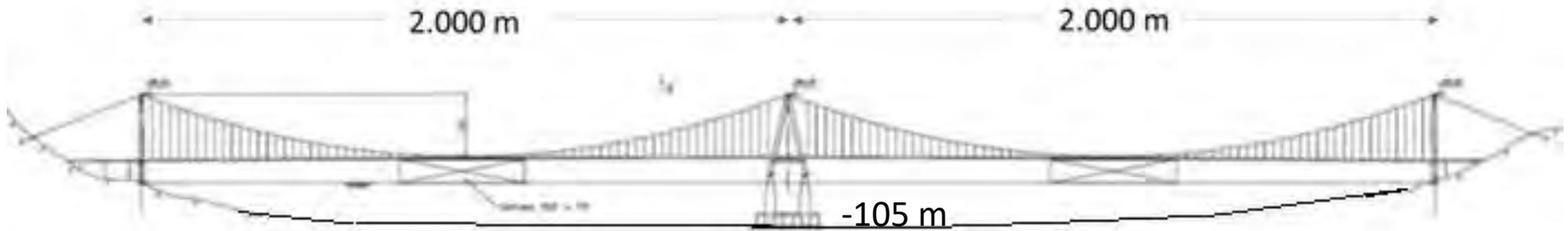
## Ipotesi di ponte solo stradale a due campate e tunnel sottomarino ferroviario

Mappa e sezione della sella dello stretto di Messina con possibili tracciati

In **giallo** ponte a due campate  
ovvero con un solo pilone offshore

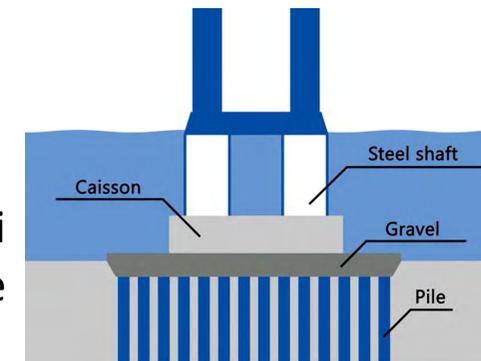
In **rosso** tunnel sottomarino  
ferroviario

## Ponte sospeso stradale a due campate



Impalcato a due cassoni simile a quello del 1915 Çanakkale

Fondazioni antisismiche mutuata dai ponti Rion-Antirion, Osman Gazi e 1915 Çanakkale



## Possibili ipotesi da sottoporre a progetto di fattibilità

Possibili ipotesi di opere di attraversamento poste in corrispondenza della Sella che hanno caratteristiche di massima mutuate dall’analisi delle opere esistenti o in fase di realizzazione o di avanzata progettazione:

### 1) Ponte misto stradale e ferroviario a più campate:

- o ponte ibrido tipo H.R.S.B. con impalcato ad un solo piano;
- o ponte sospeso con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;
- o ponte ibrido H.R.S.B con impalcato a due piani di cui l’inferiore protetto dai venti;

### 2) Ponte stradale a più campate e gallerie sottomarine ferroviarie

### 3) Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie;

### 4) Gallerie stradali e ferroviarie sommerse flottanti

(SFT submerged floating tunnel):

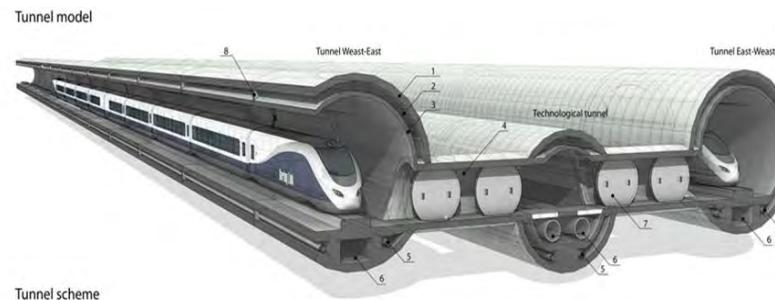
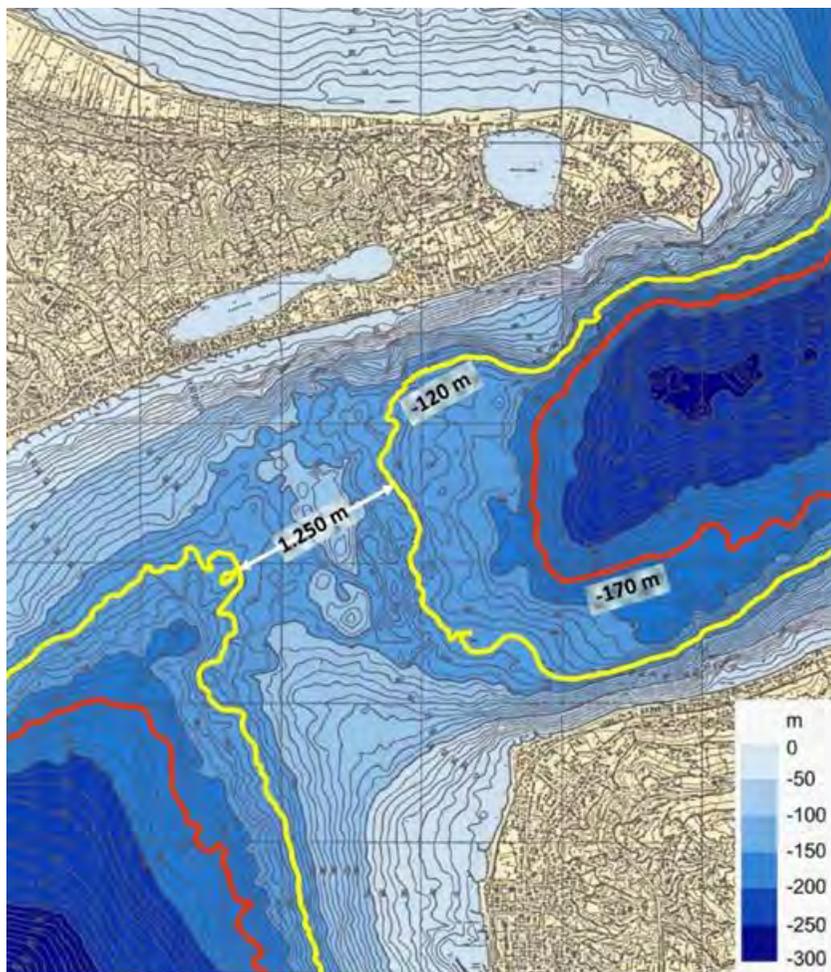
- o su colonne
- o ancorate al fondo

### 5) Miglioramento della modalità marittima

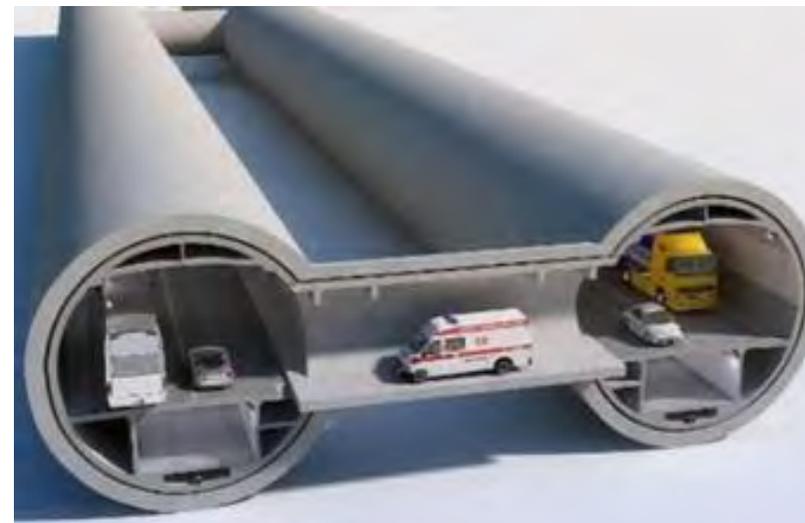


## Gallerie sottomarine stradali e ferroviarie

## Area di valico possibile per gallerie sottomarine (Sella dello Stretto)



Tunnel scheme

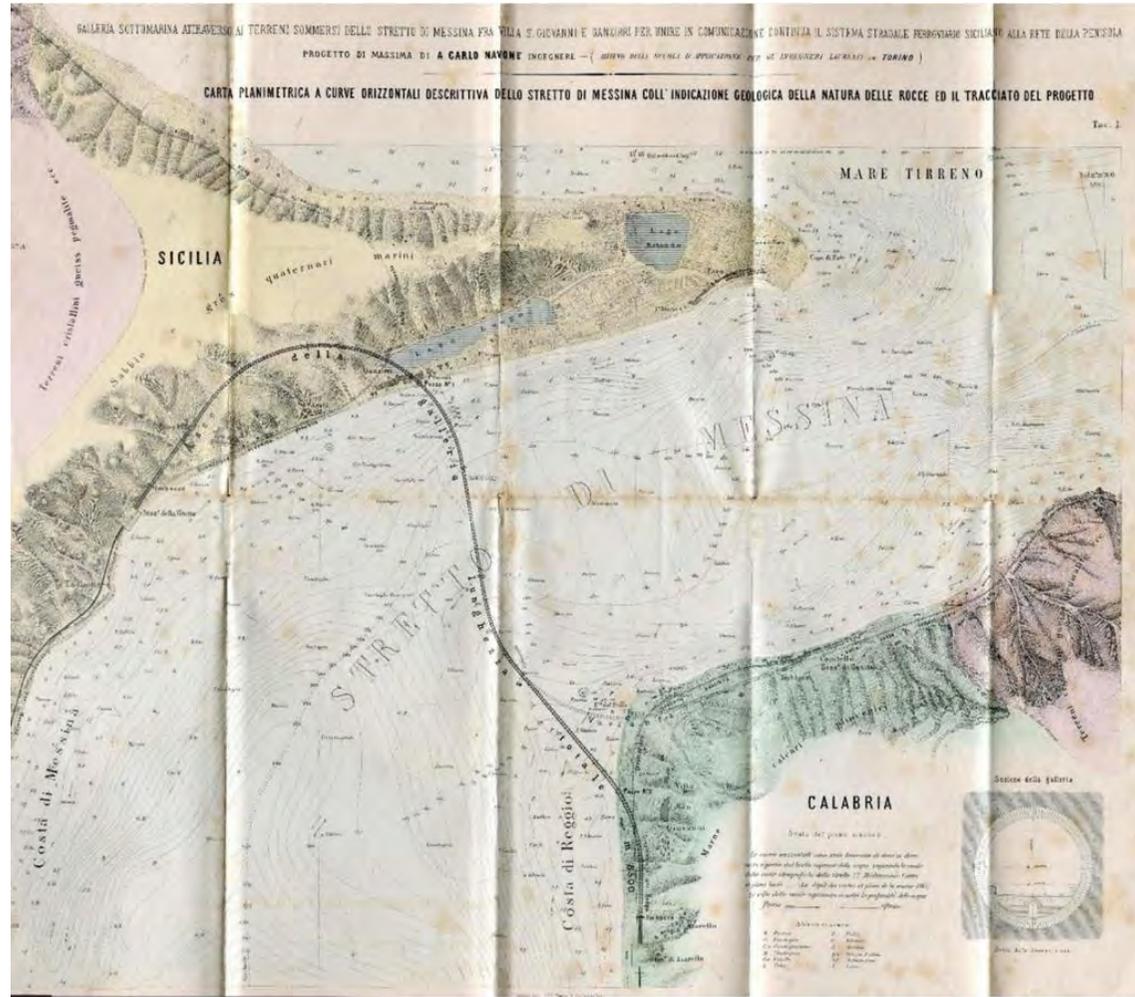


[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

# Progetto dell'ing. Carlo Navone relativo all'attraversamento ferroviario dello stretto di Messina



1870



<http://www.siciliaintreno.org/index.php/temi/attraversamento-stabile-stretto-messina/547-l-attraversamento-stabile-dello-stretto-di-messina-il-progetto-dell-ingegnere-alberto-carlo-navone>

PARTNER

MEDIA PARTNER

CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

## Why underground tunnel alternatives were discarded



Anche la Società Stretto di Messina negli anni Ottanta ha predisposto progetti di tunnel sottomarini e nel libro “The Messina Strait Bridge: A challenge and a dream” Ed. CRC Press – Stretto di Messina S.p.A. Roma (ed. 2010) a pag. 33 al paragrafo “Why underground tunnel alternatives were discarded” ha dichiarato: “... l'unica area di valico possibile è la cresta sottomarina immediatamente a sud della parte più stretta, su un tratto di acqua largo circa 3500 m. La profondità dell'acqua in tale zona è di 100-120 metri, e il fondale è formato principalmente da strati di ghiaia.

La costruzione di un tunnel a tale profondità risulta difficoltosa a causa della pressione dell'acqua e richiede speciali tecniche per consentirne l'avanzamento.

In un tale scenario, è stato stabilito che per consentire l'utilizzo di una talpa meccanica (ingl. Tunnel Boring Machine da cui la sigla TBM), il tunnel dovrebbe essere collocato a non meno 150-170 metri sotto il livello del mare. Di conseguenza, la lunghezza delle gallerie sarebbe di alcune decine di chilometri a causa dei limiti di pendenza delle linee ferroviarie (gallerie che comunque sono state previste per giungere da Messina al ponte sullo Stretto e per la realizzazione della linea AV Villa S.Giovanni-Gioia Tauro).

Il tunnel dovrebbe anche incontrare diverse faglie potenzialmente attive, e sarebbe quindi necessario tenere conto dei loro possibili spostamenti. Esistono soluzioni idonee, tra cui la possibilità di realizzare rivestimenti doppi, ma le complessità e i rischi sono notevoli.

In sintesi i tunnel sottomarini nello Stretto sono certamente fattibili...

## Why underground tunnel alternatives were discarded

... In sintesi, mentre i tunnel sottomarini nello Stretto sono certamente fattibili, i loro principali inconvenienti sono:

- Condizioni difficili dipendenti dalla profondità e dalla geologia dei luoghi;
- Incertezze dei costi e delle soluzioni tecniche per attraversare le faglie;
- Costi di costruzione estremamente elevati, valutati di valore molto superiore a quello di qualsiasi tipologia di ponte (ATTENZIONE! Si devono confrontare solamente i costi di costruzione del ponte da 3300 m con i tunnel sottomarini di lunghezza di circa 4 km. Le lunghe gallerie sia lato di Sicilia sia lato Calabria verranno realizzate in ambedue i casi (lato Calabria a carico della ferrovia AV/AC).
- Aspetti funzionali negativi tipici delle lunghe gallerie dovuti ai gas di scarico del traffico stradale (la lunghezza dei tunnel stradali da realizzare per l’attraversamento in galleria sottomarina è di circa 14 km, ovvero il tunnel autostradale sarà molto più corto rispetto alle gallerie ferroviarie e a molte gallerie stradali già realizzate e in corso di realizzazione nel mondo)
- Rischi connessi ad incidenti-terrorismo-sabotaggio all’interno dei tunnel che potrebbero diventare un obiettivo sensibile a livello internazionale. (Questa osservazione è applicabile a qualsiasi opera) Quindi tali sistemi non sono stati presi in considerazione per un ulteriore esame.

Vale la pena notare che, nella storia recente, nessun partito ha mai seriamente supportato progetti relativi a tunnel sottomarini.

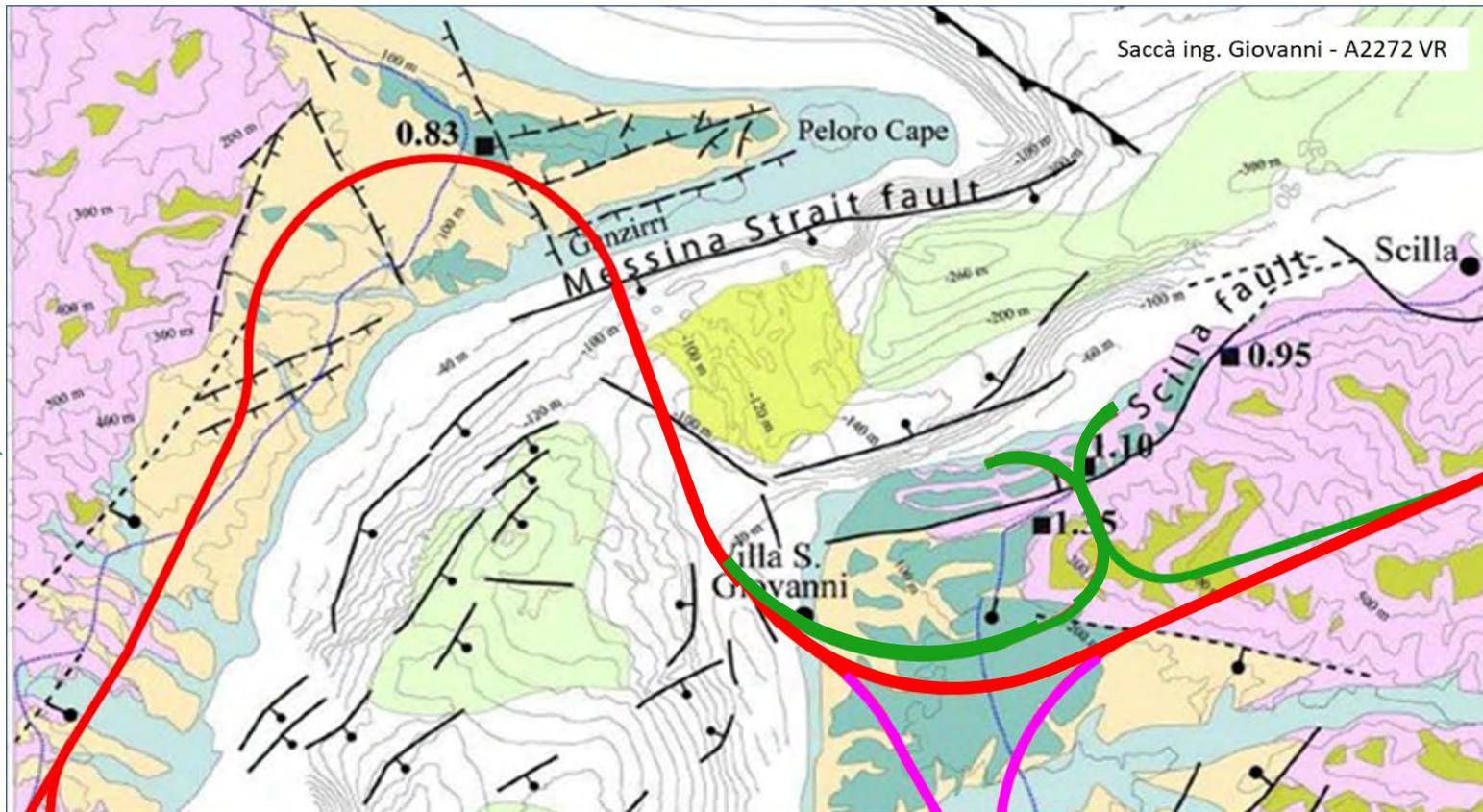
Argomenti simili, con alcune differenze, si applicano anche per le gallerie realizzate con tunnel appoggiati sul fondo del mare o su dighe artificiali”.

A favore della soluzione sottomarina ci sono le evoluzioni delle tecniche di costruzione delle gallerie sottomarine degli ultimi anni che hanno consentito di realizzare tali opere con macchine TBM sempre più moderne appositamente progettate per risolvere problemi specifici.

Se negli anni Ottanta la commissione degli esperti consultati dalla Società Stretto di Messina dichiarava che i tunnel sottomarini nello stretto di Messina erano realizzabili a quota 258 m sotto al livello del mare ovvero con una copertura di circa 148 m rispetto al fondo, nel libro sopracitato del 2010 CRC Press - SdM vengono indicati come realizzabili i tunnel sottomarini che hanno una copertura di almeno 40-60 m rispetto al fondo del mare. Le recenti evoluzioni delle TBM presentate durante il Congresso Mondiale 2017 “Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM17) 28 agosto -1° settembre 2017 IIsan (Seoul), Korea” confermano che i tempi sono maturi per realizzare gallerie sottomarine, che in passato erano state dichiarate non fattibili, come il tunnel sottomarino da realizzare nello Stretto di Qiongzhou e nello Stretto di Gibilterra, che sono molto più impegnativi di quelli da realizzare nello stretto di Messina.

Una volta accertata la sezione geologica corrispondente al tracciato ferroviario e stradale da realizzare per i tunnel sottomarini, bisognerà verificare l’effettiva profondità a cui sarà possibile realizzare i suddetti tunnel con le tecnologie attuali. Dopo aver realizzato il tunnel esplorativo sarà possibile predisporre velocemente tutti i progetti per collegare sia la rete ferroviaria siciliana con quella calabrese, sia quella autostradale. Dopo aver stabilito il progetto di attraversamento stabile dello Stretto da realizzare (ponte o tunnel) , a seguito di appositi Studi di Fattibilità, sarà possibile progettare e realizzare il lotto AV/AC tra Villa San Giovanni e Gioia Tauro.

## Tunnel sottomarino: Ipotesi dei nuovi tracciati su mappa geologica dell'area dello Stretto



<https://www.researchgate.net/publication/265591798> Timing of the emergence of the Europe-Sicily bridge 40-17 cal ka BP and its implications for the spread of modern humans



## WORKING GROUP 17: LONG TUNNELS AT GREAT DEPTH

Giunti sismici installati per superare faglie attive



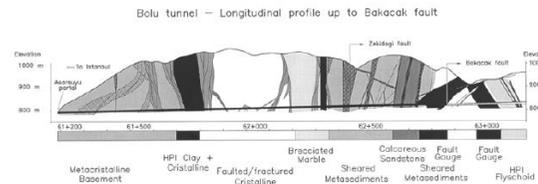
SEISMIC JOINT INSTALLATION

[Video](#)



SEISMIC JOINT INSTALLATION

<https://youtu.be/XyrC9QvVHOs>



Zekidagi and Bakacak  
Active Faults Along  
Tunnel Profile (Russo et  
al. 2002)

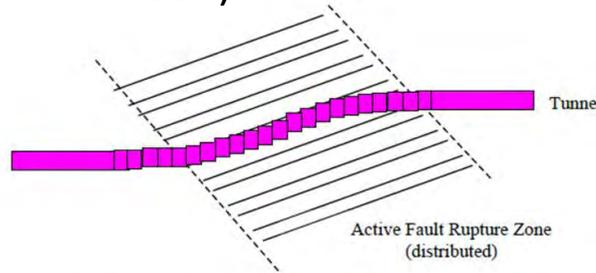


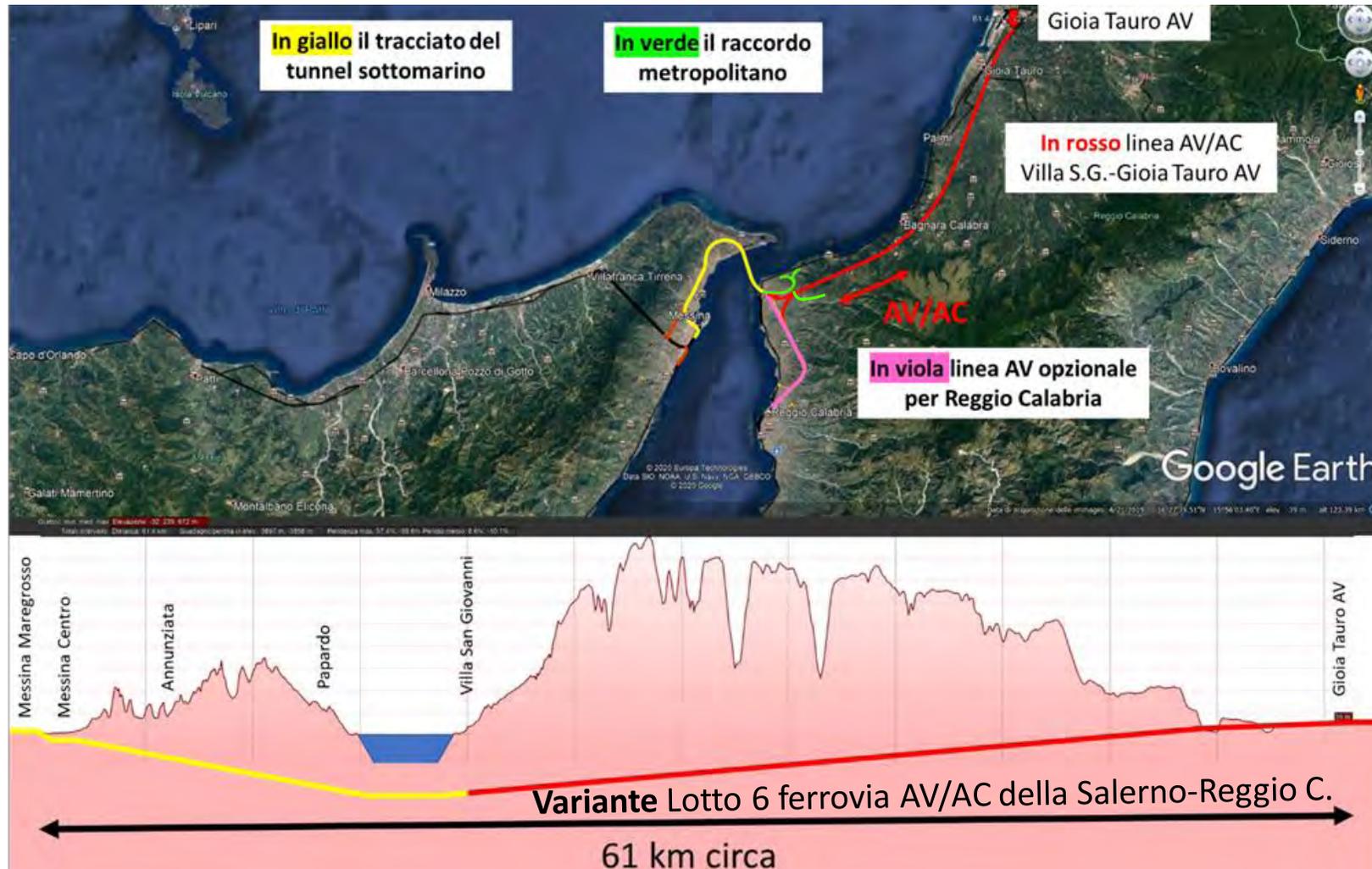
Figure 4: strategy for active fault crossing - Articulated Design.

Articulated Tunnel Design to Distribute Shear Deformation across Fault Rupture (Russo et al. 2002)



Eight 1,5m wide flexible joint rings are inserted into the primary segmental lining to help the accommodate the settlement and seismic activity

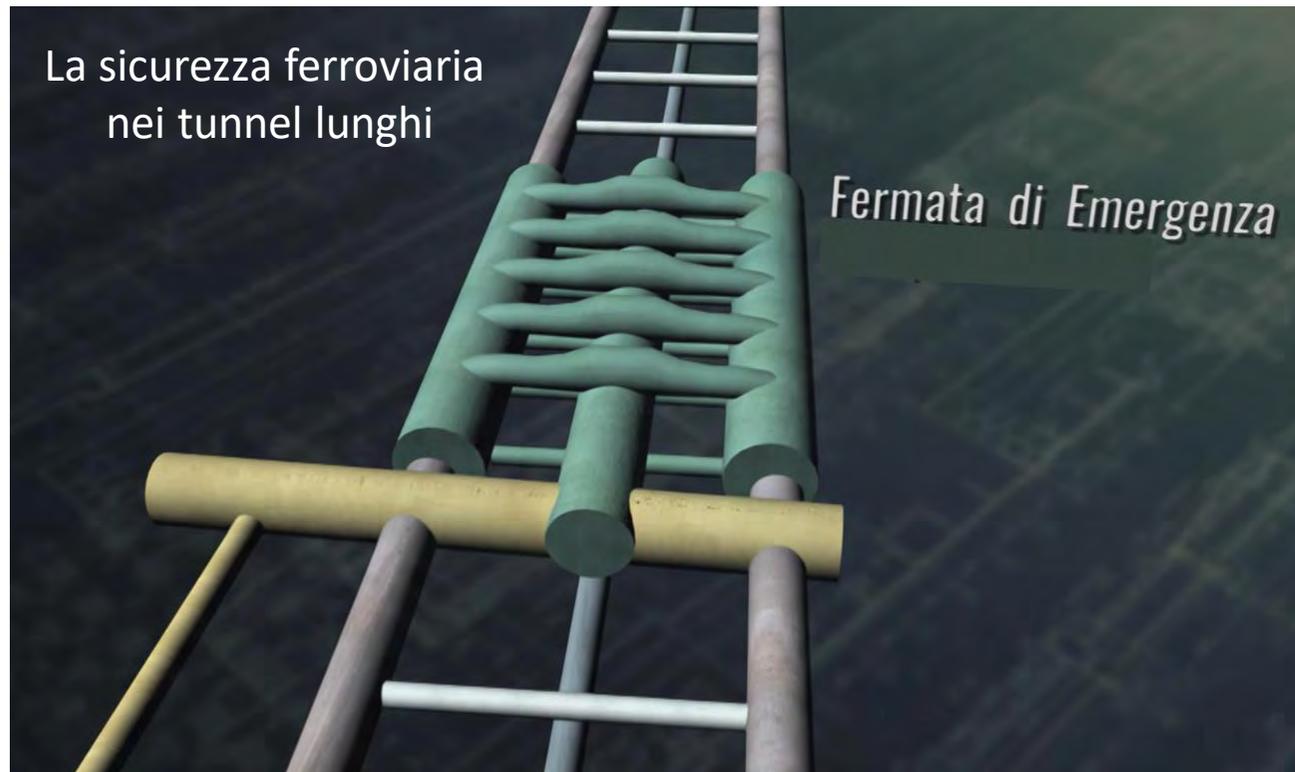
## Tunnel sottomarino: Tracciato ferroviario e caratteristiche plano-altimetriche



[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

<https://www.lecodelsud.it/tunnel-nello-stretto-le-ragioni-di-una-scelta-spiegate-dallautore-del-progetto>

Dato che la lunghezza del tunnel ferroviario sottomarino dello Stretto supererà i 20 km, sarà necessario realizzare fermate di emergenza lungo il percorso (es. Villa San Giovanni e/o Papardo), che dovranno essere raggiungibili anche via strada



<https://www.youtube.com/watch?v=HcHTjgLXyzA>



<https://www.youtube.com/watch?v=HKCRRjhVIno>

Tracciati ferroviari urbani della città di Messina  
collegati all’attraversamento stabile

Ipotesi del GdL Quaderno 32

## Tracciato ferroviario del Progetto Definitivo del ponte a campata unica



Tracciati ferroviari e nuove stazioni ipotizzate dal GdL Quaderno 32





## Le nuove ipotesi di stazioni a Messina

**Messina Maregrossso (ex Messina Scalo)**, stazione passante (stazione principale). Si è scelto di prospettare la futura stazione centrale nella posizione, relativamente baricentrica, di Maregrossso, già peraltro individuata nel progetto aggiudicato nel 2005, facilmente collegabile ai viali principali

**Messina Centro**, posizione adatta per realizzare un efficace punto di interscambio intermodale veloce con la linea tranviaria, con l’ipotizzata linea metropolitana, con i bus, i taxi e con il vicinissimo porto, nel quale fanno scalo oltre alle navi veloci anche navi da crociera che potrebbero usufruire dei futuri collegamenti AV anche con l’aeroporto dello Stretto e con quello internazionale di Catania.

[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

## La gronda merci



In ottemperanza alle indicazioni riguardanti la **separazione del traffico viaggiatori da quello merci in ambito urbano**, si è ipotizzato di realizzare un tracciato ferroviario dedicato (gronda), simile a quello del progetto definitivo del ponte a campata unica, in modo da escludere Messina Centro e Messina Maregrasso dal transito dei treni merci.

[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

## Le nuove stazioni

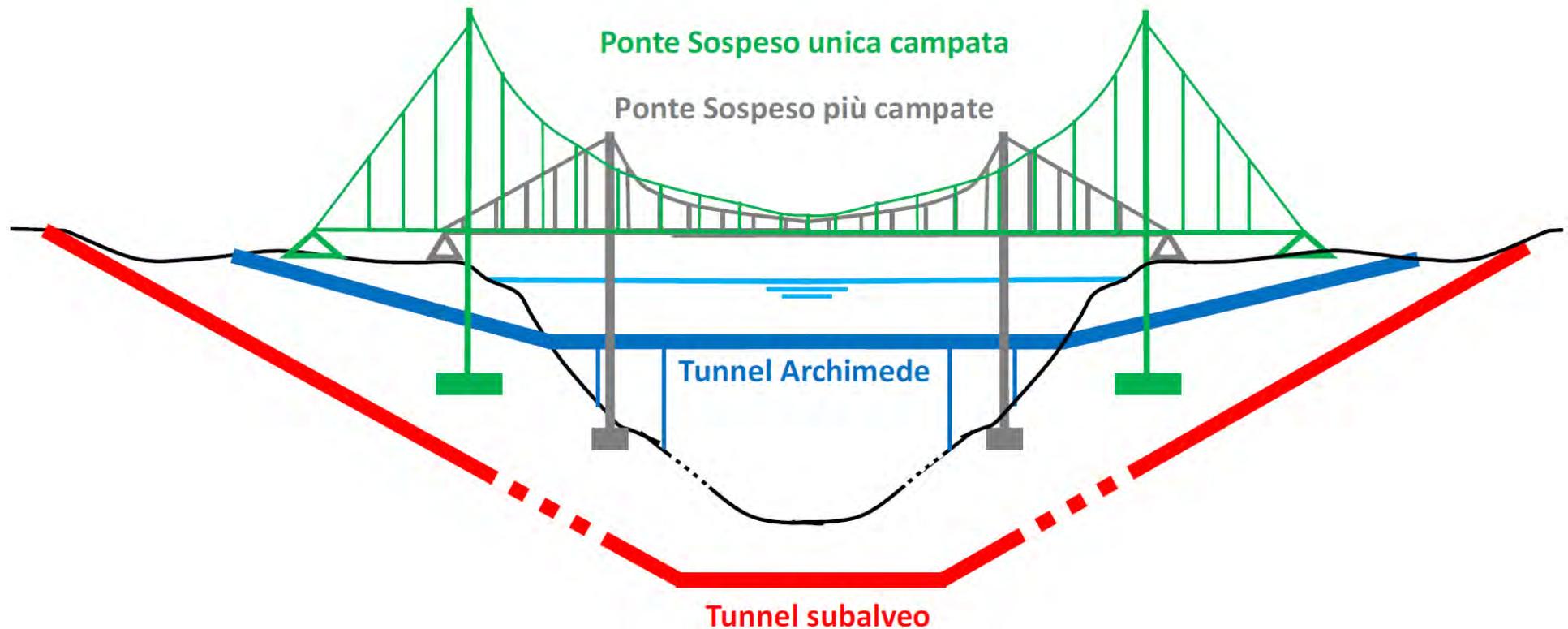


**Annunziata e Papardo** stazioni simili a quelle del progetto definitivo del Ponte a campata unica

**Villa San. Giovanni** stazione realizzabile in sotterraneo passante

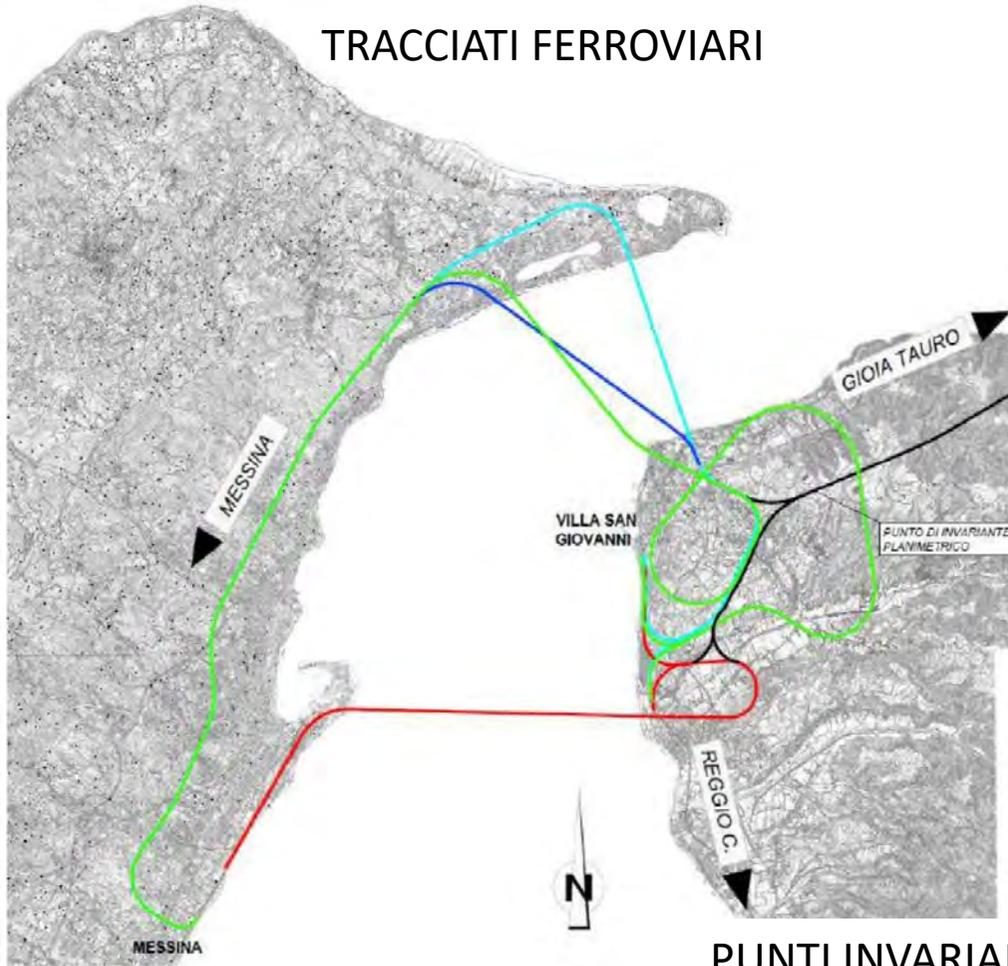
[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

## La relazione del Gruppo di Lavoro Ministeriale e i nostri approfondimenti

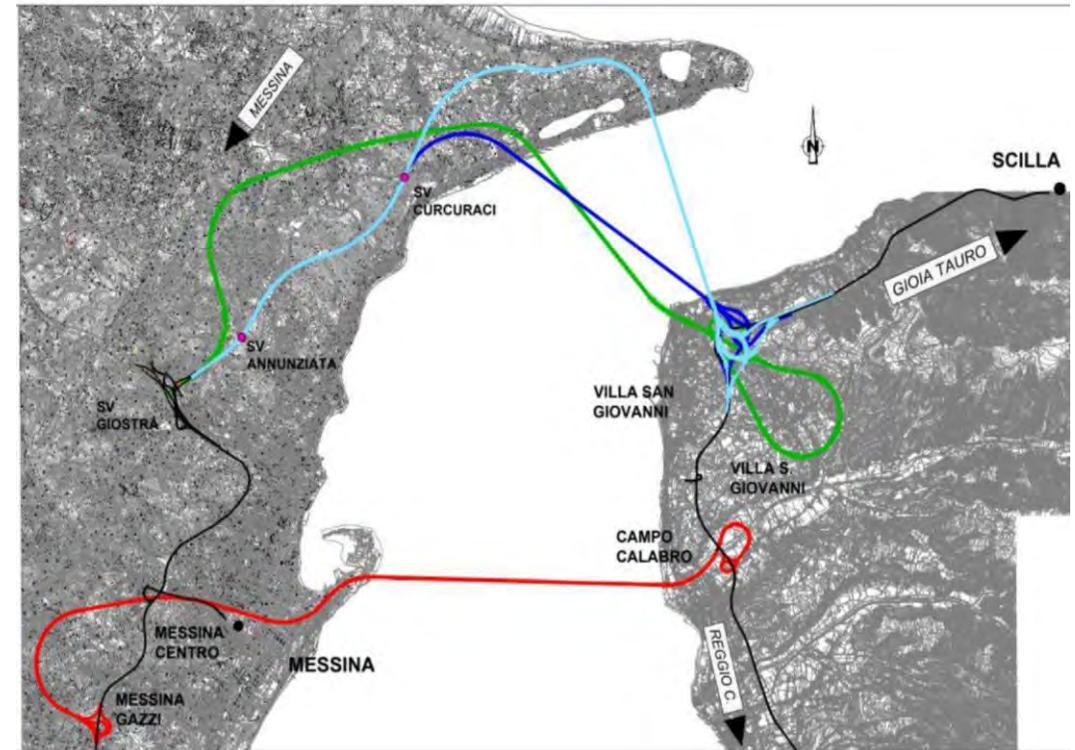


# TRACCIATI PRESI IN CONSIDERAZIONE DAL GDL MINISTERIALE

TRACCIATI FERROVIARI



TRACCIATI AUTOSTRADALI



PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI

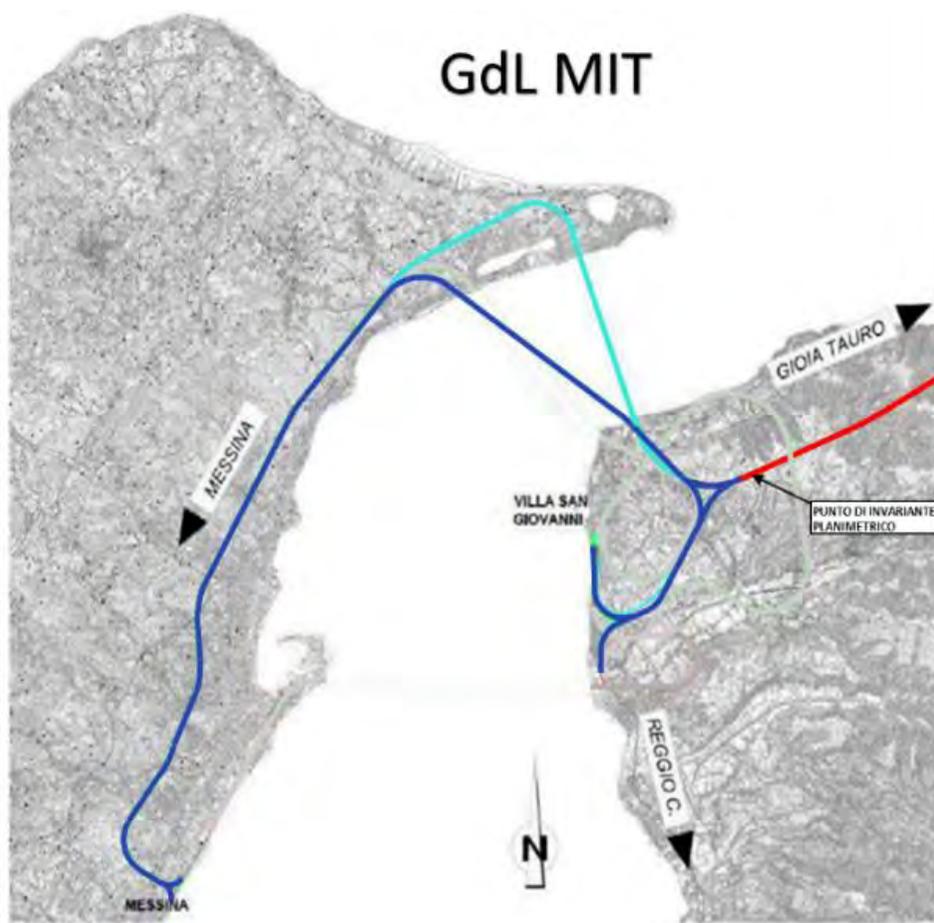
PARTNER

MEDIA PARTNER

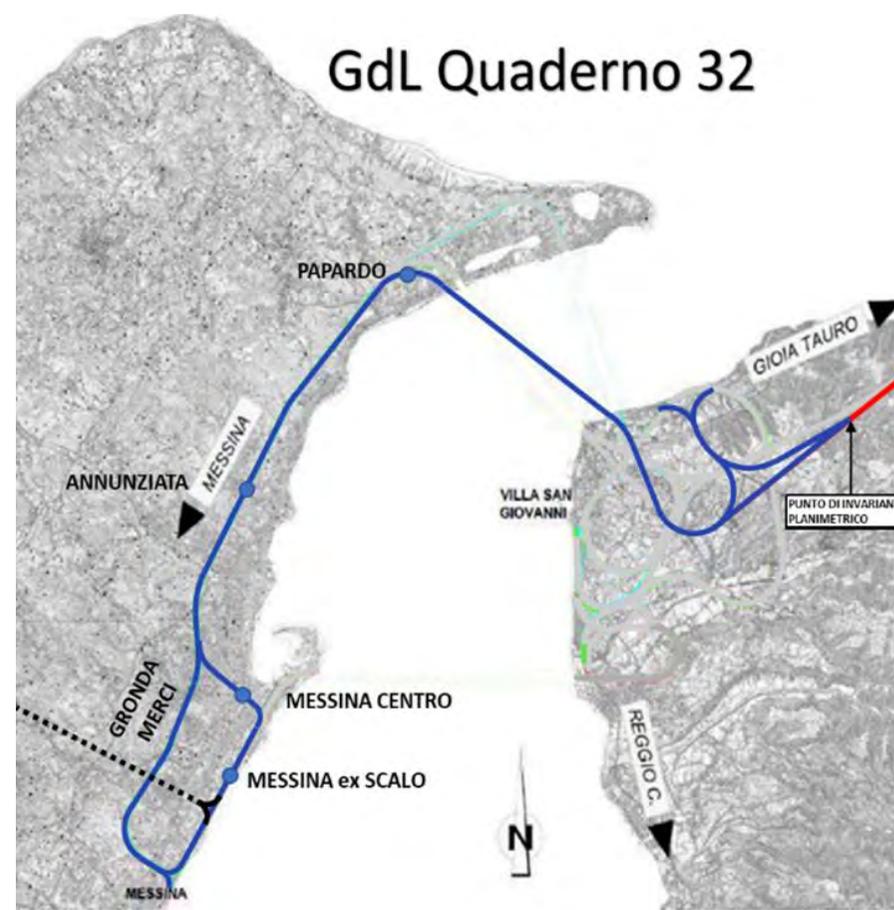
CON LA COLLABORAZIONE DI

PARTNER ISTITUZIONALI

## TRACCIATI FERROVIARI DEL PONTE A UNA E A PIÙ CAMPATE



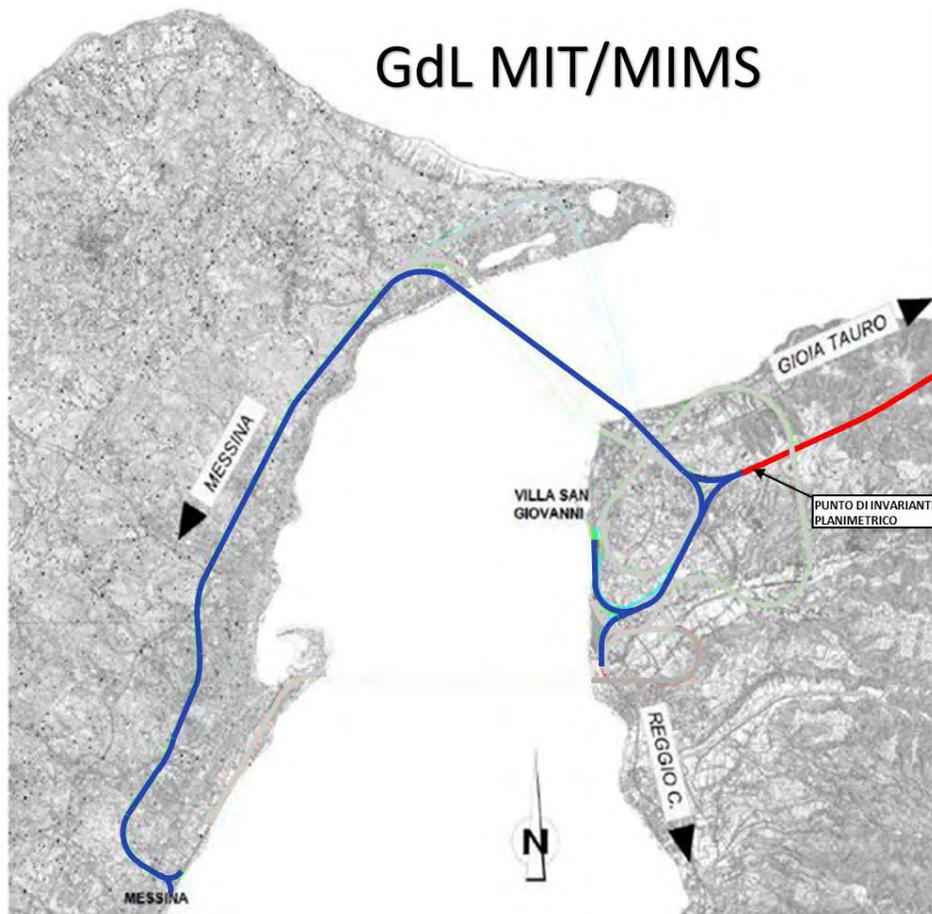
PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI



IPOSTESI DI MODIFICA DEI PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI

## TRACCIATI FERROVIARI DEL PONTE A PIÙ CAMPATE

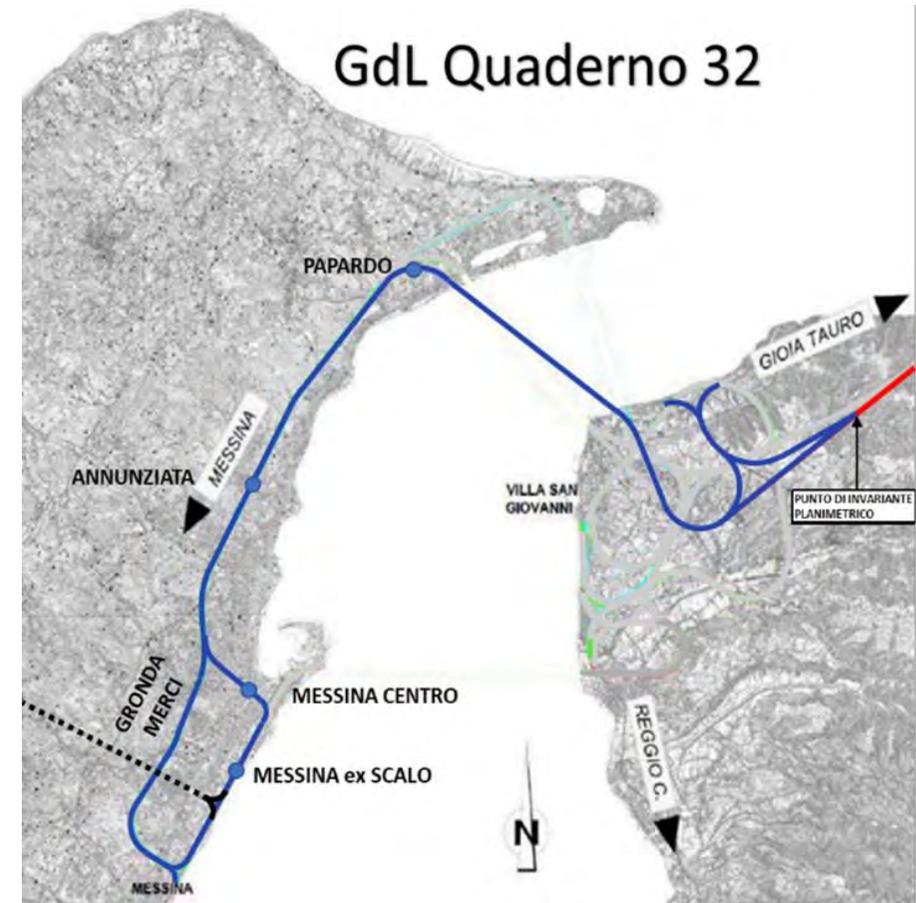
GdL MIT/MIMS



- Bivio ferroviario a Concessa (a Sud di Villa S.G.)
- Da Villa S.G. **NON** passeranno più i treni IR, IC e AV da e per Reggio Calabria, ma solo i Regionali che circoleranno sulla linea storica tirrenica calabra

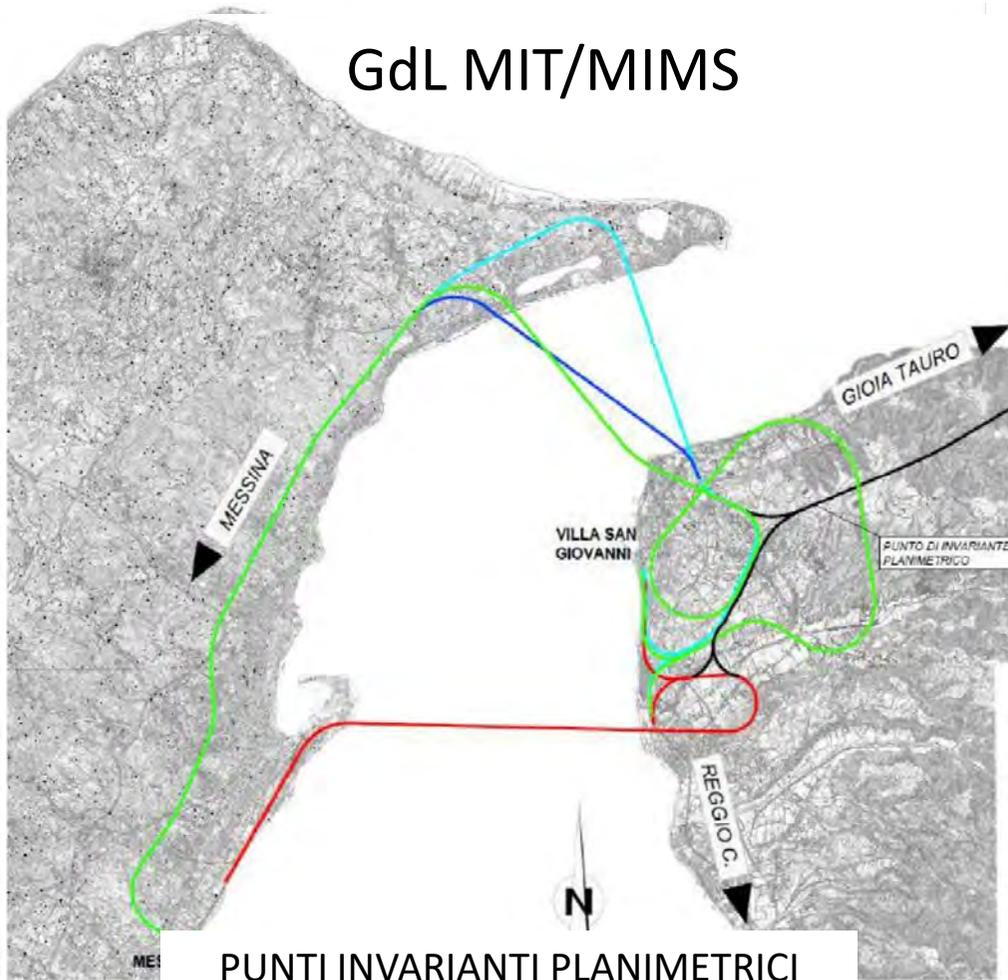
## TRACCIATI FERROVIARI DEL PONTE A PIÙ CAMPATE

- Bivio ferroviario a Cannitello (a Nord di Villa S.G.)
- A Villa S.G. potrebbero continuare a fermarsi tutti i treni da e per Reggio Calabria



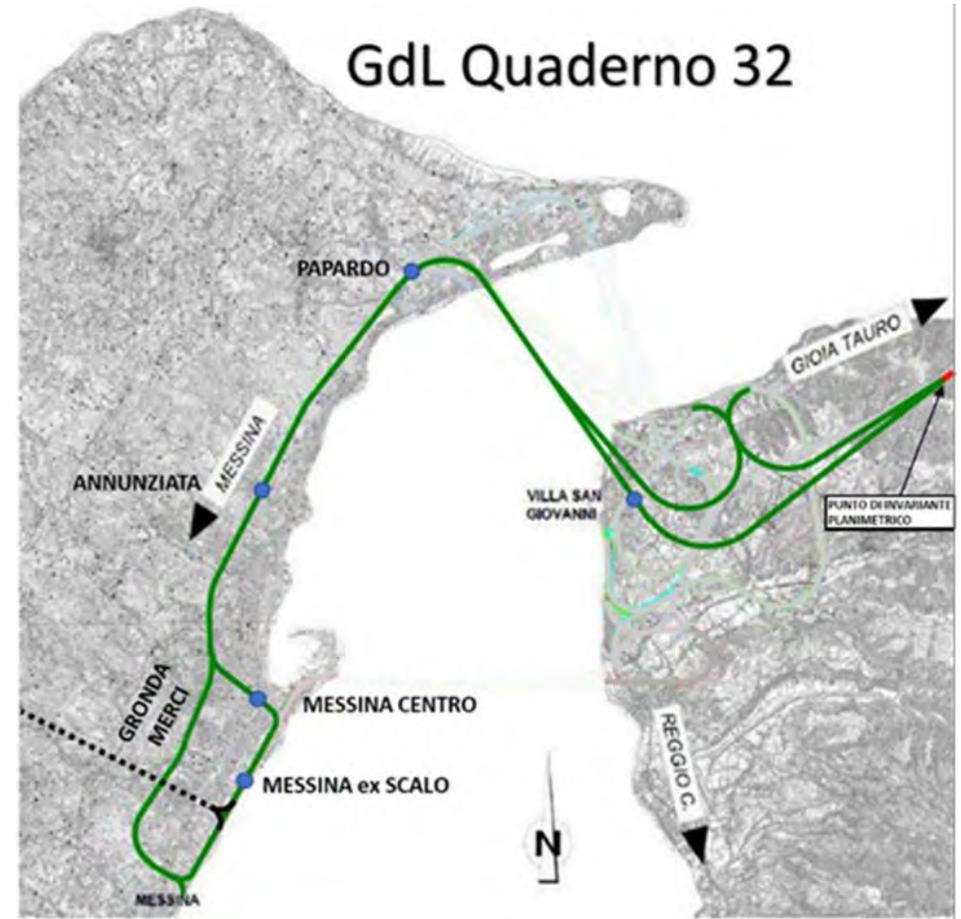
## TRACCIATI FERROVIARI TUNNEL SOTTOMARINO

GdL MIT/MIMS



PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI

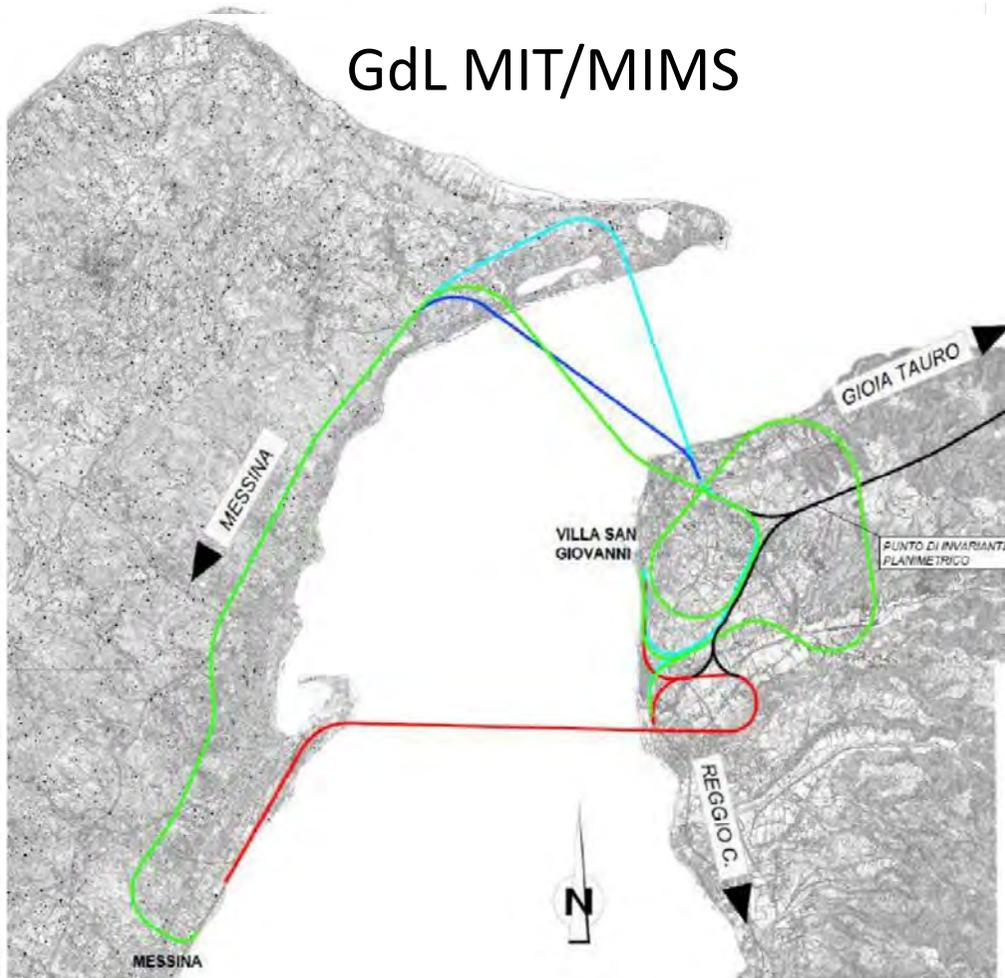
GdL Quaderno 32



IPOSTESI DI MODIFICA DEI PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI

## TRACCIATI FERROVIARI TUNNEL SOTTOMARINO

GdL MIT/MIMS



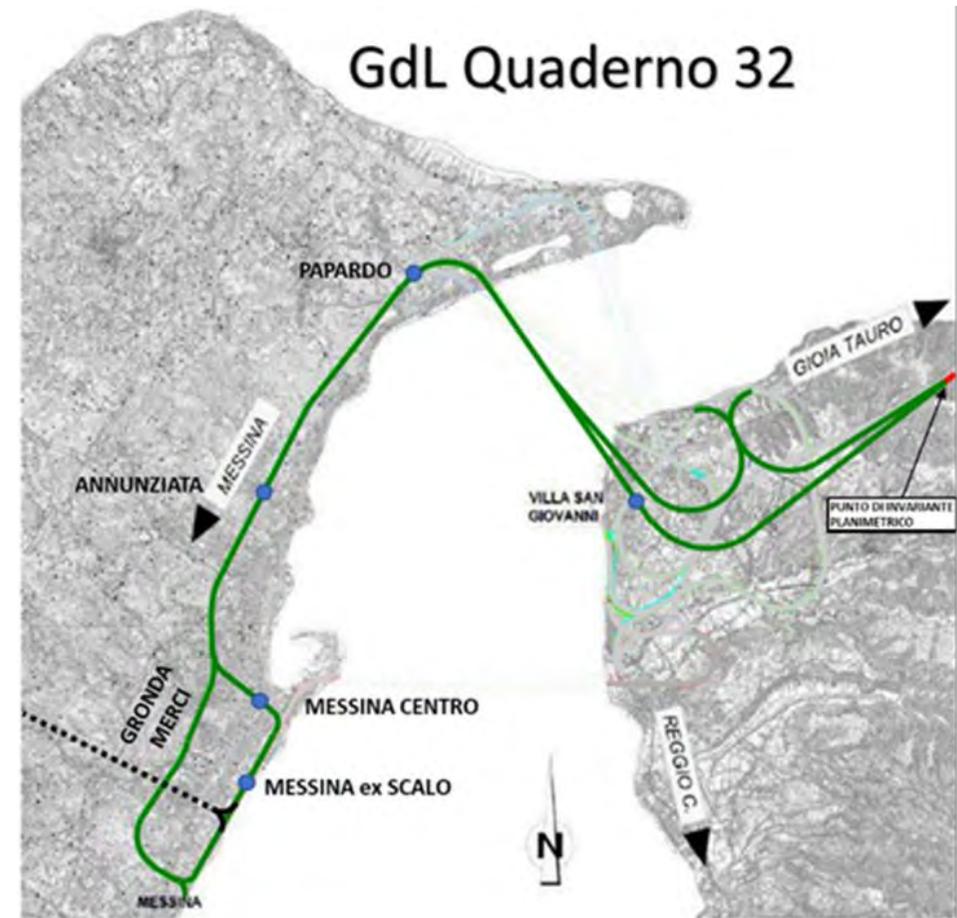
- Bivio ferroviario a Concessa (a Sud di Villa S.G.)
- Villa S.G. stazione di testa per i treni AV, IC e IR da e per la Sicilia verso Nord
- Da Villa S.G. **NON** passeranno i treni da e per Reggio Calabria ad esclusione di quelli che continueranno a circolare sulla linea tirrenica storica

Tracciati ferroviari molto lunghi

## TRACCIATI FERROVIARI TUNNEL SOTTOMARINO

- Bivio ferroviario a Cannitello (a Nord di Villa S.G.) con raccordi a pendenza del 25-30‰ circa adatti per i treni viaggiatori e per i treni merci corti
- A Villa S.G. potrebbero continuare a fermarsi tutti i treni da e per Reggio Calabria

Tracciati ferroviari principali in tunnel di lunghezza comparabile con le soluzioni ponte a una o a più campate, però sempre disponibili indipendentemente dalle condizioni atmosferiche e progettabili nel rispetto delle STI AV / AC

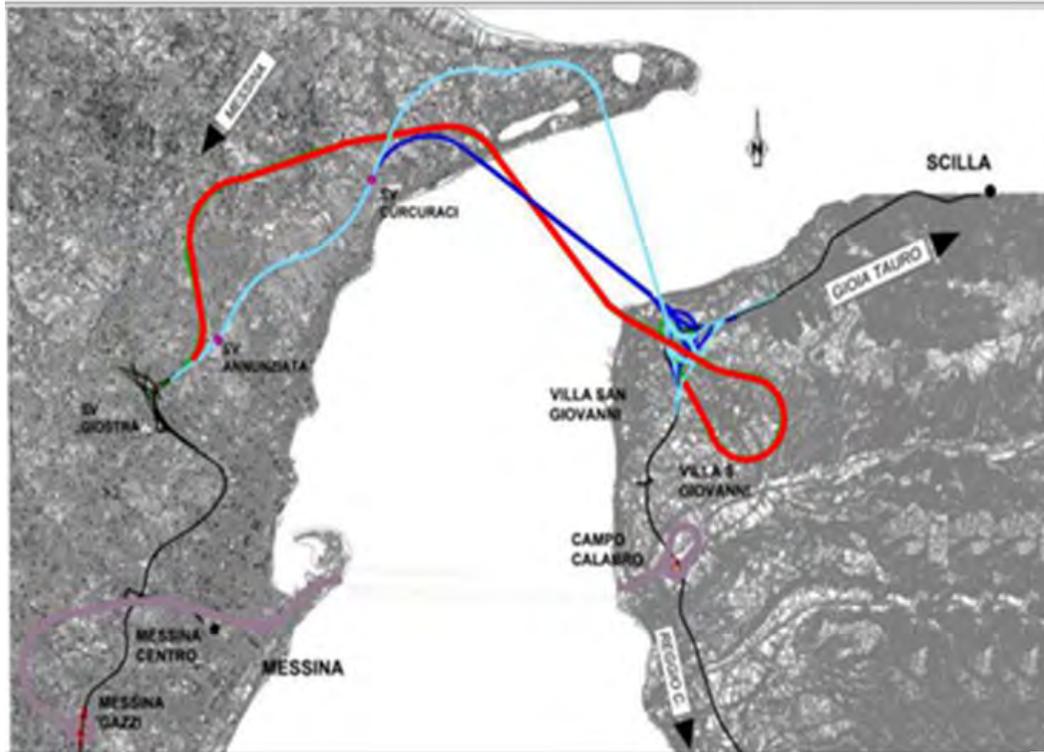


# TRACCIATI AUTOSTRADALI PONTE A UNA (CELESTE) E A PIÙ CAMPATE (BLU) E TUNNEL SOTTOMARINO (ROSSO)

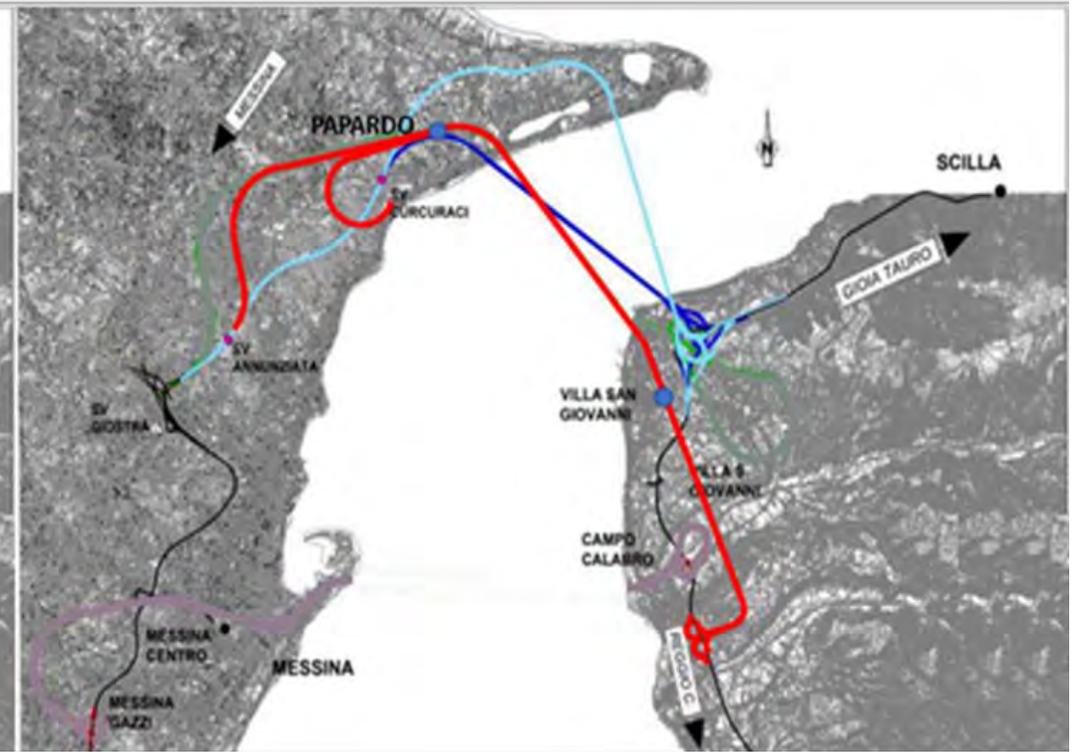
GdL MIT



GdL Quaderno 32



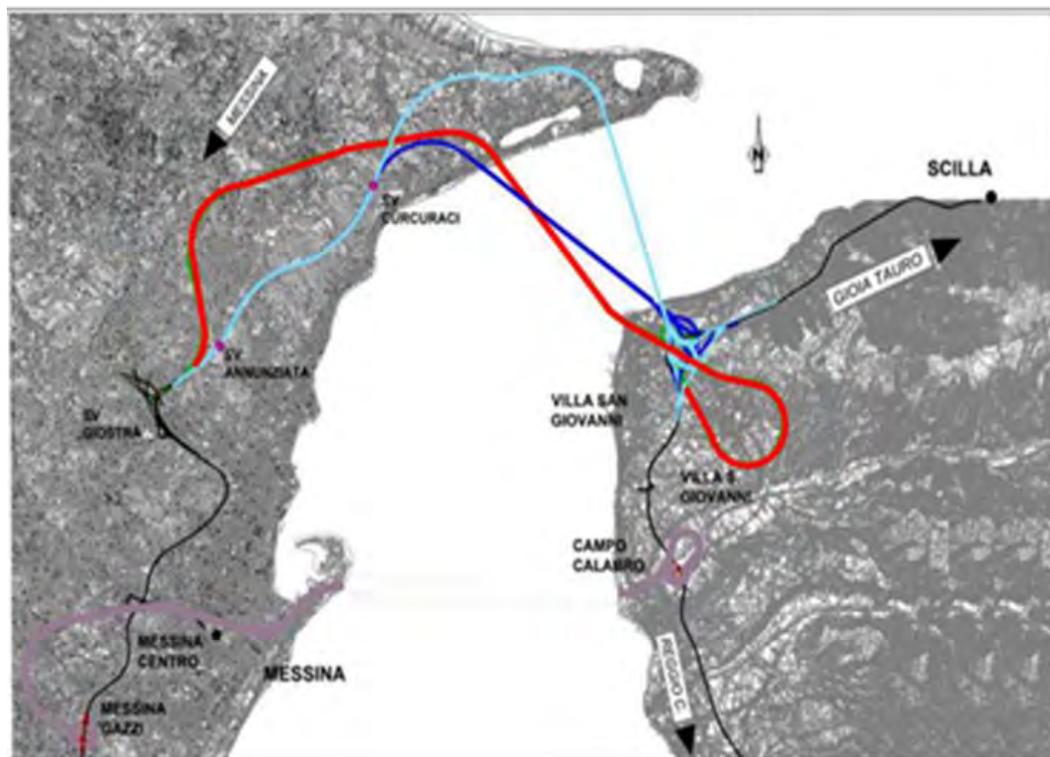
PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI



IPOTESI DI MODIFICA DEI PUNTI INVARIANTI PLANIMETRICI

# TRACCIATI AUTOSTRADALI PONTE A UNA (CELESTE) E A PIÙ CAMPATE (BLU) E TUNNEL SOTTOMARINO (ROSSO)

GdL MIT

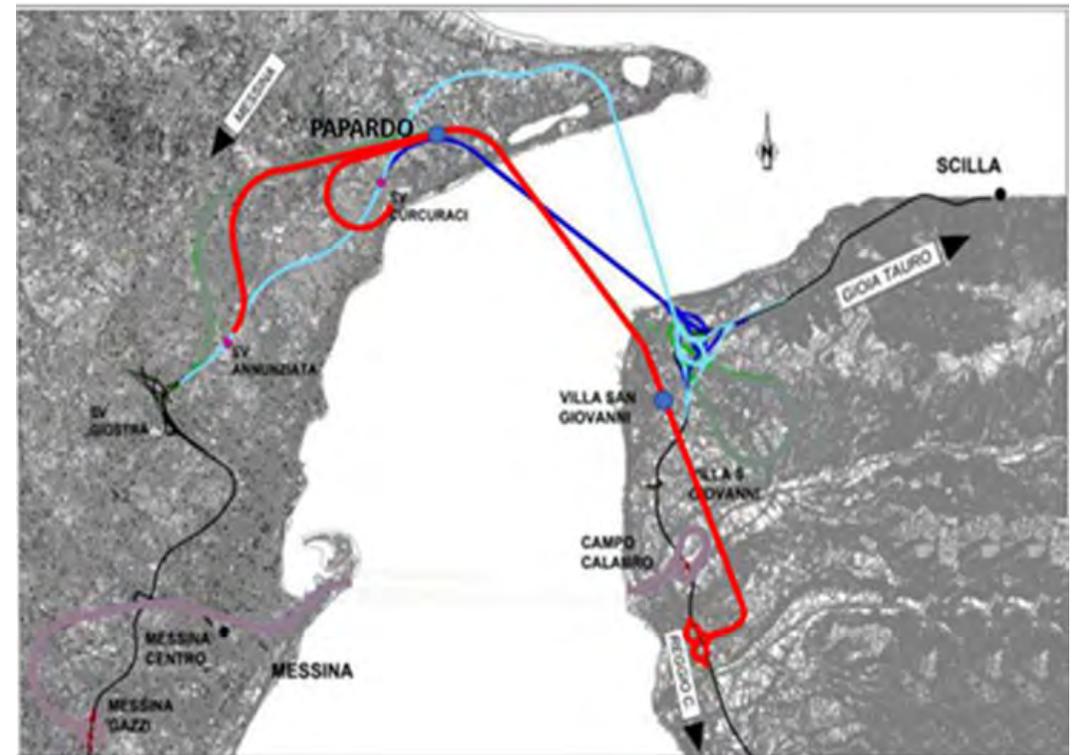


- Tutte le soluzioni si raccordano con le autostrade Siciliane allo svincolo Giostra in Sicilia e allo svincolo Piale (da realizzare) in Calabria
- Il tracciato del tunnel sottomarino esclude lo svincolo Annunziata (Sicilia) ed è inutilmente lungo in quanto lo svincolo Piale si trova a circa 90 m sul livello del mare
- La distanza tra lo svincolo Piale e Reggio Calabria è pari a 16 km

# TRACCIATI AUTOSTRADALI PONTE A UNA (CELESTE) E A PIÙ CAMPATE (BLU) E TUNNEL SOTTOMARINO (ROSSO)

## GdL Quaderno 32

- Tutte le soluzioni ponte (a una o a più campate) si raccordano con le autostrade Siciliane allo svincolo Giostra in Sicilia e allo svincolo Piale (da realizzare) in Calabria
- Il tracciato del tunnel sottomarino comprende lo svincolo Annunziata e Curcuraci e potrebbe essere collegato con le fermate ferroviarie di «emergenza» di Villa S.G. e Papardo, utilizzabili anche normalmente
- Il tracciato del tunnel sottomarino è **più breve** se lo svincolo lato Calabria fosse realizzato a Catona, che si trova a 45 m sul livello del mare
- La distanza tra lo svincolo Catona e Reggio Calabria è pari a 9 km
- Il tunnel stradale sottomarino per lunghezza sarebbe di poco superiore al Ryfylke Tunnel



[https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420\\_Timeco\\_Stretto%20di%20Messina\\_Tunnel\\_Articolo\\_v3\\_SS\\_SENT\\_20201019.pdf](https://tunnelbuilder.it/uploads/CMS/Documents/Week4420_Timeco_Stretto%20di%20Messina_Tunnel_Articolo_v3_SS_SENT_20201019.pdf)

## Il deficit di accessibilità tra la Sicilia e la terraferma

Nella Relazione del GdL ministeriale al paragrafo 1.2.5.

## Il deficit di accessibilità tra la Sicilia e la terraferma

a pagina 40 si può leggere:

*«I maggiori tempi di viaggio sono dovuti non solo alla mancanza di un attraversamento stabile ma anche alle caratteristiche delle linee, in particolare per i limiti di modulo (che impediscono treni lunghi fino a 700 metri) e di tracciato (curve e pendenze) oltre che di sagoma; il superamento di questi limiti necessita quindi non solo dell’attraversamento stabile ma anche di una completa sistemazione a standard europeo della rete.»*

È implicito che anche l’opera di attraversamento, nel rispetto delle Specifiche Tecniche di Interoperabilità Europee (STI), dovrà tra l’altro consentire il passaggio di **treni merci lunghi sino a 750 m e del peso di 2000 tonnellate.**

## Obiettivo: circolazione treni merci lunghi e pesanti

- Sullo **Yavuz Sultan Bridge** (Turchia, **campata principale di 1408m**) circoleranno (non prima del 2028) **treni merci di lunghezza massima 400 m** alla velocità massima di 80km/h.
- Sullo **Tsing Ma Bridge** (Hong Kong, **campata principale di 1377m**) la linea ferroviaria metropolitana è dimensionata anche per il passaggio di **treni merci corti**.
- Sui due nuovi ponti cinesi **Hutong Bridge** e **Wufenshang Bridge**, attivati nel 2020, ambedue con **campata di 1092 m**, circolano treni ad alta velocità sino a 250 km/h e **treni merci pesanti**.

I treni merci lunghi e pesanti circolano solo sui ponti  
con campata inferiore ai 1100 m

## Obiettivo: circolazione treni merci lunghi e pesanti

- Le soluzioni ipotizzate nel Quaderno 32, mutate dai più grandi ponti ferroviari esistenti, non sembrerebbero idonee al passaggio di treni merci lunghi e pesanti se non diminuendo la lunghezza delle campate.
- Si auspica che il Progetto di Fattibilità, che verrà predisposto, sia in grado dimostrare la possibilità di superare i limiti dei più grandi ponti stradali e ferroviari esistenti.
- Esistono invece numerosi esempi di tunnel sottomarini dimensionati per superare queste limitazioni.

Dalla Relazione del GdL-MIT:

*“ ad oggi si dispone di **informazioni geologiche e geotecniche** abbastanza dettagliate - alla scala adeguata all’analisi delle opere di attraversamento - soltanto per la soluzione del progetto definitivo disponibile.....*

*.....per soluzioni di attraversamento aereo diverse da quelle considerate nel progetto definitivo esistente, ovvero per ponti a più campate con pile in alveo, **dovranno essere condotte indagini geofisiche, geologiche, geotecniche, fluidodinamiche.** Si dovranno analizzare le azioni e gli effetti delle correnti marine, la presenza di faglie, frane sottomarine e di tutti i tipi di accumuli di sedimenti sommersi che possono subire deformazioni, spostamenti, rottura, liquefazione dinamica”*

Il ponte a più campate e il tunnel sottomarino dovrebbero essere realizzati nella stessa area, ovvero in corrispondenza della Sella dello Stretto.

Sarebbe logico procedere innanzitutto ad effettuare tali indagini e, solo in conseguenza di queste, valutare le possibili soluzioni. Ovviamente le indagini per il tunnel sottomarino sono molto più lunghe e costose rispetto a quelle dei ponti.

## In sintesi ...

- 1) i grandi ponti ferroviari hanno delle limitazioni e quindi potrebbero non essere compatibili con le STI europee, non altrettanto si può dire per i tunnel sottomarini
- 2) la velocità di percorrenza di un ponte è condizionata da eventi atmosferici imprevedibili, che possono limitarne la fruibilità, contrariamente ad un tunnel che è sempre disponibile ad essere percorso anche ad Alta Velocità, se progettato per tale scopo
- 3) nell’ottica della sostenibilità non è trascurabile il fatto che un ponte richieda interventi di manutenzione frequenti e costosi e che la sua durata di vita normalmente sia inferiore a quella di un tunnel;

## In sintesi ...

- 4) le indagini geofisiche, geologiche, geotecniche finalizzate allo studio di fattibilità di un ponte a più campate risulterebbero più brevi e meno costose di quelle per il tunnel sottomarino;
- 5) i tempi di realizzazione di un ponte sono più brevi rispetto a quelli di un tunnel (però bisogna tenere anche conto che il collegamento stabile proseguirà sia in Sicilia che in Calabria tramite lunghe gallerie, che andranno realizzate comunque per qualsiasi tipologia di attraversamento).

## Possibili soluzioni

- A. la soluzione **ponte stradale e ferroviario** potrebbe soddisfare le STI europee relative ai treni viaggiatori, mentre potrebbe non soddisfare la possibilità di fare circolare i treni merci lunghi e pesanti;
- B. la soluzione **ponte stradale** con molta probabilità sarà in grado di rispettare le normative nazionali ed europee e risultare fattibile nell’area dello stretto di Messina;
- C. la soluzione **tunnel sottomarino ferroviario** potrebbe soddisfare le STI europee e risultare fattibile nell’area dello stretto di Messina (analoga possibilità vale per il **tunnel sottomarino stradale**);

## Le nostre conclusioni

Non sarebbe da escludere la possibilità di realizzare:

- **ponte solo stradale**
- **tunnel ferroviario** per il transito di viaggiatori e merci

Ciò sarebbe auspicabile anche in vista della possibile futura realizzazione del tunnel sottomarino ferroviario tra la Sicilia e la Tunisia per collegare, tra qualche decennio, la rete TEN/T con la rete TMN/T (corridoio Transmagrebino) del Nord Africa. Possibilità importante anche da punto di vista strategico e geopolitico sia per l’Italia, che per l’Europa e per l’Africa.



## Le nostre conclusioni

Si auspica che il Governo italiano disponga, nel modo più giusto, dei più ampi e completi approfondimenti tecnici ingegneristici e logistici per valutare la resilienza e la sostenibilità a vita intera delle soluzioni individuate, mediante **appositi Progetti di Fattibilità** indipendenti sia di **ponti aerei** che di **tunnel sottomarini**.

In collaborazione con:



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI MILANO



Collegio Amministrativo  
Ferroviario Italiano



Le alternative considerate nel Q32 ed il  
nostro contributo alla  
relazione del GdL Ministeriale

**GRAZIE PER L’ATTENZIONE**

11 ottobre 2021

A cura di  
**Giovanni SACCA'**