



*Ministero delle Infrastrutture
e della Mobilità Sostenibili*

***La valutazione di soluzioni
alternative per il sistema di
attraversamento stabile dello
Stretto di Messina***

Relazione del Gruppo di Lavoro

*Struttura Tecnica di Missione
per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle
infrastrutture e l'alta sorveglianza*



*Ministero delle Infrastrutture
e della Mobilità Sostenibili*

*La valutazione di soluzioni
alternative per il sistema di
attraversamento stabile dello
Stretto di Messina*

Relazione del Gruppo di Lavoro

30 aprile 2021



*Struttura Tecnica di Missione
per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle infrastrutture
e l'alta sorveglianza*

Il Gruppo di Lavoro (GdL)

**Istituto
con Determina
del MIMS
n. 2620**

del 27 agosto 2020

Mauro Antonelli – *Capo della Segreteria Tecnica del Ministro del MIMS*

Pietro Baratonò – *Capo Dipartimento per le Infrastrutture, i Sistemi Informativi e Statistici del MIMS*

Tamara Bazzichelli – *Dirigente della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*

Armando Carteni – *Professore di Pianificazione dei Trasporti, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli” ed Esperto di alta consulenza della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*

Ennio Cascetta – *Professore di Pianificazione dei Sistemi di Trasporto, Università degli Studi di Napoli “Federico II”*

Giuseppe Catalano – *Professore di Ingegneria Economico-Gestionale, Sapienza Università di Roma e Coordinatore della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*

Speranzina De Matteo – *Già Capo Dipartimento per i Trasporti, la Navigazione, gli Affari Generali e il Personale del MIMS*

Caterina Di Maio – *Professoressa di Geotecnica, Università degli Studi della Basilicata*

Carlo Doglioni – *Professore di Geodinamica, Sapienza Università di Roma e Presidente Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

Maurizio Gentile – *Già Amministratore Delegato e Direttore Generale di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.*

Aldo Isi – *Amministratore Delegato e Direttore Generale di Italferr S.p.A.*

Gabriele Malavasi – *Professore di Trasporti, Sapienza Università di Roma ed Esperto di alta consulenza della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*

Ferruccio Resta – *Rettore del Politecnico di Milano, Professore di Meccanica Applicata alle Macchine ed Esperto di alta consulenza della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*

Massimo Sessa – *Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

Massimo Simonini – *Amministratore Delegato e Direttore Generale di Anas S.p.A.*


Attilio Toscano – *Professore di Idraulica Agraria e Sistemazioni Idraulico-Forestali, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna ed Esperto di alta consulenza della Struttura Tecnica di Missione del MIMS*





Indice

<i>Premessa</i>	8
1. Il contesto socio-economico e trasportistico	11
2. Il contesto fisico e ambientale	53
3. Il processo decisionale per la scelta delle infrastrutture di trasporto: progetto di fattibilità e dibattito pubblico	77
4. Le audizioni a testimoni privilegiati: le alternative progettuali e il sistema dei collegamenti alle reti stradali e ferroviarie	83
5. Valutazioni preliminari ed approfondimenti necessari per i sistemi di attraversamento stabile dello Stretto di Messina	91
<i>Conclusioni</i>	146



Le realizzazioni in corso di importanti collegamenti stradali e ferroviari nel Mezzogiorno, le scelte amministrative del Governo italiano negli anni scorsi sulla soluzione del ponte sospeso a campata unica per l'attraversamento stabile dello stretto di Messina, le modifiche normative in materia di progettazione e dibattito pubblico per le grandi infrastrutture, le modifiche regolamentari in materia di viadotti e gallerie, le mutate sensibilità ambientali e, infine, gli sviluppi tecnologici e le realizzazioni di opere similari in tutto il mondo in questi anni, rendono attuale la **rivalutazione della necessità e fattibilità di un collegamento stabile sullo Stretto di Messina, attraverso un percorso di confronto condiviso tra le diverse soluzioni oggi possibili, alternative al tradizionale collegamento dinamico.**

A partire da queste premesse e con riferimento alla lettera del Capo di Gabinetto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti del 27 agosto 2020, in cui si comunica che, in relazione alle proposte progettuali pervenute a questo Ministero sulle possibilità di attraversamento stabile dello Stretto di Messina, **appare necessario analizzare, partendo dalla definizione di una corretta metodologia, le diverse alternative sotto il profilo tecnico, nonché l'impatto ambientale ed urbanistico**, con particolare attenzione agli aspetti economici e finanziari degli interventi, **si è ritenuto utile che la Struttura Tecnica di Missione (STM) costituisca un gruppo di lavoro composto da professionalità di alto profilo tecnico-istituzionale, al fine di fornire gli elementi per le valutazioni a supporto delle decisioni politiche.**

Il Gruppo di Lavoro (GdL), istituito dalla STM il 27 agosto 2020 ed insediato il 2 settembre 2020 con Determina n. 2620, sulla base degli indirizzi del Ministro, si è proposto di definire i contenuti del lavoro di confronto fra soluzioni alternative del sistema complessivo di attraversamento dello Stretto di Messina, intendendo i raccordi terrestri e l'opera di attraversamento dello Stretto propriamente detto integrati nel sistema di attraversamento, da sottoporre a dibattito pubblico, anche con riferimento alla contestualizzazione del quadro economico e infrastrutturale delle Regioni del Mezzogiorno nel collegamento tra la Sicilia e l'Europa.

Il metodo di lavoro adottato si è basato sulle seguenti attività che hanno permesso di giungere alle conclusioni sintetizzate in questo documento:

1. **un'analisi socio-economica dell'area dello Stretto di Messina** al fine di definire il contesto di riferimento;
2. **un'analisi trasportistica in termini di domanda di mobilità, servizi di trasporto ed accessibilità**, al fine di valutare le esigenze trasportistiche di un collegamento stabile per lo Stretto di Messina;
3. **la definizione del processo decisionale per la selezione dei progetti nel settore dei trasporti**, in termini di analisi del quadro normativo in materia di progettazione di fattibilità e dibattito pubblico;
4. **un'analisi di benchmark internazionale sui collegamenti stabili delle grandi isole e le aree continentali**;
5. **un'analisi documentale con riferimento alla storia dei progetti** per l'attraversamento stabile dello Stretto, lo stato della programmazione internazionale e nazionale di settore e l'evoluzione delle normative nazionali ed europee sulla progettazione delle gallerie, dei ponti e dei viadotti;
6. **lo svolgimento di specifiche audizioni di testimoni selezionati** per i loro diversi orientamenti riferiti alle diverse possibili alternative progettuali.





1. Il contesto socio-economico e trasportistico

L'analisi socio e macro-economica

**Interscambio Sicilia-continente:
servizi di trasporto e livelli di
accessibilità**

**Lo stato della programmazione
infrastrutturale di interesse**



1.1. L'analisi socio e macro-economica



1.1.1. Il contesto macroeconomico

Lo Stretto di Messina segna il confine tra la Regione Siciliana e la Calabria, due regioni collocate all'estremo sud della penisola italiana: sono tra i territori comunitari maggiormente distanti dal baricentro, demografico ed economico, dell'Unione Europea. Per motivi storici e per la loro collocazione geografica, entrambe le regioni sono caratterizzate da livelli di sviluppo inferiori alla media europea e sono comprese tra quelle identificate come "meno sviluppate" (con un PIL pro capite inferiore al 75% della media comunitaria).

Si richiamano di seguito alcuni dati macroeconomici per documentare la situazione di svantaggio sociale ed economico di questi territori e quindi la necessità di continuare l'azione di rafforzamento infrastrutturale finalizzata a contrastare la tendenza degli ultimi anni che, anziché ridurre, sta aumentando la disuguaglianza con il resto d'Italia e d'Europa.

1.1.1.1. La marginalità geografica

La Sicilia è una regione marginale, nel senso etimologico del termine, innanzitutto per motivi geografici: questo dato, pure evidente, viene spesso sottovalutato.

Un dato oggettivo può darne la misura (Tabella 1):

- nel raggio di 1.200 chilometri da Milano abitano 114 milioni di persone; nello stesso raggio da Messina (la località della Sicilia più vicina al continente) abitano 25 milioni: il 22,7 %;
- sempre nel raggio di 1.200 chilometri da Milano esiste un territorio in grado di produrre 24,7 miliardi di euro di PIL; nel territorio identificato dallo stesso raggio da Messina, il PIL prodotto è di 2,1 miliardi di euro: solo l'8,7 % del primo;
- anche utilizzando altre distanze, il rapporto di svantaggio non muta in modo significativo.

Tabella 1: Popolazione delle regioni europee raggiungibili con viaggi di diversa lunghezza (anno 2018)

Raggio di Km	Milano	Bologna	Roma	Messina
0-400	21.822.955	20.872.844	11.538.003	4.198.123
0-800	52.100.350	48.505.585	31.048.989	14.113.489
0-1200	114.208.132	108.162.202	58.100.707	25.896.096

Fonte: elaborazione su dati Eurostat.

Tabella 2: PIL delle regioni europee raggiungibili con viaggi di diversa lunghezza (migliaia di euro anno 2018)

Distanza Km	Milano	Bologna	Roma	Messina
0-400	2.603.700	2.227.000	958.600	314.000
0-800	13.733.600	10.034.800	2.995.100	819.100
0-1200	24.720.800	21.335.100	11.510.400	2.159.800

Fonte: elaborazione su dati Eurostat.

Un'impresa produttiva localizzata a Milano ha al suo intorno un mercato potenziale con un valore che è 11,5 volte quello della sua omologa localizzata a Messina: questo è un dato geografico strutturale, che non è destinato a cambiare in modo significativo, almeno fino al pieno sviluppo socioeconomico della sponda sud del Mediterraneo

La distanza geografica è amplificata dalla qualità dei collegamenti, che comportano, a parità di distanza percorsa, costi e tempi di viaggio maggiori rispetto a quelli che si devono affrontare nell'Italia Centro Settentrionale

Stretto di Messina

1.1.1.2. L'andamento demografico

Le due regioni direttamente interessate da una infrastruttura per l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina sono la Calabria e la Sicilia: entrambe sono caratterizzate da un trend negativo della popolazione presente (Figura 1).

In particolare, le due regioni ospitano l'11,4% della popolazione italiana, circa un terzo di quella del Mezzogiorno e segnano una variazione relativa negativa, sia rispetto al Centro Nord (-9,8%) sia rispetto allo stesso Mezzogiorno (-1,2%).

Questa tendenza negativa caratterizza anche le due città direttamente coinvolte: negli ultimi cinque anni, la popolazione anagrafica residente è diminuita del 5,1% a Messina e del 3,3% a Reggio Calabria. Il saldo del movimento migratorio è principalmente indirizzato verso le altre regioni italiane, anche se rimane significativo il flusso di emigrazione verso l'estero.

Figura 1: Popolazione totale e variazione della popolazione, 2019 e 2018

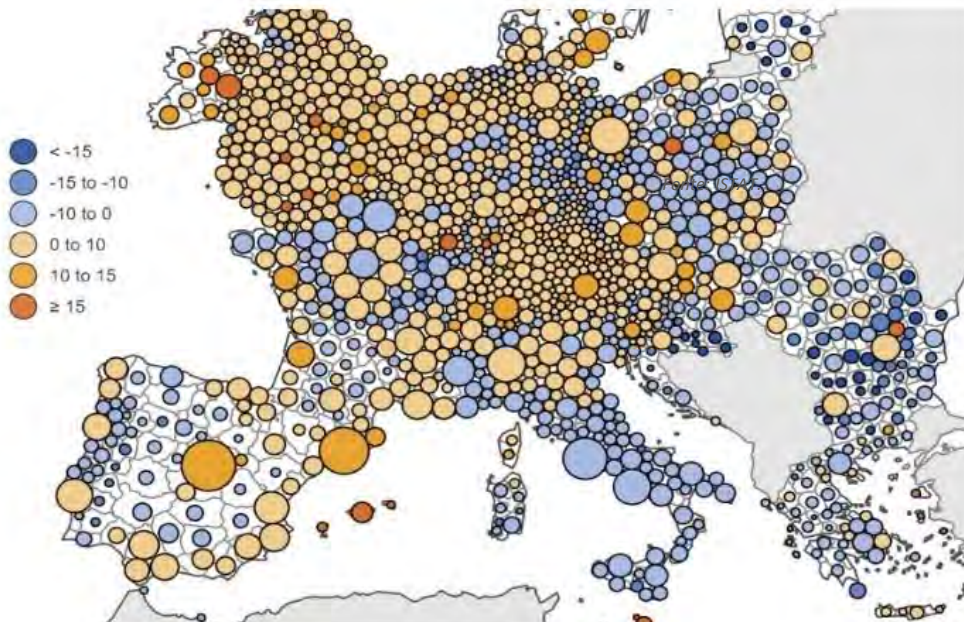


Tabella 3: Calabria e Sicilia: incidenza e variazione della popolazione residente (2019-2000)

Incidenza su Italia	Incidenza su Mezzogiorno	Variazione relativa	
		Vs. Centro Nord	Vs. Mezzogiorno
11,4%	33,7%	-9,8%	-1,2%

Tabella 4: Movimento migratorio (2018)

	Con il resto di Italia		Con l'estero		Totale
	Calabria	Sicilia	Calabria	Sicilia	
Emigrati/Immigrati	22.785	58.272	3.305	4.766	89.128
Saldo mov. Migr.	m-7.485	-27.932	-1.591	-3.579	-40.587

Fonte: elaborazione su dati SVIMEZ.

1.1.1.3. L'andamento dell'occupazione

Sotto il profilo occupazionale (Tabella 5), le due regioni direttamente interessate presentano un trend negativo, sia rispetto al Centro Nord (-11,7%) sia rispetto allo stesso Mezzogiorno (-1,4%).

È sulla fascia giovanile (15-24 anni) che il dato mostra tutta la sua gravità, risultando oltre quattro volte più alto di quello registrato nel Centro Nord e notevolmente superiore a quello del Mezzogiorno.

Tabella 5: Calabria e Sicilia: variazione degli occupati (2019-2000)

Settori	Occupati (migliaia)	Variazione relativa	
		Vs. Centro Nord	Vs. Mezzogiorno
Agricoltura	226	19,9%	13,4%
Industria in senso stretto	172	-10,1%	0,7%
Costruzioni	126	-33,9%	-15,8%
Servizi	1.637	-14,4%	-3,2%
Totale	2.162	-11,7%	-1,4%

Fonte: elaborazione su dati SVIMEZ.

Tabella 6: Calabria e Sicilia: disoccupazione ed occupazione (anno 2019)

	Centro Nord =100	Mezzogiorno =100
Tasso di disoccupazione, totale	328,8	117,7
Tasso di disoccupazione (15-24 anni)	411,9	122,5
Tasso di occupazione (15-64 anni), totale	71,5	93,6

Fonte: elaborazione su dati SVIMEZ.

Particolarmente grave è il settore delle costruzioni che ha fatto registrare una contrazione relativa del 15,8% rispetto allo stesso Mezzogiorno.

Per contro, la debolezza del sistema produttivo ha una pesante ripercussione sui tassi di disoccupazione. Il tasso di disoccupazione complessivo (Tabella 6) è superiore a quello del Centro Nord di oltre tre volte (328 fatto 100 il dato del Centro Nord) ed è anche superiore del 17% rispetto a quello del Mezzogiorno.

1.1.1.4. L'andamento del prodotto interno lordo

Il prodotto interno lordo realizzato nelle due regioni segna, negli ultimi vent'anni, una importante riduzione (Tabella 7), che supera quella fatta registrare dal numero degli occupati: la riduzione delle attività economiche non è avvenuta per selezione, eliminando le produzioni più deboli, ma per indebolimento complessivo del tessuto produttivo, diminuendo la produttività.

Tabella 7: Calabria e Sicilia: incidenza e variazione del prodotto interno lordo (2019-2000)

Incidenza su Italia	Incidenza su Mezzogiorno	Variazione relativa	
		Vs. Centro Nord	Vs. Mezzogiorno
6,8%	31,0%	-15,3%	-2,7%

Fonte: elaborazione su dati SVIMEZ.

Questa debolezza è documentata in modo drammatico dal valore del prodotto interno lordo pro capite, che per semplicità di confronto, è presentato in relazione al Centro Nord e al Mezzogiorno (Tabella 8).

Le due regioni esprimono un prodotto interno lordo che è metà di quello del Centro Nord e pari al 92,1% di quello del Mezzogiorno.

Tabella 8: Calabria e Sicilia: prodotto interno lordo pro-capite (anno 2019)

Centro Nord =100	Mezzogiorno =100
50,5	92,1

Fonte: elaborazione su dati SVIMEZ.

Le due regioni considerate, pur ospitando l'11,4% della popolazione, contribuiscono al prodotto interno lordo nazionale solo per il 6,8%. Questa situazione di debolezza della struttura produttiva si è aggravata nel corso degli ultimi venti anni: la variazione relativa rispetto al Centro Nord è stata del meno 15,3% e, dato ancora più negativo, è stata del meno 2,7% rispetto allo stesso Mezzogiorno.

1.1.1.5. La situazione economica delle famiglie

La situazione economica delle famiglie, così come rilevata dall'ISTAT nel 2019 conferma le difficoltà in cui versano le regioni direttamente interessate dal collegamento stabile attraverso lo Stretto di Messina: la percentuale di famiglie con risorse "assolutamente insufficienti" nelle due regioni (Tabella 9) è ampiamente più alta rispetto al Centro Nord e, ancora una volta, superiore all'interno Mezzogiorno.

Tabella 9: Calabria e Sicilia: situazione economica delle famiglie (anno 2019)

	famiglie per valutazione delle risorse economiche negli ultimi 12 mesi			
	ottime	adeguate	scarse	assolutamente insufficienti
Nord	1,4	66,4	29,1	2,8
Centro	2,0	63,2	30,6	4,0
Mezzogiorno	1,3	59,1	34,3	5,2
Calabria	1,8	56,4	35,6	6,0
Sicilia	1,1	55,4	37,5	5,7

Fonte: ISTAT (anno 2019).

1.1.1.6. Alcune considerazioni conclusive

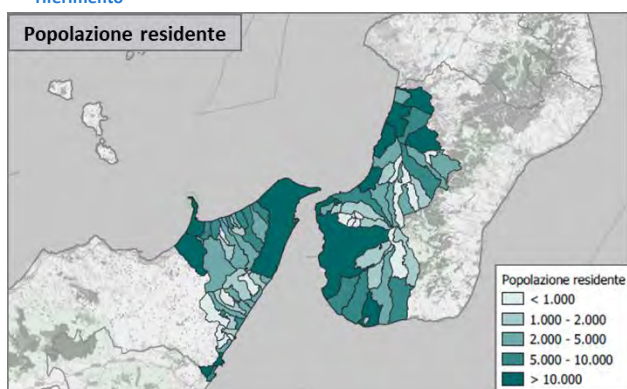
I sommari dati statistici presentati mostrano con assoluta evidenza che le due regioni direttamente interessate dalla costruzione di un attraversamento stabile dello Stretto di Messina sono in condizioni di assoluto svantaggio, non solo rispetto alla parte più sviluppata d'Italia ma anche rispetto al Mezzogiorno preso nel suo insieme. Tutti gli indicatori dinamici mostrano che questa situazione di svantaggio non si sta colmando ma, anzi, continua a crescere, accentuando gli squilibri territoriali e le disparità sociali.

Le due regioni interessate sono in condizioni di assoluto svantaggio, non solo rispetto alla parte più sviluppata d'Italia ma anche rispetto al Mezzogiorno preso nel suo insieme. Questo divario non si sta colmando ma, anzi, continua a crescere, accentuando gli squilibri territoriali e le disparità sociali

1.1.2. L'analisi socio-economica dell'area dello Stretto di Messina

L'area dello Stretto identificata, in prima battuta, delle due province di Messina e Reggio Calabria registra, secondo i dati dell'ultimo censimento, una popolazione pari a circa un 1.200.000 abitanti. Tale popolazione risulta equamente distribuita tra le due province (Figura 2).

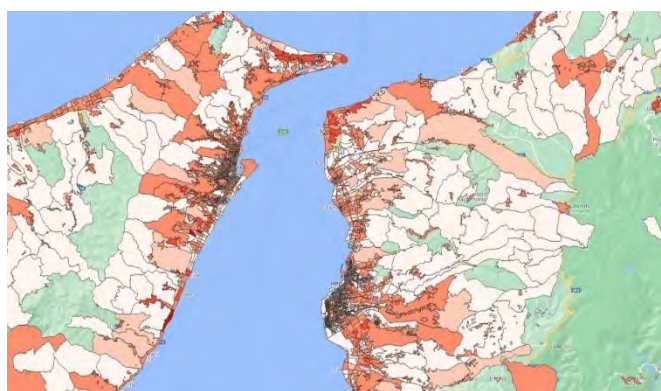
Figura 2: La popolazione residente nei comuni dell'ambito geografico di riferimento



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT, 2020.

La Figura 3, costruita sulla base delle sezioni censuarie ISTAT, mostra le zone più densamente popolate. In generale si constata la presenza di diversi sistemi urbani rappresentati, in Sicilia, oltre che da Messina, dall'area di Milazzo- Barcellona sulla costa tirrenica e dall'area di Taormina - Giardini Naxos sulla costa jonica; in Calabria, al sistema urbano reggino, comprendente anche Villa San Giovanni si aggiunge l'area che da Bagnara Calabra lungo la costa tirrenica giunge sino a Gioia Tauro, l'area interna di Polistena, Taurianova, Delianuova e Oppido Mamertina e, sulla costa jonica, Locri, Siderno e Monasterace. Risulta altrettanto evidente come le aree più popolate tra quelle che si affacciano sullo stretto sono rappresentate dai nuclei storici di Messina e Reggio Calabria.

Figura 3: Concentrazione della popolazione residente



Fonte: elaborazione su dati ISTAT.

Volendo delimitare il bacino territoriale di riferimento secondo un'accezione più restrittiva rispetto a quella dei confini provinciali occorre osservare che il tema dell'area metropolitana dello Stretto è stato molto dibattuto nel corso degli anni. Dai primi anni di dibattito in cui era diffusa l'idea di un'area ristretta comprendente Messina, come polo urbano centrale, Villa San Giovanni e Reggio Calabria, il concetto di area metropolitana dello Stretto si è modificato insieme con la conformazione urbanistica delle aree. Recentemente si è affermata l'esigenza di una nuova definizione di area metropolitana integrata alla luce delle nuove forme di urbanizzazione diffusa che caratterizzano le due sponde¹. Secondo questa visione confermata nel Quadro Territoriale Regionale della Calabria nel 2010, il sistema urbano reggino si estende da Melito di Porto Salvo sul versante jonico a Bagnara Calabra nella costa tirrenica per un numero totale di circa 270.000 abitanti. Sulla sponda siciliana, la perimetrazione dell'area metropolitana messinese, definita dalla Regione Sicilia nel 1995, comprende 51 comuni estendendosi territorialmente dall'area di Milazzo e dall'antistante arcipelago delle Eolie al sistema urbano-turistico di Taormina per un totale di circa 480.000 abitanti.

¹Lo stretto in lungo e in largo, Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, 2016

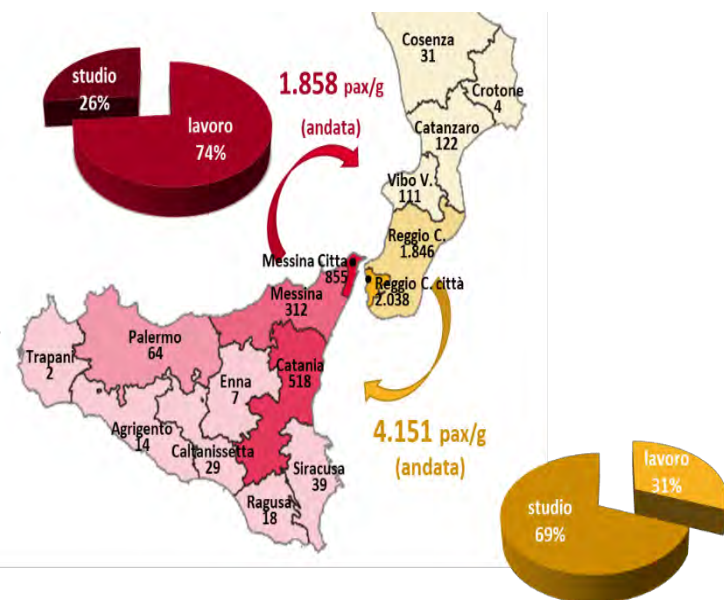
L'Area metropolitana integrata dello Stretto così intesa risulterebbe avere una dimensione significativa di circa 800 mila abitanti con una core area (Reggio – Messina – Villa S. Giovanni) di 437.500 abitanti, al pari di altre aree metropolitane di livello europeo. L'analisi della distribuzione spaziale della popolazione residente mostra inoltre come il "baricentro" si colloca notevolmente più a sud rispetto al punto di minima distanza tra Sicilia e continente, punto che si colloca all'estremità nord dell'isola: è un aspetto che deve essere tenuto in considerazione nelle analisi sulle esigenze di mobilità, soprattutto per quelle locali e di media distanza.

L'Area Metropolitana integrata dello Stretto risulterebbe avere una dimensione significativa di circa 800 mila abitanti con una core area al pari di altre aree metropolitane di livello europeo

Le relazioni fra le due sponde dell'area metropolitana dello stretto possono essere meglio comprese analizzando la domanda di mobilità, in larga parte rappresentata dai residenti dei Comuni prospicienti lo Stretto. Per questi territori, le scelte tecnologiche e localizzative di tracciato per l'attraversamento stabile avranno un maggiore impatto sia in fase di realizzazione, sia in termini di occupazione del suolo a regime, sia sulle abitudini di mobilità che ne deriveranno (es. diversione modale, domanda generata) per i cittadini ed in particolare per i "pendolari" che si spostano da una sponda all'altra. I dati ISTAT sul pendolarismo, anche se un po' datati riferendosi al 15° Censimento della popolazione (2011), forniscono una visione di massima sui flussi di corto raggio

di attraversamento dello Stretto. Questa componente sistematica, si stima copra oltre il 30% dei circa 11 milioni di passeggeri/anno che attraversano lo Stretto di Messina includendo anche gli spostamenti di più medio/lungo raggio e quelli locali non-sistematici. Complessivamente l'ISTAT stima che la domanda di mobilità giornaliera tra le due regioni supera i 6 mila spostamenti di andata per studio e lavoro. Da un'analisi delle origini di questi spostamenti (Figura 4) si osserva una prevalenza spostamenti dalla regione Calabria verso la regione Sicilia (4.151 spostamenti/giorno) per motivo prevalente studio (69%). Al contrario gli spostamenti/giorno originati dalla regione Sicilia risultano 1.858 e riguardano per il 74% il motivo lavoro. Le province maggiormente interessate sono Messina (1.167 spostamenti/giorno, comprensivi degli spostamenti generati dalla città capoluogo) e Reggio Calabria (3.884 spostamenti/giorno).

Figura 4: Spostamenti medi di pendolari tra Sicilia e continente (2011)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT - 15° Censimento della popolazione (2011).

Per approfondire le dinamiche di mobilità di corto raggio ci si è riferiti ad un ambito sub-regionale, ed in particolare ai Comuni più direttamente interessati ad un collegamento stabile per gli spostamenti locali tra Sicilia e Calabria. Per fare questo ci si è riferiti ai Comuni entro 30 minuti in auto (in condizioni di deflusso libero) da Messina, Reggio Calabria e Villa San Giovanni. L'analisi degli spostamenti sistematici di attraversamento dello Stretto mostra, per questi Comuni, una domanda di mobilità di circa 4.500 spostamenti pendolari di andata al giorno (Figura 5); di questi gli spostamenti sistematici tra Messina, Villa S. Giovanni e Reggio Calabria rappresentano oltre il 90% del totale degli spostamenti sistematici totali di attraverso dello Stretto. I principali poli attrattori della mobilità sono posizionati lungo la costa (Figura 6), dove sono anche ubicati i centri cittadini, e nelle aree vicine alle infrastrutture di trasporto (come, ad esempio, il porto di Messina), con una

Figura 6: Principali poli attrattori all'ambito geografico di riferimento (2020)

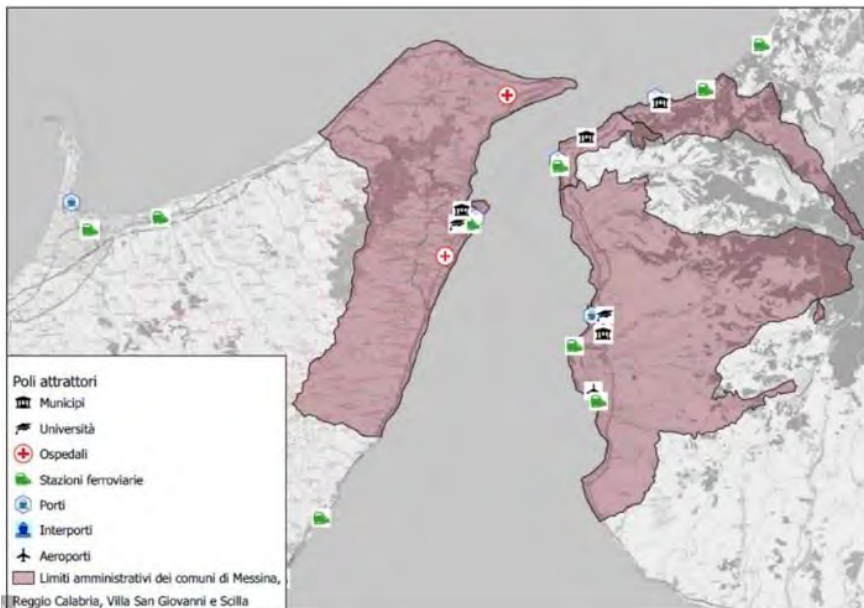
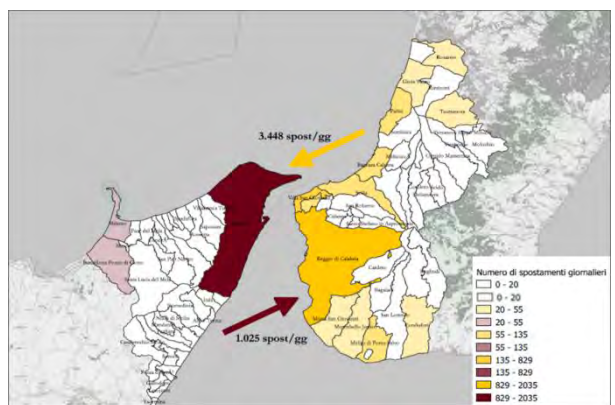


Figura 5: Spostamenti medi di pendolari tra Sicilia e continente (2011)



maggiore dispersione delle localizzazioni in Calabria, interessando sia l'area limitrofa al comune di Reggio Calabria che l'area interna di Taurianova, Delianuova e Oppido Mamertina. Anche relativamente alle sezioni censuarie viene confermata una forte concentrazione della popolazione e delle attività in pochi distretti, in particolare costieri, con territori circostanti scarsamente abitati. Il centro della città di Messina e la zona più a sud

sono aree dove si concentra la prevalenza dei poli attrattori/generatori. Nell'area nord è presente un polo di attrazione in località Papardo. Tale distribuzione è anche motivata dalla caratterizzazione dell'assetto economico che vede il "terziario" come settore trainante dell'economia della città, con un'elevata concentrazione di uffici e attività commerciali sia nel centro cittadino che nell'area subito a sud.

Lato Calabria, la città di Reggio Calabria costituisce il principale polo attrattore per i motivi di studio e lavoro: nella città sono concentrati tutti i servizi di carattere territoriale, come l'Università, il Conservatorio, l'Accademia di Belle Arti e l'Università per Stranieri, i poli ospedalieri, gli uffici della Regione e della Provincia, l'aeroporto, il porto, gli impianti sportivi; sono inoltre presenti siti di valenza storica e archeologica, tra cui il Museo Nazionale della Magna Grecia.

Nel Comune di Reggio Calabria i principali poli attrattori della mobilità sono localizzati inoltre nella parte centrale della città, incluse le sedi di molte facoltà universitarie, mentre la Cittadella universitaria è posizionata nella parte nord. La concentrazione dei poli di attrazione diminuisce in maniera graduale sia verso la zona nord che quella sud della città. Alcune attività commerciali di medie dimensioni sono localizzate nella prima periferia urbana. Partendo dall'analisi degli indicatori socio-economici per sezioni censuarie e dalla localizzazione dei principali poli di interesse, è possibile ricondurre la mobilità sistematica ad una matrice semplificata che ricomprenda, lato Sicilia, tre "nodi" – Messina sud, Messina Centro e Messina Nord – e lato Calabria due "nodi" – Reggio Calabria centro e Villa S. Giovanni.

Andando ad analizzare prioritariamente gli spostamenti sistematici dai due Comuni calabresi verso il territorio di Messina (Figura 7), si può notare che la prevalenza degli spostamenti è verso il centro di Messina (2.158 spostamenti/giorno), in misura nettamente minore quelli verso il polo di Papardo (203 spostamenti/giorno), e trascurabili quelli verso la parte meridionale della città (19 pax/g). Fra i due Comuni calabresi, Reggio Calabria è quello prevalente (2.005 spostamenti/giorno) rispetto a Villa S. Giovanni (375 spostamenti/giorno).

Sul versante opposto, si osserva che Messina ha una capacità di emissione molto più contenuta e concentrata nell'area del centro città e diretta prevalentemente verso Reggio Calabria (675 spostamenti/giorno, contro i 94 di Villa S. Giovanni - Figura 8).

Figura 7: Flussi di spostamenti medi di pendolari tra Sicilia e continente (2011)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT - 15° Censimento della popolazione 2011.

STUDIO				LAVORO			
O/D	Messina Sud*	Messina Centro*	Messina Nord*	O/D	Messina Sud*	Messina Centro*	Messina Nord*
Reggio Cal.	0	1'370	99	Reggio Cal.	14	475	47
Villa S.G.	0	181	16	Villa S.G.	5	132	41

Figura 8: Flussi di spostamenti medi di pendolari tra Sicilia e continente (2011)



LAVORO				STUDIO			
O/D	Reggio Cal.	Villa S.G.	Totale	O/D	Reggio Cal.	Villa S.G.	Totale
Messina	526	94	620	Messina	149	0	149

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT - 15° Censimento della popolazione 2011.

1.1.3. La globalizzazione e i flussi commerciali nel Mediterraneo

1.1.3.1. Le trasformazioni geo-economiche e il ruolo del Mediterraneo

La valutazione dell'opportunità di realizzare un collegamento stabile attraverso lo Stretto di Messina non può essere affrontata senza adeguare la visione italiana del mondo alle nuove condizioni che si sono determinate negli ultimi decenni ed ai trend evolutivi: troppo spesso, infatti, le decisioni sono assunte con una vision se non proprio inerziale sicuramente non sufficientemente proiettata sul lungo periodo. Non sembra quindi eccessivo dedicare un breve spazio a riassumere alcuni aspetti di natura geoeconomica.

In trent'anni si è prodotto un cambiamento di enormi dimensioni: nel 1990 l'Occidente era metà dell'economia mondiale, ora, a distanza di soli trent'anni è divenuto un terzo: mentre il resto del mondo ha mantenuto praticamente lo stesso peso, la Cina è cresciuta di 370 volte, superando il Giappone e candidandosi ad essere la prima economia mondiale, come mostra la Tabella 10.

Tabella 10: Prodotto interno lordo dei principali paesi

PIL	Miliardi US\$	%
Stati Uniti	19.391	24,0%
Unione Europea (28)	17.282	21,4%
Cina	12.238	15,2%
Giappone	4.872	6,0%
Resto del Mondo	26.955	33,4%
Mondo	80.738	100,0%
Italia	1.935	2,4%

Fonte: World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files (anno 2017).

Se le relazioni atlantiche sono state, storicamente, le più importanti, occorre prendere atto dei nuovi equilibri dell'economia mondiale e immaginare come ulteriormente evolveranno, anche in relazione alle dinamiche demografiche che consolideranno le economie del Far East e creeranno nuovi mercati in funzione della richiesta di beni e servizi dove oggi la domanda è debole, come il continente africano e quello sudamericano.

La valutazione dell'opportunità di realizzare un collegamento stabile non può essere affrontata senza adeguare la visione italiana del mondo alle nuove condizioni che si sono determinate negli ultimi decenni ed ai trend evolutivi

Una evidente conseguenza di questi cambiamenti è la crescita dell'interscambio mondiale di beni: tra il 1997 e il 2017, in soli vent'anni, l'interscambio mondiale di beni è triplicato: da 10 mila miliardi a 30 mila miliardi di US\$. La Cina era all'11° posto, con il 3%: oggi è al primo con il 12,8%, guadagnando 10 posizioni, come mostrato nella Figura 9. Gli USA erano al primo posto: oggi sono al secondo e sono passati dal 15% al 12,6%. L'Italia è passata da 446 milioni US\$ a 975, ma è scesa di due posti (dal 7° al 9°) perdendo l'1,2%.

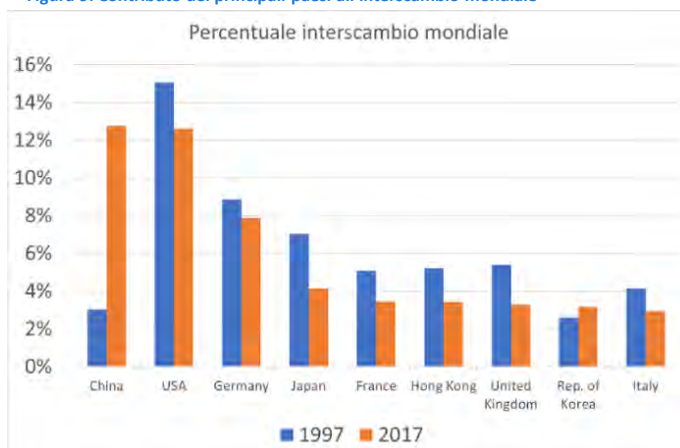
Se l'interscambio con il resto d'Europa e le Americhe rimane la principale componente del commercio estero italiano, occorre ormai tenere in debito conto l'interscambio con l'Asia, l'Africa e il Medio Oriente; interscambio dell'Italia con:

- Resto d'Europa: 290 Miliardi €
- Asia e Pacifico: 51 Miliardi €
- Africa e Medio Oriente: 48 Miliardi €
- Americhe: 59 Miliardi €

L'allargamento del Canale di Suez ha incrementato molto le rotte di attraversamento del Mediterraneo, creando enormi possibilità al sistema portuale italiano, soprattutto del Mezzogiorno, a condizione che questo sia correttamente servito da infrastrutture terrestri che ne esaltino le potenzialità.

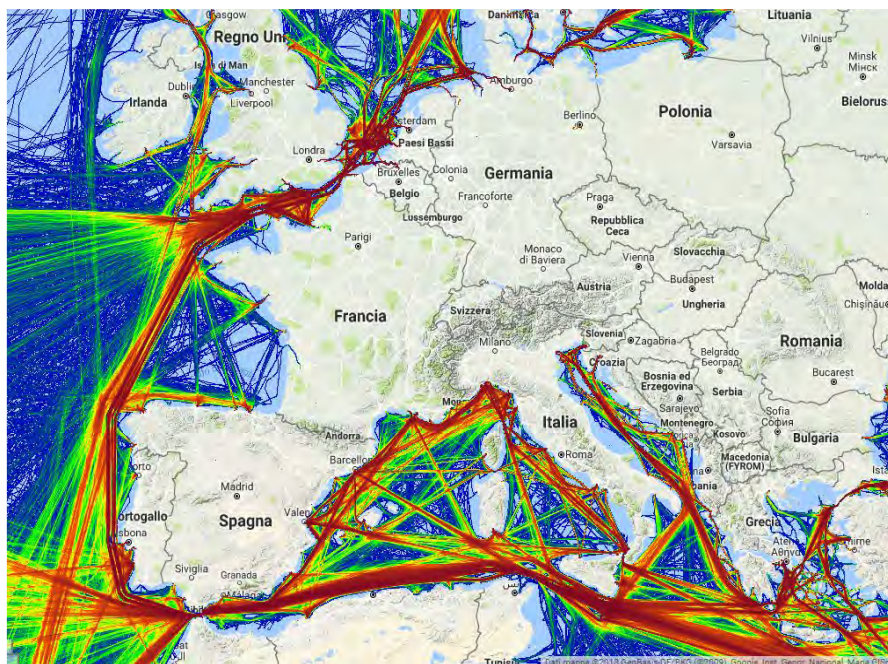
La figura 10 seguente aiuta a collocare gli effetti di queste macrotrasformazioni nel contesto del tema di un collegamento stabile attraverso lo Stretto di Messina, rappresentando chiaramente come la maggior quantità di navi attraversano il Canale di Sicilia senza fermarsi per l'assenza di infrastrutture adeguate.

Figura 9: Contributo dei principali paesi all'interscambio mondiale



Fonte: elaborazione su dati UNCTAD

Figura 10: Le principali rotte marittime

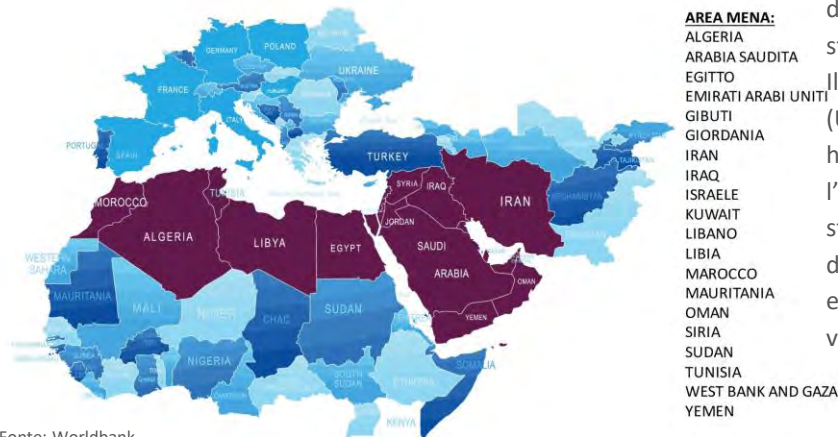


Fonte: Marinetraffic.

1.1.3.2. I flussi commerciali con i Paesi MENA

La Sicilia ha notoriamente una posizione centrale nel Mediterraneo Centrale ed è di conseguenza un punto privilegiato per l’interscambio marittimo con i Paesi del Medio Oriente e del Nord Africa, generalmente raggruppati con la sigla MENA (Middle East and North Africa – Figura 11).

Figura 11: I Paesi del “Middle East and North Africa” - MENA



Fonte: Worldbank.

Tabella 11: Distanze e tempi di navigazione tra Sicilia e principali porti del Nord Africa

Da	A	MN	Tempo
Catania	Malta	116	6 h
Palermo	Tunisi	184	10 h
Catania	Napoli	223	12 h
Catania	Tripoli	300	17 h
Palermo	Genova	427	1 g
Palermo	Algeri	503	1g 4h
Palermo	Tangeri	938	2g 4h
Catania	Porto Said	934	2g 4h

Fonte: Sea-distances.org (Tempi di viaggio calcolati alla velocità di 18 nodi)

La Tabella 11 mostra le distanze, in miglia nautiche, e i tempi di navigazione necessari per raggiungere dalla Sicilia i porti del Nord Africa.

Si tratta di un’area dove vivono complessivamente oltre 477 milioni di persone². Anche restringendo il campo di osservazione ai Paesi più vicini alla Sicilia (Tunisia, Libia, Egitto, Algeria, Marocco), il peso demografico dell’altra sponda del Mediterraneo è importante, pari a 196 milioni di abitanti: si tratta di Paesi con i quali l’Italia ha complesse relazioni diplomatiche ma con i quali condivide

alcuni aspetti essenziali, dal controllo delle dinamiche migratorie al corretto sfruttamento delle risorse energetiche. Il livello di interscambio tra l’Europa (UE.27), l’Italia e questo insieme di Paesi ha una rilevanza strategica per l’approvvigionamento energetico, ma ha storicamente evidenziato anche una destinazione importante per le esportazioni di prodotti a medio alto valore (Tabella 12).

La Sicilia ha una posizione centrale nel Mediterraneo Centrale ed è di conseguenza un punto privilegiato per l’interscambio marittimo con i Paesi del Medio Oriente e del Nord Africa

L'interscambio tra l'Italia e i Paesi MENA ha fatto registrare nel 2019 un valore di 53,5 miliardi €, con un leggero saldo attivo a favore delle esportazioni italiane. Se, tuttavia, confrontiamo questo dato con l'interscambio dei paesi dell'Unione Europea (UE-27), notiamo che il nostro surplus commerciale è di gran lunga inferiore, segno che la nostra azione ha ancora bisogno di sviluppare tutte le potenzialità ma anche che ha spazi di crescita per allinearsi ai livelli europei.

Tabella 12: Interscambio di beni tra UE, Italia e paesi MENA

Commercio estero	UE 27	Italia
In valore	Miliardi €	
Importazioni da MENA	140,2	26,4
Esportazioni verso MENA	181,6	27,2
Interscambio in valore	321,8	53,5
Saldo in valore	41,4	0,8
In massa	Milioni ton	
Importazioni da MENA	242,3	58,4
Esportazioni verso MENA	112,0	14,4
Interscambio in peso	354,3	72,7

Fonte: elaborazione su dati Eurostat (anno 2019).

L'interscambio dell'Italia con questi Paesi muove complessivamente 58,4 milioni di tonnellate in entrata e 14,4 in uscita: a questi valori si deve sommare una parte dell'interscambio europeo, che si avvale certamente per una quota consistente del sistema dei porti italiani.

Purtroppo, i molti fenomeni di instabilità sociale e di guerra che agitano questa parte del globo hanno indebolito il potere di acquisto di una parte dei Paesi, mentre altri sono colpiti da procedure di embargo più o meno restrittive.

Una politica di maggiore attenzione verso l'area MENA è senza dubbio costituita dal rafforzamento dei servizi di trasporto: anche in questa prospettiva merita una riflessione il potenziamento dei collegamenti tra il continente e la Sicilia, vera "testa di ponte" verso l'altra sponda del Mediterraneo

Questo ha portato negli ultimi cinque anni ad una significativa riduzione del valore delle esportazioni, ma, come già detto, la crescita demografica renderà necessario trovare un nuovo punto di equilibrio per la stabilizzazione politica ed economica che fermi il fenomeno dell'emigrazione e crei le condizioni di sviluppo sociale sul posto. Allora l'estrema vicinanza geografica del Mezzogiorno d'Italia potrà costituire un vero vantaggio di posizione: la Sicilia, con un adeguato sistema di collegamenti terrestri alle spalle, potrà essere la vera "testa di ponte" dell'Europa verso l'altra sponda del Mediterraneo.

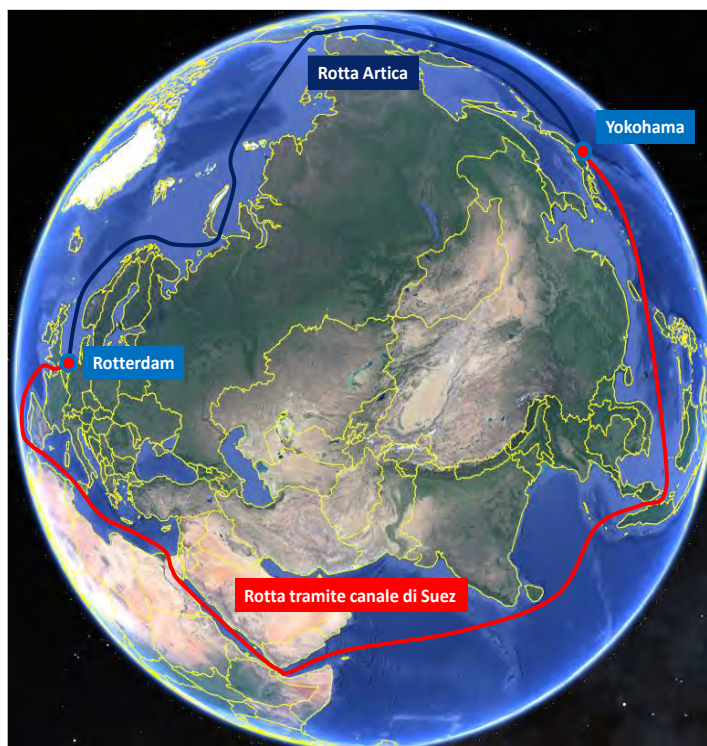
In conclusione: una politica di maggiore attenzione verso questi Paesi è senza dubbio costituita da molti elementi, tra i quali, tuttavia, non si può trascurare il rafforzamento dei servizi di trasporto: anche in questa prospettiva merita una riflessione il potenziamento dei collegamenti tra il continente e la Sicilia, vera "testa di ponte" verso l'altra sponda del Mediterraneo.

1.1.3.3. Alcune riflessioni sulle possibili evoluzioni

Le considerazioni svolte in questo paragrafo fanno riferimento alle tendenze verificatesi negli ultimi decenni che, a causa della pandemia COVID-19 e dei cambiamenti climatici in atto non necessariamente si manterranno nei decenni a venire. Gli analisti propongono diversi possibili impatti della pandemia sulle economie dei blocchi geopolitici la cui entità e durata sono al momento imprevedibili, tanto da giustificare ampiamente la definizione di "deep uncertainty". Si possono ipotizzare scenari di "riduzione delle globalizzazioni" con la riduzione conseguente dei tassi di crescita degli scambi commerciali e quindi dei flussi di merci fra Unione Europea e Far East.

Al tempo stesso gli Investimenti Diretti Esteri della Cina nel continente africano potrebbero incrementare lo scambio commerciale di questi ultimi con l'Unione Europea per semilavorati e prodotti finiti, incrementando quindi i traffici mediterranei almeno per i Paesi nord africani. Infine, lo sviluppo della rete dei collegamenti ferroviari e delle rotte artiche rese possibili dallo scioglimento dei ghiacci potrebbero ridurre il traffico EU- far East attraverso il canale di Suez.

Figura 12: Le rotte artiche



Fonte: elaborazione su Google Earth.



1.2. Interscambio Sicilia-continente: servizi di trasporto e livelli di accessibilità



1.2.1. La domanda di passeggeri e merci e servizi di trasporto di potenziale interesse del collegamento stabile dello Stretto di Messina

Con lo scopo di valutare quale parte della domanda di trasporto possa essere in futuro servita da un collegamento stabile attraverso lo Stretto, i paragrafi seguenti mostrano i principali dati sui collegamenti e sui flussi di traffico esistenti, descritti per modo di trasporto³.

1.2.1.1. I collegamenti marittimi di lunga percorrenza

La Sicilia è collegata con il continente europeo innanzitutto con una serie di servizi di navigazione effettuati in modalità Ro-Ro (Roll-on/Roll-off), per il trasporto di passeggeri, auto, mezzi pesanti e semirimorchi. La Tabella 13 riporta i principali dati che caratterizzano il trasporto dei mezzi pesanti per via marittima, con esclusione dell'attraversamento dello Stretto: nel 2019 sono stati trasportati 624.246 mezzi pesanti, in prevalenza verso la Campania (276.290) e la Liguria (173.682). I collegamenti con i porti della Campania costituiscono una quota rilevante (44%) del totale e mostrano quindi che un collegamento stabile attraverso lo Stretto potrebbe servire, almeno in parte, questo segmento di traffico

Tabella 13: Traffico marittimo Ro-Ro tra Sicilia e continente ad esclusione dello Stretto (2019)

COLLEGAMENTO		MEZZI PESANTI	
Palermo	Napoli	103.934	276.290
Palermo	Salerno	8.874	
Catania	Napoli	30.665	
Catania	Salerno	73.809	
Messina	Salerno	59.008	
Termini Imerese	Civitavecchia	24.646	24.646
Palermo	Genova	104.258	173.682
Catania	Genova	69.424	
Palermo	Livorno	43.047	96.009
Catania	Livorno	52.962	
Catania	Ravenna	53.619	53.619
TOTALE		624.246	

Fonte: RAM – Logistica, Infrastrutture e Trasporti Spa.

³Sono dati di offerta e di flusso (perché le indagini sulla domanda risalgono a oltre dieci anni fa).

1.2.2. I collegamenti aerei

L'aviazione è un modo di trasporto particolarmente adatto a servire una regione geograficamente decentrata come la Sicilia. Sono presenti due "aeroporti strategici", Palermo e Catania, di cui solo il primo inserito nella rete Core TEN-T, e quattro aeroporti di interesse nazionale: Comiso, Trapani, Lampedusa e Pantelleria.

Figura 13: I principali scali aeroportuali dell'area di studio



Fonte: ENAC.

Come indicato nella successiva Tabella 14, il trasporto aereo passeggeri da e per la Sicilia ha avuto un forte incremento nell'ultimo decennio, soprattutto per effetto della crescita dell'offerta low cost: ha superato del 46,7% la crescita del traffico nel Centro Nord ma non ha saputo tenere il passo con l'insieme del Mezzogiorno, rispetto al quale ha avuto una decrescita del 13,3%.

Tabella 14: Passeggeri da e per la Sicilia

Su Italia	Su Mezzo-giorno	Variazione relativa 2019/2009	
		Vs Centro Nord	Vs Mezzogiorno
9,47%	36,55%	46,79%	-13,31%

Fonte: elaborazione su dati Assaeroporti.

Lo sviluppo del trasporto aereo non riduce, però, la debolezza dei collegamenti di cui dispone l'isola. Per dare una misura oggettiva di questo aspetto, si può ricorrere all'indicatore di accessibilità del trasporto aereo, sviluppato dal CERTeT Bocconi, che si basa sul numero delle destinazioni servite da un aeroporto, ponderato per la loro importanza demografica ed economica e che tiene anche conto della frequenza dei collegamenti offerti. L'indicatore è relativo e fa pari a 100 l'aeroporto nazionale con maggiore accessibilità.

L'ultima rilevazione disponibile è del 2017 ed ha fornito i valori riportati nella Tabella 15: Catania Fontanarossa è il principale aeroporto della Sicilia che, tuttavia, fornisce un livello di accessibilità diretta pari al 77,7% di quello offerto da Napoli Capodichino. L'altro aeroporto classificato come "strategico" è Palermo Punta Raisi che offre un livello di accessibilità pari ad appena il 57% di quello fornito da Napoli Capodichino.

Tabella 15: Accessibilità aerea diretta fornita dai singoli aeroporti

Città / aeroporto	Roma	Napoli
	Fiumicino	Capodichino
	= 100	= 100
Napoli / Capodichino International	42,4	100,0
Catania / Fontanarossa	32,9	77,7
Bari / Palese International	28,5	67,3
Palermo / Punta Raisi	24,2	57,0
Lamezia Terme	13,4	31,6
Trapani / Birgi	10,0	23,6
Lampedusa	4,0	9,4
Comiso / Vincenzo Magliocco	3,9	9,2
Pantelleria	2,4	5,8
Reggio Calabria	2,1	4,9

Fonte: CERTeT Bocconi.

Un altro dato significativo riguarda il trasporto aereo delle merci: mentre a livello nazionale è cresciuto nell'ultimo decennio da 1,5 a 2,1 milioni di tonnellate, la Sicilia ha visto passare il proprio dato da 11 mila a 6, mila tonnellate, per cui la quota del trasporto merci della Sicilia sull'Italia è praticamente inesistente: 0,32%, come indicato nella Tabella 16, che evidenzia anche la drammatica perdita di quantità trasportata sia rispetto al Centro Nord sia, soprattutto al resto del Mezzogiorno, che nel suo insieme ha in parte recuperato il divario.

Tabella 16: Merce trasportata per via aerea da e per la Sicilia

Su Italia	Su Mezzo-giorno	Variazione relativa 2019/2009	
		Vs Centro Nord	Vs Mezzogiorno
0,32%	20,32%	-197,4%	-284,7%

Fonte: elaborazione su dati Assaeroporti..

Questo dato è l'effetto della forte presenza di collegamenti operati da compagnie low cost, che non offrono questo genere di servizio per le merci: sia Catania Fontanarossa che Palermo Punta Raisi sono tra i primi quattro aeroporti per presenza di traffico low cost (Tabella 17).

Tabella 17: Primi cinque aeroporti per traffico Low Cost (2019)

Aeroporto	Passeggeri
Milano Malpensa	1.666.407
Catania Fontanarossa	1.648.400
Bergamo Orio al Serio	1.382.434
Palermo Punta Raisi	1.317.740
Napoli Capodichino	839.691

Fonte: ENAC.

I dati relativi ai passeggeri trasportati per singola tratta mostrano che il 58,4% ha per origine o destinazione aeroporti localizzati nel nord (Tabella 18).

Tabella 18: Trasporto aereo: passeggeri sulle principali tratte (2019)

	Catania	Palermo	Sicilia
Nord	3.701.590	2.532.809	6.234.399
MILANO MALPENSA	1.370.139	894.317	2.264.456
BERGAMO	361.222	391.534	752.756
BOLOGNA	398.786	277.509	676.295
MILANO LINATE	397.222	253.588	650.810
VERONA	338.389	229.313	567.702
TORINO	293.079	269.600	562.679
TREVISO	188.034	216.948	404.982
VENEZIA	354.719	0	354.719
Centro	2.066.678	1.861.990	3.928.668
ROMA FIUMICINO	1.826.886	1.580.412	3.407.298
PISA	239.792	281.578	521.370
Mezzogiorno	259.250	237.276	496.526
NAPOLI	259.250	237.276	496.526
Totale	6.027.518	4.632.075	10.659.593

Fonte: elaborazione su dati ENAC. Anno 2019: i dati sono relativi alle tratte con almeno 50.000 passeggeri per direzione.

Tra le destinazioni solo Napoli e Roma appaiono contendibili da un efficiente servizio ferroviario: nell'insieme, questi due aeroporti muovono 3,9 milioni di passeggeri; si deve, tuttavia, che una parte di essi scelgono questi aeroporti, soprattutto Roma Fiumicino, come scalo intermedio per raggiungere altre destinazioni e non sarebbero di conseguenza attratti da un servizio ferroviario.

1.2.3. I collegamenti ferroviari passeggeri e merci di media e lunga percorrenza

La mancanza di un collegamento stabile è una forte penalizzazione per il trasporto ferroviario, sia passeggeri che merci, in quanto il traghettamento dei treni comporta la loro segmentazione, le necessarie manovre per l'imbarco e la ricomposizione allo sbarco.

Con riferimento ai tempi di viaggio di lunga percorrenza, da Messina a Roma, ad esempio, –un treno viaggiatori impiega dalle 7,5 alle 8,5 ore a seconda del servizio ferroviario prescelto (senza o con traghettamento del treno), quando da Roma a Torino, a parità di distanza (circa 700 km), un treno AV impiega meno di 5 ore.

Per quanto riguarda il traffico merci, questi limiti hanno, nel tempo, fatto diminuire in maniera importante la massa di merci trasportata attraverso lo Stretto con modalità ferroviaria. Nonostante ciò, la ferrovia continua a fornire un significativo contributo al trasporto da e per l'isola: non si deve dimenticare, infatti, che la marginalità geografica comporta la necessità di compiere lunghi viaggi e quindi il "prodotto del trasporto", tonnellate per chilometro, assume valori di particolare importanza. Tenendo infatti conto delle distanze percorse, è possibile stimare sia i treni*km effettuati sia il prodotto del trasporto effettuato, espressi in milioni di tonnellate chilometro.

Tabella 19: Trasporto ferroviario tra Sicilia e continente

	Merci rapido speciali	Treni combinati speciali	Treni combinati	Altri treni merci	Totale
Treni km anno	1.328.311	562.386	165.807	111.558	2.168.062
Migliaia ton km anno (*)	637.675	68.250	9.614	814.640	1.530.180

Fonte: elaborazione su dati RFI (anno 2015), tenendo conto del peso dichiarato per singolo treno e delle percorrenze).

Complessivamente, la Sicilia origina traffico ferroviario per 2,1 milioni di treni*chilometro l'anno e un prodotto del trasporto di 1,5 miliardi di tonnellate*chilometro⁴. Sono dati molto rilevanti, soprattutto se si tiene conto delle difficoltà che caratterizzano l'attraversamento dello Stretto, ma anche delle condizioni delle linee ferroviarie sia in Sicilia sia nelle regioni meridionali. Per dare una idea di quanto il trasporto ferroviario contribuisce al trasporto merci, ipotizzando la portata utile di un autoarticolato in 18 tonnellate, si può calcolare che già oggi il trasporto ferroviario sostituisce circa 85 miliardi di chilometri percorsi da veicoli pesanti.

La mancanza di un collegamento stabile penalizza molto la qualità dei servizi di trasporto, soprattutto quelli ferroviari (passeggeri e merci) che necessitano di lunghe manovre per la segmentazione dei treni e le successive manovre di carico e scarico

1.2.4. I collegamenti marittimi di attraversamento dello Stretto

Attualmente i servizi per l'attraversamento dello Stretto si ripartiscono prevalentemente tra i porti di Villa S. Giovanni e Reggio Calabria per quanto riguarda la sponda continentale ed il porto di Messina e Tremestieri per quanto riguarda la sponda siciliana (Figura 14).

Figura 14: Rotte per l'attraversamento dello Stretto di Messina



I servizi offerti dai diversi operatori marittimi consentono di erogare quasi 100 mila corse/anno garantendo l'attraversamento di passeggeri, veicoli privati, veicoli merci e carri ferroviari.

Sono cinque le compagnie di navigazione che attualmente effettuano servizi di cabotaggio marittimo sullo stretto di Messina.

Fra Reggio Calabria e la sponda siciliana sono attive:

- **Blu Jet S.r.l.**, società del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, che svolge il servizio di trasporto marittimo di soli passeggeri mediante unità navali veloci su questa linea da maggio 2019, a seguito di affidamento diretto

del servizio da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;

- **Meridiano Lines**, compagnia di navigazione che esegue collegamenti marittimi tramite traghetti bidirezionali per il trasporto di mezzi gommati e merci, fra Reggio Calabria e Tremestieri (Messina), operando in regime di libero mercato.

Fra Villa San Giovanni e Messina operano invece:

- **RFI S.p.A.**, del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, che effettua trasporto ferroviario e di passeggeri;
- **Blufferries S.r.l.**, anch'essa parte del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, che svolge il collegamento mediante navi traghetto bidirezionali, per l'imbarco di passeggeri e mezzi gommati al seguito;
- **Blu Jet S.r.l.**, per il trasporto di soli passeggeri;
- **Caronte & Tourist S.p.A.**, compagnia di navigazione privata che esegue il traghettamento dei passeggeri e dei mezzi gommati.

Le compagnie attive fra Villa San Giovanni e Messina operano in regime di libero mercato, ad eccezione di RFI che è titolare di concessione.

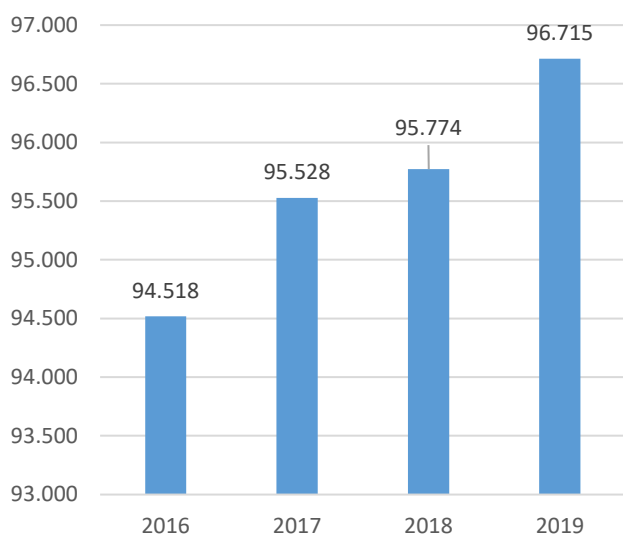
Tabella 20: Numero di corse giornaliere, per compagnia (2019)

Rotta	Operatore	Numero Corse	
		Feriali	Festivi
ME - VSG	Caronte & Tourist	36 A/R	36 A/R
	Blu Jet (Navi veloci)	10 A/R	8 A/R
	Blufferries	8 A/R	10 A/R
ME - RC	Blu Jet (Navi veloci)	16 A/R	6 A/R

Fonte: Elaborazione su dati Autorità portuali.

Il numero di collegamenti realizzati è cresciuto nel tempo, come mostra la Figura 15, nonostante il calo di tutti gli indicatori socio-economici delle due regioni.

Figura 15: Corse effettuate sullo Stretto (2016-2019)



Fonte: elaborazioni su dati Autorità competenti.

Complessivamente i servizi oggi offerti con un tempo di navigazione di 20-30 minuti, oltre ai perditempo di accesso, attesa ed uscita dai terminali di trasporto nonché di rottura di carico, consentono il transito annuo di oltre 10 milioni di passeggeri, circa 1,8 milioni di automobili, circa 800.000 veicoli merci pesanti (camion), oltre 5 milioni di tonnellate di merci e 60 mila carri ferroviari (Tabella 21).

Tabella 21: Traffici annuali dello Stretto di Messina (2019)

NR/anno	Reggio Calabria - Messina			Villa San Giovanni - Messina						SUB TOTALE	TOTALE
	RC-ME	RC-Trem	SUB TOTALE	VSG-ME			VSG-Trem				
				Blue Jet	RFI	Blueferries	Caronte	Blueferries	Caronte		
Passeggeri	650.061	130.897	780.958	362.935	545.016	393.843	8.056.530	184.424	332.707	9.875.455	10.656.413
Veicoli Leggeri	-	8.282	8.282	-	-	87.682	1.679.831	18.541	291	1.786.345	1.794.627
Veicoli Pesanti	-	98.960	98.960	-	-	49.714	265.565	114.816	239.999	670.094	769.054
Merci (tonn)	-	688.706	688.706	-	415.014	377.738	1.790.574	794.921	1.667.627	5.045.873	5.734.579
Carri ferroviari	-	-	-	-	60.183	-	-	-	-	60.183	60.183
Corse	8.971	7.018	15.989	6.430	8.233	8.440	29.860	10.035	17.728	80.726	96.715

Fonte: elaborazioni su dati Autorità competenti.

Sommando i flussi di traffico per rotta di attraversamento, come evidenziato nella tabella successiva, si rileva che il collegamento Messina – Villa San Giovanni è di gran lunga il più utilizzato dai passeggeri e dai veicoli leggeri (Tabella 22), mentre i veicoli pesanti si distribuiscono tra Messina e Tremestieri, anche per l’orientamento della amministrazione di Messina a deviare il traffico pesante fuori dalla città. La rotta Messina – Reggio Calabria, servita in prevalenza da mezzi veloci è al servizio per lo più del traffico locale.

Le stime effettuate dieci anni fa (Tabella 23), davano già una forte preminenza al traffico aereo come risposta alla domanda di lunga percorrenza passeggeri (60,3%), quota che non può che essere nel frattempo aumentata, seguita dalla strada con il 19,2% e con una posizione marginale per il traffico ferroviario e navale.

Tabella 22: Traffico di attraversamento dello Stretto per rotta seguita

	Passeggeri	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Merci (ton)	Carri ferroviari
Messina - Villa S. Giovanni	9.358.324	1.767.513	315.279	2.583.326	60.183
Messina - Reggio Calabria	650.061	-	-	-	-
Tremestieri - Villa S. Giovanni	517.131	18.832	354.815	2.462.548	-
Tremestieri - Reggio Calabria	130.897	8.282	98.960	688.706	-
Totale	10.656.413	1.794.627	769.054	5.734.580	60.183

Fonte: elaborazione su dati Autorità competenti.

Difficile quantificare le diverse motivazioni dei viaggi senza una indagine aggiornata: un dato, certamente non recente, è rintracciabile nelle analisi effettuate da Stretto di Messina per la valutazione di fattibilità economico finanziaria dell’attraversamento a suo tempo progettato mediante un ponte sospeso: anche se non più attuali in valore assoluto, questi dati possono rappresentare un riferimento di massima per la distribuzione percentuale delle diverse tipologie di traffico.

Tabella 23: La ripartizione modale degli spostamenti di lunga percorrenza (2011)

Modo di trasporto	Quota modale spostamenti di passeggeri	Quota modale spostamenti merci
Strada	19,2%	46,3%
Aereo	60,3%	-
Treno	10,3%	12,3%
Nave	10,2%	41,4%
Totale	100,0%	100,0%

Fonte: Stretto di Messina spa, Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte - Relazione Generale (20/06/2011).

Per quanto riguarda la domanda di trasporto di breve distanza le stime disponibili al 2011 (Tabella 24 e Tabella 25) mostrano che il 23,8% della domanda di trasporto locale è soddisfatta dai collegamenti marittimi con veicolo al seguito (autovetture, autobus) e il 76,2% dal solo trasbordo: aliscafi e traghetti senza auto al seguito, equivalenti ad un servizio di trasporto pubblico locale.

Tabella 24: La ripartizione modale degli spostamenti in abito locale (2011)

Modo di trasporto	Quota modale spostamenti di passeggeri
Passeggeri con auto al seguito	23,8%
Passeggeri con a bordo treno	0,0%
Passeggeri senza veicolo al seguito	76,2%
Totale	100,0%

Fonte: Stretto di Messina spa, Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte - Relazione Generale (20/06/2011).

Tabella 25: Domanda di mobilità sistematica (studio e lavoro) in abito locale di attraversamento dello Stretto di Messina (2011)

Spostamenti sistematici/anno di attraversamento dello Stretto di Messina	2.932.710
Incidenza spostamenti sistematici su totale passeggeri attraversamento dello Stretto di Messina	27,5%
Autovetture spostamenti sistematici/anno (ipotesi coefficiente riempimento pari a 1,3)	499.306
Incidenza autovetture spostamenti sistematici su totale autovetture attraversamento dello Stretto di Messina	27,8%

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT 2011.

Infine, va sottolineato che l'attraversamento dinamico dello stretto comporta un costo monetario non trascurabile per tutte le componenti del traffico come risulta dalle Tabella 26, Tabella 27 e Tabella 28. In particolare, il costo del biglietto singolo passeggeri senza auto al seguito (€ 2,50) va confrontato con quello di una corsa di trasporto pubblico in altre aree metropolitane (€ 2,00 a Milano, € 1,50 a Roma e € 1,10 a Napoli) analogamente per i prezzi per gli abbonamenti. Il prezzo di auto e mezzi pesanti (es. € 33,00 e € 55,00 rispettivamente) va invece confrontato con i costi di un percorso di analoga lunghezza in termini di consumi di carburante (es. € 1-3) e dell'eventuale pedaggio autostradale sulle autostrade siciliane (pedaggio assente ovvero pari a poche decine di centesimi a parità di distanza) e calabresi (pedaggio assente).

Tabella 26: Tariffe passeggeri applicate nello Stretto di Messina* (2019)

Categoria	Messina - Villa San Giovanni			Messina - Reggio Calabria
	Caronte & Tourist	Blu Jet (Navi veloci)	Bluferri es	Blu Jet (Navi veloci)
Corsa Semplice	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 3,50
Corsa A/R	€ 5,00	€ 4,50	€ 4,50	€ 6,50

* Tariffe non esaustive; per tutti i dettagli ed aggiornamenti si faccia riferimento ai siti web dei singoli operatori marittimi.

Fonte: elaborazione su dati portuali.

Tabella 27: Tariffe veicoli merci applicate nello Stretto di Messina* (2019)

Categoria	Messina - Villa San Giovanni	
	Caronte & Tourist	Bluferries
Corsa Semplice	€ 45,50 (fino a 4,5 Mtl)	€ 55,00 (4,51-5,50 Mtl)
Corsa A/R in giornata	€ 48,00 (fino a 4,5 Mtl)	€ 93,00 (4,51-5,50 Mtl)
Corsa Semplice	€ 159,00 (10,00 Mtl)	€ 135,00 (9,51-10,50 Mtl)
Corsa A/R 30/60 giorni	€ 228,50 (10,00 Mtl)	€ 187,00 (9,51-10,50 Mtl)

* Tariffe non esaustive; per tutti i dettagli ed aggiornamenti si faccia riferimento ai siti web dei singoli operatori marittimi.

Fonte: elaborazione su dati portuali.

Tabella 28: Tariffe auto passeggeri e pullman applicate nello Stretto di Messina* (2019)

Categoria	Messina - Villa San Giovanni	
	Caronte & Tourist	Bluferries
Fino a 5 passeggeri con auto al seguito	€ 39,00	€ 33,00
Corsa A/R in giornata	€ 40,00	€ 33,00
Corsa Semplice Pullman (fino a 11 Mtl)	€ 110,00	€ 68,00/129,00
Corsa A/R 90/60 giorni	€ 188,50	€ 120,00/231,00

* Tariffe non esaustive; per tutti i dettagli ed aggiornamenti si faccia riferimento ai siti web dei singoli operatori marittimi.

Fonte: elaborazione su dati portuali.

1.2.5. Il deficit di accessibilità tra la Sicilia e la terraferma

La Sicilia è una regione con oltre 4,9 milioni di abitanti, una dimensione di poco superiore all'Irlanda: possiede quindi un'ampia e articolata esigenza di connessione con il resto d'Italia e dell'Europa Unita, che è mortificata dalla scarsa qualità delle infrastrutture di collegamento, tra le quali si deve annoverare anche la mancanza di un attraversamento stabile dello Stretto di Messina.

Tale carenza di qualità appare ancor più negativa se rapportata alla difficoltà di interazione intensiva con le regioni del Mezzogiorno d'Italia, cosa che rende ancor più complicata la generazione di una economia macro-regionale capace di emulare, almeno in parte, quella creatasi nel Centro-Nord.

Riprendendo alcuni dati forniti nei paragrafi precedenti è possibile documentare in maniera dettagliata il differenziale negativo esistente.

Per quanto attiene al trasporto terrestre si analizza in modo esemplificativo il collegamento tra Palermo e le altre due principali città del Mezzogiorno, Napoli e Bari, ponendolo a confronto con la relazione tra Torino e Roma (Tabella 29). Le distanze stradali sono comparabili, come

si legge nella tabella sottostante, ma non così i tempi di percorrenza stradali: la relazione Torino Roma è del 17% più veloce di quelle con origine a Palermo e il differenziale è per la quasi totalità dovuto ai tempi di attraversamento dello Stretto.

Molto più problematiche sono le connessioni ferroviarie (Tabella 29): infatti, mentre nella relazione Torino Roma il servizio ferroviario consente una significativa riduzione dei tempi di viaggio rispetto all'auto, nelle relazioni con origine Palermo avviene il contrario: la ferrovia richiede un tempo maggiore.

Se anziché il tempo medio di tutti i collegamenti offerti, che nel caso di Torino considera anche i treni che fanno fermata a Bologna e Firenze, si prende in considerazione il tempo dei soli collegamenti diretti il divario di prestazione appare ancora più evidente: la velocità con cui si percorre la tratta tra Torino e Roma è doppia rispetto a quella sulla Torino Palermo.

Tabella 29: Distanze e tempi di viaggio di alcune relazioni significative

Relazioni tipo		Auto			Treno		treno su auto
		Km	Tempo hh:mm	Km/h	Tempo hh:mm	Km/h	
Palermo	Napoli	713	7:43	92,4	9:04	78,7	17,5%
Palermo	Bari	676	7:29	90,3	14:53	45,4	98,9%
Torino	Roma	689	6:27	106,8	5:10	137,3	-19,9%

Fonte: elaborazione su dati Google Maps.

Abissale, poi, la differenza con altre località del Mezzogiorno, per le quali la ferrovia non offre collegamenti diretti e che quindi oltre la minore velocità di viaggio vanno considerati i tempi di attesa e cambio dei treni.

Alla differenza dei tempi si devono inoltre aggiungere due elementi che penalizzano le relazioni da e per la Sicilia:

- la necessità di operare uno o più cambi di mezzo, sia per l'attraversamento dello Stretto, sia per la mancanza di collegamenti diretti (es. con Bari);
- la ridotta frequenza, che aumenta i tempi di attesa e quindi, i tempi di viaggio complessivi.

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. Un aspetto particolare che è opportuno richiamare riguarda le pendenze massime e i raggi di curvatura delle nuove linee che, per consentire il traino di treni da 2.000 tonnellate con una sola motrice non devono essere contenute: questa esigenza impatta in maniera molto importante sulla progettazione di sistemi di attraversamento stabile in alveo o sub alveo come si vedrà nel seguito.

Al fine di valutare l'attuale divario di accessibilità della Sicilia e Calabria rispetto al resto del Paese, la Figura 16 riporta il confronto dei livelli di accessibilità ferroviaria come elaborati nell'ambito una recente ricerca⁵. Come noto, l'accessibilità riflette sia la facilità di un utente di raggiungere le opportunità localizzate sul territorio per

svolgere delle attività (accessibilità attiva), sia la facilità con cui un'attività può essere raggiunta (raggiungibilità) da potenziali suoi fruitori/utenti (accessibilità passiva).

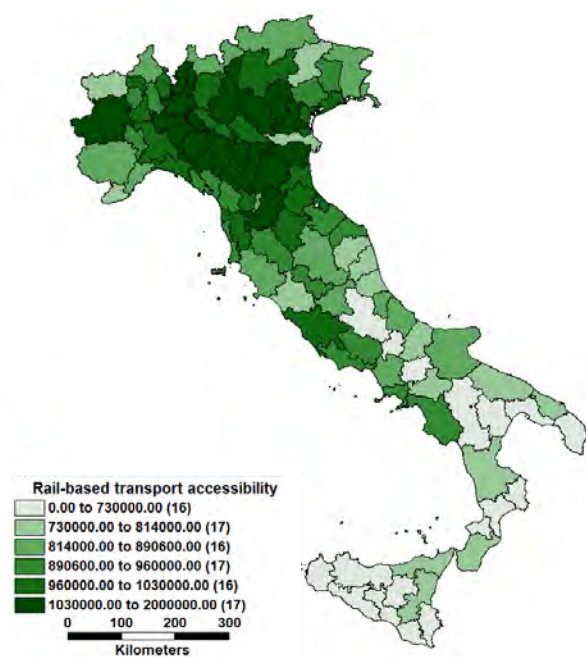
Le Province della Sicilia e Calabria hanno circa il 51% dell'accessibilità ferroviaria di quelle più accessibili del nord Italia. Gli investimenti già oggi programmati sulla rete ferroviaria porterebbero ad una significativa riduzione di questo disavanzo per il Mezzogiorno

L'accessibilità viene in genere quantificata tramite indicatori basati su attributi di livello di servizio (es. tempi e costi di viaggio) ed attributi socio-economici e territoriali (es. numero di addetti, numero di imprese). Nello specifico nella citata ricerca scientifica è stata stimata una misura di accessibilità attiva AA_o , funzione degli addetti Add_d presenti nelle province italiane d-esime (come variabile proxy delle opportunità presenti) e dei tempi medi di viaggio ferroviario T_{od} per raggiungere le suddette zone da tutte le province di origine o , pesati tramite i coefficienti α e β stimati tramite una indagine di mobilità ad-hoc alla scala nazionale:

$$Accessibilità\ attiva\ ferroviaria = AA_o = \sum_d Add_d^\alpha / T_{od}^\beta \quad [Addetti/tempo\ in\ ore]$$

⁵ Carteni A., Di Francesco L., Martino M. (2021); The role of transport accessibility within the spread of the Coronavirus pandemic in Italy. *Safety Science*, Vol. 133, 104999. ISSN 0925-7535. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104999.

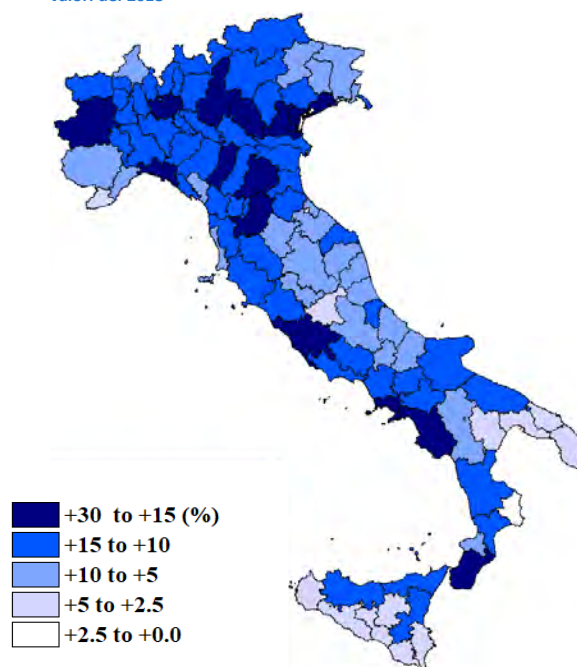
Figura 16: Una misura di accessibilità del trasporto ferroviario (2019): risultati della stima del modello (1) (valori in addetti/tempo; in parentesi numero di province appartenenti a ciascuna classe di accessibilità)



Fonte: Ricerca dell'Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", 2021⁶.

Come si può desumere dalla Figura 16, le province della Sicilia e Calabria hanno un'accessibilità ferroviaria circa il 51% di quelle più accessibili del nord Italia.

Figura 17: Variazione percentuale di accessibilità ferroviaria in seguito alla realizzazione degli interventi ad oggi programmati sulla rete italiana rispetto ai valori del 2018



Fonte: Università di Napoli "Federico II" e Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", 2020⁸.

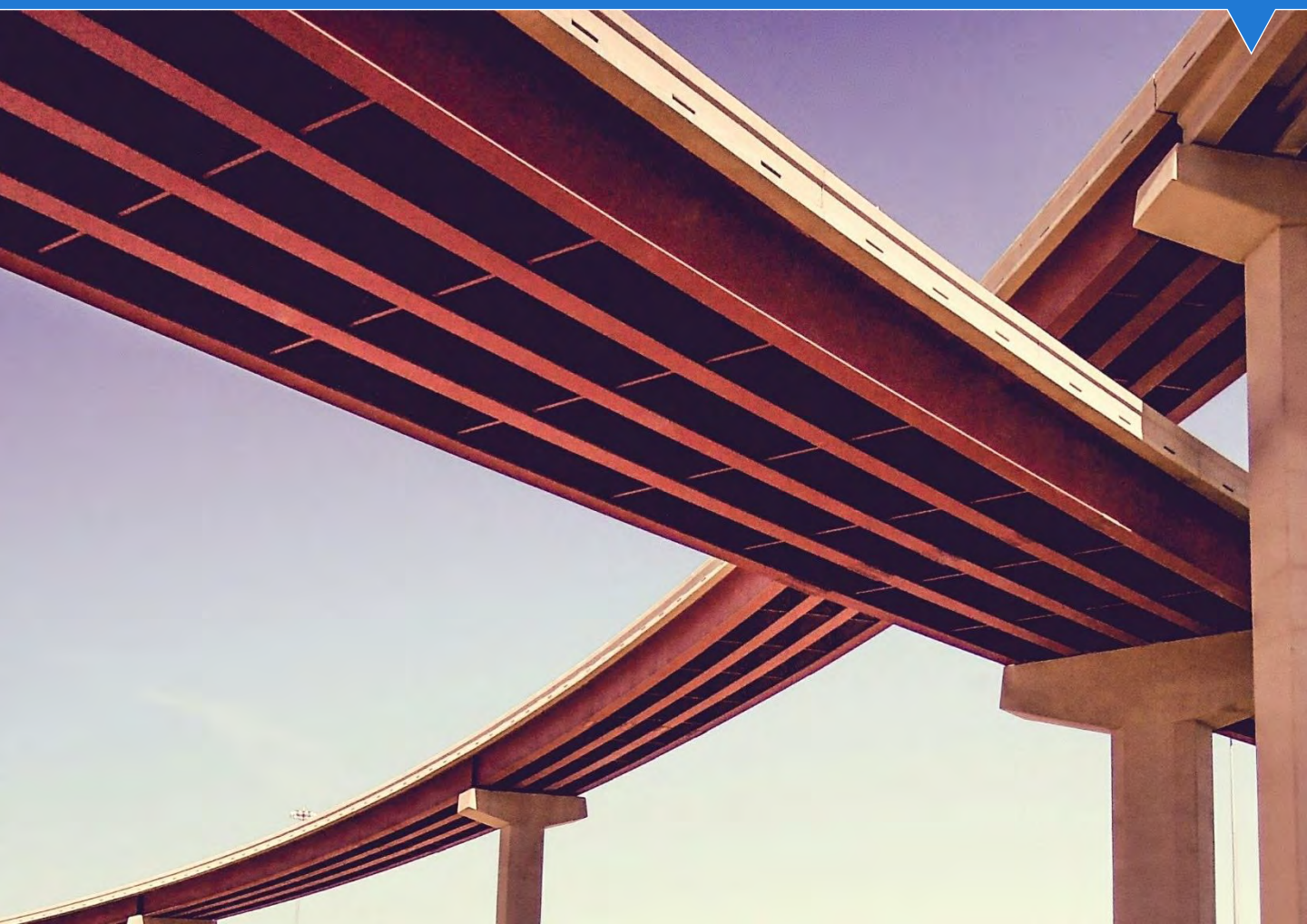
Per contro, una recente ricerca⁷ mostra come gli investimenti già oggi programmati sulla rete ferroviaria (PNRR, Allegato al DEF 2020 e Contratto Programma RFI) porterebbero ad una significativa riduzione del disavanzo di accessibilità del Mezzogiorno (Figura 17), a cui andrebbe poi ad aggiungersi il beneficio prodotto da un collegamento stabile dello Stretto di Messina che a sua volta potrebbe ridurre i tempi di attraversamento di un convoglio ferroviario dalle circa 2,5 ore a circa 20 minuti.

⁶ Carteni A., Di Francesco L., Martino M. (2021); The role of transport accessibility within the spread of the Coronavirus pandemic in Italy. Safety Science, Vol. 133, 104999. ISSN 0925-7535. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104999.

⁷⁻⁸ Cascetta, E.; Carteni, A.; Henke, I.; Pagliara, F. (2020); Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in Italy: ten years ex post evaluation and future perspectives. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 139, pp. 412-428. DOI: 10.1016/j.tra.2020.07.008.



1.3. Lo stato della programmazione infrastrutturale di interesse



1.3.1. La programmazione Europea

Considerando più in generale la strategia di “Connettere l’Europa” perseguita dai Programmi Quadro Europei e Nazionali, l’Italia è oggi interessata da 4 Corridoi della rete principale TEN-T (Figura 18):

1. **il Corridoio Mediterraneo:** attraversa l’intero Nord Italia da Ovest ad Est, congiungendo i centri urbani di Torino, Milano, Verona, Venezia, Trieste, Bologna e Ravenna;
2. **il Corridoio Reno Alpi:** passa per i valichi di Domodossola e Chiasso, si sovrappone al Mediterraneo e giunge, infine, al porto Core di Genova;
3. **il Corridoio Baltico Adriatico:** collega l’Austria (valico del Tarvisio) e la Slovenia ai porti Core del Nord Adriatico di Trieste, Venezia e Ravenna;
4. **il Corridoio Scandinavo-Mediterraneo:** attraversa l’intera penisola da nord a sud, partendo dal valico del Brennero e collegando Trento, Verona, Bologna, Firenze, Livorno e Roma ai principali centri urbani del sud come Napoli, Bari, Catanzaro, Messina e Palermo.

Quest’ultimo prevede anche il passaggio attraverso lo Stretto di Messina e, quindi, la necessità di studiare tale continuità, in forma stabile o meno, con riferimento al trasporto stradale e ferroviario, nonché merci e passeggeri.

Già a partire dal 2017, nell’ambito del documento programmatico del MIMS, Allegato Infrastrutture al DEF 2017, è emersa l’esigenza di valutare possibili alternative di attraversamento dello Stretto di Messina sia stabile che tramite potenziamento/adequamento dei collegamenti marittimi dedicati (scenario di riferimento o di non

intervento), anche al fine di garantire la continuità dell’Asse di connessione Napoli - Palermo. Fra le opere di prioritario interesse nazionale riportate nel recente Allegato Infrastrutture al DEF del 2020, denominato “#Italiaveloce”, nell’ambito della programmazione da svolgere per il completamento/potenziamento delle direttrici Ferroviarie strategiche per il Paese, tra cui la direttrice Napoli – Reggio Calabria – Palermo, compare la prescrizione di sviluppare una “progettazione di fattibilità finalizzata a verificare le possibili opzioni di attraversamento sia stabili che non stabili” in riferimento allo Stretto di Messina.

Figura 18: Corridoi Europei TEN-T di rilevanza nazionale (2020)



Fonte: <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>.

1.3.2. La programmazione della rete ferroviaria nazionale

Nel recente Decreto Rilancio (D.L. 19 maggio 2020, n. 34) è stato previsto il finanziamento del “Progetto di fattibilità tecnico-economica degli interventi di potenziamento, con caratteristiche di alta velocità, delle direttrici ferroviarie Salerno – Reggio Calabria, Taranto – Metaponto – Potenza – Battipaglia e Genova – Ventimiglia” per complessivi 40 milioni di Euro. Nello specifico, si prevede che Rete Ferroviaria Italiana (RFI) possa impiegare 25 milioni di Euro nel 2020 e 15 nel 2021 per redigere questi progetti di fattibilità. Tale progettazione di fattibilità, si inserisce in una serie di progetti e realizzazioni già in essere, finanziate dal Contratto di Programma MIMS-RFI 2017-2021 aggiornamento 2018-2019, che riguardano sia l’Asse Salerno – Reggio Calabria, sia le Direttrici siciliane Palermo – Catania – Messina, che sono, nel dettaglio, le seguenti.

Asse Salerno – Reggio Calabria

- Sulla direttrice Salerno – Reggio Calabria e sulle linee afferenti, sono attualmente in corso i progetti di upgrading tecnologico e infrastrutturale, di seguito elencati: l’adeguamento tecnologico e infrastrutturale nella linea Battipaglia-Reggio Calabria;
- l’upgrading e il potenziamento tecnologico dell’itinerario Salerno-Reggio Calabria;
- l’upgrading tecnologico e prestazionale della linea Tirrenica Sud (seconda fase) che consiste nell’upgrade dei sistemi di segnalamento tra Campora e Rosarno (85 km circa), e tra Maratea e Scalea (23 km circa).

Questi interventi consentiranno complessivamente di migliorare la regolarità della circolazione, l’affidabilità dell’infrastruttura, consentendo anche una riduzione dei perditempo, con recuperi dell’ordine dei 5 minuti.

Nel 2012 è stato inoltre completato il progetto della “variante di Cannitello” che ha previsto la realizzazione di

un tratto in variante, di estesa complessiva di circa 900 m, rispetto alla linea esistente Battipaglia – Reggio Calabria. L’intervento si è reso necessario per la risoluzione dell’interferenza della linea ferroviaria con l’area in cui, da progetto approvato, era prevista la realizzazione della torre sul versante calabrese del futuro ponte sullo Stretto di Messina. La variante comprende una galleria artificiale di 387 m (necessaria per la protezione della linea durante la costruzione del ponte), per la quale è in corso l’intervento di “mascheramento” comprensivo della riqualificazione del lungomare in località Cannitello, con attività di progettazione e realizzazione affidata a luglio 2020.

Oltre ai predetti interventi, in ottemperanza al Decreto Rilancio n. 34 de 19 maggio 2020, partendo dalla ricognizione di tutti gli studi/progetti pregressi, RFI ha completato il documento di fattibilità delle alternative progettuali della nuova linea Alta Velocità Salerno – Reggio Calabria. La scelta di tracciati alternativi a quelli precedentemente studiati, laddove ragionevolmente possibile, si basa su criteri di sostenibilità, finalizzati ad ottenere delle soluzioni tali da minimizzare l’uso delle risorse, a partire da quelle finanziarie e offrire la possibilità di una realizzazione dell’itinerario per lotti funzionali tali da consentire comunque un incremento delle prestazioni offerte (in termini di capacità e di riduzione dei tempi di percorrenza), nonché l’ampliamento dell’accessibilità al sistema ferroviario.

Recentemente nel PNRR e nei fondi nazionali integrativi sono stati stanziati oltre 11 miliardi di euro per la realizzazione dei lotti prioritari individuati sulla direttrice Salerno – Reggio Calabria, di cui sono in corso le Progettazioni di Fattibilità Tecnico Economica.

Nell'attuale aggiornamento del Contratto di Programma – Parte Investimenti, sottoscritto fra RFI e MIMS, nella Regione Calabria, relativamente alla direttrice tirrenica sono previsti i seguenti interventi (Figura 19, Tabella 30). Gli investimenti previsti nel PNRR e nei fondi nazionali integrativi troveranno allocazione nell'imminente aggiornamento del Contratto di Programma

Figura 19: Localizzazione interventi ferroviari previsti per l'area di studio



C CAPACITA'
 Q QUALITA'
 V VELOCITA'
 P PRESTAZIONI

Fonte: RFI

Tabella 30: Interventi ferroviari previsti per l'area di studio (Costo, Risorse, Fabbisogni valori in milioni di Euro)*

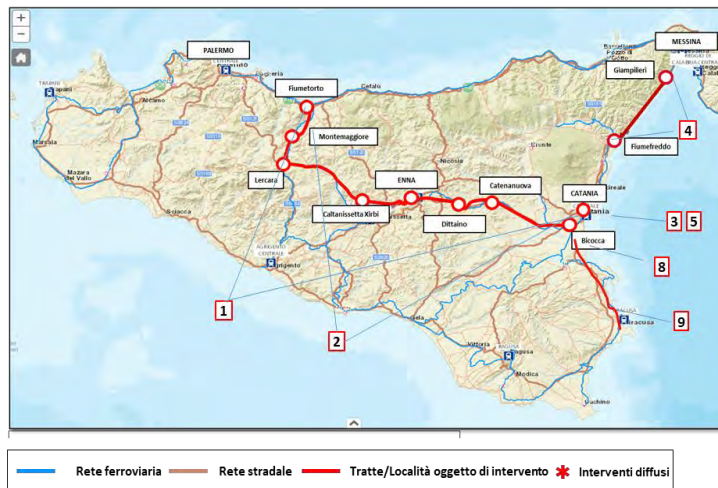
Intervento	n°	Costo	Risorse disponibili		Fabbisogni		Stato
			al 2017	2018-2019	Finanziari	Benefici	
Adeguamento tecnologico e infrastrutturale linea Battipaglia - Reggio Calabria	1	230	230	0		V+Q+A	Concluso
Upgrading e potenziamento tecnologico itinerario Salerno - Reggio Calabria e linee afferenti	2	80	60		20	V	In corso
Upgrading tecnologico e prestazionale Tirrenica sud 2 ^a fase	3	100	100			V	In corso
Alta Velocità ferroviaria Salerno - Reggio Calabria e sistema integrato stazione Ferroviaria - Aerostazione di Lamezia Terme	4	6000	6	94		C+V	Progettazione

*in corso di aggiornamento alla luce degli stanziamenti del PNRR.
Fonte: RFI

Diretrici Siciliane

Nella Regione Sicilia, i principali investimenti inseriti nell'attuale Contratto di programma fra RFI e MIMS, correlati con l'opera di attraversamento stabile dello Stretto, sono i seguenti (Figura 20, Tabella 31).

Figura 20: Localizzazione interventi ferroviari previsti per l'area di studio



Fonte: RFI

Tabella 31: Interventi ferroviari previsti per l'area di studio (Costo, Risorse, Fabbisogni valori in milioni di Euro)

(C) CAPACITA' (Q) QUALITA' (V) VELOCITA' (P) PRESTAZIONI

Intervento	n°	Costo	Risorse disponibili		Fabbisogni		Stato
			al 2017	2018-2019	Finanziari	Benefici	
Nuovo collegamento Palermo-Catania 1^fase	1	5.608	1.714	2.985	909	C+V	In corso
Nuovo collegamento Palermo-Catania 2^ fase	2	408	-	-	408	C+V	Progettazione
Sistemazione Nodo di Catania	3	861	252		609	C	Progettazione
Raddoppio Giampileri - Fiumefreddo	4	2.300	2.300	-	-	C+V	In gara
Collegamento Ferroviario Aeroporto Catania Fontanarossa	5	15	15			Q	In corso
Velocizzazione Catania Siracusa 1^ fase	8	88	88			V	In corso
Velocizzazione Catania Siracusa Completamento	9				44	V	Progettazione

Fonte: RFI

1.3.3. La programmazione della rete autostradale nazionale

Nel corso degli ultimi anni diversi interventi sono stati effettuati per l'ammodernamento della rete autostradale e stradale nell'area di interesse, e diversi investimenti sono programmati, tra cui (Figura 20):

- ammodernamento A2 "Autostrada del Mediterraneo", completato nel 2016, su un'estesa di circa 432 km, caratterizzata da tre corsie per senso di marcia da Salerno a Sicignano e due corsie per senso di marcia fino a Reggio Calabria;
- ulteriore piano di investimenti sulla A2, volto a incrementare gli standard di sicurezza e che prevede di trasformarla nella prima "smart road" europea;
- raddoppio e adeguamento della S.S. 640 'degli Scrittori' tra Agrigento e Caltanissetta, con sezione stradale "categoria B" di cui al D.M. 05.11.2001;
- adeguamento della strada statale 106 "Jonica", che ha origine a Reggio Calabria, si sviluppa lungo la fascia litorale jonica e termina a Taranto, dopo un percorso di 491 km, collegando la Calabria, la Basilicata e la Puglia, attraverso i loro territori costieri. La "Jonica" sarà integrata con l'A2 attraverso alcune trasversali di collegamento, in parte già realizzate;
- ammodernamento dell'A19 Palermo-Catania al fine di porre rimedio alla vetustà e deficit strutturali che le opere manifestano dopo circa 50 anni di esercizio;
- adeguamento dell'itinerario Ragusa – Catania dello sviluppo di circa 70 km, con sezione stradale "categoria B" di cui al D.M. 05.11.2001.

Tabella 32: I principali interventi realizzati e programmati sulla rete stradale e autostradale di interesse, quest'ultima in Sicilia è parzialmente in gestione diretta di Anas e del CAS

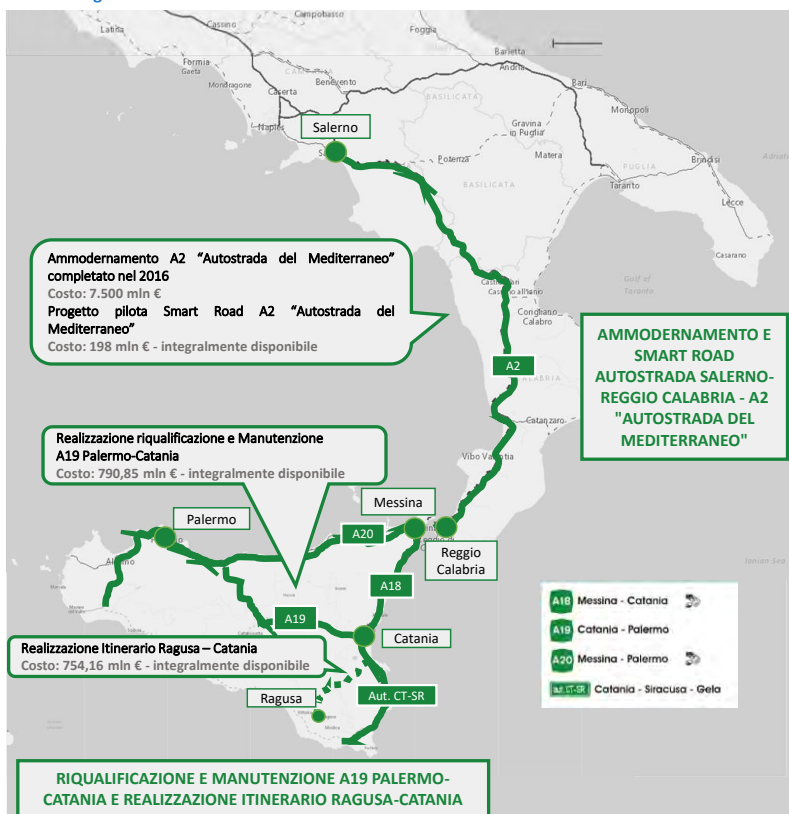
Intervento	Costo (Mln€)	Note
Ammodernamento A2 "del Mediterraneo"	7.500,00	Risorse interamente spese
Progetto smart road A2 "del Mediterraneo"	47,70 (disponibilità in funzione dei vari strumenti attuativi PON, CdP, altre fonti)	Risorse spese 26 Mln€
A19/A29/A29dir/A29dirA/A29Racc	790,85 (interamente disponibile)	Risorse spese 217 Mln€
Realizzazione itinerario Ragusa-Catania	754,16 (interamente disponibile)	Risorse da spendere (progettazione esecutiva in corso)

In aggiunta agli interventi alla scala nazionale ed interregionale, vanno considerati diversi interventi alla scala locale finalizzati a migliorare la viabilità a servizio dell'area dello Stretto e l'accessibilità al sistema di attraversamento stabile. Questi interventi sono riassunti in Tabella 33 e Figura 21.

Figura 22: La rete ANAS nell'area dello Stretto di Messina



Figura 21: I principali interventi realizzati e programmati sulla rete autostradale di interesse, che in Sicilia è parzialmente in gestione diretta di Anas e del CAS.



Fonte: Anas.

Fonte: elaborazione STM.

Tabella 33: I principali interventi previsti da Anas sulla rete statale e locale nell'area di interesse

Regione Calabria		
Intervento	Costo (Mln€)	Finanziamento disponibile da CdP (Mln€)
A2 "del Mediterraneo" – Riqualficazione della vecchia carreggiata sud tra Scilla e S. Trada	13,80	13,80
RA 04 S.S. 106 Ter. Tangenziale Interventi strutturali Risanamento e miglioramento sismico di una serie di opere d'arte	21,00	-
A2 "del Mediterraneo" Interventi di ripristino sulle rampe degli svincoli di Scilla e di Reggio Calabria	15,00	9,64
SS 18 "Tirrenica" Interventi di manutenzione programmata per la messa in sicurezza di pendii e opere di difesa idrauliche	10,00	-
SS 18 "Tirrenica" Riqualficazione della S.S. 18 "Tirrenica" - collegamento con la costa tirrenica	11,00	-
SP 107 (ex SS 670) e SS 184 Riqualficazione delle SP 107 (ex SS 670 non in gestione Anas) e della SS 184	7,00	-
A2 dir "Campo Calabro - Santa Caterina" Riqualficazione A2 DIR	30,00	-
RA 04 S.S. 106 Ter "Tangenziale di RC" Superamento dell'abitato di Reggio Calabria: riconfigurazione piattaforma, miglioramento innesti con corsie specializzate, introduzione corsie emergenza e complanari.	100,00	-
SS 106 Potenziamento e riqualficazione SS 106 Tratto dal km 0+000 (RC) al km 100+000 (Locri) in tratti saltuari escluse tratte già ammodernate	400,00	-
Riqualficazione rete stradale locale	8,00	-
Totale Regione Calabria	615,80	23,44
Regione Sicilia		
Intervento	Costo (Mln€)	Finanziamento disponibile da CdP (Mln€)
Interventi vari di messa in sicurezza su SS 113	6,27	2,32
Interventi vari di messa in sicurezza su SS 113/dir	2,40	2,55
Totale Regione Sicilia	8,67	4,87







2. Il contesto fisico e ambientale

**Inquadramento marino,
paesaggistico e ambientale**

Inquadramento geologico

Inquadramento del rischio sismico



2.1. Inquadramento marino, paesaggistico e ambientale



2.1.1. Il sistema dei vincoli e le aree naturali protette

L'inquadramento territoriale e ambientale complessivo dell'area dello Stretto di Messina è volto a delineare i principali elementi caratterizzanti il sistema esaminato derivanti dalla lettura dei numerosi documenti presenti agli atti.

L'elevata sensibilità ambientale del contesto territoriale attraversato può essere immediatamente percepita, a livello generale, dalla lettura d'insieme del complesso sistema di aree protette – principalmente gli elementi afferenti alla Rete Natura 2000 – e dal sistema dei vincoli di carattere paesaggistico/culturale, come sotto sinteticamente descritti.

Il territorio dello Stretto di Messina si distingue per la ricchezza e varietà paesaggistica tipica delle aree in cui

Dall'analisi ricognitiva sul quadro vincolistico territoriale (Figura 23) emerge la presenza, sia sulla costa Calabra che quella Siciliana, di numerosi elementi paesaggistici e culturali tutelati dal Codice dei Beni Culturali (D.lgs 42/200, Artt. 142, 136 e 10). Per quanto attiene le aree protette, il contesto calabro e quello siculo vedono la presenza di un articolato sistema di siti afferenti alla Rete Natura 2000 (ZPS e SIC/ZSC), ambiti tutelati dalle Direttive comunitarie 2009/147/CE e 92/43/CEE. Nel complesso si tratta di un'area naturalistica di primaria importanza a grande scala, essendo un corridoio ecologico per molte specie faunistiche dell'ambiente marino e per l'avifauna, oltre che un habitat marino e terrestre ricco di biodiversità.

Figura 23: Sistema dei vincoli paesaggistici e dei beni culturali



Fonte: Regione Calabria, Piano Paesaggistico Regionale – Regione Sicilia, Piano Territoriale Paesaggistico Regionale.

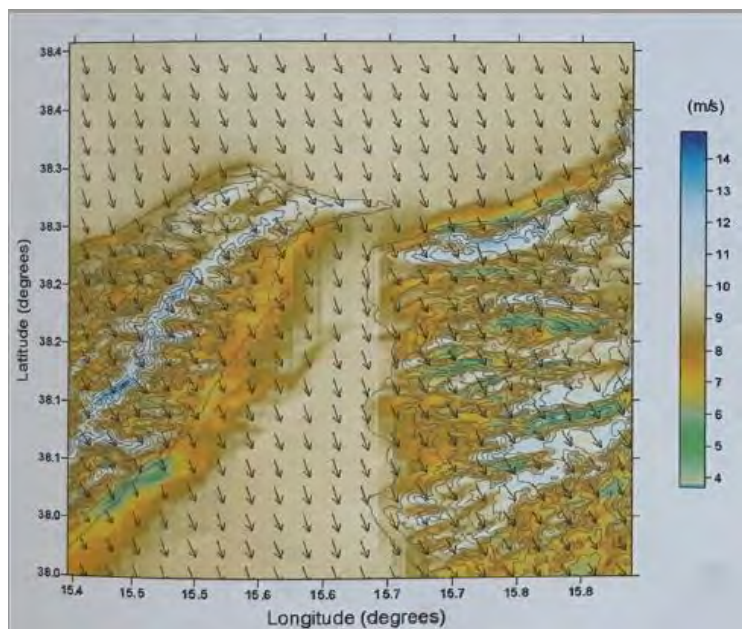
Il territorio dello Stretto di Messina si distingue per la ricchezza e varietà paesaggistica tipica delle aree in cui ambiente marino, collinare e montano sviluppano rapporti di sinergia, ma anche per la forte valenza culturale legata alle numerose testimonianze storiche e archeologiche, nonchè per la grande vocazione agricola

2.1.2. La morfologia dei luoghi e caratteristiche dei venti

Lo Stretto in quanto tale è caratterizzato da fondali marini piuttosto profondi e da forti correnti. Le coste sono coronate da sistemi collinari e montuosi di rilevante altezza. Sul lato siciliano, i monti Peloritani declinano gradualmente da 1250 m ai 290 m di altitudine; sul lato calabrese, il ripido e imponente massiccio dell'Aspromonte, caratterizzato dalla presenza di profonde valli perpendicolari alla linea di costa, raggiunge 2000 m di altitudine. La conformazione morfologica influenza in modo significativo l'andamento e le velocità delle correnti del vento.

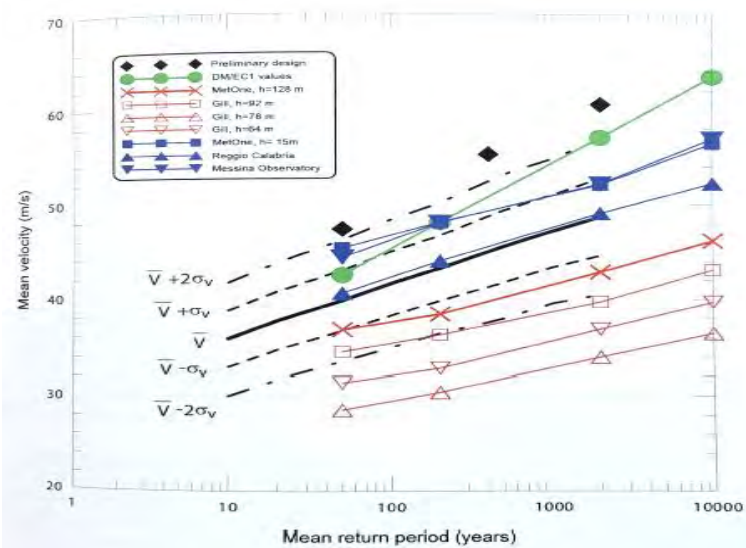
La valutazione delle caratteristiche del vento nell'area dello Stretto, da utilizzare nella progettazione delle opere di attraversamento, è un aspetto complesso e molto importante. L'area è stata oggetto negli anni di un attento monitoraggio. I dati analizzati da enti universitari (Politecnico di Milano ed Università di Genova) hanno permesso di identificare la frequenza di direzione prevalente dei venti, così come i fenomeni di turbolenza attraverso l'implementazione di un modello digitale dell'area dello Stretto, grazie al quale si sono potuti valutare scenari ventosi rappresentativi degli effetti morfologici e climatici locali. In particolare, si osserva come la velocità del vento media è maggiore lungo lo Stretto dove l'attrito vento-mare è modesto, mentre è minore sulla costa (Figura 24). Apposite modellazioni e analisi probabilistiche hanno permesso di ricavare una distribuzione della velocità di picco media annua al centro dello Stretto (Figura 25): si rileva una velocità del vento di 48 m/sec (178 km/h) su periodo di ritorno di 50 anni, di 60 m/sec (216 km/h) su tempo di ritorno di 2.000 anni.

Figura 24: Velocità media del vento nell'area dello Stretto



Fonte: Brancaleoni et al., 2009⁹

Figura 25: Velocità di picco media annua del vento



Fonte: Brancaleoni et al., 2009¹⁰

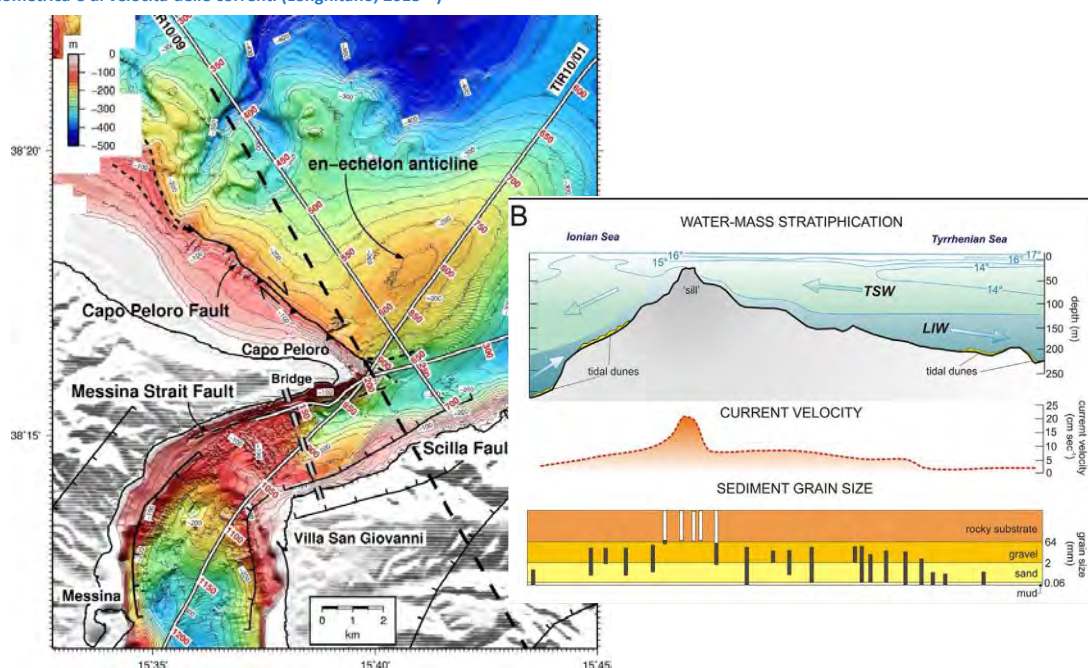
⁹⁻¹⁰ Brancaleoni F., Diana G., Faccioli E., Fiammenghi G., Firth I.P.T., Gimsing N. J. Jamiolkowski M., Sluzska P., Solari G., Valensise G., Vullo E. (2009). *The Messina Strait Bridge: A Challenge and a Dream*. CRC Press Taylor and Francis Group, pp.334.

2.1.3. Le correnti marine, maree e batimetria dell'area dello Stretto di Messina

Lo Stretto connette il Mar Ionio a sud-ovest e il Mar Tirreno a nord-est (Figura 26). I fondali, poco profondi a ridosso del settore più stretto (circa -80 m s.l.m.), degradano verso sud di alcune migliaia di metri nell'arco di pochi chilometri. Verso nord, il gradiente di approfondimento è moderato, e la quota batimetrica raggiunge circa -600 m s.l.m. in circa 4 km di distanza. Lo Stretto è dominato da correnti di marea che corrispondono a flussi di acqua fino a 750.000 m³/sec, con velocità che raggiungono 5 m/s in superficie, a causa del restringimento del tratto compreso tra Capo Peloro e Villa San Giovanni. Le correnti rispondono ad una periodicità mareale semi-diurna, con fenomeni di marea in opposizione di fase ogni 6 ore. Il gradiente di quota della superficie marina che consegue a questo fenomeno

e l'esistenza di un punto anfidromico al centro dello Stretto fanno sì che grandi masse d'acqua lo attraversino in rapida successione, provocando vistosi fenomeni di increspatura e turbolenze superficiali ('tagli'). L'idrodinamica è condizionata anche dalla considerevole differenza di salinità tra il 'flutto montante' (diretto verso nord) e il 'flutto discendente' (diretto verso sud) che si sovrappongono in un'interfaccia interessata da importanti fenomeni di onde interne. I flussi di acqua conseguenti alle variazioni altimetriche dei fondali, i gradienti termici e i gradienti di densità associati alla diversa salinità (le acque del mar Ionio sono più fredde e più dense delle acque del mar Tirreno) sono caratterizzati da considerevole componente verticale e fenomeni ascensionali su piccola scala.

Figura 26: Batimetria dell'area dello Stretto di Messina, con la traccia del ponte e delle sezioni sismiche TIR01-07-09-10 (Dogliani et al. 2012¹¹). Distribuzione termica, granulometrica e di velocità delle correnti (Longhitano, 2018¹²)



¹¹Brancaleoni F., Diana G., Faccioli E., Fiammenghi G., Firth I.P.T., Gimsing N. J., Jamiolkowski M., Sluska P., Solari G., Valensise G., Vullo E. (2009). *The Messina Strait Bridge: A Challenge and a Dream*. CRC Press Taylor and Francis Group, pp.334.

¹²Longhitano, S.G. (2018). Between Scylla and Charybdis (part 2): The sedimentary dynamics of the ancient, Early Pleistocene Messina Strait (central Mediterranean) based on its modern analogue. *Earth-Science Reviews*, 179, pp.248-286.

2.1.4. L'ambiente idrico e sistema geomorfologico

Il reticolo idrografico di superficie presenta notevoli analogie nelle due coste siciliane e calabresi, dovute soprattutto alle caratteristiche dei rilievi montani presenti, che favoriscono un rapido inalveamento in corsi d'acqua dal carattere torrentizio (fiumare) che partendo dalle dorsali montane raggiungono rapidamente il mare in uno sviluppo lineare di pochi chilometri. La maggior parte dei corsi d'acqua è stata nel tempo oggetto di interventi di sistemazione idraulica, con ricadute sulla dinamica dei litorali ed effetti negativi sul rischio di erosione costiera. Sono da evidenziare fenomeni erosivi delle coste dovuti alle sistemazioni idrauliche lungo le aste fluviali, e anche all'azione marina delle correnti. I fenomeni sono limitati in parte da processi di avanzamento della costa e dalle opere di difesa costiera.

Dal punto di vista dei corpi idrici sotterranei, è presente un fenomeno di sovrasfruttamento crescente degli acquiferi per utilizzi civili, industriali ed agricoli che determina situazioni di abbassamento del livello di falda, non sempre compensato dalla ricarica attraverso le precipitazioni meteoriche, che induce un'alterazione dell'interfaccia acqua dolce/salata con relativa miscelazione (cuneo salino).

Il territorio è inoltre caratterizzato da importanti formazioni montuose per le quali sono da rilevare fenomeni di instabilità, in parte contenuti nel breve periodo grazie al contributo della vegetazione che ricopre i versanti.

Il reticolo idrografico di superficie presenta notevoli analogie nelle due coste siciliane e calabresi, dovute soprattutto alle caratteristiche dei rilievi montani presenti

2.1.5. Il contesto paesaggistico e territoriale

Il contesto paesaggistico dell'ambito dello Stretto di Messina è contraddistinto da una varietà di ambienti che definiscono il paesaggio nella sua complessità.

Dal punto di vista naturalistico si rileva la presenza di differenti tipologie, fra cui il paesaggio marino è senza dubbio il principale elemento strutturante e quello che percettivamente ne rappresenta i caratteri tipici, anche in relazione agli aspetti vegetazionali e faunistici.

Una specificità rilevante alla scala del paesaggio è comunque determinata dalla presenza delle linee ferroviarie e stradali, oltre che dalle aree portuali, dalle zone produttive limitrofe e dai diffusi insediamenti residenziali che hanno nel tempo definito i caratteri paesaggistici singolari di questo ambito che non può essere ricondotto né ad una situazione di paesaggio di costa naturale, né ad una antropizzazione programmata della costa.

Il paesaggio analizzato è quindi composto da una moltitudine di ambiti strettamente interconnessi in cui le acque interne e marine (lo Stretto stesso, le fiumare, i laghi di Ganzirri sul versante messinese) si uniscono ai paesaggi terrestri (gli spazi naturali, rurali, periurbani e urbani).

Dal punto di vista naturalistico si rileva la presenza di differenti tipologie, fra cui il paesaggio marino è senza dubbio il principale elemento strutturante e quello che percettivamente ne rappresenta i caratteri tipici, anche in relazione agli aspetti vegetazionali e faunistici

2.1.6. Il contesto paesaggistico e la visualità

Lo Stretto di Messina è considerato una “unità di paesaggio” che fa parte di un più grande contesto basato sui due pilastri Aspromontano e Peloritano, i cui primi rilievi settentrionali costituiscono le colonne portanti del sistema che comprende anche l’Etna e le Isole Eolie ed in questi termini è necessario comprenderne la unicità paesaggistico-percettiva. È infatti da questo sistema che deriva l’eccezionalità di questo sito e da cui discendono i valori scenici e percettivi, grazie al rapporto tra i massici montuosi delle due sponde che di fatto sono una naturale prosecuzione dell’altro e lo specchio d’acqua su cui si affacciano.

Gli ambiti urbanizzati, che nel tempo hanno visto attuarsi una stratificazione sulle preesistenze antropiche, costituiscono comunque i riferimenti visivi che permettono una lettura del territorio e della sua evoluzione nel tempo alla scala vasta e da grande distanza, confermando la complementarietà tra le due coste.

Lo Stretto di Messina è considerato una “unità di paesaggio” che fa parte di un più grande contesto basato sui due pilastri Aspromontano e Peloritano, i cui primi rilievi settentrionali costituiscono le colonne portanti del sistema che comprende anche l’Etna e le Isole Eolie

2.1.7. La biodiversità ambiente terrestre ed aerea

Il contesto ambientale in esame, pur se fortemente antropizzato, è caratterizzato da un buon livello di biodiversità, anche in virtù della movimentata morfologia, dell'uso del suolo che comunque lascia spazio ad ambienti seminaturali di rilevanza sotto il profilo ecosistemico, della presenza di elementi di naturalità diffusa del paesaggio rurale.

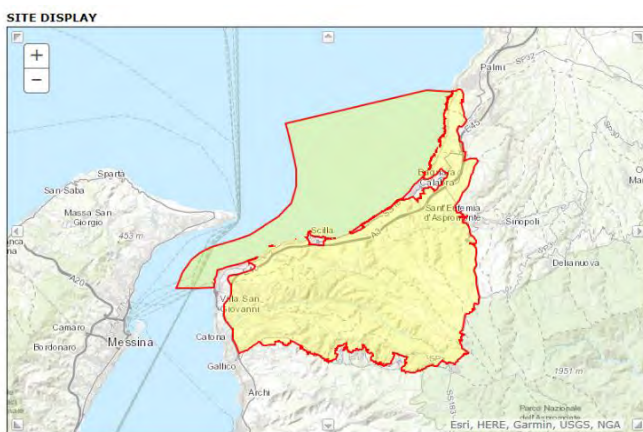
Dal punto di vista ecosistemico, si nota la presenza di un mosaico di elementi diversificati inseriti in un sistema generale a prevalente carattere seminaturale influenzato prevalentemente dalla attività agricola.

Tra gli elementi di interesse si fa riferimento ai Laghi di Ganzirri sulla costa Siciliana.

Deve essere ricordata, inoltre, la funzione rappresentata dall'area dello Stretto di Messina in relazione alle rotte migratorie per gli uccelli che nidificano in Europa e svernano a sud del Mediterraneo

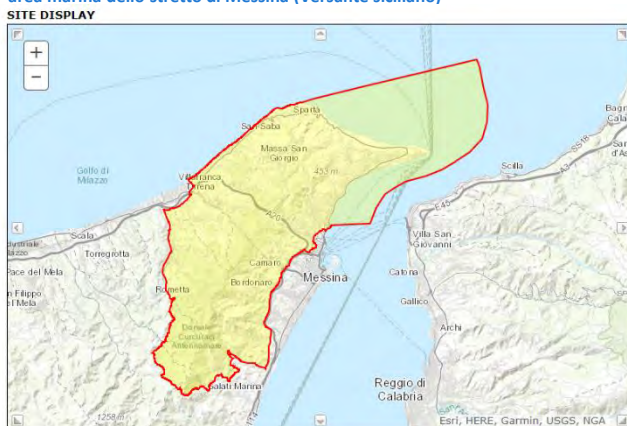
Tale varietà di ambienti è riconosciuta anche formalmente, tanto da portare alla individuazione della complessa rete Natura 2000 (cfr. Figura 27, Figura 28).

Figura 27: ZPS IT9350300 Costa Viola (versante calabro)



Fonte: <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=IT9350300#2>

Figura 28: ZPS ITA030042 Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina (Versante siciliano)



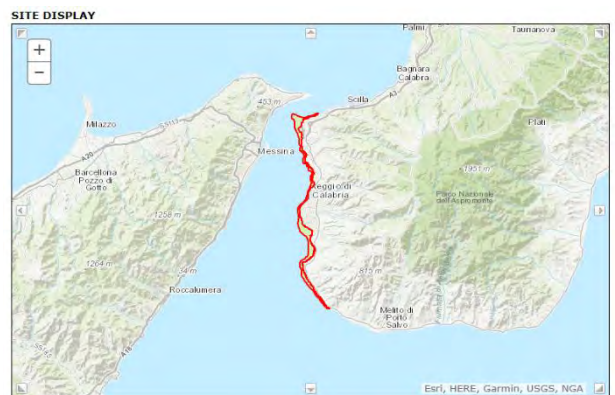
Fonte: <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ITA030042>

2.1.8. La biodiversità dell'ambiente marino

La presenza di una estrema varietà di caratteri morfologici e l'intenso idrodinamismo, in un contesto di modesta ampiezza, conduce ad una ricchezza di biotopi che nell'insieme rendono l'area in esame particolarmente rilevante dal punto di vista ecosistemico, con presenza di specie di interesse conservazionistico, biogeografico o ecologico nonché per la presenza di habitat importanti per le loro associazioni faunistiche e floristiche (Figura 29). Tra gli aspetti principali che si ritiene poter mettere in luce è la funzione del territorio dello Stretto come via di comunicazione tra il bacino orientale e quello occidentale del Mediterraneo: lo Stretto di Messina è infatti definito dai cetologi un "Whale Gate", ovvero un passaggio obbligato per le migrazioni e gli spostamenti dei cetacei. L'ambiente marino vede la presenza di diversi elementi di particolare rilevanza naturalistica, in relazione a popolamenti zoobentonici e fitobentonici che si pongono alla base della catena trofica di questo ricco ecosistema, nonché come snodo di collegamento tra la superficie e la zona mesopelagica.

Da ultimo deve essere citata la presenza, sia sul versante Siciliano che sul versante Calabro, di praterie di *Posidonia oceanica*; in particolare in Calabria è presente una vasta prateria lungo tutta la costa che si estende da Villa San Giovanni fino a Capo dell'Armi, facente parte del sistema Natura 2000 (SIC IT9350172) (Figura 29).

Figura 29: SIC IT9350172 Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi





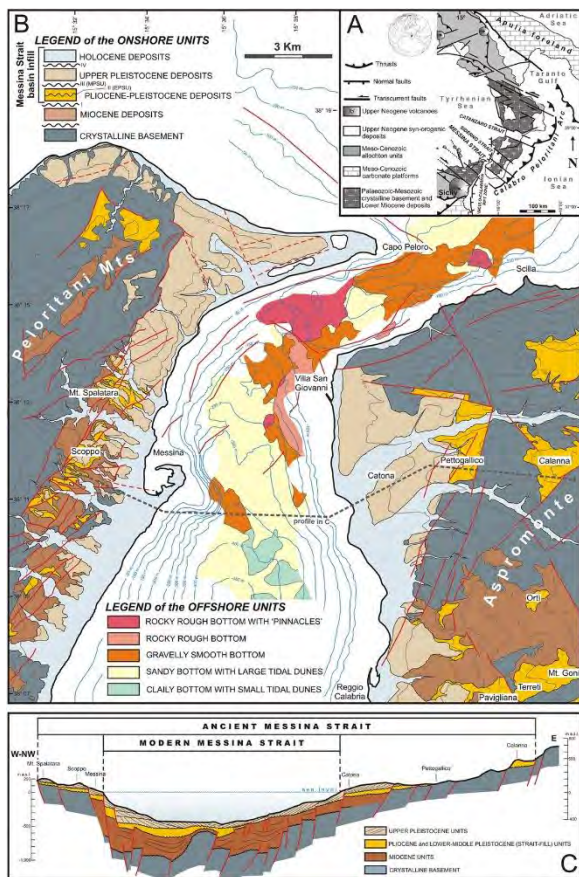
2.2. Inquadramento geologico



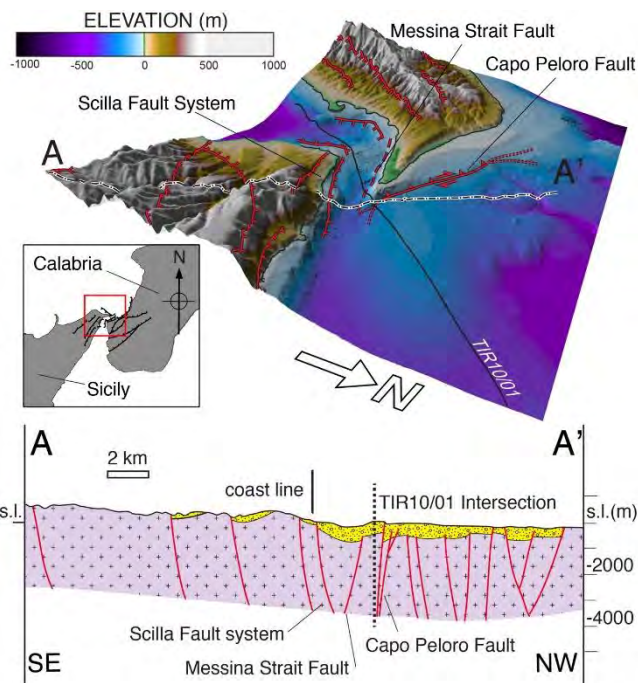
In questo paragrafo si riportano alcuni elementi essenziali di geologia a grande scala dello Stretto e alcune valutazioni di carattere geotecnico. È opportuno chiarire che si dispone di informazioni geologiche e geotecniche abbastanza dettagliate - alla scala adeguata all'analisi

delle opere di attraversamento - soltanto per la soluzione del progetto definitivo disponibile. Le problematiche geologiche e geotecniche relative ad altre tipologie di attraversamento possono essere pertanto discusse allo stato attuale soltanto qualitativamente.

Figura 30: Sinistra: Carta geologica (B) e sezione (C) schematiche dell'area dello Stretto di Messina. Si evince come l'intero avvallamento strutturale è stato generato da una estensione-transensione dx acconsentita da un sistema di faglie presente su entrambi i fianchi dello Stretto. Destra: Interpretazione geologica dalla Calabria al Tirreno a nord dei Peloritani; in giallo i sedimenti recenti discordanti sulle formazioni di basamento e rocce sedimentarie permo-mesozoiche.



Fonte: Longhitano, 2018¹³



Fonte: Doglioni et al., 2012.¹⁴

¹³ Longhitano, S.G. (2018) Between Scylla and Charybdis (part 1): the sedimentary dynamics of the modern Messina Strait (central Mediterranean) as analogue to interpret the past. *Earth-Sci. Rev.*, 185, 259-287.

¹⁴ Doglioni C., Ligi M., Scrocca D., Bigi S., Bortoluzzi G., Carminati E., Cuffaro M., D'Orlando F., Forleo V., Muccini F., Riguzzi F. (2012). The tectonic puzzle of the Messina area (Southern Italy): Insights from new seismic reflection data. *Scientific Reports, Nature*, 2, 970; DOI:10.1038/srep00970.

2.2.1. Geomorfologia dello Stretto

Il braccio di mare che costituisce lo Stretto di Messina presenta, nel suo segmento più rastremato, una larghezza pari a circa 3 km. Il margine settentrionale è rappresentato dalla costa siciliana compresa tra la città di Messina e Capo Peloro; il margine opposto coincide con l'estremità nord-occidentale della Calabria meridionale, tra gli abitati di Reggio Calabria e Scilla (Figura 30).

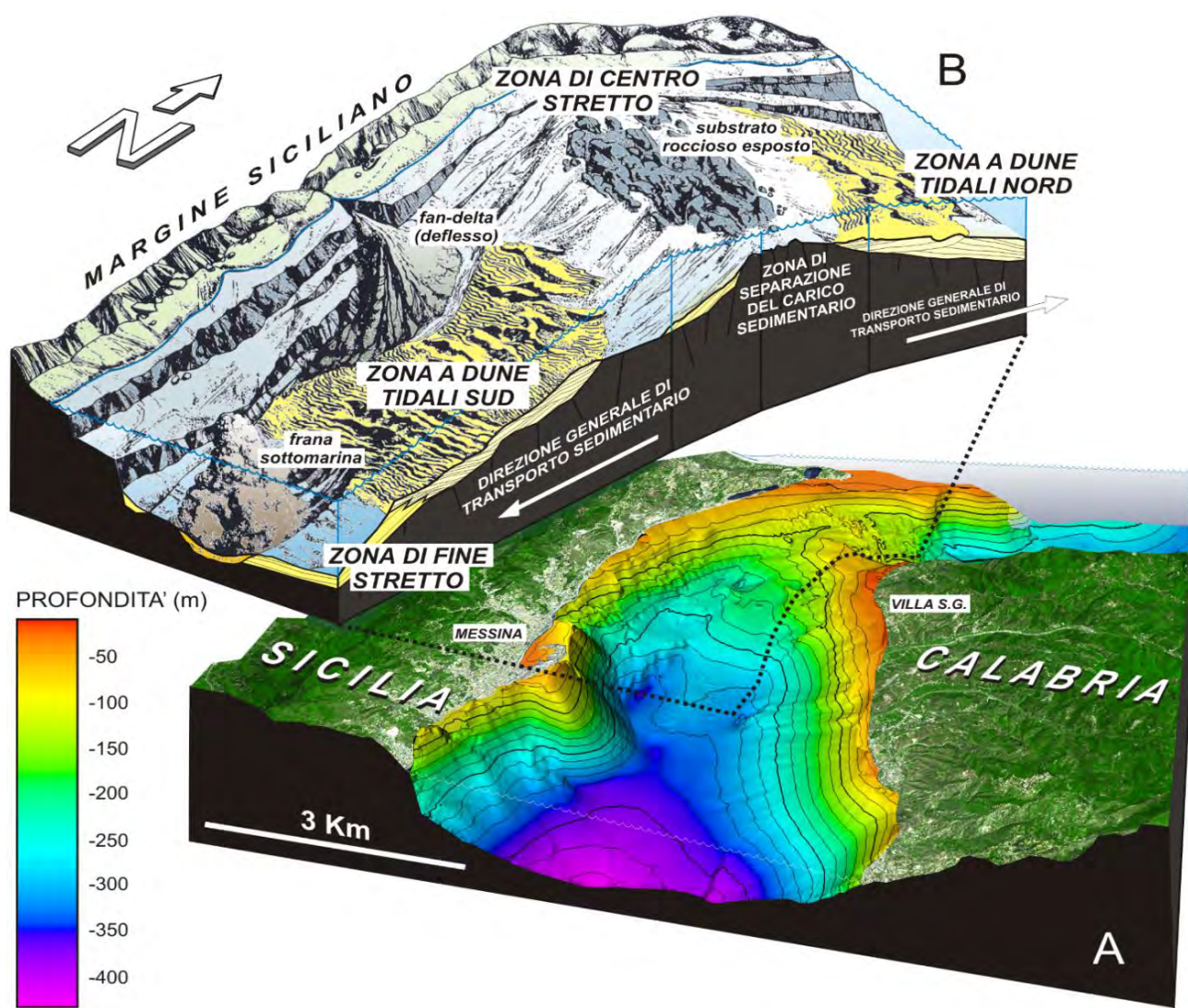
La complessa morfologia dello Stretto è il risultato della sovrapposizione di processi di natura tettonica, processi di morfoselezione delle rocce sedimentarie e metamorfiche che affiorano nei margini, e processi deposizionali di dinamica costiera. Questi ultimi hanno determinato lungo le due coste lo sviluppo di spiagge prevalentemente ghiaiose e l'accrescimento di un complesso sistema di spit ghiaioso-sabbiosi che costituiscono l'area siciliana di Capo Peloro, caratterizzata dalla presenza di antichi specchi d'acqua fra i sedimenti accumulati dalle correnti litoranee durante gli ultimi 6000 ÷ 7000 anni.

L'effetto della neotettonica attiva e il sollevamento dell'entroterra legato alle dislocazioni che hanno interessato i due margini dello Stretto hanno fatto sì che le zone costiere assumessero un assetto geomorfologico piuttosto complesso, con passaggi in poche centinaia di metri da quote prossime al livello del mare a quote collinari (300 ÷ 400 m s.l.m.) o, con maggiori gradienti, a quote montuose (800 ÷ 1000 m) nell'entroterra dei Monti Peloritani (Sicilia) e dell'Aspromonte (Calabria). Entrambi i margini presentano piane litorali molto rastremate, delimitate da serie di terrazzi marini incisi dai torrenti che sfociano nel braccio di mare dello Stretto. I torrenti, frequentemente incassati nel loro alto corso, rappresentano insieme alle superfici terrazzate la più evidente testimonianza delle recenti fasi di sollevamento tettonico. I fiumi, a carattere torrentizio e con recente ripresa di fenomeni di sovralluvionamento più energetica

rispetto al recente passato, hanno generato delta-conoidi costiere la cui morfologia è difficile da riconoscere a causa sia del rapido rimodellamento operato da correnti e moto ondoso, sia dell'intensa e rapida antropizzazione che le ha interessate.

I fondali risultano poco profondi (~ - 80 m s.l.m.) a ridosso del settore più stretto ma degradano verso sud di alcune migliaia di metri nell'arco di pochi chilometri. Verso nord, il gradiente di approfondimento è moderato, con la quota batimetrica che raggiunge circa - 600 m s.l.m. in 4 km di distanza. In corrispondenza del restringimento del tratto compreso tra Capo Peloro e Villa San Giovanni, le correnti di marea raggiungono velocità di alcuni metri al secondo. I flussi di acqua esercitano un considerevole effetto di trascinamento sui sedimenti ghiaioso-sabbiosi presenti sul fondo. Detti sedimenti occupano settori deposizionali specifici, distribuiti quasi simmetricamente in accordo con l'effetto di rallentamento che le due opposte correnti tidali subiscono per l'allargamento dei margini dello Stretto e per l'espansione della sezione idraulica del fondale (Longhitano, 2018). Le due principali aree deposizionali sommerse sono localizzate a est della città di Messina e a nord dell'abitato di Scilla. Treni di dune sabbiose, di oltre 6 m di altezza, si propagano a velocità di circa 30 ÷ 40 cm/giorno seguendo la direzione della corrente tidale dominante e determinando vistose increspature del fondale. I campi di dune sono separati dalla soglia rocciosa centrale che, come detto, si solleva in alcune zone fino a circa - 80 m s.l.m.. In corrispondenza della soglia si verifica la velocità massima delle correnti marine che qui esercitano un'azione erosiva. Sul fondale, oltre ai sistemi di dune, sono presenti accumuli di frane sottomarine e sedimenti di altra origine (Figura 31).

Figura 31: (A) Morfo-batimetria da dati multi-beam dei fondali dello Stretto. (B) Ricostruzione delle caratteristiche dei fondali a ridosso della soglia centrale sommersa.



Fonte: Longhitano, 2018¹⁵

¹⁵ Longhitano S. G. (2018). Between Scylla and Charybdis (part 1): the sedimentary dynamics of the modern Messina Strait (central Mediterranean) as analogue to interpret the past. *Earth-Sci. Rev.*, 185, 259-287.

2.2.2. Geologia dei margini

I depositi sedimentari che costituiscono i margini siciliano e calabrese dello Stretto di Messina appartengono a successioni neogenico-quadernarie; i loro caratteri litologici testimoniano le complesse fasi evolutive che questo settore ha subito nel corso degli ultimi 7 ÷ 8 milioni di anni. I depositi sono costituiti, dal basso verso l'alto, da arenarie e conglomerati miocenici compatti, a luoghi fratturati, tettonicamente deformati e dislocati da faglie antiche in appoggio stratigrafico discordante sulle rocce magmatiche e metamorfiche che costituiscono il basamento dell'Arco Calabro. I terreni miocenici passano, attraverso un'ulteriore discordanza, a marne e arenarie ben stratificate del Pliocene inferiore, con spessori estremamente variabili, da pochi metri ad alcune decine di metri. Le arenarie sono sormontate da depositi biocalcarenitici a stratificazione incrociata a grande scala del Pleistocene inferiore, che occupano per lo più i rilievi interni dei margini dello Stretto. I sedimenti affioranti lungo entrambi i margini dello Stretto sono costituiti maggiormente da ghiaie e sabbie poco cementate, del Pleistocene medio superiore, clinostratificate, che formano successioni di spessore totale fino a 120 ÷ 150 m. I depositi rappresentano antichi delta fluviali sviluppati perpendicolarmente allo Stretto durante le ultime fasi del suo sollevamento e restringimento. Ghiaie e sabbie sono caratterizzate da serie di superfici terrazzate fino al IX ordine, discontinue e spesso associate a depositi ghiaioso-sabbiosi di antiche spiagge supra-pleistoceniche che degradano fino a una quota di circa 6 m s.l.m.. I depositi più recenti sono associati all'azione torrentizia, responsabile dell'accumulo di delta-conoidi di limitata estensione e della formazione degli attuali litorali ghiaioso-sabbiosi.

Nell'area interessata dalle opere del ponte a una campata del progetto definitivo esistente, sono state identificate numerose unità litologiche, molto diverse tra loro per caratteristiche strutturali e per composizione.

La caratterizzazione geotecnica di queste unità litologiche, volta a determinare quantitativamente l'interazione terreno-strutture, è stata eseguita mediante indagini di sito e di laboratorio in corrispondenza dei terreni dei volumi significativi per il progetto definitivo esistente. Caratteristiche fisiche e proprietà meccaniche sono risultate molto variabili non soltanto passando da una unità all'altra ma anche all'interno di una stessa unità. In particolare, sembra opportuno ricordare che gli studi di geotecnica sismica hanno evidenziato scenari sismici e potenziali di liquefazione tali da richiedere la progettazione di interventi di miglioramento di grandi volumi di terreno in corrispondenza delle fondazioni delle torri e dei blocchi di ancoraggio.

I depositi sedimentari che costituiscono i margini siciliano e calabrese dello Stretto di Messina appartengono a successioni neogenico-quadernarie; i loro caratteri litologici testimoniano le complesse fasi evolutive che questo settore ha subito nel corso degli ultimi 7 ÷ 8 milioni di anni



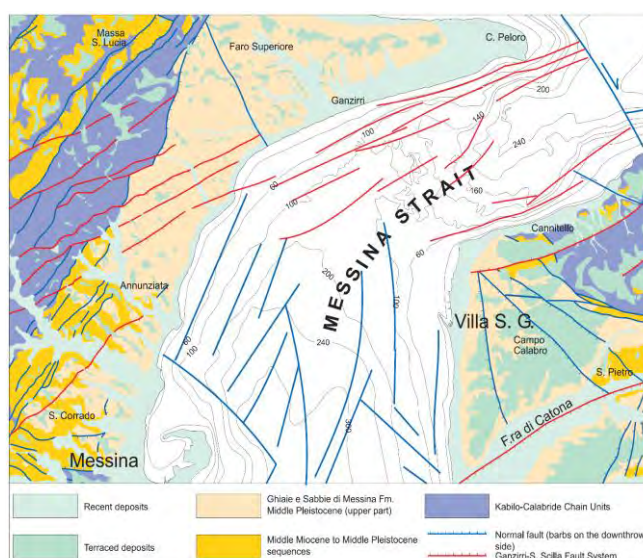
2.3. Inquadramento del rischio sismico



L'area dove sono previsti gli attraversamenti stabili dello Stretto non è soggetta a rischio vulcanologico, se non alla possibile ricaduta di cenere dalle eruzioni dell'Etna o dei vulcani eoliani, in particolare Stromboli o Vulcano, ma è fortemente esposta a rischio sismico e a possibili frane sottomarine. Terremoti, eruzioni e frane possono inoltre generare tsunami.

I margini dello Stretto di Messina risultano dissecati da faglie in buona parte considerabili attive (Figura 32). Morfologia e batimetria dell'area sono infatti dettate da un sistema di faglie estensionali a orientazione NE-SO che ne caratterizzano la parte settentrionale. La parte meridionale dello Stretto è invece attraversata da faglie a direzione prevalente circa NNE-SSO, con cinematica transtensiva destra. A complicare l'assetto tettonico, il margine settentrionale tirrenico (Capo Peloro) è tagliato da piani di faglia orientati ONO-ESE in transpressione destra. Una o più faglie principali (master faults) e alcuni piani minori, non individuabili a priori, possono essere attivati durante una sequenza sismica. I rigetti determinano la tipica morfologia a gradonata che i margini dello Stretto assumono in determinati tratti. Esempi sono costituiti dalla Faglia di Scilla, che provoca una scarpata di oltre 100 m a ridosso della linea di costa, e dalla Faglia di Cannitello (Figura 32). Queste strutture sono spesso associate a depositi di frana antichi, alcuni ormai stabilizzati ed antropizzati, a depositi caotici, e a intensa fratturazione delle rocce adiacenti ai piani di faglia.

Figura 32: Geologia e principali sistemi di faglie presenti nel settore dello Stretto di Messina.



Fonte: Guarnieri et al., 2004¹⁶

Dal 1/1/1985 al 26/12/2020, in un cerchio con raggio di 30 km centrato a Messina, sono stati registrati 1138 terremoti di magnitudo $M > 2$, 65 di $M > 3$, 4 di $M > 4$, come riportato dal sito <http://terremoti.ingv.it/> (Figura 33).

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani registra 117 eventi che dall'anno 1000 hanno dato risentimenti con intensità macrosismica a Messina, https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/ (Figura 34).

¹⁶Guarnieri, P., Di Stefano, A., Carbone, S., Lentini, F., Del Ben, A., 2004. A multidisciplinary approach to the reconstruction of the Quaternary evolution of the Messina Strait (including: Geological Map of the Messina Strait area, scale 1:25.000), In: Pasquarè G., Venturini C. (Eds.) *Mapping Geology of Italy*, 2005, (APAT) Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, 44-50.

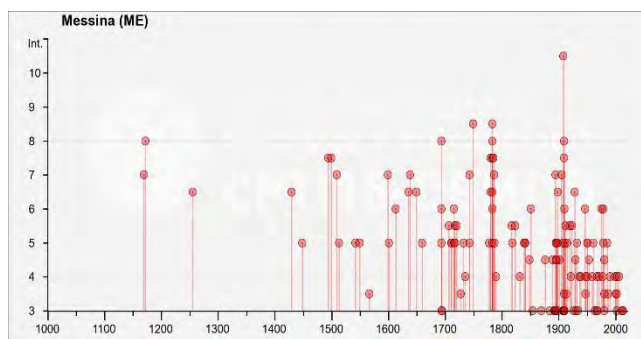
Figura 33: Dal 1/1/1985 al 26/12/2020, in un cerchio con raggio di 30 km centrato a Messina, sono stati registrati 1138 terremoti di M>2; dal sito <http://terremoti.ingv.it/>



Attualmente non si misura un allontanamento effettivo tra le due sponde dello Stretto di Messina nel suo settore settentrionale dove la tettonica è manifestata da un graben di direzione ENE (ovvero quanto si misura tramite la rete GSNN è nel range della sensibilità dell'errore della rete geodetica). Ciò non significa che le faglie che corrono lungo il braccio di mare non siano attive ma, anzi, che siano invece in larga parte bloccate e stiano accumulando energia elastica e gravitazionale. I dati GPS tra Messina e Villa San Giovanni indicano oscillazioni stagionali legate a fattori climatici. Nel settore centro-meridionale, lo Stretto è invece caratterizzato da una transtensione destra ed è stato la sede più probabile del terremoto di M circa 7 del 1908. Le stazioni GPS distribuite tra Sicilia (Peloritani) e Calabria (Aspromonte) indicano in realtà un allontanamento in transtensione destra (l'Aspromonte si muove relativamente ai Peloritani verso SE) di circa 3 mm/anno, equivalente a circa 30 cm/secolo.

L'attivazione delle faglie che hanno tempi di ricorrenza irregolari dell'ordine delle diverse centinaia d'anni o millenari e che attraversano l'area, con un terremoto di M 7÷7.2 possono provocare una dislocazione con rottura della superficie da 1 a 3 m che si può concentrare lungo un piano localizzato su uno dei due lati, siciliano o calabrese, dello Stretto (Figura 35 e 36).

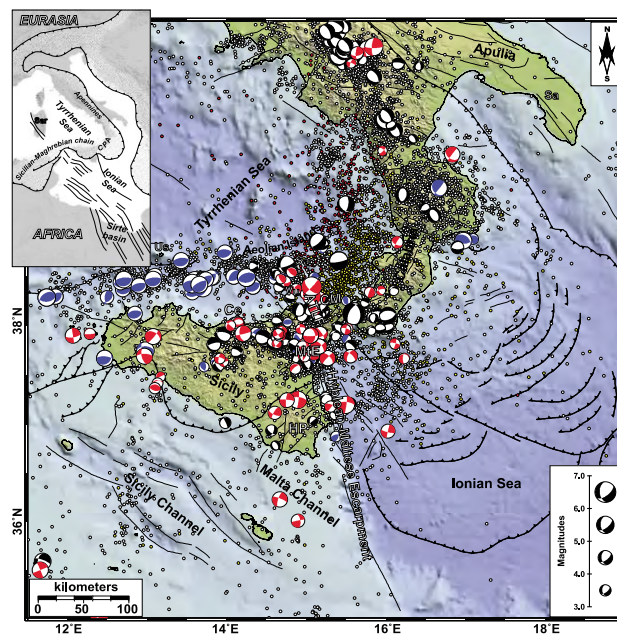
Figura 34: Intensità macrosismiche registrate a Messina dall'anno 1000, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. L'evento più importante rimane quello di Messina del 1908, accompagnato da maremoto, con oltre 100.000 vittime.



Infine, bisogna osservare che, data la particolarità di una infrastruttura di attraversamento stabile dello Stretto, si dovrà inoltre tenere in conto delle accelerazioni al suolo (Peak Ground Acceleration - PGA) e dei relativi spettridi frequenza nelle tre componenti, inclusa quella verticale, secondo le più recenti informazioni sulle PGA massime attese in area epicentrale.

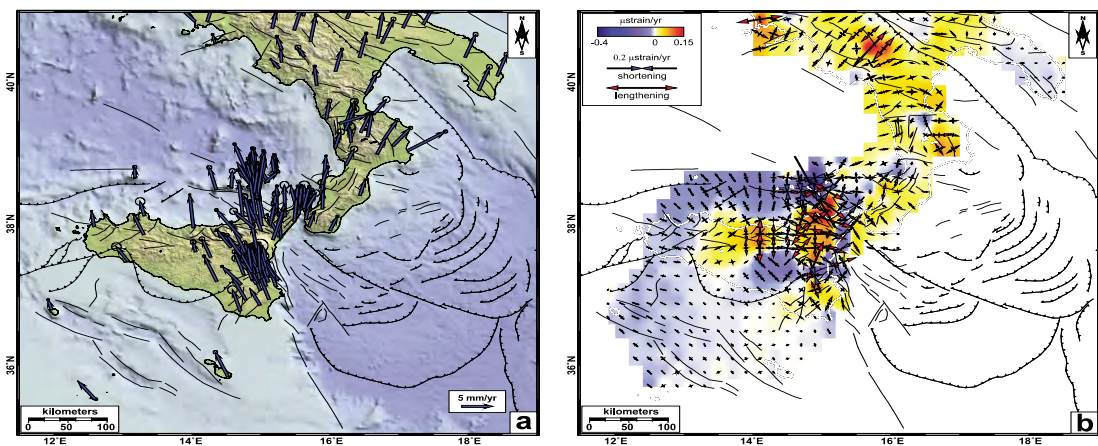
I margini dello Stretto di Messina risultano dissecati da faglie in buona parte considerabili attive, data la particolarità di una infrastruttura di attraversamento stabile dello Stretto, si dovrà inoltre tenere in conto delle accelerazioni al suolo

Figura 35: Mappa tettonica dell'Italia meridionale con terremoti di $M \geq 2.5$ e meccanismi focali dell'area dal 1983, con profondità ipocentrale <30 km (pallini bianchi), >30 km e <200 km (pallini gialli), >200 km (pallini rossi) scaricabili da <http://iside.rm.ingv.it>



Fonte: Palano et al. 2012.¹⁷

Figura 36: (a) Velocità GPS rispetto all'Europa stabile. (b) Velocità di deformazione.



Fonte: Palano et al. 2012.¹⁷

¹⁷ Palano M., Ferranti L., Monaco C., Mattia M., Aloisi M., Bruno V., Cannavò F. and Siligato G. (2012). GPS velocity and strain fields in Sicily and southern Calabria, Italy: updated geodetic constraints on tectonic block interaction in the central Mediterranean. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(B7).



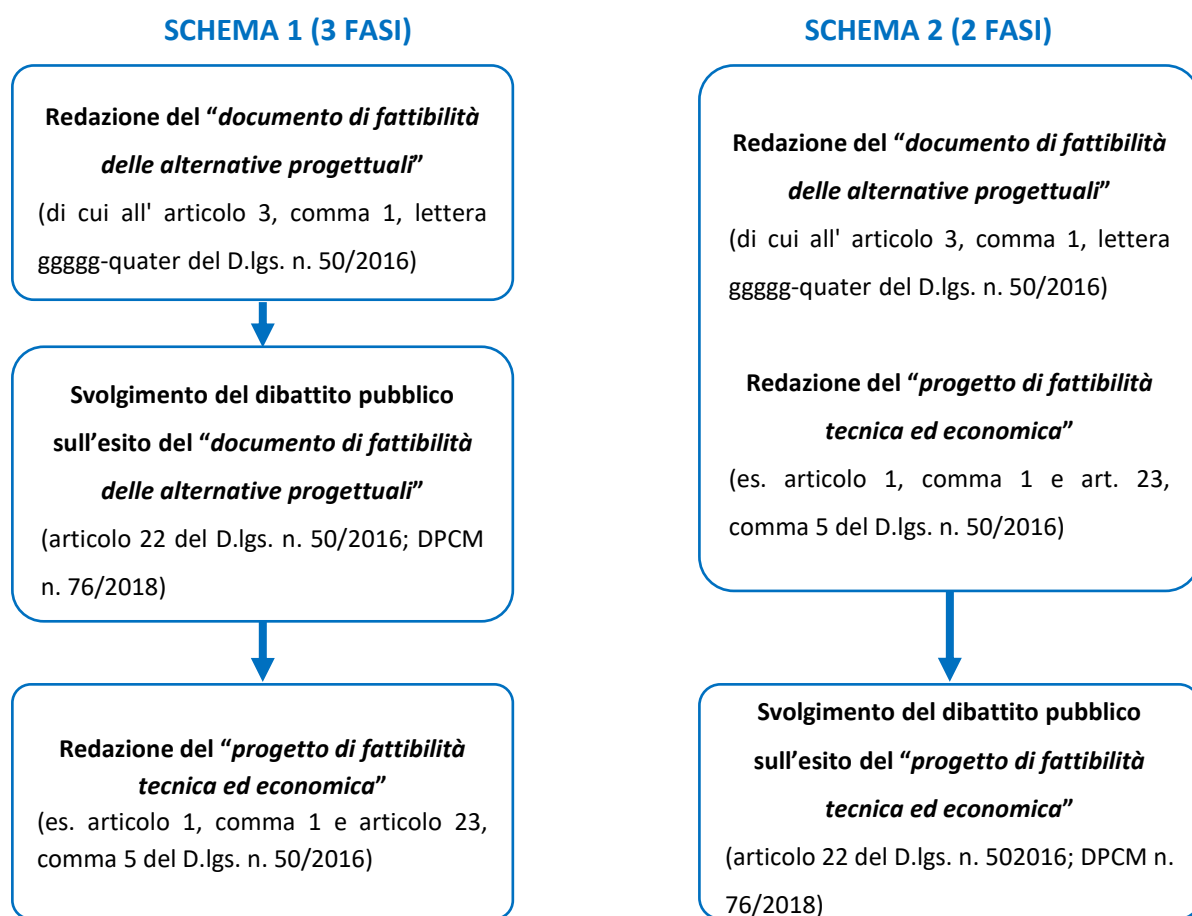


3. Il processo decisionale per la scelta delle infrastrutture di trasporto: progetto di fattibilità e dibattito pubblico

Il quadro normativo di riferimento per la selezione dei progetti nel settore dei trasporti permette di individuare il processo decisionale per la selezione dei progetti prioritari attraverso due possibili schemi di processo basati su più fasi interconnesse ed interdipendenti come

riassunto nella Figura 37 (es. articolo 23, comma 5 del D.lgs. n. 50/2016¹⁸; articolo 1, comma 1 del DPCM n. 76/2018¹⁹). Gli schemi prevedono le stesse azioni ma con diversa sequenza temporale.

Figura 37: Possibili schemi di processo decisionale per la selezione dei progetti prioritari per il Paese secondo il quadro normativo vigente



¹⁸L'articolo 23, comma 5, del D.lgs. n. 50/2016 definisce che “[...]Per i lavori pubblici di importo pari o superiore alla soglia di cui all'articolo 35 anche ai fini della programmazione di cui all'articolo 21, comma 3 nonché per l'espletamento delle procedure di dibattito pubblico di cui all'articolo 22 e per i concorsi di progettazione e di idee di cui all'articolo 152, il progetto di fattibilità è preceduto dal documento di fattibilità delle alternative progettuali di cui all'articolo 3, comma 1, lettera gggggg-quater nel rispetto dei contenuti di cui al regolamento previsto dal comma 3 del presente articolo [...]”.

¹⁹All'articolo 1, comma 1, del DPCM n. 76/2018, Regolamento recante modalità di svolgimento, tipologie e soglie dimensionali delle opere sottoposte a dibattito pubblico, si afferma che “i progetti di fattibilità, ovvero i documenti di fattibilità delle alternative progettuali delle opere [...] sono sottoposti, nei casi individuati dal presente decreto, a dibattito pubblico [...]”.

Nello specifico, lo Schema 1 prevede che venga preliminarmente redatto il Documento di fattibilità delle alternative progettuali, ovvero un “[...] documento in cui sono individuate ed analizzate le possibili soluzioni progettuali alternative ed in cui si dà conto della valutazione di ciascuna alternativa, sotto il profilo qualitativo, anche in termini ambientali, nonché sotto il profilo tecnico ed economico.” (secondo quanto previsto all'articolo 3, comma 1, lettera ggggg-quater). In questo documento è possibile analizzare, confrontare ed eventualmente scartare diverse alternative progettuali senza che queste debbano essere per forza approfondite con livelli di progettazione ed analisi di maggior dettaglio (es. tramite la redazione della prima fase del progetto di fattibilità).

Dibattito Pubblico

L'esito della prima fase viene sottoposto a dibattito pubblico (articolo 22 del D.lgs. n. 50/2016; DPCM n. 76/2018), ovvero le alternative progettuali analizzate e confrontate con il livello di dettaglio previsto nel Documento di fattibilità delle alternative progettuali sono valutate nella loro capacità di essere condivise dai portatori di interesse coinvolti, ovvero, secondo l'articolo 2 del DPCM n. 76/2018, con riferimento al “[...] processo di informazione, partecipazione e confronto pubblico sull'opportunità, sulle soluzioni progettuali di opere, su progetti o interventi”; il tutto anche al fine di eventualmente rivedere, scartare e/o modificare le soluzioni progettuali individuate nel Documento di fattibilità.

Nello specifico, all'articolo 5, comma 2 del D.lgs. n. 50/2016 si afferma che “con decreto del Presidente del

Consiglio dei ministri [...], su proposta del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, [...] sono fissati i criteri per l'individuazione delle opere di cui al comma 1, distinte per tipologia e soglie dimensionali, per le quali è obbligatorio il ricorso alla procedura di dibattito pubblico, e sono altresì definite le modalità di svolgimento e il termine di conclusione della medesima procedura. Con il medesimo decreto sono, altresì stabilite le modalità di monitoraggio sull'applicazione dell'istituto del dibattito pubblico. A tal fine è istituita, senza oneri a carico della finanza pubblica, una commissione presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, con il compito di raccogliere e pubblicare informazioni sui dibattiti pubblici in corso di svolgimento o conclusi e di proporre raccomandazioni per lo svolgimento del dibattito pubblico sulla base dell'esperienza maturata”. L'articolo 22, comma 3 del D.lgs. n. 50/2016 afferma che “l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore proponente l'opera soggetta a dibattito pubblico indice e cura lo svolgimento della procedura esclusivamente sulla base delle modalità individuate dal decreto di cui al comma 2”. L'articolo 22, comma 4 del D.lgs. n. 50/2016 afferma che “gli esiti del dibattito pubblico e le osservazioni raccolte sono valutate in sede di predisposizione del progetto definitivo e sono discusse in sede di conferenze di servizi relative all'opera sottoposta al dibattito pubblico”. Inoltre, all'art 5, comma 1 del DPCM n. 76/2018 si afferma che “l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore individua, secondo i propri ordinamenti, il soggetto titolare del potere di indire il dibattito pubblico che si svolge nelle fasi iniziali di elaborazione di un progetto di un'opera o di un intervento, in relazione ai contenuti del progetto di fattibilità ovvero del documento di fattibilità delle alternative progettuali [...]”.

All'art 5, comma 3 del DPCM n. 76/2018 si afferma che *“ai fini di cui al comma 1, l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore provvede a trasmettere alla Commissione una comunicazione, con allegato il progetto di fattibilità ovvero il documento di fattibilità delle alternative progettuali, che:*

a) contiene l'intenzione di avviare la procedura, la descrizione degli obiettivi e le caratteristiche del progetto adottate in coerenza con le indicazioni delle linee guida per la valutazione degli investimenti pubblici emanate dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti o dai Ministeri competenti, ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo 29 dicembre 2011, n. 228;

b) indica uno o più soggetti che la rappresenti in tutte le fasi del procedimento di dibattito pubblico. casi di cui all'articolo 3, commi 3 e 4, oltre l'avvio della progettazione definitiva”.

All'art 7, comma 1 del DPCM n. 76/ 2018 si afferma che *“l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore provvede a:*

a) elaborare il dossier di progetto dell'opera, scritto in linguaggio chiaro e comprensibile, in cui è motivata l'opportunità dell'intervento e sono descritte le soluzioni progettuali proposte, comprensive delle valutazioni degli impatti sociali, ambientali ed economici, in coerenza con le linee guida di cui all'articolo 8 del decreto legislativo del 29 dicembre 2011, n. 228;

b) fornire le informazioni sull'intervento e, ove significativo, sulle alternative progettuali esaminate nella prima fase del progetto di fattibilità;

c) partecipare in modo attivo agli incontri e alle attività previste dal dibattito pubblico e fornire il supporto necessario per rispondere ai quesiti emersi nel corso del dibattito pubblico;

d) valutare i risultati e le proposte emersi nel corso del dibattito pubblico e redigere un dossier conclusivo in cui si evidenzia la volontà o meno di realizzare

l'intervento, le eventuali modifiche da apportare al progetto e le ragioni che hanno condotto a non accogliere eventuali proposte;

e) sostenere i costi relativi allo svolgimento del dibattito pubblico, previsti negli oneri della progettazione dell'intervento di cui all'articolo 23, comma 11, del codice.”

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

Infine, l'esito del dibattito pubblico viene finalizzato nella redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica (es. articolo 1, comma 1 e articolo 23, comma 5 del D.lgs. n. 50/2016) nel quale **vengono approfonditi da un punto di vista tecnico-progettuale la soluzione o le soluzioni progettuali che tengono conto degli esiti condivisi nel dibattito pubblico.**

Nello specifico, l'articolo 1, comma 1 del D.lgs. n. 50/2016 definisce che *“la progettazione in materia di lavori pubblici si articola, secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici, in progetto di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo e progetto esecutivo ed è intesa ad assicurare:*

a) il soddisfacimento dei fabbisogni della collettività;
b) la qualità architettonica e tecnico funzionale e di relazione nel contesto dell'opera;

Un dibattito pubblico al termine della redazione del Documento di fattibilità delle alternative progettuali, si ritiene essere lo schema più adatto per la selezione di un'opera a così alto impatto economico, sociale e territoriale

- c) la conformità alle norme ambientali, urbanistiche e di tutela dei beni culturali e paesaggistici, nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza;
- d) un limitato consumo del suolo;
- e) il rispetto dei vincoli idro-geologici, sismici e forestali nonché degli altri vincoli esistenti;
- f) il risparmio e l'efficiamento ed il recupero energetico nella realizzazione e nella successiva vita dell'opera nonché la valutazione del ciclo di vita e della manutenibilità delle opere;
- g) la compatibilità con le preesistenze archeologiche;
- h) la razionalizzazione delle attività di progettazione e delle connesse verifiche attraverso il progressivo uso di metodi e strumenti elettronici specifici quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture;
- i) la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica dell'opera;
- l) accessibilità e adattabilità secondo quanto previsto dalle disposizioni vigenti in materia di barriere architettoniche".

Più in dettaglio, l'articolo 23, comma 5 del D.lgs. n. 50/2016 definisce che **"il progetto di fattibilità tecnica ed economica individua, tra più soluzioni, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire [...]. Nel progetto di fattibilità tecnica ed economica, il progettista sviluppa, nel rispetto del quadro esigenziale, tutte le indagini e gli studi necessari per la definizione degli aspetti di cui al comma 1, nonché gli elaborati grafici per l'individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare e le relative stime economiche, secondo le modalità previste nel regolamento di cui al comma 3, ivi compresa la scelta in merito alla possibile suddivisione in lotti funzionali [...].**

Inoltre, l'articolo 8, comma 7, lettera d della legge n. 76/2020 definisce che *"in deroga all'articolo 215, comma 3, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, fino al 31 dicembre 2021, il Consiglio superiore dei lavori pubblici esprime il parere obbligatorio di cui al comma 3 del medesimo articolo 215 esclusivamente sui progetti di fattibilità tecnica ed economica di lavori pubblici di competenza statale, o comunque finanziati per almeno il 50 per cento dallo Stato, di importo pari o superiore ai 100 milioni di euro [...].*

Come mostrato dalla Figura 37, in alternativa allo Schema 1, lo Schema 2 prevede che venga prima redatto il Progetto di fattibilità tecnica ed economica, preceduto sempre dalla redazione del Documento di fattibilità delle alternative progettuali, e solo dopo venga istituito il Dibattito pubblico sugli esiti della progettazione di fattibilità (con il relativo livello di dettaglio).

Benché entrambi gli schemi di processo decisionale risultino applicabili nel caso specifico, anche al fine di poter preliminarmente verificare (ed eventualmente scartare) da un punto di vista sia tecnico che di accettazione pubblica quante più possibili soluzioni progettuali (tipologie di attraversamento stabile dello Stretto), si ritiene che lo Schema 1, ovvero quello che prevede il dibattito pubblico al termine della redazione del Documento di fattibilità delle alternative progettuali, possa ritenersi quello più adatto per la selezione di un'opera a così alto impatto economico, sociale e territoriale. Inoltre, tale schema permetterebbe di tenere in conto, per gli approfondimenti progettuali, oltre alle considerazioni tecniche (quale alternative approfondire) anche le valutazioni politiche che scaturiranno a valle del dibattito pubblico in merito a quante alternative progettuali approfondire tramite progetto di fattibilità (con il relativo livello di dettaglio).





4. Le audizioni a testimoni privilegiati: le alternative progettuali e il sistema dei collegamenti alle reti stradali e ferroviarie

Nel corso delle attività del Gruppo di lavoro sono state svolte audizioni ad alcuni testimoni privilegiati, intesi sia come esperti di elevata qualificazione, esperienza accademica o professionale, sia come rappresentanti dell'Organo politico e referenti di carattere tecnico degli Enti territoriali facenti parte dell'area dello Stretto. I primi hanno potuto evidenziare lo stato dell'arte delle conoscenze di tipo tecnico, economico e tecnologico delle diverse metodologie disponibili per realizzare un attraversamento stabile; i secondi hanno potuto rappresentare le istanze di preminente interesse delle Comunità locali, anche con specifico riguardo alle attività di pianificazione e programmazione dello sviluppo urbanistico del territorio che sono condotte dai diversi Enti competenti.

In sintesi, sono state condotte le seguenti audizioni a cui hanno contribuito anche altri incaricati e collaboratori a cui è seguita anche una formale trasmissione alla STM di documentazione a supporto:

1) 1° ottobre 2020:

- Prof. Ing. Giulio Ballio (Professore Emerito di Tecnica delle costruzioni, Politecnico di Milano);
- Ing. Stefano Cao (Amministratore Delegato, Saipem S.p.A.);
- Ing. Giovanni Saccà (Presidente della Sezione di Verona, Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani);

2) 12 ottobre 2020:

- Prof. Ing. Remo Calzona (già Professore Ordinario di Tecnica delle costruzioni, Sapienza Università di Roma);
- Ing. Francesco Galvagno (Amministratore unico, Lab. Inntech S.R.L.)
- Prof. Ing. Federico M. Mazzolani (Professore Emerito di Ingegneria strutturale, Università degli Studi di Napoli "Federico II");

3) 30 ottobre 2020:

- Prof. Michael N. Fardis (Professore di Ingegneria strutturale, Università di Patraso);
- Prof. Ing. Enzo Siviero (già Professore Ordinario di Tecnica delle costruzioni, Università IUAV di Venezia; Rettore, Università telematica eCampus)

4) 25 novembre 2020:

- Prof. Ing. Romano Borchiellini (Professore Ordinario di Fisica tecnica industriale, Politecnico di Torino);
- Ing. Alessandro Damiani (*General Manager*, Lombardi SA);
- Ing. Carlo Ricciardi (già Presidente di Sezione, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici);

5) 3 dicembre 2020:

- alla presenza del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, On. Dott.ssa Paola De Micheli, i Rappresentanti di governo locale degli enti territoriali calabresi e siciliani;
- Ing. Domenica Catalfamo (Assessore a Infrastrutture, Pianificazione e sviluppo territoriale, Pari opportunità per la Regione Calabria);
- Avv. Giuseppe Tiberio Falcomatà (Sindaco) per la Città metropolitana di Reggio Calabria;
- Dott. Sebastiano Musumeci (Presidente) per la Regione Siciliana;
- Ing. Salvatore Mondello (Assessore a Infrastrutture e Lavori Pubblici, Mobilità Urbana ed Extra Urbana, Pianificazione Urbana e Programmi Complessi, Ponte sullo Stretto di Messina) per la Città metropolitana di Messina;

Sono state svolte audizioni ad alcuni testimoni privilegiati di chiara fama, nonché rappresentanti degli Enti territoriali dell'area dello Stretto

6) 9 dicembre 2020:

Rappresentanti di Governo locale e di riferimento tecnico degli enti territoriali calabresi e siciliani:

- Avv. Giuseppe Tiberio Falcomatà (Sindaco) e Ing. Lorenzo Benestare (Dirigente Settore Viabilità), per la Città metropolitana di Reggio Calabria;
- Ing. Domenica Catalfamo (Assessore a Infrastrutture, Pianificazione e sviluppo territoriale, Pari opportunità), Ing. Giuseppe Iiritano (Dirigente ad interim Settore Infrastrutture di trasporto), Ing. Giuseppe Pavone (Dirigente Settore Sistema aeroportuale, portuale e logistica) per la Regione Calabria;
- Dott. Eugenio Ceglia (Capo Gabinetto vicario), Ing. Fulvio Bellomo (Dirigente Dipartimento regionale delle infrastrutture, della mobilità e dei trasporti), Prof. Matteo Ignaccolo (Professore Ordinario di Trasporti, Università degli Studi di Catania) per la Regione Siciliana;
- Ing. Salvatore Mondello (Assessore a Infrastrutture e lavori pubblici, Mobilità Urbana ed Extra Urbana, Pianificazione Urbana e Programmi Complessi, Ponte sullo Stretto di Messina), Ing. Amato Antonio (Dirigente Dipartimento Servizi Tecnici) e Arch. Roberto Siracusano (Responsabile Servizio Pianificazione strategica), per la Città metropolitana di Messina;

7) 14 dicembre 2020:

- Dott.ssa Maria Grazia Richichi (Sindaco facente funzioni), per il Comune di Villa San Giovanni della Città metropolitana di Reggio Calabria.

Tenuto conto delle finalità dello studio, si riportano alcuni dei principali temi emersi durante le audizioni e dedotti da documenti presentati al fine di fornire elementi per un quadro conoscitivo da considerare, verificare approfondire e integrare, nelle fasi di progettazione.

L'alternativa progettuale del ponte sospeso a unica campata

Il progetto definitivo presentato dalla Società concessionaria Stretto di Messina s.p.a. è un ponte sospeso tramite due torri sulla terra ferma ed unica campata centrale sul braccio di mare per una luce di 3,3km collocato nella zona di minima distanza tra le sponde.

L'accesso al ponte è previsto tramite raccordi e gallerie ferroviarie e stradali di notevole estensione.

La fruibilità del ponte potrebbe essere limitata in presenza di condizioni metereologiche particolarmente severe.

Il quadro di riferimento tecnologico e normativo, rispetto all'epoca in cui il progetto è stato concepito e redatto, si è sviluppato ulteriormente.

Le norme per le gallerie regolamentano criteri di sicurezza in relazione a pendenze, vie di esodo, vie di accesso e stazioni per i servizi di pronto intervento, drenaggio, ventilazione, transito di merci pericolose, da valutare mediante analisi del rischio.

Le Norme Tecniche per le costruzioni prevedono, tra l'altro, che la sicurezza le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possono compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera. Una ulteriore proposta emersa durante le audizioni prevede la costruzione di un ponte pedonale ciclabile sospeso e strallato, con collegamento dinamico mediante trasporto a fune di veicoli.

L'alternativa progettuale del ponte a più campate

Lo sviluppo tecnologico dell'industria petrolifera ha portato grande progresso nella realizzazione delle fondazioni in acqua. Il ponte Akashi (1998), ad esempio, presenta una luce centrale di circa 1996, due pile in alveo e due campate laterali di 1000m per una lunghezza totale di circa 4000m,

L'esperienza acquisita nel mondo con questo tipo di ponti, la possibilità di ridurre l'estensione delle campate per la presenza di pile in acqua, la localizzazione non strettamente legata alla distanza minima tra le sponde, costituiscono aspetti da considerare per questa alternativa.

Alcuni ulteriori aspetti emersi durante le audizioni da approfondire e valutare sono:

- effetto delle correnti marine;
- fruibilità continua anche in condizioni meteorologiche particolarmente severe;
- rischi di collisioni;
- tempi e costi di realizzazione.

L'alternativa progettuale del tunnel in alveo

L'alternativa progettuale consiste in un Tunnel Galleggiante Sommerso come soluzione di collegamento ferroviario per l'attraversamento in alveo dello Stretto di Messina. Il tunnel è posizionato sotto il livello del mare e vincolato al fondale tramite sistemi di ancoraggio. Il sistema è basato su tecnologie e soluzioni ingegneristiche sperimentate in progetti e costruzioni eseguite in acque profonde per lo sviluppo di giacimenti di idrocarburi in mare. Finora non si sono rilevate esperienze di realizzazioni per il trasporto di passeggeri e merci.

Alcuni aspetti emersi durante le audizioni da approfondire e valutare sono:

evoluzione delle tecnologie e dei materiali di ancoraggio di strutture offshore sottomarine e degli sviluppi dei processi di saldatura;

possibilità di sostenere eventi sismici di elevata rilevanza tramite disaccoppiamento dei movimenti dovuto alla configurazione del tunnel stesso, all'elasticità dei sistemi di ancoraggio ed all'introduzione di un giunto elastico sismico posto fra il tratto marino e quello terrestre; impatti da ancore, scafi in affondamento, natanti sottomarini;

risposte a condizioni peculiari di carico quali correnti, moto ondoso, tsunami, sisma, variazioni termiche, incrostazioni, incendio, esplosioni, infiltrazioni, collisioni; monitoraggio continuo in tempo reale del comportamento (integrità strutturale, diagnostica, manutenzione predittiva), ispezione e sorveglianza esterna tramite robot e droni sottomarini.

L'alternativa progettuale del tunnel in alveo

In base alle dichiarazioni documentali raccolte, i tunnel sottomarini nello stretto di Messina sono stati considerati negli studi preliminari svolti nella seconda metà del secolo scorso. Gli ostacoli dovuti alle problematiche sismiche e geologiche del luogo risultavano difficili da superare. L'attuale progresso tecnologico ha contribuito alla realizzazione di tunnel sottomarini e di lunghe gallerie.

Le lunghezze minime del tunnel di attraversamento sono funzione della profondità e delle pendenze massime ammesse, ferroviaria e stradale. La localizzazione del tunnel potrebbe essere meno condizionata dalla minima distanza tra le sponde.

Gli aspetti della sicurezza sono analoghi a quelli dei tunnel alpini, drenaggio liquidi pericolosi, ventilazione longitudinale, camini di estrazione, stazioni intermedie, punti antincendio, aree di sicurezza, ventilazione, ecc.

La raccolta dei liquidi accidentalmente sversati in galleria richiederebbe particolari predisposizioni in caso di sottoattraversamento dello Stretto, in quanto non si potrà contare su sistemi di allontanamento a gravità. Alcuni ulteriori aspetti emersi durante le audizioni da approfondire e valutare sono:

- le problematiche ingegneristiche principali sono: presenza di faglia, carico idrostatico relativo alla quota di scavo, rischio di irruzione incontrollata di acqua;
- i fenomeni sismici potrebbero avere conseguenze sulla integrità del tunnel, con riduzione della sezione libera, allagamento, ecc.;
- per le gallerie stradali, in relazione alle effettive classi di lunghezza, potrebbero instaurarsi situazioni di disagio per gli utenti nella percorrenza delle stesse, con i corrispondenti risentimenti sulla sicurezza della guida;
- per le gallerie ferroviarie, in funzione della lunghezza, potrebbe essere necessario prevedere stazioni sotterranee intermedie di sicurezza collegate con l'esterno. Stazioni e fermate in galleria in cui possono stazionare viaggiatori in attesa, potrebbero indurre vincoli sull'esercizio per la tipologia di treni in transito, in particolare per quelli che trasportano merci pericolose.

I rappresentanti istituzionali del territorio

Le istanze emerse di preminente interesse delle Comunità locali della Calabria e della Sicilia anche con specifico riguardo alle attività di pianificazione e programmazione dello sviluppo urbanistico del territorio costituiscono un quadro complesso e variegato.

Tenuto conto della finalità dello studio si riportano nel seguito alcuni dei principali temi, al fine di sottolineare la necessità di tenere in debita considerazione le esigenze

dei rappresentanti del territorio, da verificare, approfondire e integrare nelle fasi di progettazione:

- importanza e necessità del collegamento stabile per completare il corridoio Scandinavo - Mediterraneo ed evitare il collo di bottiglia dell'attraversamento per l'alta velocità ferroviaria;
- definizione del bacino territoriale ottimale interregionale da parte delle due Regioni a dimostrazione della esigenza di integrazione dell'area;
- prosecuzione delle azioni connesse al progetto esistente con lo sviluppo del progetto esecutivo e adeguamento alle norme;
- valutazione degli effetti di un nuovo studio di fattibilità del collegamento su: tempi, costi dell'opera di attraversamento e delle connessioni alle reti, opere già realizzate, pianificazione urbanistica effettuata;
- problematiche di una diversa tipologia di attraversamento: distanza tra le sponde crescente allontanandosi da punto di minima distanza, pendenze e raggi di curva, presenza di faglie, difficoltà geotecniche, rischi di collisione, effetti sismici, pressioni idrostatiche, tecnologie mai utilizzate, affondamento di imbarcazioni;
- gratuità dell'attraversamento per i mezzi di trasporto collettivo e una tariffa significativamente ridotta per i residenti nelle città metropolitane dello Stretto.
- inquadramento in un contesto di area vasta in un'ottica europea e in una riqualificazione delle infrastrutture del Mezzogiorno (autostrada Salerno-Reggio Calabria, Catania-Siracusa, Palermo-Messina, Alta Velocità);

- riferimento alle strategie di assetto del territorio delle due regioni partendo da alcuni problemi all'interno dei quali collocare quello dell'attraversamento stabile;
- importanza strategica di assicurare il collegamento del sistema infrastrutturale nazionale ed europeo con il mediterraneo e di evitare la deviazione delle vie del commercio verso altri corridoi;
- necessità di una cabina di regia per la realizzazione delle opere e garantire qualità, economicità, certezza dei finanziamenti e utilità degli interventi interagendo con i territori;
- punti di forza tecnici e di viabilità che derivano dall'attraversamento stabile: tempi di percorrenza, posti di lavoro, incremento dei flussi di traffico passeggeri e merci, superamento dell'isolamento, aumento della capacità delle infrastrutture di trasporto;
- valutazioni politiche sociali ed economiche: realizzazione di una unica area geopolitica delle province di Messina e di Reggio Calabria con possibile valenza regionale, sfruttamento delle infrastrutture esistenti, integrazione con l'alta velocità ferroviaria, potenziamento dei flussi turistici, sviluppo della rete dei servizi sanitari e universitari.
- posizione favorevole alla costruzione del ponte: la progettazione definitiva ha risolto e tradotto in progetti cantierabili le problematiche di trasporto lato Sicilia (collegamenti autostrade; metropolitana; aree occupate in zona Stazione Centrale di Messina, incrementi di volumetria); valutazione degli effetti di una nuova previsione tecnica e finanziaria dell'opera, anche con ipotesi alternative di tracciato, sullo Schema di massima del PRG; necessità di risolvere le criticità presenti e le interferenze del sistema-ponte con i vincoli ambientali e paesaggistici; mitigazione dei rischi idrogeologici, sismico e idraulico; riposizionamento di Messina come città innovativa per il turismo, la cultura e la creatività con riferimento al rapporto tra la salvaguardia delle risorse culturali e ambientali e lo sviluppo turistico.
- programmazione di grandi interventi, lato Calabria, Villa San Giovanni, legati al completamento delle opere (aree di stoccaggio, viabilità, approdi, molo, intermodalità, parcheggi, interscambio; riconversione, riqualificazione e valorizzazione di aree; interventi primari connessi alle reti di servizi alla città (reti idriche, elettriche, fognarie); recupero storico culturale (portualità turistica, riqualificazione fronte mare, polo culturale-congressistico, arredo e viabilità urbana, parco giochi, asse verde); viabilità congruente con le opere di collegamento stabile, parcheggi, attività commerciali, fieristiche, aree storiche, musei; servizi di mobilità ed interscambio.







5. Valutazioni preliminari ed approfondimenti necessari per i sistemi di attraversamento stabile dello Stretto di Messina

L'analisi di *benchmark* internazionale sui collegamenti stabili delle grandi isole con le aree continentali

La storia dei progetti per l'attraversamento stabile dello Stretto

L'evoluzione delle normative nazionali ed europee sulla progettazione delle gallerie, dei ponti e dei viadotti

Lo scenario di riferimento: la riqualificazione e il potenziamento del collegamento dinamico dello Stretto di Messina nel breve-medio periodo

Le motivazioni alla base di un nuovo progetto per l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e le possibili soluzioni tecnologiche da confrontare

Analisi preliminari dei possibili sistemi di attraversamento stabile

Considerazioni sul finanziamento dei sistemi di attraversamento stabile



5.1. L'analisi di *benchmark* internazionale sui collegamenti stabili delle grandi isole con le aree continentali



5.1.1. Collegamenti stabili delle principali isole del mondo in relazione a popolazione e distanza dalla terraferma

Al fine di collocare la singolarità del caso siciliano nel panorama mondiale delle grandi isole dotate di un collegamento stabile, nella Tabella 34 si riportano i risultati di un'analisi di benchmark internazionale. L'analisi condotta, da considerarsi come indicativa, permette di confrontare le grandi isole analizzate con riferimento alla necessità/utilità di possedere o meno un collegamento stabile sulla base del loro potenziale di collegamento definito come rapporto fra la popolazione dell'isola e la distanza minima in linea d'aria con la terraferma continentale o con l'isola più grande e popolosa di un arcipelago.

La Sicilia è, tra i casi studio considerati, l'isola che presenta il più elevato potenziale di collegamento tra quelle che oggi non posseggono un collegamento stabile con la terraferma e il suo rapporto popolazione/distanza è molto superiore a quello di diverse isole che posseggono già un collegamento stabile

Si tratta di una approssimazione del rapporto benefici/costi di un eventuale collegamento stabile assumendo la distanza come variabile proxy del costo per l'infrastruttura (in genere il costo di tali infrastrutture è proporzionale anche se in modo non lineare alla distanza da coprire), mentre la popolazione potenzialmente interessata dal collegamento stabile è una misura indiretta (ancora una volta semplificata) dei benefici che tale collegamento potrebbe produrre per la collettività.

Nello specifico, dalla Tabella 34 relativa alle 30 isole più popolate al mondo, è possibile estrapolare le isole direttamente confrontabili con la Sicilia, ovvero che presentano le seguenti caratteristiche:

- non sono dotate di un collegamento stabile stradale o ferroviario;
- la costa più vicina appartiene alla stessa Nazione (terraferma o isola confrontabile per dimensione/popolazione).

Come si può osservare dalla tabella precedente la Sicilia è, tra i casi studio considerati, l'isola che presenta il più elevato potenziale di collegamento (in termini di popolazione/distanza) tra quelle che oggi non posseggono un collegamento stabile con la terraferma. Di converso è interessante osservare anche che il suo rapporto popolazione/distanza è molto superiore a quello di diverse isole che posseggono già un collegamento stabile.

Tabella 34: Collegamenti stabili delle principali isole del mondo in relazione a popolazione e distanza dalla terraferma

Isola	Nazione	Popolazione [Mil] /Distanza minima terraferma [Km]	Terraferma/isola più vicina	Collegamento stradale	Collegamento ferroviario	Confrontabilità con la Sicilia per assenza di collegamento stabile e costa appartenente alla stessa Nazione
Honshu	Giappone	147,14	Kyūshū (Giappone)	x	x	
Giava	Indonesia	24,58	Indonesia (Madura)	x		
Kyūshū	Giappone	21,94	Giappone Honshu	x	x	
Long Island	Stati Uniti	12,12	Stati Uniti	x	x	
Singapore	Singapore	5,63	Malesya	x	x	
Sicilia	Italia	1,90	Italia			x
Luzon	Filippine	1,89	Filippine (Samar)			x
Sumatra	Indonesia	1,71	Indonesia (Giava)			x
Gran Bretagna	Regno Unito	1,44	Francia (Tunnel della manica)		x	
Mindanao	Filippine	0,94	Filippine (Leyte)			x
Bali	Indonesia	0,81	Indonesia (Giava)			x
Negros	Filippine	0,78	Filippine (Cebu)			x
Madura	Indonesia	0,66	Indonesia (Giava)	x		
Cebu	Filippine	0,64	Filippine (Negros)			x
Sri Lanka	Sri Lanka	0,47	India			
Hainan	Cina	0,39	Cina			x
Shikoku	Giappone	0,30	Giappone (Honshu)	x	x	
Hokkaidō	Giappone	0,27	Giappone (Honshu)		x	
Hispaniola	Rep. Dominicana - Haiti	0,21	Cuba			
Panay	Filippine	0,21	Filippine (Negros)			x
Cuba	Cuba	0,15	Hispaniola (Haiti)			
Sulawesi	Indonesia	0,15	Borneo Territorio Indonesia			x
Taiwan	Taiwan	0,15	Cina			
Borneo	Indonesia - Malaysia - Brunei	0,14	Indonesia			x
Irlanda	Irlanda - Regno Unito	0,13	Gran Bretagna			
Isola del Nord	Nuova Zelanda	0,06	Nuova Zelanda			x
Madagascar	Madagascar	0,05	Mozambico			
Nuova Guinea	Indonesia - Papua Nuova Guinea	0,04	Australia			
Porto Rico	Porto Rico	0,03	Hispaniola (Rep. Dominicana)			
Giamaica	Giamaica	0,02	Cuba			

5.1.2. Alcuni esempi di ponti sospesi di collegamento delle grandi isole

Anche al fine di poter meglio valutare la maturità della soluzione tecnologica del ponte sospeso per il collegamento stabile dello Stretto d Messina, si riportano nella Tabella 35 alcuni esempi di realizzazioni

internazionali, da cui si può desumere come numerose sono le realizzazioni confrontabili per popolazione insulare collegata e lunghezza della campata principale.

Tabella 35: Alcuni esempi di ponti sospesi di collegamento delle grandi isole

Nome	Paese	Area influenza	Tipologia	Numero campate tratta a mare	Lunghezza Totale (km)	Lunghezza Campata Principale (km)	Abitanti insulari potenzialmente serviti (mln)	Entrata in esercizio	Tecnica costruttiva	Costo (Mln €)	Descrizione
CANAKKALE	TURCHIA	Stretto di Dardanelli	Stradale	3	3,6	2,02	0,5*	2023	Cemento /Acciaio	2.700	largo 36m; 3 corsie per senso di marcia; altezza torri 318m
AKASHI KAIKYO	GIAPPONE	Kobe_is di Awaji	Stradale	3	3,9	1,99	0,2	1998	Cemento /Acciaio	3.500	largo 36m; 3 corsie per senso di marcia; altezza torri 297m; fondazioni a -110m
XIHOUMEN	CINA	Arcipelago di Zhoushan	Stradale	2	2,6	1,65	1,1	2009	Acciaio	340	largo 39m; 2 corsie per senso di marcia; altezza torri 211m
YAVUZ SULTAN SELIM	TURCHIA	Str. del Bosforo - Istanbul	Stradale/ Ferroviario	1	2,2	1,41	12,9*	2016	Cemento /Acciaio	2.300	largo 59m; 4 corsie per senso di marcia e predisposizione per 2 binari ferroviari; altezza torri 322m
TSING MA	CINA	Hong Kong	Stradale/ Ferroviario	2	2,2	1,37	0,2	1997	Cemento /Acciaio	762	largo 41m; 3 corsie per senso di marcia e 2 binari ferroviari; altezza torri 206m
RION-ANTIRION	GR	Golfo di Patrasso	Stradale	5	2,9	0,56	0,3*	2004	Cemento /Acciaio	771	largo 27m; 2 corsie per senso di marcia; altezza torri 263m
BROOKLYN	USA	East River - NY	Stradale	3	1,8	0,49	1,6	1883	Pietra/ Acciaio	1.600	largo 26m; 3 corsie per senso di marcia; altezza torri 84m
ORESUND	DK-SE	Copenaghen - Malmo	Stradale/ Ferroviario	52	1,1	0,49	2,5	2000	Cemento /Acciaio	1.000	largo 30m; 2 corsie per senso di marcia e 2 binari ferroviari; altezza torri 203m

*numero di abitanti stimato in ragione di un'area di influenza dell'infrastruttura.

5.1.3. Alcuni esempi di collegamenti subalveo

Infine, per meglio valutare la maturità della soluzione tecnologica del collegamento subalveo per lo Stretto di Messina, si riporta un'analisi di benchmark internazionale (Tabella 36) da cui si può desumere come numerose sono

le realizzazioni confrontabili per popolazione insulare collegata, profondità marina da superare e lunghezza totale dello specchio d'acqua da superare.

Tabella 36: Alcuni esempi di tunnel di collegamento subalveo delle grandi isole

Nome	Paese	Area influenza	Tipologia	Lunghezza Totale (km)	Profondità max (slm)	Abitanti insulari potenzialmente serviti (mln)	Entrata in esercizio	Tecnica costruttiva	Costo (Mln €)	Descrizione
MANICA	FR-GB	Calais-Dover	Ferroviario	50,4	-107	63	1994	TBM	10.000	3 canne (2 principali + 1 di servizio); 39 km di tracciato sottomarino
SEIKAN	GIAPPONE	Is. di Honshu – Is di Hokkaido	Ferroviario	53,8	-240	5,2	1988	TBM	3.500	1 canna con due binari; 23 km di tracciato sottomarino
E39-ROGFAST	NOR	Is. Di Rennesoy – Is di V. Bokn	Stradale	26,7	-287	0,5	2026	TBM	1.730	2 canne a 2 corsie con intersezione sottomarina
FEHMARM BELT	DE-DK	Is di Fehmarn (DE) – Is. di Lolland (DK)	Stradale/ Ferroviario	18,2	-35	2,5	2029	T. ad immersione	7.000	5 canne: 2 stradali a 4 corsie, 2 ferroviarie, 1 di servizio
RYFLKE	NOR	Stavanger – Tau	Stradale	14,4	-287	0,13	2019	TBM	330	2 canne a 2 corsie con intersezione sottomarina
MARMARAY	TURCHIA	Stretto del Bosforo	Ferroviario	13,6	-60	15,5*	2019	T. ad immersione	2.500	2 canne a singolo binario; 1,8 km di tracciato sottomarino
EYSTUROY	DK	Isole Faroe	Stradale	11,2	-189	0,03	2020	TBM	280	1 canna a 2 corsie con intersezione sottomarina a rotatoria
EIKSUND	NOR	Isola di Hareindlandet	Stradale	7,8	-392	0,013	2008	TBM	76	1 canna a 2 corsie
E69 – NORDKAPP	NOR	Isole di Mageroya – C.Nord	Stradale	6,9	-212	0,004	1999	TBM	76	1 canna a 2 corsie
HITRA	NOR	Isola di Hitra	Stradale	5,6	-264	0,005	1994	TBM	50	1 canna a 3 corsie

*numero di abitanti stimato in ragione di un'area di influenza dell'infrastruttura.



5.2. La storia dei progetti per l'attraversamento stabile dello Stretto



La storia del processo decisionale legato ai progetti di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei suoi collegamenti stradali e ferroviari sul versante sia calabrese che siciliano inizia negli anni '60 ed in particolare il 23 giugno 1968 con l'approvazione della legge n. 384, con la quale l'Azienda Nazionale Autonoma delle Strade (Anas) venne autorizzata ad indire, in collaborazione con l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato (FS) e sentito il Consiglio Nazionale delle Ricerche, un concorso di idee o di progetti di massima per stabilire se e con quali sistemi potesse essere effettuato il collegamento stabile viario e ferroviario tra la Sicilia ed il continente. In attuazione di tale legge, con D.M. del 12 maggio 1969, l'Anas bandì il concorso di idee al quale parteciparono 143 concorrenti. Il concorso si concluse con 6 primi premi ex aequo relativi a 5 soluzioni tipologiche aeree ed una galleria in alveo, ancorata sui fondali marini, e con 6 secondi premi ex aequo, di cui una soluzione subalvea, una alvea con una galleria appoggiata sui fondali marini e 4 aeree.

Nel 1971, la legge 1158 del 17 dicembre affermò il prevalente interesse nazionale dell'opera e pose le basi per la creazione di una Società concessionaria che provvedesse alla realizzazione di un collegamento stabile viario e ferroviario e di altri servizi pubblici tra la Sicilia e il Continente. In detta legge sono state altresì definite le direttive ed i principi generali per la costituzione della società e fissate le norme per la progettazione di massima ed esecutiva dell'attraversamento stabile, per il programma di costruzione di tutte le opere nonché per il loro collaudo.

L'articolo 4 della stessa legge ha stabilito, inoltre, che la società concessionaria dovesse redigere il progetto di massima dell'opera tenendo presente i risultati del concorso di idee effettuato in adempimento alla legge 28.3.1968 n. 384.

Con le modalità previste dalla legge, l'11 giugno 1981 nacque la Società Stretto di Messina (nel seguito SdM), Concessionaria di Stato con azionisti l'I.R.I. per il 51%, Ferrovie dello Stato, Anas, Regione Calabria, Regione Sicilia, in quote paritetiche del 12,25%. La Società, nel 1983, diede inizio alla sua attività operativa e il 27 dicembre 1985 venne sottoscritta la convenzione n. 18494, con le committenti Anas e FS per effettuare studi e ricerche al fine di dimostrare la "fattibilità" dell'opera con documentata relazione che precisasse:

- a) i motivi che inducevano a prescegliere la soluzione tipologica proposta;
- b) i motivi che portavano alla esclusione di altre soluzioni tipologiche;
- c) la procedura relativa alla redazione della progettazione di massima per la soluzione tipologica proposta.

La storia del processo decisionale legato ai progetti di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei suoi collegamenti stradali e ferroviari sul versante sia calabrese che siciliano inizia negli anni '60

A seguito di questi approfondimenti, nel giugno 1986, fu presentato il “Rapporto di Fattibilità”, in 10 volumi, costituente la relazione ufficiale prevista dalla convenzione; tale rapporto fu integrato fino all’aprile 1987 da numerosi documenti di dettaglio.

Il Rapporto di fattibilità nello specifico descriveva le attività svolte da SdM ed in particolare esponeva le tre soluzioni di attraversamento esaminate definendole tecnicamente fattibili ed esponendo per ciascuna il suo parere su affidabilità e costi:

- a) soluzione aerea (ponte);
- b) soluzione con tunnel subalveo (galleria);
- c) soluzione con tunnel in alveo (galleria flottante o ponte di Archimede).

La tipologia aerea venne indicata come preferibile, in relazione alla sua sicurezza in un arco di tempo superiore al secolo di utilizzazione, al minore costo, al ridotto tempo di esecuzione, alla facile ed economica manutenzione, a tal punto che, tra il 1987 e il 1988, Anas, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e FS, esaminati gli studi di fattibilità, si espressero dal punto di vista tecnico a favore della tipologia aerea.

Nella primavera del 1990 la società SdM, dopo la scelta manifestata dai Committenti, studiò e presentò due progetti di massima preliminari costituiti l’uno da un ponte sospeso a campata unica (pile in terra ferma, luce 3360 m), l’altro da un ponte sospeso a due campate (due luci di 1800 m con una pila centrale in mare, fondata a -150 m). L’esame dei progetti presentati con i relativi studi e verifiche condusse ad individuare quale soluzione definitiva, quella a campata unica che sembrava offrire maggiori garanzie di esecuzione e di esercizio. Nel dicembre 1990 i Committenti sciolsero la riserva

autorizzando la progettazione di massima definitiva del ponte aereo a campata unica e nel marzo 1991 venne anche definito il posizionamento definitivo dell’opera. Il Progetto di massima venne completato nel dicembre 1992 dalla SdM, accompagnato da dettagliate relazioni tecniche che individuavano, tra l’altro, la spesa presunta per la costruzione dell’opera e dei suoi collegamenti nonché i tempi necessari per la sua esecuzione.

Il Progetto di massima fu successivamente presentato al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che il 10 ottobre 1997, all’unanimità, espresse il parere n. 220 di cui qui si riportano le conclusioni: “si ritiene che il progetto di massima del ponte sullo Stretto di Messina, esaminato ai sensi dell’articolo 4 della legge 17.12.1971, n. 1158 con le considerazioni, osservazioni e prescrizioni contenute nei “considerato” possa essere sviluppato in sede di progettazione esecutiva”, ritenendosi che “... il ponte sospeso sullo Stretto di Messina dalla luce centrale di 3.300 m possa essere realizzabile in piena sicurezza conservando la completa affidabilità funzionale”.

Con delibera CIPE 21 dicembre 2001, n. 121, il collegamento viario e ferroviario tra Sicilia e continente, c.d. “Ponte sullo Stretto di Messina”, fu inserito nel programma delle opere di “preminente interesse nazionale”, ai sensi e per gli effetti della legge 21 dicembre 2001, n. 443 “Legge Obiettivo”.

Il 17 gennaio 2002, fu istituito, presso il MIT, il Comitato Tecnico Scientifico con l'obiettivo di stabilire gli indirizzi fondamentali per la predisposizione del progetto preliminare da porsi a base di gara ai sensi della Legge Obiettivo. Il progetto di massima fu oggetto di una istruttoria da parte del "Comitato Tecnico Scientifico di indirizzo dell'attività progettuale relativa al Ponte sullo Stretto di Messina", con l'obiettivo di stabilire gli indirizzi fondamentali per la predisposizione del progetto preliminare da porsi a base di gara ai sensi della Legge Obiettivo.

Il 16 dicembre 2002 fu avviata la fase realizzativa dell'iter progettuale dell'Opera da parte del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti che trasmise alla SdM il documento denominato "Indirizzi Progettuali e Deliberazioni per il progetto preliminare", relazione di sintesi delle deliberazioni assunte dal Comitato Tecnico Scientifico "per la formulazione degli indirizzi per la progettazione del Ponte sullo Stretto", contenente altresì, nelle conclusioni, le indicazioni necessarie affinché il progetto preliminare potesse ritenersi conforme alle direttive del Ministro stesso.

Sulla base delle indicazioni ricevute, la SdM redasse il Progetto Preliminare relativo al "Ponte sullo Stretto di Messina" corredandolo dello studio di impatto ambientale e degli elaborati per la localizzazione urbanistica e il 16 gennaio 2003 lo inoltrò alle competenti autorità (MIT, MATTM, MIBACT, Regione Sicilia e Regione Calabria) per dare avvio agli iter autorizzativi.

Con deliberazione n. 66/03 del 1° agosto 2003, il CIPE approvò il Progetto Preliminare del collegamento stabile tra Sicilia e continente. Il MIT, in qualità di Ente Concedente (dalla data di entrata in vigore del d.lgs. n. 114/2003), firmò il 30 dicembre 2003, con la società

Stretto di Messina S.p.A., la Convenzione di Concessione con l'allegato Piano Economico e Finanziario

Nell'aprile 2004 fu indetta, con bando di gara, a cura della SdM una procedura di licitazione privata per l'affidamento a Contraente Generale, ai sensi della Legge Obiettivo e del d.lgs. n. 190/2002, nonché della legge n. 1158/1971 come modificata dal d.lgs. n. 114/2003, della progettazione definitiva ed esecutiva e della realizzazione con qualsiasi mezzo dell'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sui versanti Calabria e Sicilia, comprensivo di tutte le attività correlate, così come meglio specificate nei documenti a base di gara.

Nel marzo 2006 la SdM affidò all'ATI, nella qualità di Contraente Generale, la redazione della progettazione definitiva ed esecutiva e la realizzazione dell'opera. Solo nel febbraio 2010 il Contraente Generale avviò le attività di progettazione definitiva delle opere a terra e, successivamente, dell'opera di attraversamento, recependo alcune modifiche ed integrazioni nel frattempo pervenute dagli Enti Locali (EE.LL.) e autorizzate dal MIT.

Il 20 dicembre 2010 il Contraente Generale consegnò a SdM il progetto definitivo completo che nel luglio 2011 fu approvato da parte di SdM.


L'8 settembre 2011 fu avviato l'iter approvativo del Progetto Definitivo previsto dal d. lgs. n. 163/2006 e s.m.i. per le infrastrutture strategiche d'interesse nazionale, nell'ambito del quale sia il MATTM che il MiBAC richiesero integrazioni; il 16 Luglio 2012 furono consegnati ai due Enti gli elaborati a riscontro delle integrazioni richieste. Il MiBAC in data 5 marzo 2013 diede parere favorevole con prescrizioni al Progetto Definitivo, mentre il 15 marzo 2013 il MATTM dichiarò l'impossibilità di pronuncia sulla compatibilità ambientale dell'Opera, con parere non positivo per quanto riguarda la Valutazione d'Incidenza Ambientale e l'ottemperanza ad una delle prescrizioni impartite con l'approvazione del Progetto Preliminare.

Nel frattempo, venne disposto con il D.L. 187/2012 (le cui previsioni sono successivamente confluite nell'articolo 34 decies del D.L. 179/2012, convertito con modificazioni in legge n. 221/2012) che SdM e il Contraente Generale dovessero stipulare, entro il 1° marzo 2013, un atto aggiuntivo al contratto vigente, alla luce della situazione economico finanziaria italiana di allora, pena la caducazione di tutti i rapporti di concessione, le convenzioni ed ogni altro rapporto contrattuale stipulato da SdM. Nel caso di caducazione di tutti i precedenti rapporti, inoltre, era prevista la messa in liquidazione della società SdM. Tale atto aggiuntivo non fu firmato.

Conseguentemente, con il DPCM 15 aprile 2013 la Società Stretto di Messina S.p.A. venne posta in liquidazione e di fatto fu abbandonato il progetto definitivo redatto.

5.3. L'evoluzione delle normative nazionali ed europee sulla progettazione delle gallerie, dei ponti e dei viadotti





La normativa nazionale ed europea di interesse per l'opera in esame ha subito negli ultimi dieci anni diversi aggiornamenti/modifiche che possono in parte influenzare la scelta progettuale per l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina.

Con riferimento al progetto definitivo del 2011, questo è stato redatto secondo le Norme Tecniche di cui al DM 14.1.2008, e pertanto sarà opportuno prevedere una verifica, in considerazione dei cambiamenti intervenuti, ad esempio nella progettazione sismica.

Va inoltre considerato il DM 35 dell'8.4.2011, che prevede una procedura di valutazione della sicurezza ai fini stradali.

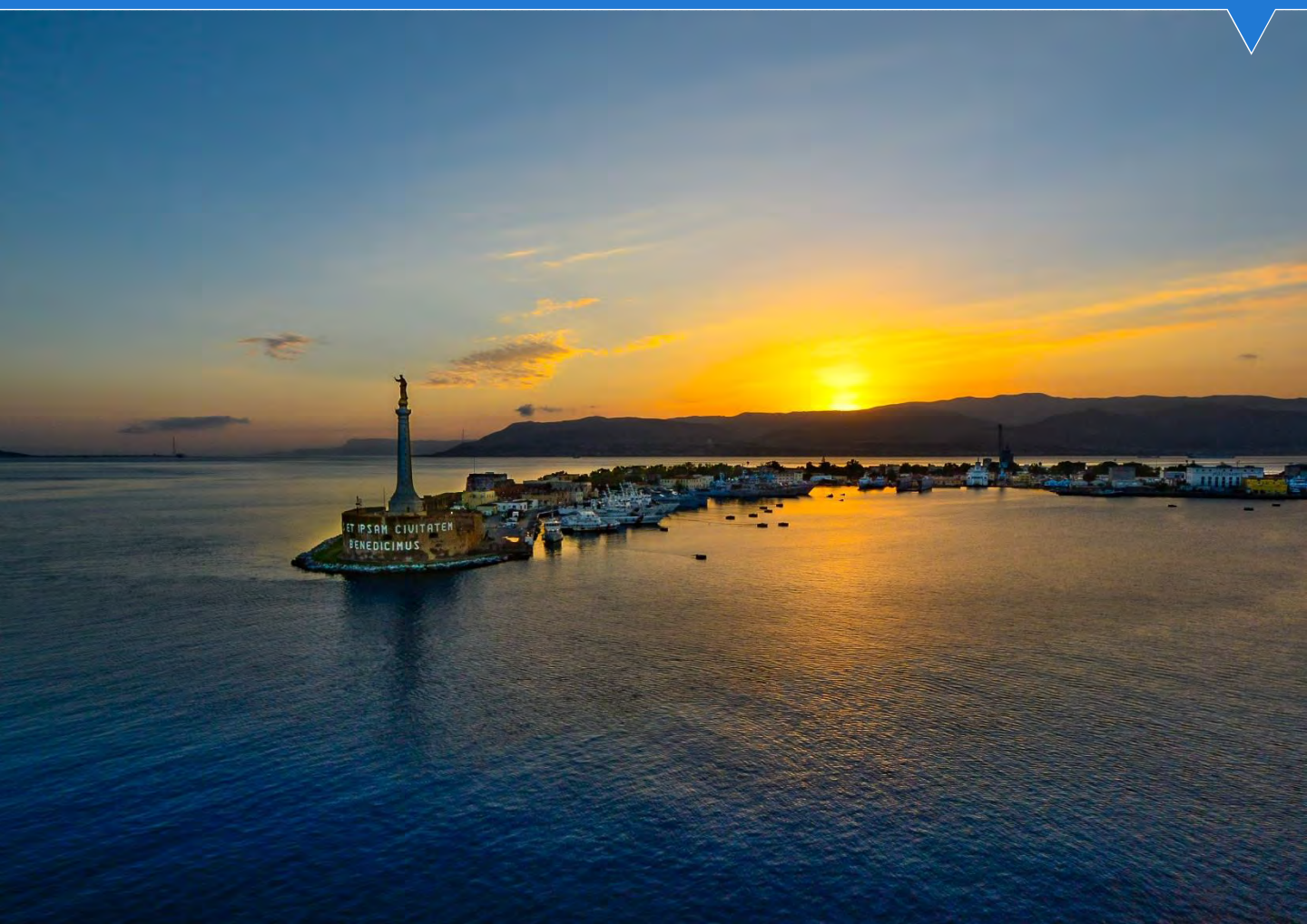
Con riferimento alla progettazione per azioni sismiche, le norme NTC 2018 introducono la novità che in condizioni sismiche si possano usare coefficienti di sicurezza minori di quelli relativi alle condizioni statiche sfruttando la duttilità dell'opera e pertanto su questo aspetto si ritiene che il progetto definitivo del 2011 possa richiedere rilevanti aggiornamenti di adeguamento alle norme vigenti. Parallelamente, è da valutare l'impatto delle Norme e standard europei (Direttive, Decisioni, Regolamenti, Specifiche Tecniche di Interoperabilità) ed in particolare l'effetto delle pendenze massime ferroviarie sulla progettazione di una eventuale alternativa di tunnel in alveo o subalveo.

La normativa nazionale ed europea di interesse per l'opera in esame ha subito negli ultimi dieci anni diversi aggiornamenti e/o modifiche che possono in parte influenzare la scelta progettuale per un attraversamento stabile dello Stretto di Messina



ET IPSAM CIVITATEM
BENEDICIMUS

5.4. Lo scenario di riferimento: la riqualificazione e il potenziamento del collegamento dinamico dello Stretto di Messina nel breve-medio periodo



Parallelamente al GdL incaricato di valutare la possibilità di riavviare il processo di decisione per un collegamento stabile dello Stretto di Messina, il MIT (oggi MIMS) a settembre 2020 ha nominato anche un GdL complementare incaricato di approfondire alcune tematiche circa il collegamento dinamico dello Stretto di Messina, tra cui:

- analisi dei fabbisogni attuali e di breve periodo, in termini di esigenze di mobilità passeggeri e merci;
- individuazione delle principali criticità dei terminali (marittimi e ferroviari) e dei servizi di attraversamento dinamico;
- definizione di possibili interventi di breve periodo sui terminali (marittimi e ferroviari) e servizi di attraversamento dinamico.

L'esito delle analisi condotte ha permesso di definire alcune delle principali criticità che oggi interessano i terminali di trasporto ed i servizi di collegamento dinamico dello Stretto di Messina, tra cui:

- bassa qualità dei terminali passeggeri (pre-imbarco, imbarco, bigliettazione);
- bassa accessibilità delle stazioni ferroviarie;
- inadeguatezza numero/qualità degli approdi (che non permette reale competizione nel mercato di più operatori marittimi);
- bassa resilienza del sistema di attraversamento ai fenomeni di picco/punta;
- vetustà del naviglio (soprattutto per trasbordo treni);
- vetustà/inadeguatezza del materiale rotabile

ferroviario di attraversamento dello Stretto;

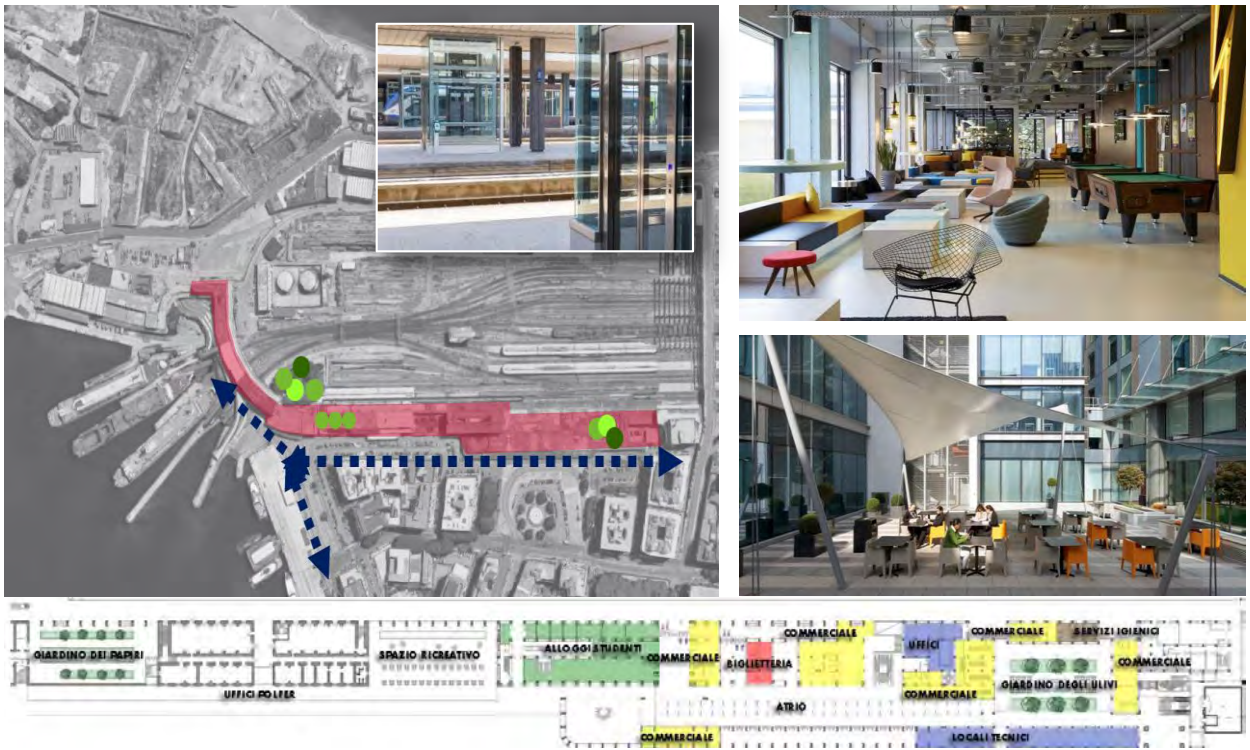
- tempi di traghettamento dei treni non competitivi (circa 2,3 ore).

Sulla base di queste criticità sono state individuate, congiuntamente con gli Enti e gli operatori direttamente coinvolti (es. RFI, Trenitalia, BluJet, Autorità del Sistema Portuale-AdSP, ANAS), alcune iniziative da implementare nel breve periodo e che, congiuntamente con gli interventi ad oggi previsti e/o programmati costituiscono lo "scenario di riferimento" ovvero lo scenario con cui il progetto di fattibilità dovrà confrontare le differenti ipotesi progettuali al fine di valutare gli impatti prodotti. Gli interventi individuati riguarderanno: gli approdi, le stazioni ferroviarie e marittime, i servizi di trasporto (naviglio e materiale rotabile), le infrastrutture stradali di accesso ai porti e specifici progetti volti alla promozione della sostenibilità e alla transizione energetica.

Nello specifico, RFI, Trenitalia e BluJet hanno proposto un progetto per la riqualificazione delle stazioni ferroviarie di Messina, Reggio Calabria e Villa S. Giovanni caratterizzato da interventi per il miglioramento dell'accessibilità, con l'inserimento di nuovi ascensori, la creazione di spazi di accoglienza e attesa e percorsi accessibili di transito per favorire la connessione tra le banchine ferroviarie e gli imbarchi delle navi, nonché la riqualificazione delle stazioni dello Stretto in una logica di Hub di intermodalità ferro-mare (Figura 38, Figura 39, Figura 40).

**Sono state individuate
congiuntamente con gli Enti e gli
operatori del trasporto alcune
iniziative da implementare nel breve
periodo per migliorare la qualità dei
collegamenti dinamici**

Figura 38: Esempio di riqualificazione hub intermodale di Messina



Fonte: RFI e BluJet "Interventi per il miglioramento della sostenibilità, accessibilità e qualità dei servizi, marzo 2021.

Figura 39: Esempio di riqualificazione hub intermodale di Reggio Calabria



Fonte: RFI e BluJet "Interventi per il miglioramento della sostenibilità, accessibilità e qualità dei servizi, marzo 2021.

Figura 40: Esempio di riqualificazione hub intermodale di Reggio Calabria



Fonte: RFI e BluJet "Interventi per il miglioramento della sostenibilità, accessibilità e qualità dei servizi, marzo 2021.

Parallelamente un progetto proposto dall’Autorità di Sistema Portuale dello Stretto prevede il potenziamento e la riqualificazione degli approdi e delle stazioni marittime composto da (Figura 41):

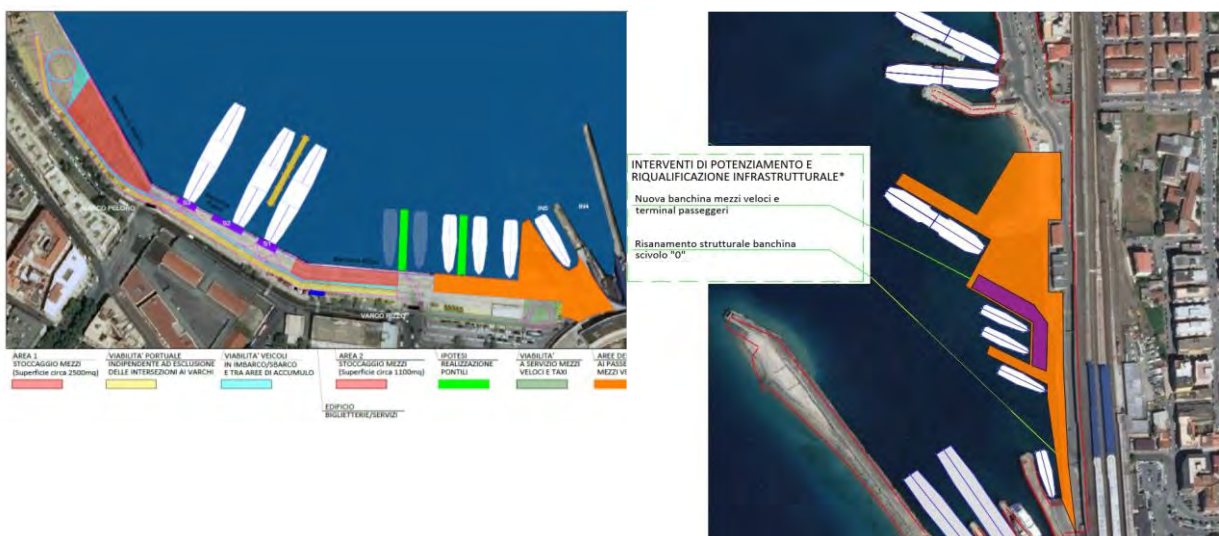
- creazione terzo scivolo approdo di Messina-Tremestieri;
- riorganizzazione ormeggi, stazione marittima e integrazione con Stazione RFI nel Porto di Messina;
- nuovi ormeggi e stazione marittima nel Porto di Villa San Giovanni.

Per quanto riguarda il naviglio, sempre il progetto proposto da RFI, Trenitalia e BluJet prevede una sua riqualificazione per il trasbordo ferroviario tramite: la riqualificazione ed ibridazione della nave Messina (in esercizio dal 2013); consegna della nuova nave Iginia (settembre 2021), che sostituirà la nave Villa (in esercizio dal 1983); acquisto nuova nave entro il 2025, al fine di

convertire l’attuale nave Scilla come riserva del naviglio. Oltre al nuovo naviglio, si prevede la realizzazione di infrastrutture a terra dedicate per i sistemi di alimentazione elettrica delle navi.

Per quanto riguarda la riqualificazione del naviglio veloce passeggeri, si ipotizza il rinnovo della flotta con l’acquisto di tre mezzi navali di nuova generazione a propulsione GNL/Elettrica con eventuale ricorso a propulsione dual-fuel Diesel, anche al fine di ridurre sensibilmente le emissioni di gas serra in atmosfera.

Figura 41: Esempio di riqualificazione potenziamento e la riqualificazione approdi e stazioni marittime porti di Messina (in alto) e Villa S. Giovanni (in basso)



Fonte: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto "Proposta di miglioramento delle dotazioni infrastrutturali dei porti di Villa San Giovanni e Messina/Tremestieri al fine di aumentare la capacità di accosto per le unità adibite al traghettamento nello Stretto di Messina e migliorare i servizi ai pendolari", marzo 2021.

Con riferimento al rinnovo del materiale rotabile ferroviario Trenitalia prevede: l'inserimento di batterie su n°16 locomotive E464 finalizzato alla velocizzazione delle manovre di carico/scarico treni ed eliminazione della trazione diesel (riduzione tempi trasbordo sino ad 1 ora unitamente ad una necessaria modifica tecnica sul carico nave); l'acquisto di n°12 treni IC di nuova generazione elettrici/batterie accoppiabili in configurazione multipla.

Con riferimento agli interventi alla rete stradale di accesso/egresso ai porti, Anas prevede: la riqualificazione asta di raccordo per Villa San Giovanni S.S. 738; il progetto smart road "guida autonoma dei veicoli" area di accesso a Villa San Giovanni; la realizzazione di un'area da adibirsi a «Green Island» sull'Autostrada del Mediterraneo; la realizzazione di un polmone di stoccaggio area di imbarco dei traghetti Villa San Giovanni.

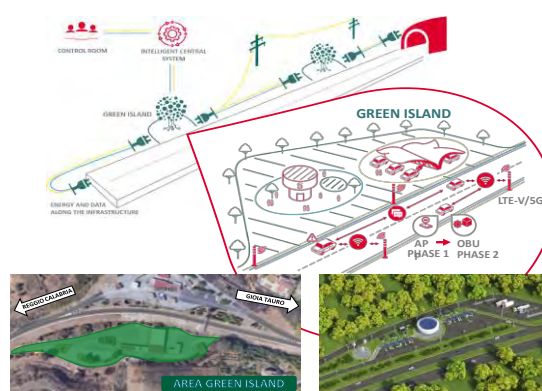
Il progetto di riqualificazione dell'asta di raccordo per Villa San Giovanni S.S. 738 riguarda lavori di manutenzione programmata finalizzati al "restyling" dell'asta svincolo fino a Villa San Giovanni.

Il progetto smart road "guida autonoma dei veicoli" area di accesso a Villa San Giovanni dell'A2 Autostrada del Mediterraneo, prevede la realizzazione dell'infrastruttura di base costituita da scavi, cavidotti, cavi e plinti, l'infrastruttura elettrica e di rete dati in fibra ottica per la trasmissione veloce dei dati. Verranno installate le postazioni polifunzionali ospitanti le tecnologie di connettività e di sorveglianza e controllo con le relative piattaforme di gestione. Inoltre, verrà riqualificato l'impianto di illuminazione in prossimità dell'area imbarchi e dello svincolo con tecnologia a LED. Sono previsti servizi di infomobilità mediante l'APP Smart Road

e in accordo con l'autorità portuale e segnalazione di informazioni utili per una migliore organizzazione e gestione dei flussi di traffico, sia portuali che stradali.

Altro progetto è la realizzazione di un'area da adibirsi a «Green Island», da realizzarsi contestualmente nell'ambito del progetto complessivo Smart Road, posta nell'area dismessa della vecchia Stazione di Servizio presente lungo la rampa dello svincolo per Villa San Giovanni, interconnessa con un'area «polmone» (Figura 42). Nella «Green Island» si potranno ricaricare i veicoli elettrici e verrà anche prodotta energia da fonti rinnovabili per una mobilità ed una infrastruttura sostenibili.

Figura 42: Realizzazione di un'area da adibirsi a «Green Island» sull'Autostrada del Mediterraneo



Fonte: Anas "Il sistema di mobilità stradale connesso all'attraversamento dinamico dello Stretto di Messina: Sintesi delle proposte di intervento Anas nel breve periodo", aprile 2021.

L'intervento di realizzazione di un'area attrezzata per la sosta lunga di veicoli, polmone di stoccaggio, subordinato alla stipula di una Convenzione tra Anas e Comune di Villa San Giovanni, si pone il duplice obiettivo di decongestionare il traffico diretto verso gli imbarchi, evitando la formazione di code sull'asse primario e gli eccessivi stazionamenti di veicoli in moto nel centro cittadino, rendendo, al contempo, maggiormente confortevole le inevitabili attese per gli imbarchi verso la Sicilia nei periodi di esodo. La realizzazione di un'area di attesa e accumulo confortevole e interconnessa con la Smart Road prevede la suddivisione in diverse zone alternative e complementari come, ad esempio: un'area da destinare "a necessità" per la sosta di mezzi trasportanti merci pericolose, una seconda zona per la sosta lunga dei veicoli commerciali, aree destinate ai soccorsi ed ai mezzi di emergenza, ed aree di ristoro. Grazie all'interconnessione con la Smart Road gli utenti saranno ad esempio informati sui tempi di attesa, potranno gestire le prenotazioni agli imbarchi e usufruire dei servizi connettività (Figura 43).

Un altro progetto che il MIMS sta valutando è quello dello "STRETTO GREEN" che ha la finalità di incentivare la transizione energetica della mobilità marittima dei porti dell'AdSP dello Stretto e prevede:

- deposito costiero di GNL con capacità di circa 10.000 metri cubi;
- elettrificazione delle banchine per circa 2.500 ml nei porti di Messina (1200ml), Milazzo (700ml), Reggio Calabria (400 ml) e Villa San Giovanni (200 ml).

Altro progetto in corso di valutazione funzionale alla transizione energetica è quello di realizzare in Sicilia un

Figura 43: Realizzazione di "polmone di stoccaggio" area di imbarco dei traghetti Villa San Giovanni



Fonte: Anas "Il sistema di mobilità stradale connesso all'attraversamento dinamico dello Stretto di Messina: Sintesi delle proposte di intervento Anas nel breve periodo", aprile 2021.

impianto di microliquefazione di GNL e BioGNL da circa 50.000 tonnellate annue finalizzato a:

- mercato bunkering (truck to ship);
- mercato terrestre;
- mercato industriale ad oggi non collegato alla rete gas italiana.

5.5. Le motivazioni alla base di un nuovo progetto per l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e le possibili soluzioni tecnologiche da confrontare



5.5.1. Considerazioni socio-economiche

In questo paragrafo vengono sintetizzate le principali motivazioni socio-economiche e trasportistiche a supporto della realizzazione di un sistema di collegamento stabile dello stretto di Messina. Tali considerazioni in parte discendono dalle analisi del contesto attuale e delle sue criticità descritte precedentemente e in parte richiamate di seguito per rendere più agevole la lettura

Sono oggi disponibili dati macroeconomici per documentare la situazione di svantaggio sociale ed economico di questi territori e quindi la necessità di continuare l'azione di rafforzamento infrastrutturale finalizzata a contrastare la tendenza degli ultimi anni che, anziché ridurre, sta aumentando la disuguaglianza con il resto d'Italia e d'Europa

Lo Stretto di Messina segna il confine tra la Sicilia e la Calabria, due regioni collocate all'estremo sud della penisola italiana, che sono tra i territori comunitari maggiormente distanti dal baricentro, demografico ed economico, dell'Unione Europea. Per motivi storici e per la loro collocazione geografica, entrambe le regioni sono caratterizzate da livelli di sviluppo inferiori alla media europea e sono comprese tra quelle identificate come "meno sviluppate" (con un PIL pro capite inferiore al 75% della media comunitaria). Tra i principali dati macroeconomici oggi disponibili per documentare la situazione di svantaggio sociale ed economico di questi territori e quindi la necessità di continuare l'azione di rafforzamento infrastrutturale finalizzata a contrastare la tendenza degli ultimi anni che, anziché ridurre, sta aumentando la disuguaglianza con il resto d'Italia e d'Europa, vi sono:

- le Regioni Calabria e Sicilia sono caratterizzate da un trend negativo della popolazione (2000-2019); in particolare, le due regioni ospitano l'11,4% della popolazione italiana, circa un terzo di quella del Mezzogiorno e segnano una variazione relativa negativa, sia rispetto al Centro Nord (-9,8%) sia rispetto allo stesso Mezzogiorno (-1,2%);
- sotto il profilo occupazionale, le due regioni direttamente interessate presentano un trend negativo (2000-2019), sia rispetto Centro Nord (-11,7%) sia rispetto allo stesso Mezzogiorno (-1,4%); particolarmente grave è il settore delle costruzioni che ha fatto registrare una contrazione relativa del 15,8% rispetto allo stesso Mezzogiorno;

- anche il prodotto interno lordo realizzato nelle due regioni segna, negli ultimi vent'anni, una importante riduzione, che supera quella fatta registrare dal numero degli occupati; le due regioni considerate, pur ospitando l'11,4% della popolazione, contribuiscono al prodotto interno lordo nazionale solo per il 6,8%.
- questa debolezza è documentata in modo drammatico dal valore del prodotto interno lordo pro capite: le due regioni esprimono un prodotto interno lordo che è metà di quello del Centro Nord e pari al 92,1% di quello del Mezzogiorno. Questa condizione si evince in maniera ancora più evidente dalla Figura 44 che mostra come Calabria e Sicilia abbiano al 2018 un disavanzo in termini di PIL pro capite a prezzi di mercato rispetto al resto del Paese, risultato anche di una significativa contrazione nel periodo 2012-2018, a fronte di molte altre Regioni che invece sono cresciute nello stesso periodo;
- analogo disavanzo della Calabria e Sicilia rispetto al resto del Paese si osserva sia in termini di reddito disponibile pro capite che in termini di consumi finali pro capite (Figura 45) dove, nell'ultimo quinquennio disponibile, si è osservata una crescita inferiore rispetto alle altre Regioni italiane, aumentando il già preesistente divario tra nord e sud del Paese;
- infine, il tasso di disoccupazione complessivo è superiore a quello del Centro Nord di oltre tre volte ed è anche superiore del 17% rispetto a quello del Mezzogiorno; è sulla fascia giovanile (15-24 anni) che il dato mostra tutta la sua gravità, risultando oltre quattro volte più alto di quello registrato nel Centro Nord e notevolmente superiore a quello del Mezzogiorno.

Figura 44: PIL procapite ai prezzi di mercato (valori concatenati con anno di riferimento 2015) per regione, valori assoluti (2018) e variazioni % (2018-2012)

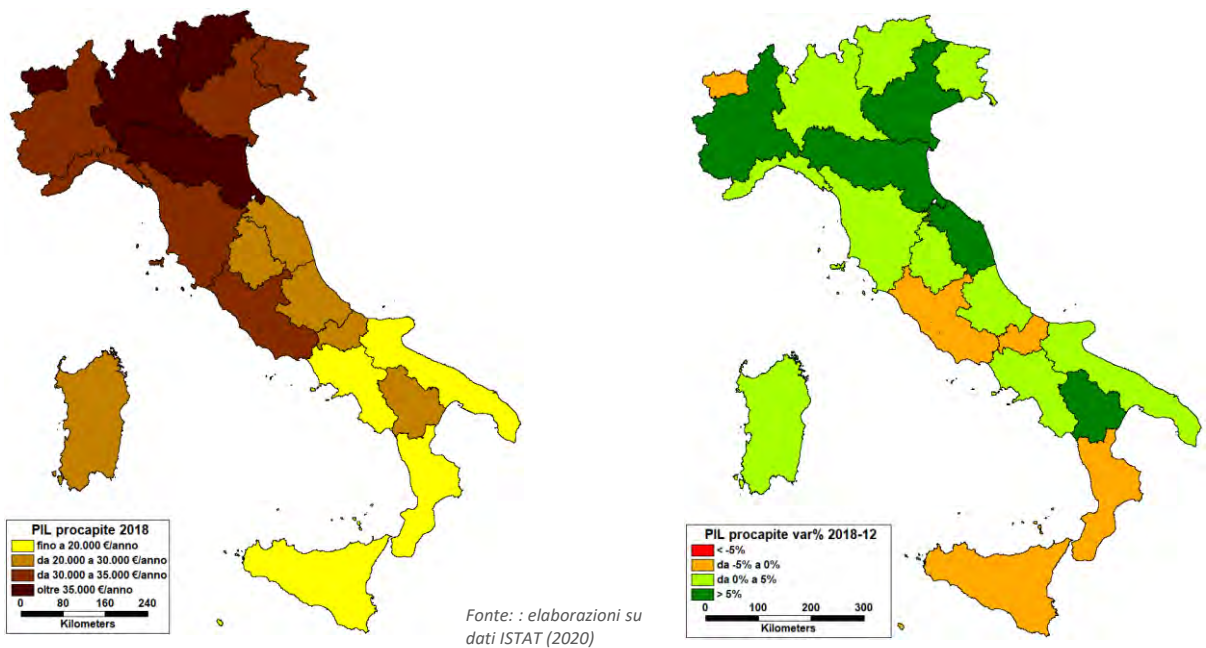
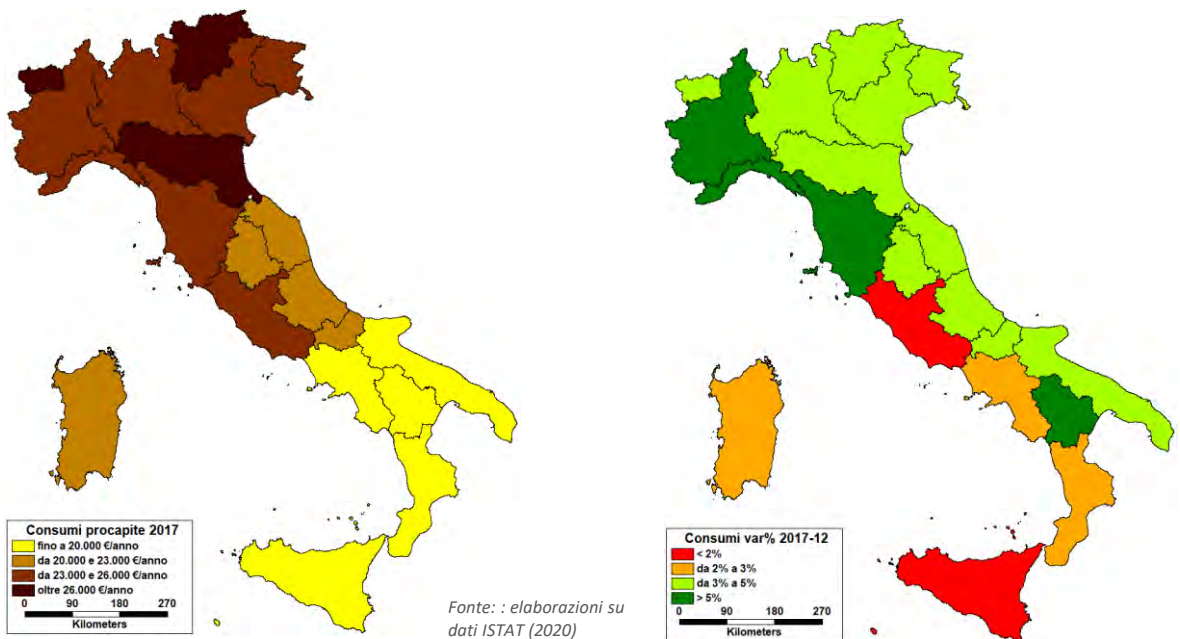


Figura 45: Consumi finali interni procapite (a prezzi correnti) per regione, valori assoluti (2017) e variazioni % (2017-2012).



5.5.2. Considerazioni trasportistiche

Dalle analisi condotte dal GdL emerge che l'attuale assenza di un attraversamento stabile dello Stretto di Messina incide in modo differenziato sui diversi segmenti di domanda di mobilità (passeggeri e merci):

- il tempo medio di attraversamento attuale dello stretto (40-60 minuti) è paragonabile al tempo di viaggio che un'automobile impiega per percorrere quasi 100 km (300 km se si considera anche l'equivalente in tempo del pedaggio) (Figura 46); questo equivale a dire che il tempo e il tempo generalizzato per spostarsi tra Messina e Reggio Calabria equivale a quello tra due città della terraferma distanti rispettivamente 100 e 300 km. In definitiva la tecnologia di collegamento marittimo ha prestazioni, tempi e costi nettamente inferiori a quelle terrestri stradale e ferroviaria, come la carrozza a cavallo li aveva rispetto alle ferrovie a vapore.

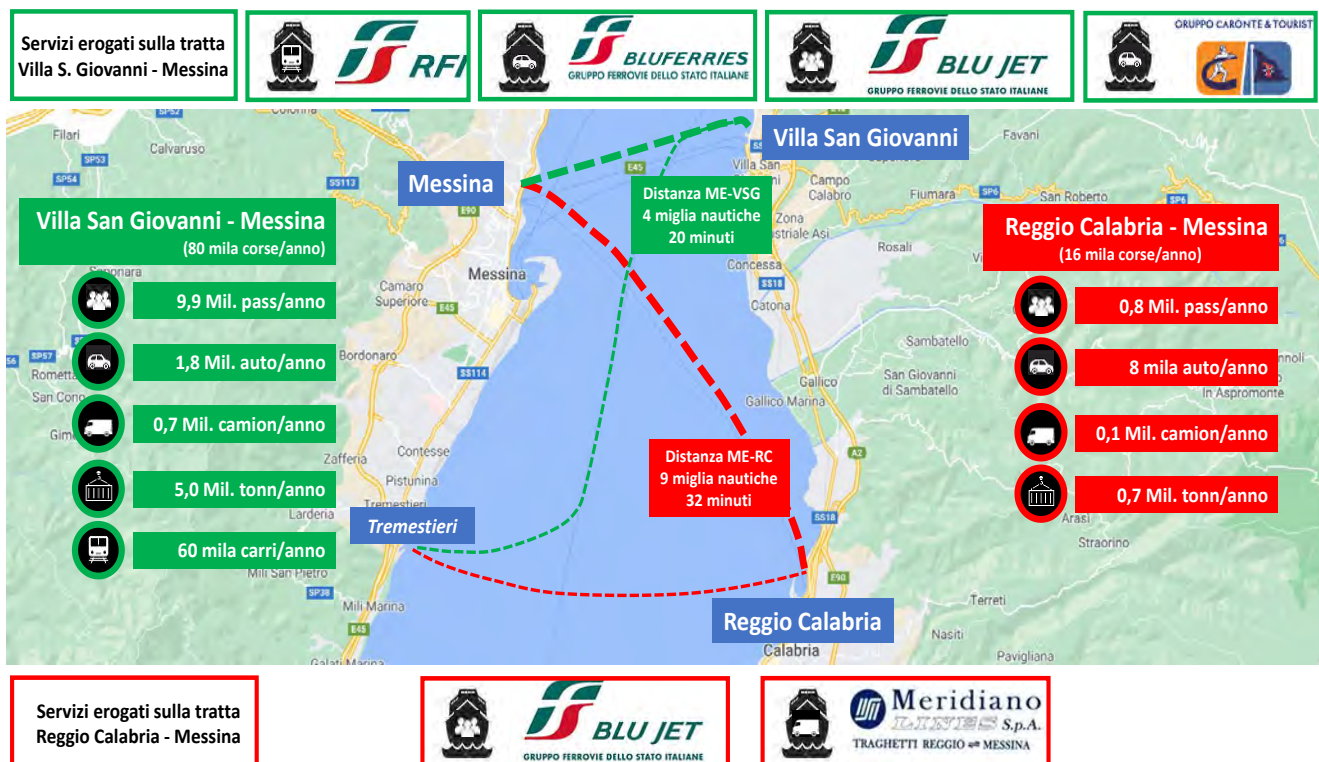
Il tempo medio di attraversamento veloce attuale dello Stretto (40-60 minuti) è paragonabile al tempo di viaggio che un'automobile impiega per percorrere quasi 100 km (300 km se si considera anche l'equivalente in tempo del pedaggio)

Figura 46: Accessibilità trasportistica: distanza media equivalente in auto a parità di tempo di viaggio attuale



- in assenza di un collegamento stabile, con l'attuale rete stradale e ferroviaria di collegamento con il nord del Paese, i traffici dello Stretto di Messina risultano (Figura 47):
 - 11 milioni passeggeri/anno, confrontabili con il totale dei passeggeri/anno movimentati dagli aeroporti siciliani;
 - 0,8 milioni veicoli pesanti/anno (trasporto delle merci), paragonabili al traffico veicolare pesante del Frejus e superiori a quelli del Monte Bianco (Figura 48);
 - 1,8 milioni di veicoli leggeri/anno, superiori al traffico veicolare del Monte Bianco (Figura 48);

Figura 47: Traffici e collegamenti di attraversamento dello Stretto (2019)



Fonte: elaborazioni su dati Autorità competenti.

Figura 48: Traffico annuale passeggeri, veicoli leggeri e pesanti (2019), confronto tra lo Stretto di Messina ed i principali trafori/valichi/confini alpini stradali e ferroviari** e tra lo Stretto di Messina ed i principali aeroporti siciliani



** per traffico ferroviario si intende esclusivamente la quota di trasporto combinato accompagnato (autostrada viaggiante).
Fonte: elaborazioni su dati Autorità competenti (2020).

- l'assenza di un collegamento stabile penalizza oggi maggiormente il traffico sia di breve distanza che quello da/per il Mezzogiorno (es. Sicilia, Calabria, Campania, Basilicata, Puglia, Lazio) ed il Lazio. La domanda di trasporto di breve distanza (locale) è oggi senza dubbio ridotta per l'assenza di un attraversamento stabile rispetto a quella che si avrebbe per la vicinanza di due città di medio-grandi dimensioni, come Messina e Reggio Calabria, in ragione della maggiore influenza (in termini di incidenza percentuale) per questa categoria di domanda di corto raggio dei tempi di attesa, delle procedure di imbarco e sbarco, nonché dei costi del pedaggio per l'attraversamento. È indubbio, che entrambe le città sono dotate di importanti funzioni pubbliche (anche sovracomunali) che genererebbero, in assenza di ostacoli, una forte attrazione reciproca. I traffici da/per il Mezzogiorno, avvenendo questi prevalentemente su strada (es. auto e autobus per i passeggeri, autotrasporto per il trasporto merci), risultano oggi molto penalizzati a causa dei tempi e costi elevati per l'attraversamento dello Stretto, nascondendo anch'essi grandi potenzialità in termini di domanda inespressa;
- i collegamenti marittimi Ro-Ro di lunga distanza con la Sicilia (es. da/per Toscana e Liguria) costituiscono mercati rilevanti per i quali non si prevedono ampi spazi di concorrenzialità a favore della strada e della ferrovia con un collegamento stabile dello Stretto di Messina, mentre è possibile ipotizzare una concorrenzialità con i collegamenti di medio raggio verso i porti Campani;
- per i collegamenti aerei di lunga distanza con la Sicilia (es. da/per nord Italia) si ritiene che non vi siano ampi spazi di concorrenzialità a favore della strada e della ferrovia anche in presenza di un collegamento stabile dello Stretto di Messina; per contro la domanda passeggeri che oggi utilizza l'aereo sulle relazioni Sicilia-Mezzogiorno sino al Lazio sarebbe potenzialmente attratta dall'alta velocità ferroviaria nell'ipotesi di presenza di un collegamento stabile dello Stretto;
- il collegamento stabile dello Stretto di Messina permetterebbe di ridurre sensibilmente i tempi ed i costi (soprattutto nell'ipotesi di assenza di pedaggio per l'attraversamento stabile) di viaggio per attraversare lo Stretto di Messina come meglio descritto nel seguito;
- il collegamento stabile dello Stretto di Messina congiuntamente agli interventi programmati sulle reti di trasporto previsti nell'Allegato infrastrutture al DEF 2021, nel PNRR e nei Contratti di Programma RFI ed ANAS permetterebbe di:
 - rendere confrontabili i tempi medi di viaggio sulla rete ferroviaria da/verso il Sud (Tabella 37) con quelli oggi offerti sulle principali relazioni origine-destinazione del centro-nord (es. Roma-Torino e Roma-Milano);
 una notazione importante riguarda il regime di tariffazione al quale sarà sottoposto l'attraversamento stabile che impatterebbe in modo rilevante sulle scelte di mobilità da/verso la Sicilia; la presenza di un collegamento stabile potrebbe infine anche modificare nel tempo le scelte localizzative e le scelte di approdo di taluni traffici, producendo anche un incremento di domanda (traffico generato) come conseguenza dello sviluppo socioeconomico dell'area dello Stretto e dell'intera Sicilia.

Rendere paragonabili i tempi medi di viaggio sulla rete ferroviaria da/verso il Sud con quelli oggi offerti sulle principali relazioni origine-destinazione del centro-nord

Tabella 37: Alcuni esempi di confronto dei tempi viaggio ferroviario di lunga percorrenza a valle della realizzazione del collegamento stabile e degli interventi programmati

Relazione origine-destinazione	SCENARIO ATTUALE	SCENARIO PROGETTUALE INTERVENTI PROGRAMMATI E COLLEGAMENTO STABILE STRETTO MESSINA*		SCENARIO PROGETTUALE INTERVENTI PROGRAMMATI, NUOVA LINEA AV SALERNO - REGGIO C. E COLLEGAMENTO STABILE STRETTO MESSINA **		SCENARIO ATTUALE RELAZIONI ORIGINE-DESTINAZIONE DI CONFRONTO		
		Distanza (Km)	Tempo tecnico di percorrenza ferroviario scenario di progetto* [h:min]	Distanza (Km)	Tempo tecnico di percorrenza ferroviario scenario di progetto* [h:min]	Relazione origine-destinazione	Distanza (Km)	Tempo di percorrenza attuale [h:min]
Roma Termini – Messina Centrale (fermata NA Afragola)	5:16 (8:09)	663	4:30 ⁽¹⁾	695	4:05 ⁽⁴⁾	Roma Termini – Torino P. Nuova	704	04:20
Napoli Centrale – Messina Centrale	4:38 (5:45)	454	3:34 ⁽²⁾	486	3:09 ⁽⁵⁾	Roma Termini – Milano Centrale (no stop)	565	02:55
Roma Termini – Catania Centrale (fermata NA Afragola)	6:30 (9:59)	754	5:13 ⁽¹⁾	786	4:48 ⁽⁴⁾	Roma Termini – Torino P. Nuova	704	04:20
Napoli Centrale – Catania Centrale	5:52 (7:35)	545	4:17 ⁽²⁾	577	3:52 ⁽⁵⁾	Roma Termini – Milano Centrale (no stop)	565	02:55
Roma Termini – Palermo Centrale via Catania (fermata NA Afragola)	9:29 (11:39)	986	7:04 ⁽³⁾	1018	6:39 ⁽⁶⁾	Napoli Centrale – Torino P. Nuova	925	05:40
Roma Termini – Palermo Centrale via Catania (fermata NA Afragola)	9:29 (11:39)	986	7:04 ⁽³⁾	1018	6:39 ⁽⁶⁾	Salerno – Torino P. Nuova (fermata NA Afragola)	981	05:55

* Lo scenario progettuale "interventi programmati e collegamento stabile stretto Messina" compone di tutti gli interventi oggi previsti negli strumenti di pianificazione (PNRR, Allegato infrastrutture al DEF 2020, Contratto di Programma RFI e aggiornamenti). Nello specifico, nelle simulazioni sviluppate sono stati considerati, oltre al collegamento stabile in una ipotesi mediana rispetto alle tecnologie analizzate, la nuova linea Battipaglia-Praia a Mare, il raddoppio Messina-Catania e la nuova linea Catania-Palermo come da progetti RFI.

** Lo scenario di progettuale "interventi programmati, nuova linea AV Salerno - Reggio C. completata e collegamento stabile Stretto Messina" differisce dal precedente per la realizzazione della nuova linea Praia a Mare-Villa S. Giovanni (in corso di progettazione di fattibilità), secondo le analisi oggi sviluppate da RFI.

*** I tempi di percorrenza indicati considerano l'attraversamento dello Stretto in traghetto con rottura di carico e collegamento veloce passeggeri in corrispondenza delle stazioni di Villa S. Giovanni e Messina e senza considerare tempi di attesa per la coincidenza dei servizi ferroviari/navali. I tempi di percorrenza indicati tra parentesi sono relativi al viaggio in treno senza rottura di carico (trasbordo del treno) secondo l'attuale orario ferroviario.

(1) Fermate intermedie considerate: Afragola, Paola, Lamezia.

(2) Fermate intermedie considerate: Paola, Lamezia.

(3) Fermate intermedie considerate: Afragola, Paola, Lamezia, Catania, Enna.

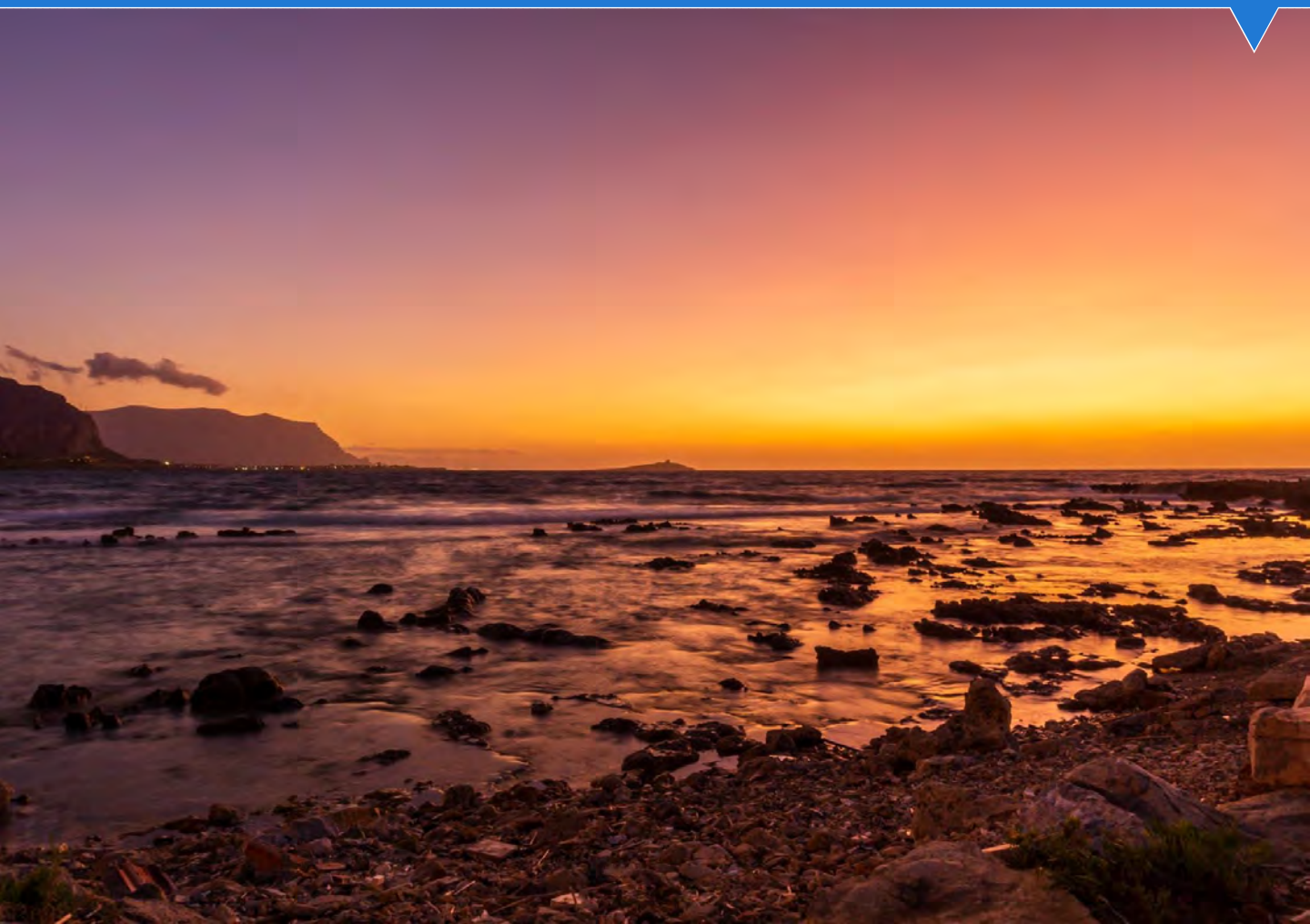
(4) Fermate intermedie considerate: Afragola, Cosenza, Lamezia.

(5) Fermate intermedie considerate: Cosenza, Lamezia.

(6) Fermate intermedie considerate: Afragola, Cosenza, Lamezia, Catania, Enna.



5.6. Analisi preliminari dei possibili sistemi di attraversamento stabile



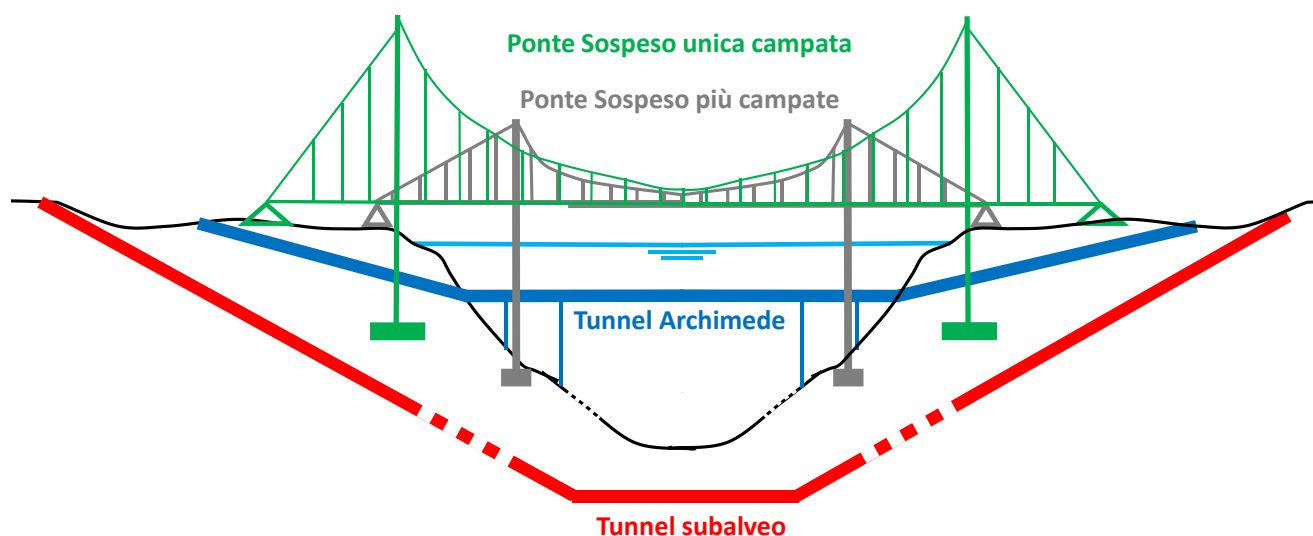
5.6.1. Le possibili soluzioni tecnologiche per l'attraversamento dello Stretto

Le analisi socio-economiche e trasportistiche condotte confermano l'utilità di verificare la fattibilità tecnica ed economica di un collegamento stabile dello Stretto di Messina. L'evoluzione delle tecnologie e delle normative rende necessario rivedere il risultato del processo di scelta degli anni '90 che ha portato a scartare alcune soluzioni. In particolare, l'avanzamento delle tecnologie e delle esperienze e competenze acquisite in campo nazionale e internazionale, relative alle piattaforme petrolifere in mare, ai tunnel sub alveo, alle fondazioni sottomarine

su cassoni affondati suggeriscono di considerare, per l'opera di collegamento stabile, le seguenti soluzioni tecnologiche (Figura 49):

- tipologia aerea di ponte sospeso ad unica campata;
- tipologia aerea di ponte sospeso a più campate;
- tipologia in alveo di tunnel immerso (flottante, anche noto come "tunnel di Archimede");
- tipologia subalvea;

Figura 49: Schema delle possibili tipologie di attraversamento stabile dello Stretto di Messina*



* La presente figura va intesa come qualitativa e finalizzata alla sola schematizzazione di massima delle alternative di attraversamento stabile da approfondire.

5.6.2. La localizzazione dell'opera di attraversamento, i raccordi alle reti multimodali di trasporto e i tempi di viaggio dello Stretto di Messina

Dagli studi condotti nel corso degli anni, nonché dalle considerazioni emerse durante le audizioni ai testimoni privilegiati, è emerso che le plausibili localizzazioni per un collegamento stabile dello Stretto di Messina ricadono prevalentemente all'interno di due macroaree (Figura 50):

- **area di localizzazione 1**, ovvero in quella zona prossima al tratto più stretto di separazione tra Sicilia ed il continente, tra Punta Pezzo (RC) e Ganzirri (ME);
- **area di localizzazione 2**, ovvero in quella zona più prossima ad un accesso diretto al centro di Messina, tra Concessa (RC) e Falcata (ME).

La scelta della soluzione tecnologica e quindi della sua localizzazione è strettamente legata anche ai raccordi con le reti multimodali di trasporto a terra che a loro volta incidono sul tempo medio di attraversamento dello stretto e sull'accessibilità ai territori che ospitano l'opera

Figura 50: Possibili aree di localizzazione per un collegamento stabile dello Stretto di Messina



Fonte: elaborazione su Google Maps.

La scelta della soluzione tecnologica e quindi della sua localizzazione è strettamente legata anche ai raccordi con le reti multimodali di trasporto a terra che a loro volta incidono sul tempo medio di attraversamento dello stretto e sull'accessibilità ai territori che ospitano l'opera. Tale elemento è particolarmente delicato soprattutto con riferimento all'infrastruttura ferroviaria in ragione dei vincoli di pendenza massima che sono richiesti dagli standard progettuali. La necessità di conservare la navigabilità dello Stretto comporta per tutte le soluzioni progettuali un dislivello tra il livello del mare e la quota del collegamento, dislivello che appare comunque significativamente maggiore per la soluzione sub-alveo in relazione alla profondità del fondale marino.

Di seguito si riporta una possibile localizzazione ed i conseguenti raccordi stradali e ferroviari che ne deriverebbero per le quattro alternative progettuali descritte in precedenza. Per fare questo si è esplicitamente tenuto in conto della compatibilità con i vincoli per i tracciati ferroviari e stradali (es. pendenze e raggi e di curvatura) nonché del contenimento dei tempi di viaggio e dei costi (anche per le tracce ferroviarie). Il risultato di tale valutazione è descritto nelle successive Figura 51, Figura 52 e va inteso come un primo esercizio qualitativo finalizzato solo a meglio comprendere le difficoltà di interconnessione delle diverse ipotesi di attraversamento stabile con le reti multimodali a terra, rinviando alle successive fasi progettuali il loro approfondimento tecnico. Inoltre, le ipotesi individuate non tengono conto degli aspetti tecnici, geologici, marini e di interferenza con il territorio e il paesaggio naturale che dovranno essere considerati

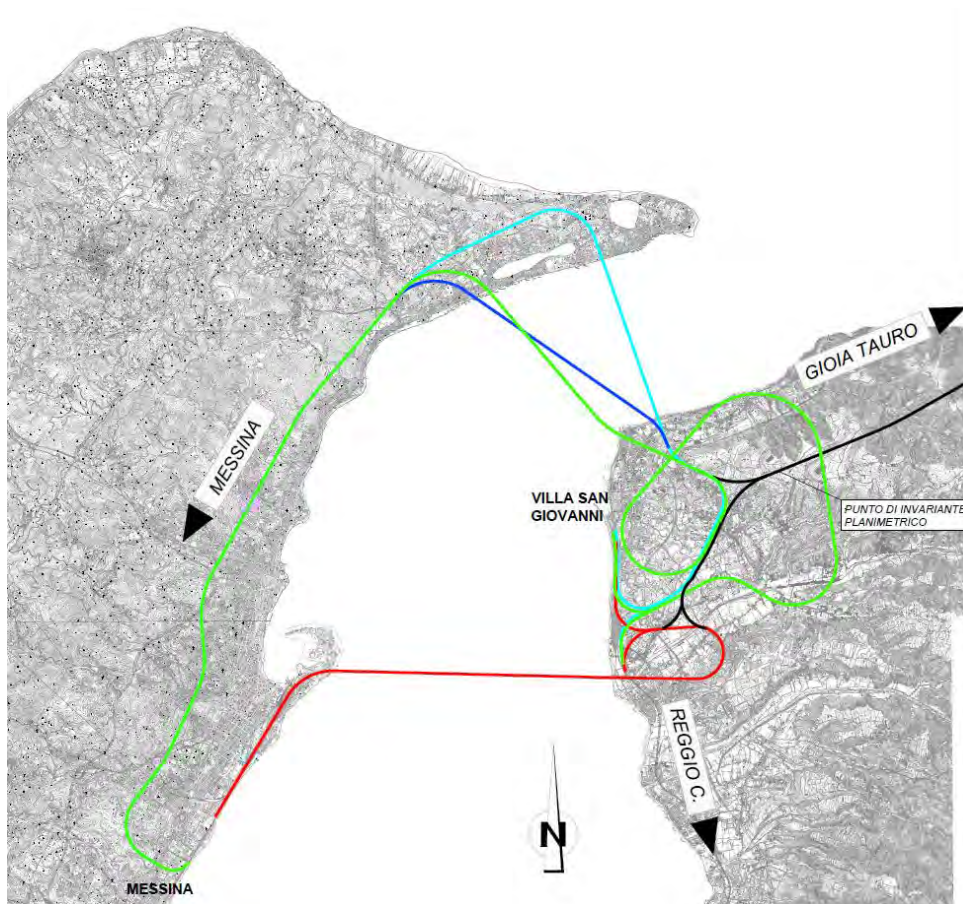
nei successivi sviluppi progettuali, come vincoli o come elementi abilitanti e del paesaggio e che potranno influire nel confronto delle alternative progettuali.

In base alle analisi preliminari condotte risulterebbe che il sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina necessita di una infrastruttura ferroviaria (stradale) di lunghezza compresa tra i 18 ed i 39 km (18 ed i 23 km) a seconda della soluzione tecnologica considerata (Figura 51, Figura 52). La soluzione in alveo, pur avendo uno sviluppo complessivo più contenuto necessiterebbe di un tunnel senza interruzioni di lunghezza complessiva di oltre 15 km per entrambe le modalità di trasporto (ferroviaria/stradale), a fronte, ad esempio di un tunnel senza interruzioni di lunghezza complessiva di 3-12 km (stradale/ferroviaria) per la soluzione del ponte a più campate (Tabella 38) che, per contro, avrebbe uno sviluppo complessivo dell'infrastruttura di 18-26 km (Figura 51, Figura 52) a seconda della modalità di trasporto. È da notare che per la soluzione del tunnel sub-alveo occorrerebbe realizzare l'infrastruttura complessiva più lunga (23-39 km a seconda della modalità di trasporto), ma anche le due gallerie modali senza interruzioni tra le più lunghe al mondo con i 21 km del tunnel stradale ed i 45 km del tunnel ferroviario (ad oggi il tunnel stradale di Lærdal in Norvegia lungo circa 25 km e la galleria ferroviaria di base del San Gottardo lunga 57 km sono i due tunnel modali più lunghi mai realizzati).

Nelle Figura 53, Figura 54, Figura 55, Figura 56, sono riportati a titolo esemplificativo i profili longitudinali schematici delle alternative progettuali per le modalità di trasporto ferroviaria e stradale.

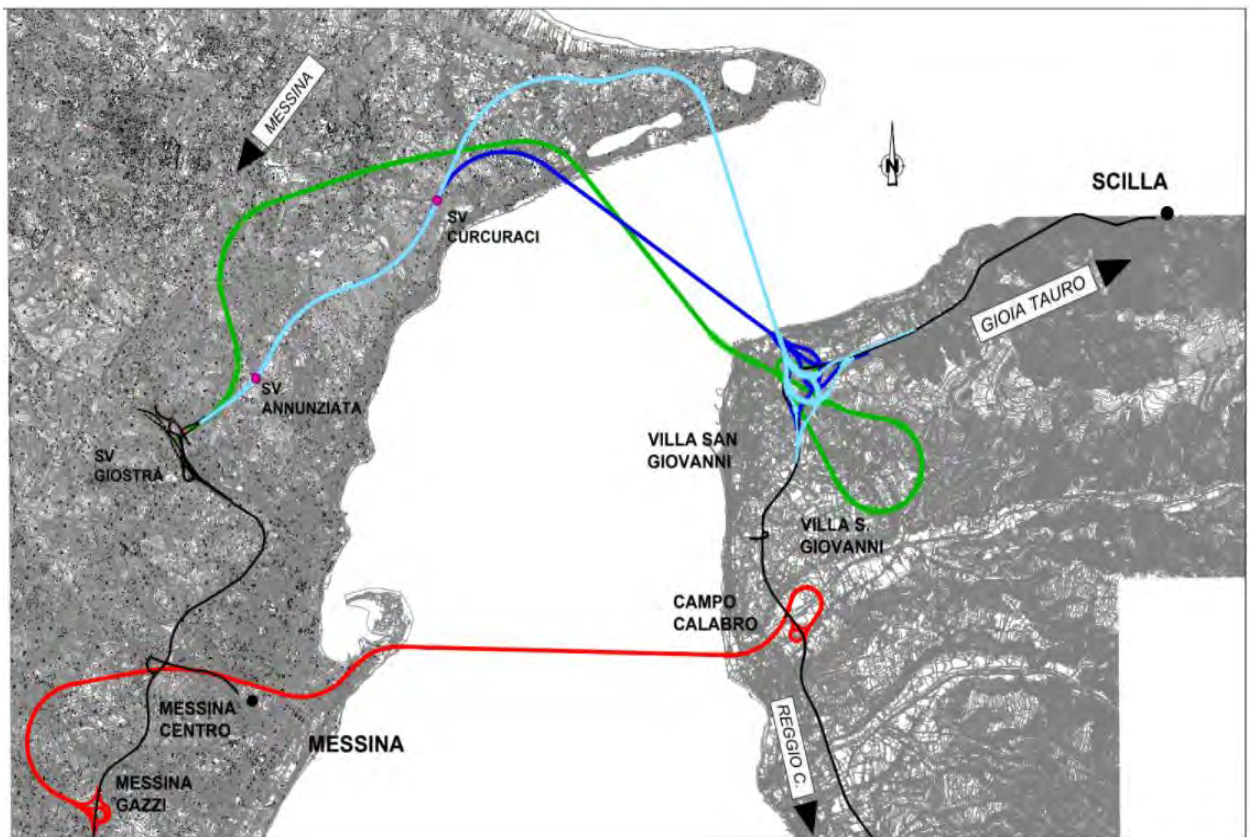
5.6.2. La localizzazione dell'opera di attraversamento, i raccordi alle reti multimodali di trasporto e i tempi di viaggio dello Stretto di Messina

Figura 51: Schemi di possibili alternative tecnologiche e di tracciato per il sistema ferroviario di attraversamento stabile dello stretto di Messina



ALTERNATIVA PROGETTUALE	RILEVATI/ TRINCEE (km)	RAMPE DI APPROCCIO (km)	PONTE (km)	TUNNEL (km)	TUNNEL ALVEO (km)	SVILUPPO TOTALE (km)
1 - PONTE A UNA CAMPATA	2,4	1,2	3,3	21,5	-	28,4
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	2,4	1,2	4,0	18,7	-	26,3
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	2,9	-	-	36,1	-	39,0
4 - TUNNEL ALVEO	2,7	-	-	10,2	4,9	17,8

Figura 52: Schemi di possibili alternative tecnologiche e di tracciato per il sistema stradale di attraversamento stabile dello stretto di Messina



ALTERNATIVA PROGETTUALE	RILEVATI/ TRINCEE (km)	RAMPE (km)	PONTE (km)	TUNNEL (km)	TUNNEL ALVEO (km)	SVILUPPO TOTALE (km)
1 - PONTE A UNA CAMPATA	7,1	1,5	3,3	11,4	-	21,8
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	4,2	1,5	4,0	8,1	-	17,8
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	0,4	2,5	-	20,5	-	23,4
4 - TUNNEL ALVEO	1,2	2,0	-	10,7	4,9	18,8

Figura 53: Profilo longitudinale schematico dell'alternativa progettuale del ponte ad una campata per singola modalità di trasporto (in alto ferroviaria, in basso stradale)

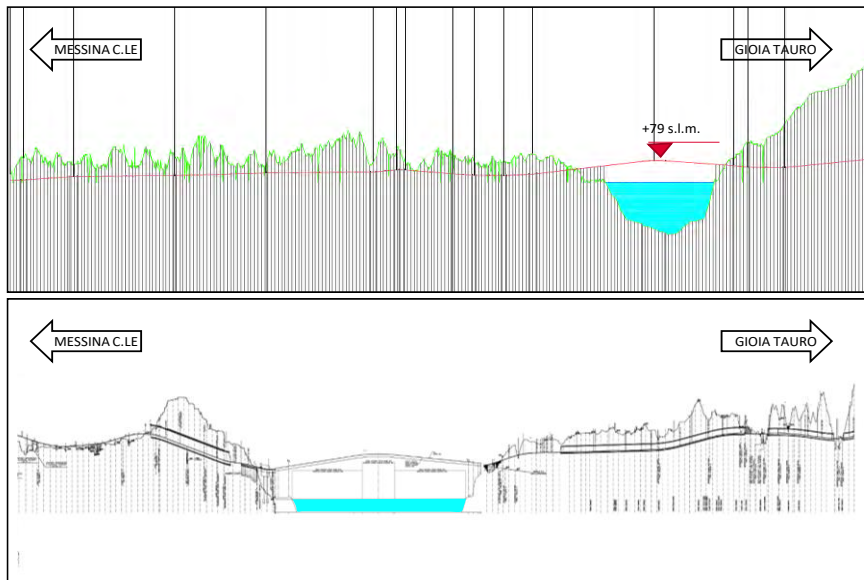


Figura 54: Profilo longitudinale schematico dell'alternativa progettuale del ponte a più campate per singola modalità di trasporto (in alto ferroviaria, in basso stradale)

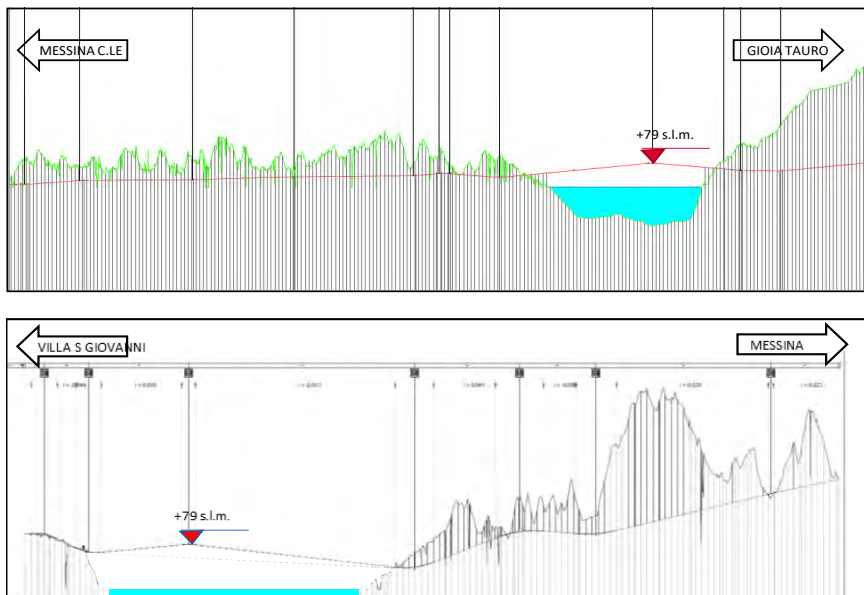


Figura 55: Profilo longitudinale schematico dell'alternativa progettuale del tunnel sub-alveo per singola modalità di trasporto (in alto ferroviaria, in basso stradale)

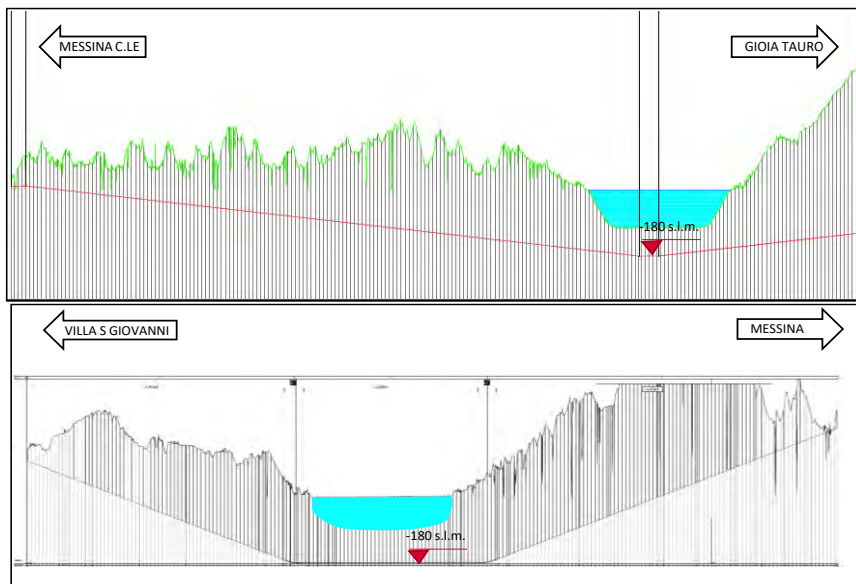


Figura 56: Profilo longitudinale schematico dell'alternativa progettuale del tunnel in alveo per singola modalità di trasporto (in alto ferroviaria, in basso stradale)

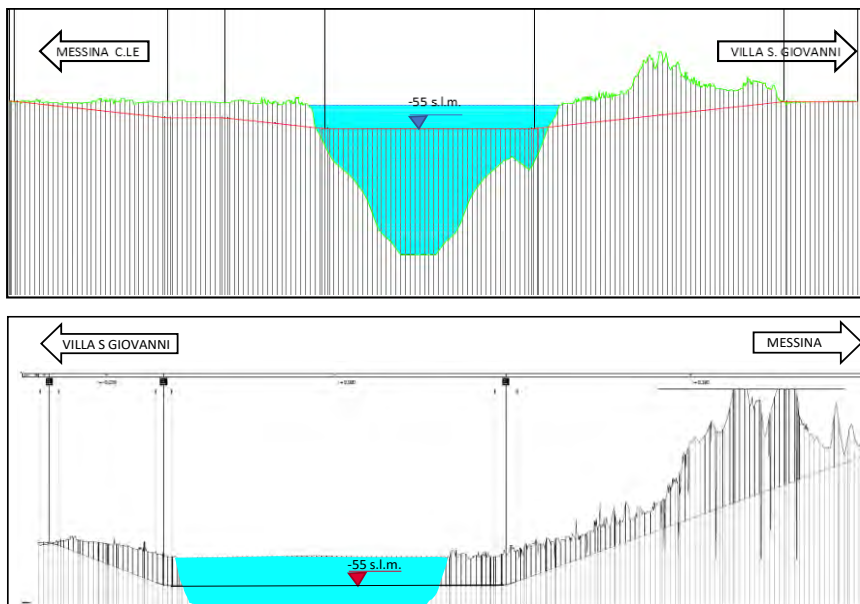


Tabella 38: Ipotesi di sviluppo dei tunnel per singola alternativa progettuale

ALTERNATIVA PROGETTUALE	SISTEMA COLLEGAMENTO FERROVIARIO		SISTEMA COLLEGAMENTO STRADALE	
	TOTALE TUNNEL (km)	Tunnel continuo di lunghezza maggiore (km)	TOTALE TUNNEL (km)	Tunnel continuo di lunghezza maggiore (km)
1 - PONTE A UNA CAMPATA	21,5	14,7	11,4	3,4
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	18,7	11,9	8,1	2,8
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	36,1	36,1 (*)	20,5	20,5
4 - TUNNEL ALVEO	15,1	15,1 (**)	15,6	15,6

* Considerando il collegamento con la rete AV verso Gioia Tauro questa lunghezza diventerebbe 45,1 km.

** Considerando il collegamento con la rete AV verso Gioia Tauro questa lunghezza diventerebbe 41,1 km.

A partire delle ipotesi di localizzazione e di raccordo alle reti multimodali descritte sono stati stimati i tempi medi di viaggio per le differenti alternative progettuali confrontandoli con quelli minimi oggi disponibili per le relazioni Messina-Villa S. Giovanni e Messina Reggio Calabria. Con riferimento agli spostamenti ferroviari (stazione-stazione), si stima si possano ridurre i tempi di viaggio complessivi di oltre il 50% a vantaggio degli spostamenti ferroviari di TPL locali e di quelli di media e lunga percorrenza (Tabella 39 e Tabella 40).

Con riferimento agli spostamenti ferroviari (stazione-stazione), si stima si possano ridurre i tempi di viaggio complessivi di oltre il 50% a vantaggio degli spostamenti ferroviari locali e di quelli di media e lunga percorrenza

Tabella 39: Esempio di confronto dei tempi di viaggio ferroviari per singola alternativa progettuale

ALTERNATIVA PROGETTUALE	TRATTA MESSINA FS – VILLA S. GIOVANNI FS					
	SCENARIO DI NON INTERVENTO (COLLEGAMENTO DINAMICO)		SCENARIO DI PROGETTO (COLLEGAMENTO STABILE)			DIFFERENZA TEMPO VIAGGIO (min.)
	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO MINIMO VIAGGIO** (min.)	DISTANZA (km)	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO VIAGGIO*** (min.)	
1 - PONTE A UNA CAMPATA	2,5	38'	29,2	n.d.	18'	-20'
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	2,5	38'	26,9	n.d.	17'	-21'
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	2,5	38'	40,2	n.d.	23'	-15'
4 - TUNNEL ALVEO	2,5	38'	15,3	n.d.	12'	-26'

* I costi di viaggio per lo scenario di non intervento si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un passeggero con biglietto andata di e ritorno in giornata. La stima dei costi di viaggio per lo scenario di progetto esula dagli obiettivi dello studio ed è legata alle politiche tariffarie che il gestore dell'infrastruttura ed il fornitore dei servizi andrebbe a definire nell'ipotesi di un collegamento stabile.

** Tempo di viaggio da Messina Centrale a Villa S. Giovanni stazione sul collegamento marittimo più veloce per singolo passeggero comprensivo dei tempi di accesso/egresso pedonale, anticipo, imbarco e sbarco (18 min.), oltre al tempo di traversata (20 min.). I costi si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un passeggero con biglietto ritorno in giornata.

*** Tempo di percorrenza stimato con riferimento alla marcia di un Minuetto no-stop.

Tabella 40: Esempio di confronto dei tempi di viaggio ferroviari per singola alternativa progettuale

ALTERNATIVA PROGETTUALE	TRATTA MESSINA FS – REGGIO CALABRIA FS					
	SCENARIO DI NON INTERVENTO (COLLEGAMENTO DINAMICO)		SCENARIO DI PROGETTO (COLLEGAMENTO STABILE)			DIFFERENZA TEMPO VIAGGIO (min.)
	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO MINIMO VIAGGIO** (min.)	DISTANZA (km)	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO VIAGGIO*** (min.)	
1 - PONTE A UNA CAMPATA	4,3	63'	39,3	n.d.	30'	-33'
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	4,3	63'	37,2	n.d.	29'	-34'
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	4,3	63'	50,0	n.d.	35'	-28'
4 - TUNNEL ALVEO	4,3	63'	26,3	n.d.	24'	-39'

* I costi di viaggio per lo scenario di non intervento si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un passeggero con biglietto andata di e ritorno in giornata. La stima dei costi di viaggio per lo scenario di progetto esula dagli obiettivi dello studio ed è legata alle politiche tariffarie che il gestore dell'infrastruttura ed il fornitore dei servizi andrebbe a definire nell'ipotesi di un collegamento stabile.

** Tempo di viaggio da Messina Centrale a Reggio Calabria Centrale sul collegamento marittimo più veloce per singolo passeggero comprensivo dei tempi di accesso/egresso pedonale, anticipo, imbarco e sbarco (18 min.), del tempo di viaggio ferroviario tra Villa S. Giovanni e Reggio Centrale (25 min.), oltre al tempo di traversata (20 min.). I costi si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un passeggero con biglietto ritorno in giornata.

*** Tempo di percorrenza stimato con riferimento alla marcia di un Minuetto no-stop.

Con riferimento agli spostamenti stradali di persone (da centro città a centro città), si stima si possano ridurre di circa il 70% sia i tempi che i costi di viaggio

complessivi (Tabella 41 e Tabella 42) con benefici per l'economia del territorio.

Tabella 41: Esempio di confronto dei tempi di viaggio stradali di veicoli leggeri per singola alternativa progettuale

ALTERNATIVA PROGETTUALE	TRATTA MESSINA CENTRO – VILLA S. GIOVANNI CENTRO					DIFFERENZA TEMPO VIAGGIO (min.)
	SCENARIO DI NON INTERVENTO (COLLEGAMENTO DINAMICO)		SCENARIO DI PROGETTO (COLLEGAMENTO STABILE)			
	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO MINIMO VIAGGIO** (min.)	DISTANZA (km)	COSTO CARBURANTE* (Euro/pass.)	TEMPO VIAGGIO*** (min.)	
1 - PONTE A UNA CAMPATA	5,0	58'	31,1	1,4	19'	-39'
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	5,0	58'	27,1	1,3	18'	-40'
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	5,0	58'	32,7	1,5	20'	-38'
4 - TUNNEL ALVEO	5,0	58'	24,3	1,1	14'	-44'

* I costi di viaggio per lo scenario di non intervento si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un'auto al seguito con ritorno in giornata. La stima dei costi di viaggio per lo scenario di progetto è stata fatta ipotizzando costi e consumi di carburante medi per l'area di studio ed un coefficiente di riempimento medio delle auto di due passeggeri/veicolo; per semplicità, si è inoltre ipotizzato gratuito il pedaggio del collegamento stabile dello Stretto di Messina.

** Tempo di viaggio stimato sul collegamento marittimo più veloce con auto al seguito dal centro di Messina a Villa San Giovanni.

*** Tempo di percorrenza in condizione di veicolo isolato in velocità media effettiva (flusso libero)

Tabella 42: Esempio di confronto dei tempi di viaggio stradali di veicoli leggeri per singola alternativa progettuale

ALTERNATIVA PROGETTUALE	TRATTA MESSINA CENTRO – REGGIO CALABRIA CENTRO					DIFFERENZA TEMPO VIAGGIO (min.)
	SCENARIO DI NON INTERVENTO (COLLEGAMENTO DINAMICO)		SCENARIO DI PROGETTO (COLLEGAMENTO STABILE)			
	COSTO VIAGGIO* (Euro/pass.)	TEMPO MINIMO VIAGGIO** (min.)	DISTANZA (km)	COSTO CARBURANTE* (Euro/pass.)	TEMPO VIAGGIO*** (min.)	
1 - PONTE A UNA CAMPATA	5,4	70'	43,8	2,0	25'	-45'
2 - PONTE A PIU' CAMPATE	5,4	70'	39,8	1,8	23'	-47'
3 - TUNNEL SUB-ALVEO	5,4	70'	45,4	2,1	26'	-44'
4 - TUNNEL ALVEO	5,4	70'	33,3	1,5	18'	-52'

* I costi di viaggio per lo scenario di non intervento si intendono per singolo passeggero per viaggio di andata e sono stati stimati considerando il pedaggio attuale di un'auto al seguito con ritorno in giornata. La stima dei costi di viaggio per lo scenario di progetto è stata fatta ipotizzando costi e consumi di carburante medi per l'area di studio ed un coefficiente di riempimento medio delle auto di due passeggeri/veicolo; per semplicità, si è inoltre ipotizzato gratuito il pedaggio del collegamento stabile dello Stretto di Messina.

** Tempo di viaggio stimato sul collegamento marittimo più veloce con auto al seguito dal centro di Messina a Villa San Giovanni.

*** Tempo di percorrenza in condizione di veicolo isolato in velocità media effettiva (flusso libero)

5.6.3. Considerazioni sui rischi geologici per le opere di attraversamento

Il rischio per le costruzioni connesso ai fenomeni naturali è valutabile come la combinazione della pericolosità dei fenomeni, della vulnerabilità dell'opera e dell'esposizione/valore degli elementi a rischio. Nell'area dello Stretto, la pericolosità dei fenomeni naturali è alta e altrettanto alti sono valore ed esposizione degli elementi a rischio. Per ridurre il rischio a valori accettabili, occorre pertanto che la vulnerabilità delle opere rispetto a sisma, vento, correnti marine e frane sottomarine sia molto bassa. Dal punto di vista geologico, il sisma rappresenta il fenomeno più temuto.

La progettazione sismica delle opere deve tener conto della pericolosità sismica da scuotimento e dell'eventuale fagliazione cosismica, fenomeno particolarmente critico per il tunnel subalveo e per quello in alveo nelle zone di connessione alla terraferma sui due lati dello Stretto. In particolare, nel caso delle gallerie, è elevata la probabilità che si debbano attraversare sistemi di faglie con fasce cataclastiche larghe molte decine di metri, con possibilità di rigetto cosismico di 1÷3 m. La mappatura dei potenziali piani di movimento, nota attualmente soltanto in prima approssimazione, richiede estese campagne di sismica a riflessione e pozzi esplorativi in tutto lo Stretto. Una volta eseguita la mappatura, rimarrebbe tuttavia incerta la previsione del segmento che potrebbe mobilizzarsi nel corso del prossimo evento sismico rilevante.

La dislocazione nel settore a graben (parte settentrionale dello stretto) è attesa per faglia normale di ~1÷3 m con un piano inclinato ~50°÷60° di direzione N~60-70° con componente verticale massima di ~2,5 m, e componente orizzontale di ~1,5 m. Se l'attraversamento venisse effettuato invece più a meridione dove lo Stretto di Messina è orientato circa NNE, la componente cosismica è attesa con una transtensione destra (dislocazione estensionale con componente trascorrente). Bisogna inoltre prevedere movimenti intersismici e postsismici lenti di estensione di circa 1÷3 mm/anno.

In definitiva, un'eventuale tunnel - subalveo o flottante nella connessione alle sponde – dovrebbe attraversare probabilmente più faglie di cui però non è possibile prevedere quale si attiverà, i tempi di ricorrenza e l'eventuale rigetto in caso di terremoto. Le gallerie dovrebbero pertanto poter sopportare rigetti di qualche metro lungo diverse ed estese tratte, non sempre individuabili con la necessaria accuratezza, garantendo la sicurezza richiesta anche nei confronti dell'allagamento. Le gallerie in alveo, per le quali gli effetti sismici in corrispondenza dell'attraversamento delle sponde costituiscono un importante elemento di rischio, potrebbero inoltre essere soggette anche al rischio di frane sottomarine e tsunami conseguenti a eventi sismici.

Per opere di attraversamento e di collegamento simili (per tracciato, volumi significativi, tipologie strutturali e costruttive) a quelle del progetto definitivo esistente, ovvero del ponte a una campata, gli elementi critici, peraltro attentamente analizzati e in gran parte risolti dal punto di vista progettuale, sono quelli collegati al vento per la stabilità dell'impalcato e agli eventi sismici con particolare riferimento alle condizioni di liquefazione dei terreni di fondazione delle torri e delle altre opere a terra. Per questo genere di attraversamento, così come del resto già previsto, si dovrà definire un ulteriore programma di indagini per il miglioramento dell'analisi progettuale.

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. Le indagini dovranno permettere di valutare il comportamento meccanico dei volumi di terreno che influenzano e sono influenzati dalle opere a terra e in alveo. Bisognerà inoltre considerare che nelle parti centrali dello Stretto, nella zona assiale del graben, è attesa una subsidenza cosismica superiore al metro in caso di attivazione di faglie ai margini dello Stretto per terremoti di magnitudo $M > 6,5$.

Un'eventuale tunnel (subalveo o flottante), nella connessione alle sponde, dovrebbe attraversare probabilmente più faglie di cui però non è possibile prevedere quale si attiverà, i tempi di ricorrenza e l'eventuale rigetto in caso di terremoto

5.6.4. Valutazioni preliminari dei sistemi di attraversamento stabile

Sulla base delle analisi svolte le diverse soluzioni per il sistema di attraversamento stabile dello Stretto dovrebbero possedere diversi requisiti funzionali:

- garantire la continuità per caratteristiche prestazionali (es. velocità, sagome limite ammesse, pendenze massime, massa assiale, capacità di circolazione) e l'interconnessione alle reti di trasporto multimodali a terra esistenti e/o pianificate/programmate;
- garantire condizioni di realizzabilità e manutenibilità dell'opera di collegamento stabile che permettano anche di contenere/mitigare i rischi e le difficoltà tecniche e di impatto territoriale in fase di cantiere;
- contenere i tempi di spostamento (sia ferroviario che stradale) tra le aree che generano i maggiori spostamenti sistematici all'interno dell'Area Metropolitana dello Stretto con tempi door-to-door comunque inferiori rispetto a quelli attualmente offerti dal collegamento navale almeno lungo gli assi a maggiore domanda di mobilità;
- garantire anche per i flussi di media e lunga percorrenza tempi di percorrenza contenuti per l'accesso a Messina e da lì tramite il sistema viario e ferroviario a tutta la Sicilia;

- garantire la resilienza dell'opera e dell'intero sistema di collegamento multimodale rispetto ai rischi sismici e meteorologici;
- contenere i costi di costruzione e gestione dell'intero sistema di collegamento multimodale;
- contenere gli impatti paesaggistici ed ambientali.

Le diverse tipologie di collegamento impongono vincoli ed impatti e le possibili soluzioni sono molto probabilmente non dominate rispetto, ad esempio, ai costi, impatti ambientali, impatti visivi, affidabilità delle tecnologie.

Si riportano nelle tabelle seguenti alcune considerazioni sui principali punti di forza e criticità (debolezze) individuati per le diverse alternative di attraversamento stabile dello Stretto di Messina, nonché le principali analisi e valutazioni che sarebbero necessarie per la prima fase del progetto di fattibilità sul "confronto delle alternative".

Garantire la continuità per caratteristiche prestazionali, garantire condizioni di realizzabilità e manutenibilità dell'opera, garantire la resilienza dell'opera e dell'intero sistema di collegamento multimodale, contenere i costi di costruzione e gestione, contenere gli impatti paesaggistici ed ambientali

Alternativa progettuale	Note descrittive	Punti di forza	Punti di debolezza	Analisi e valutazioni necessarie per la prima fase "confronto delle alternative" del progetto di fattibilità
Ponte a campata unica	<p>Il collegamento "aereo a campata unica" è costituito da un ponte con un'unica campata di scavalco dello stretto di 3300 m di lunghezza ubicato in corrispondenza del punto di minore distanza fra le sponde dello stretto, a nord della "sella dello Stretto". La quota dell'attraversamento rispetto al livello del mare è stata fissata per garantire un'altezza libera al disotto del ponte pari a 65 m sul canale navigabile centrale di diverse centinaia di metri di larghezza.</p>	<p>Disponibilità progetto definitivo, ancorché non approvato dal CIPE, può consentire una riduzione dei tempi dell'iter approvativo, quindi una maggiore velocità di avvio della fase realizzativa almeno per l'opera di attraversamento stabile. Ridotta sensibilità alla sismicità dell'area e alle conseguenti azioni sismiche. Nessuna interazione con il traffico marittimo, limitato impatto su fondali e flora/fauna marina. Tecnologia innovativa ed effetto "showcase". Salvaguardia delle opere di potenziamento/adeguamento dei collegamenti terrestri con il ponte già realizzate (es. variante di Cannitello).</p>	<p>Attraversamenti con luci di questa lunghezza non sono ancora stati realizzati nel mondo, benché il progetto definitivo sia stato esaminato in dettaglio da diversi soggetti nazionali ed internazionali e ritenuto fattibile. Collocazione geografica meno rispondente alle esigenze di mobilità locali rispetto agli altri segmenti di domanda (passeggeri e merci). Sensibilità agli effetti dell'azione del vento intenso, che può determinarne una messa fuori esercizio temporanea (che impatterebbe sia sul traffico stradale che ferroviario); impatto visivo dei piloni di 380 m. Prossimità alle aree di pregio ambientale (es. lago di Ganzirri e Pantano Piccolo).</p>	<p>Approfondimenti tecnico scientifici delle criticità evidenziate nei "punti di debolezza" con particolare riferimento a quelle già evidenziate nella documentazione depositata agli atti.). Revisione dei sistemi di collegamento alle reti stradali e ferroviarie di lunga e breve percorrenza, aggiornamento stime parametriche dei costi di investimento e manutenzione, analisi degli impatti; adeguamento agli aggiornamenti normativi e alle innovazioni tecnologiche, etc..</p> <p>Analisi di dettaglio su: i) efficacia della soluzione progettuale rispetto alle esigenze di mobilità attuali (stradale e ferroviaria) e future/potenziati (es. domanda tendenziale e/o domanda generata); ii) resilienza (es. necessità di garantire anche un collegamento dinamico); iii) sostenibilità economica, sociale ed ambientale (rispetto allo scenario di riferimento con miglioramento del collegamento dinamico ottimizzato).</p>

Alternativa progettuale	Note descrittive	Punti di forza	Punti di debolezza	Analisi e valutazioni necessarie per la prima fase "confronto delle alternative" del progetto di fattibilità
Ponte a più campate	<p>Il collegamento "aereo a più campate" può essere costituito da un ponte a più luci (2 o 3) di tipologia e dimensioni simili alle massime realizzate (p.e. Akashi in Giappone di luci 1000 – 2000 – 1000 metri) ubicato in corrispondenza della "sella dello stretto" dove la profondità del mare risulta essere più contenuta. La quota dell'attraversamento rispetto al livello del mare potrebbe essere ipotizzata analoga a quella individuata per la soluzione del ponte a unica campata.</p>	<p>Collocazione di compromesso fra le esigenze della mobilità locale e di lunga percorrenza e che consente una minore lunghezza dei raccordi con le infrastrutture multimodali esistenti rispetto alla soluzione a campata unica. Dimensioni dell'attraversamento simili a realizzazioni già in esercizio nel mondo (es. Akashi Bridges in Giappone). Maggiori possibilità di variazioni architettoniche. Soluzione che consente una riduzione in termini di lunghezza delle gallerie necessarie per i raccordi (soprattutto ferroviari). Minore altezza dei piloni (280 m invece di 380 m s.l.m.) a cui corrisponderebbe un minore impatto visivo. Possibilità di dare una pendenza alle campate laterali al fine di ridurre l'altezza dell'attacco sulla terraferma, con conseguenti vantaggi sulle opere di adduzione all'opera principale. Possibilità di riutilizzo parziale/limitato del progetto definitivo della soluzione a campata unica (es. sezione impalcato).</p>	<p>Mancanza di un progetto definitivo e studi di fattibilità datati. Per gli aspetti sismici si evidenzia la necessità di approfondimenti sulle interazioni tra terreni di fondazione e pile in mare. Effetti legati alla presenza di correnti marine intense e variabili di direzione che possono produrre complessità in fase realizzativa delle pile. Possibili effetti dell'azione del vento (anche se inferiori a quelle della soluzione a campata unica). Interazione con la navigazione sia in fase realizzativa che in esercizio. Criticità ambientale per l'interazione puntuale della/e pila/pile con l'ambiente marino (biodiversità fondali cetacei);</p>	<p>Approfondimenti tecnico scientifici delle criticità evidenziate nei "punti di debolezza". Valutazione della tipologia di ponte più idoneo allo scopo (es. strallato o sospeso). Stima parametrica dei costi di costruzione e gestione. Valutazione dei tempi di realizzazione e analisi dei rischi previsti. Definizione di soluzioni alternative di connessione con le reti stradali e ferroviarie. Analisi di dettaglio su: i) efficacia della soluzione progettuale rispetto alle esigenze di mobilità attuali (stradale e ferroviaria) e future/potenziati (es. domanda tendenziale e/o domanda generata); ii) resilienza (es. necessità di garantire anche un collegamento dinamico); iii) sostenibilità economica, sociale ed ambientale (rispetto allo scenario di riferimento con miglioramento del collegamento dinamico ottimizzato).</p>

Alternativa progettuale	Note descrittive	Punti di forza	Punti di debolezza	Analisi e valutazioni necessarie per la prima fase "confronto delle alternative" del progetto di fattibilità
Tunnel in alveo	<p>Il collegamento "alveo" potrebbe essere composto da una coppia di gallerie unidirezionali miste (stradali e ferroviarie), ancorate con sistemi di cavi al fondo marino. L'attraversamento potrebbe essere ipotizzato in una posizione tale da minimizzare la distanza tra Reggio Calabria e Messina in un ambito dello stretto caratterizzato da maggiore ampiezza e profondità. La quota di attraversamento dello stretto (es. -50/60 m s.l.m.) permetterebbe pendenze delle livellette e lunghezza dei raccordi con le infrastrutture esistenti contenute rispetto, ad esempio, alla tipologia subalvea.</p>	<p>Minore lunghezza del percorso fra i due capoluoghi di provincia Messina e Reggio Calabria con conseguente maggiori benefici in termini di rispondenza alle esigenze di mobilità locali. Impatto visivo pressoché nullo; tecnologia innovativa ed effetto "showcase".</p> <p>Possibilità di realizzare tunnel con funzionalità separata (stradale e ferroviaria) e conseguente minor impatto negativo in caso di messa fuori esercizio per cause diverse. Soluzione con probabile minore estensione per le gallerie (stradali e ferroviarie) dei raccordi multimodali con le reti a terra.</p>	<p>Mancanza di un progetto definitivo e studio di fattibilità datato. Attraversamenti di tale tipologia per infrastrutture destinate all'esercizio di sistemi di trasporto stradale e/o ferroviario, sono limitati ad ipotesi di fattibilità progettuale e non risultano ancora realizzati.</p> <p>Necessità di eseguire un'importante campagna di indagini dirette (es. per caratterizzare le formazioni rocciose e le faglie, le loro proprietà geomeccaniche e la permeabilità), pozzi o cunicoli di esplorazione, con tempi di esecuzione che si sommano a quelli dello sviluppo progettuale.</p> <p>Incertezza sulla fattibilità dell'opera. Probabile maggiore complessità (rispetto alle altre soluzioni tecnologiche) per la realizzazione delle zone di connessione alla terraferma, sia in considerazione delle singolarità geologiche e geotecniche, sia in relazione alla forte sismicità dell'area, alla presenza di sistemi di faglie attive, agli effetti idrodinamici in caso di terremoti distruttivi (effetto tsunami e allagamento degli imbocchi delle gallerie), il verificarsi di frane sottomarine (rischi indotti sugli attacchi a terra e sugli ancoraggi dei cavi). Effetti indotti dalla presenza di correnti marine intense e variabili di direzione sia nella fase di esercizio (effetti della fatica sui collegamenti) che in quella di costruzione, nonché le possibili interazioni con natanti sottomarini o in affondamento.</p> <p>Possibili problematiche di gestione della sicurezza in galleria e degli effetti psicologici per i conducenti dei veicoli stradali, costretti ad un lungo percorso in galleria.</p> <p>Prevedibili elevati costi di gestione dei sistemi tecnologici e degli impianti necessari per garantire il funzionamento dei sistemi di sicurezza dei tunnel, tra cui la gestione dei gas di scarico per la parte stradale.</p> <p>Criticità ambientale per la diffusa interazione del tunnel, delle fondazioni e dei tiranti con l'ambiente marino (biodiversità, fondali, cetacei); Criticità per l'interazione con ambiente marino durante tutta la fase realizzativa delle fondazioni dei tiranti e del tunnel.</p>	<p>Approfondimenti tecnico scientifici delle criticità evidenziate nei "punti di debolezza" con particolare riferimento a quelle che ne possono compromettere la fattibilità. Stima parametrica dei costi di costruzione e gestione. Valutazione dei tempi di realizzazione e analisi dei rischi prevedibili.</p> <p>Analisi impatti ambientali legati alla gestione delle terre e alle aree marine.</p> <p>Valutazione approfondita del rischio anche in condizioni di eventi meteomarine estremi e/o calamitosi (es. tsunami con possibile allagamento del tunnel attraverso le gallerie di uscita sulla terraferma).</p> <p>Definizione dei collegamenti con le reti stradali e ferroviarie.</p> <p>Analisi di dettaglio su: i) efficacia della soluzione progettuale rispetto alle esigenze di mobilità attuali (stradale e ferroviaria) e future/potenziali (es. domanda tendenziale e/o domanda generata); ii) resilienza (es. necessità di garantire anche un collegamento dinamico); iii) sostenibilità economica, sociale ed ambientale (rispetto allo scenario di riferimento con miglioramento del collegamento dinamico ottimizzato).</p>

Alternativa progettuale	Note descrittive	Punti di forza	Punti di debolezza	Analisi e valutazioni necessarie per la prima fase "confronto delle alternative" del progetto di fattibilità
Tunnel sub-alveo	L'ipotesi di collegamento "sub-alveo" potrebbe avere ad oggetto una coppia di gallerie ferroviarie e una/due gallerie stradali ubicate in corrispondenza della "sella dello stretto" dove la profondità del mare risulta essere più contenuta. La quota dell'attraversamento potrebbe essere ipotizzata a non meno di 80 m al disotto del fondo del mare (-180 m s.l.m.), in un tratto in cui la distanza fra le coste dello stretto sia pari a circa 4 km.	<p>Impatto visivo pressoché nullo, nessuna potenziale interazione con il mare e con il traffico marittimo.</p> <p>Indipendenza dagli eventi meteomarinari (vento, pioggia, maree e mareggiate).</p>	<p>Mancanza di un progetto definitivo e presenza di studio di fattibilità datato. Necessità di eseguire un'importante campagna di indagini dirette (es. per caratterizzare le formazioni rocciose e le faglie, le loro proprietà geomeccaniche e la permeabilità), pozzi o cunicoli di esplorazione, con tempi di esecuzione che si sommano a quelli dello sviluppo progettuale. Incertezza sulla fattibilità dell'opera. Lunghezza complessiva dell'attraversamento molto maggiore delle altre soluzioni e accessi ai collegamenti ferroviari di sviluppo molto superiore alle altre soluzioni progettuali a causa anche delle norme sulle pendenze ferroviarie.</p> <p>Effetti correlati all'attraversamento in galleria di un'area altamente sismica con numerose faglie sismogenetiche attive e capaci che in caso di eventi estremi possono dar luogo a dislocazioni di circa 3 metri lungo il piano di faglia (con componente verticale massima di 2.5 m).</p> <p>Presenza di un carico idraulico elevato con una modesta copertura di terreno (per lo più permeabile).</p> <p>Problematiche di gestione della sicurezza in galleria e degli effetti psicologici per i conducenti dei veicoli stradali impegnati in un lungo percorso in galleria. Necessità di aree di sicurezza sotterranee intermedie per il collegamento ferroviario.</p> <p>Riallocazione di quantità di materiale prodotto dalla costruzione dei tunnel. Prevedibili elevati tempi e costi di realizzazione a causa della lunghezza complessiva dei tunnel. Prevedibili elevati costi di gestione dei sistemi tecnologici e degli impianti necessari per garantire il funzionamento dei sistemi di sicurezza dei tunnel, anche in relazione ai gas di scarico dei veicoli.</p> <p>Criticità ambientale per la rilocalizzazione di una notevolissima quantità di materiale prodotta nella realizzazione del tunnel.</p>	<p>Approfondimenti tecnico scientifici delle criticità evidenziate nei "punti di debolezza" con particolare riferimento a quelle che ne possono compromettere la fattibilità.</p> <p>Stima parametrica dei costi di costruzione e gestione, valutazione dei tempi di realizzazione e analisi dei rischi prevedibili.</p> <p>Analisi impatti ambientali legati alla gestione delle terre, che potrebbero essere dirimenti.</p> <p>Valutazione approfondita del rischio anche in condizioni di eventi meteomarinari estremi e/o calamitosi.</p> <p>Analisi di dettaglio su: i) efficacia della soluzione progettuale rispetto alle esigenze di mobilità attuali (stradale e ferroviaria) e future/potenziali (es. domanda tendenziale e/o domanda generata); ii) resilienza (es. necessità di garantire anche un collegamento dinamico); iii) sostenibilità economica, sociale ed ambientale (es. rispetto ad uno scenario di non intervento).</p>

5.7. Considerazioni sul finanziamento dei sistemi di attraversamento stabile



Da un punto di vista metodologico il finanziamento del sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina deve riguardare sia i costi di costruzione delle opere che i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, cioè il costo a vita intera dell'opera.

La valutazione preliminare che deve essere effettuata, quale che sia la modalità di attraversamento prescelta, è relativa al fatto che le attività di costruzione e successiva gestione dell'opera possano essere oggetto di un unico contratto di affidamento inclusivo della costruzione e gestione.

Nell'effettuare questa scelta appare importante anche valutare preliminarmente se sussistano le condizioni per un'operazione di *project-financing* nell'ambito della quale i proventi della gestione dell'infrastruttura e delle opere stradali e ferroviarie che fanno parte del sistema di attraversamento siano in grado di remunerare i costi e il capitale privato investito.

Da questo punto di vista appare evidente che la brevità del percorso di attraversamento e delle relative opere connesse non consente di prevedere un volume di pedaggi a carico degli utenti in grado di consentire una operazione di *project financing*. L'unica possibilità per garantire un adeguato flusso di risorse è quella di porre a carico di ANAS e RFI un significativo canone di disponibilità per l'utilizzo dell'infrastruttura e del sistema di attraversamento, la qual cosa si tradurrebbe sostanzialmente, sia pure in forma indiretta, in un finanziamento dell'intervento a carico del bilancio pubblico.

Per queste ragioni appare, quindi, ragionevole che l'investimento sia effettuato direttamente con risorse pubbliche (nazionali e/o europee). Nell'ambito di questo approccio è possibile valutare comunque,

sempre con risorse pubbliche, l'affidamento dei lavori sia per la costruzione che per un periodo di gestione e manutenzione dell'infrastruttura e delle opere connesse all'attraversamento stabile. In alternativa le attività di manutenzione e gestione potrebbero essere affidate alle società operanti sull'infrastruttura in quanto gestori della rete stradale e ferroviaria nazionale (ANAS e RFI).

Appare infine necessario definire sin dal momento della definizione del progetto, anche per ragioni di carattere tecnico-operativo, i criteri generali di definizione e di esazione del pedaggio, tenendo conto dell'importanza del principio del *pay-for-use* anche con riferimento al contributo ai costi di manutenzione ordinaria e gestione dell'infrastruttura. Da questo punto di vista le modalità di tariffazione dell'uso del sistema di attraversamento dovrebbero essere applicate con riferimento alle modalità applicate per infrastrutture analoghe secondo i modelli definiti dall'Autorità di Regolazione dei Trasporti.

Appare ragionevole che l'investimento sia effettuato direttamente con risorse pubbliche nazionali e/o europee





Conclusioni



Le attività del Gruppo di Lavoro (GdL), istituito dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, sono state dedicate al supporto tecnico alle attività decisionali più propriamente politiche sugli eventuali sviluppi del progetto del sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina.

Il supporto si è articolato su più profili, ed in particolare:

- le **motivazioni** socio-economiche e trasportistiche per la realizzazione di un sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina;
- il **processo decisionale** da adottare per la selezione dei progetti;
- le **alternative progettuali e le alternative tecnologiche** da approfondire nel progetto di fattibilità;
- i **contenuti** della prima fase del progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Nel corso dei lavori del GdL, iniziati nel settembre 2020, sono intervenute la risoluzione n. 8/00091 approvata dalle Commissioni riunite VIII (Ambiente) e IX (Trasporti) della Camera dei Deputati e la mozione n.1/00399 della Camera dei Deputati che impegnano il Governo “*ad individuare [...] la soluzione che possa meglio rispondere alla domanda di mobilità da e per la Sicilia [...] con la finalità di realizzare il collegamento stabile e veloce dello Stretto di Messina mediante la realizzazione di opere adeguate e la previsione di mezzi idonei e sostenibili , in modo da porre definitivamente fine all’isolamento delle reti dei trasporti siciliani da quella del resto del Paese estendendo, così, l’Alta Velocità fino a Palermo e Siracusa*” .

I lavori del GdL si sono svolti sulla base di elaborazioni originali, soprattutto in relazione alla utilità di un attraversamento stabile dello Stretto di Messina, di analisi documentali relative alla gran mole di studi ed elaborazioni progettuali sviluppatasi a partire dal 1968, di audizioni di tecnici e imprese che hanno lavorato su diverse soluzioni progettuali, nonché delle istituzioni regionali e metropolitane delle città di Messina e Reggio Calabria.

Le attività del GdL sono state dedicate al supporto tecnico alle attività decisionali più propriamente politiche sugli eventuali sviluppi del progetto del sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina, in termini di motivazioni socio-economiche e trasportistiche, processo decisionale da adottare, alternative progettuali da approfondire, contenuti della prima fase del progetto di fattibilità



Il GdL ritiene che sussistano profonde motivazioni per realizzare un sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina, anche in presenza del previsto potenziamento/riqualificazione dei collegamenti marittimi (*collegamento dinamico*), pur necessario in relazione ai tempi per la realizzazione di un collegamento stabile.

Negli ultimi venti anni si è aggravato il divario socio-economico delle regioni Sicilia e Calabria non solo rispetto alla media del Paese, ma anche rispetto alle altre regioni del Mezzogiorno continentale. È, altresì, aumentata la differenza di accessibilità del trasporto ferroviario di lunga percorrenza dovuto alla messa in esercizio del sistema di Alta Velocità nel 2009 di cui le due regioni non hanno sostanzialmente beneficiato, divario di accessibilità per i viaggiatori solo parzialmente compensato dallo sviluppo dei collegamenti aerei *low cost* la cui crescita rimane inferiore a quella di Campania e Puglia.

Il completamento dell'asse Napoli-Palermo, previsto dalla programmazione europea nel corridoio TEN-T Scandinavo-Mediterraneo e nella programmazione nazionale negli Allegati Infrastrutture al DEF 2017-2020, è in avanzato stato di realizzazione (ad esempio, Autostrada del Mediterraneo A2 e raddoppio linea ferroviaria Palermo-Catania-Messina) e di progettazione (ad esempio, lotti conclusivi della linea ferroviaria Palermo-Catania-Messina e gli assi autostradali e stradali in Sicilia e Calabria), nonché il finanziamento della AV Salerno-Reggio Calabria deciso dal Governo ad aprile 2021. Il sistema di collegamento stabile completerebbe, quindi, un corridoio multimodale passeggeri e merci, aumentando l'utilità complessiva degli investimenti già fatti ed in corso di realizzazione sull'intero sistema di mobilità interessato, in primis il nuovo tunnel ferroviario del Brennero, che costituisce proprio sul corridoio Scandinavo-Mediterraneo la più grande opera in realizzazione in Europa. Inoltre, un sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina consentirebbe di realizzare una rete di collegamenti stradali e ferroviari interni al Mezzogiorno per aumentarne la connettività interregionale, incrementando il mercato interno alla macroregione con rilevanti potenzialità di sviluppo di questa parte del Paese.

Il GdL ritiene che sussistano profonde motivazioni per realizzare un sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina, anche in presenza del previsto potenziamento e riqualificazione dei collegamenti marittimi (*collegamento dinamico*)



Un collegamento stabile dello Stretto consentirebbe anche di aumentare notevolmente la integrazione delle due città metropolitane di Reggio Calabria e Messina, che già oggi esprimono circa il 30% della domanda di attraversamenti dello Stretto. Un'unica area metropolitana integrata dello Stretto, con i suoi circa 800 mila abitanti, costituirebbe un acceleratore di sviluppo più che proporzionale alla dimensione demografica.

Il GdL ha, inoltre, effettuato **un confronto internazionale** dei collegamenti realizzati con ponti e gallerie negli ultimi decenni. Da queste analisi risulta chiaramente che, fra le grandi isole del mondo senza un collegamento stabile e confrontabili con il caso italiano, la Sicilia ha il potenziale di collegamento in termini di rapporto fra abitanti e distanza dalla terraferma più alto, mentre esistono numerose isole che, pur possedendo un collegamento stabile, hanno potenziali di collegamento significativamente inferiori.

Gli elementi emersi nel corso del lavoro svolto inducono il GdL a suggerire che **la valutazione formale della utilità del sistema dei collegamenti andrà definita al termine di un processo decisionale che preveda inizialmente la redazione di un progetto di fattibilità tecnico-economica**, ovvero la redazione del documento di fattibilità delle diverse soluzioni tecniche possibili, da sottoporre ad un successivo dibattito pubblico. Tale valutazione dovrà essere effettuata anche sulla base di elementi di natura economico-sociale, trasportistica, territoriale e ambientale, e tramite **il confronto delle diverse soluzioni alternative con una soluzione di riferimento che dovrà tener conto di tutti i miglioramenti dell'attraversamento dinamico dello Stretto di Messina in via di definizione**. Per ciascuna tipologia di intervento occorrerà considerare, nell'ambito della valutazione delle alternative, l'insieme dei costi dell'attraversamento e dei collegamenti stradali e ferroviari, poiché la scelta localizzativa ha significativi effetti sul sistema complessivo dell'attraversamento. Al tempo stesso, dovrebbe essere tenuta in considerazione anche l'importanza della garanzia della continuità dell'attraversamento stabile, senza interruzioni temporali, al fine di evitare il mantenimento di strutture e mezzi per l'attraversamento dinamico.

il GdL ritiene che la valutazione formale della utilità del sistema di attraversamento stabile dello Stretto andrà definita al termine di un processo decisionale che preveda inizialmente la redazione di un progetto di fattibilità al fine di confrontare diverse soluzioni alternative con quella di riferimento che dovrà tener conto di tutti i miglioramenti dell'attraversamento dinamico in via di definizione



Un altro aspetto particolarmente rilevante appare **la scelta del modello di finanziamento dell'intervento** tra l'ipotesi di porre l'onere direttamente a carico della finanza pubblica (nazionale, e ove possibile, europea) o utilizzare capitali privati da remunerare nell'ambito di un rapporto concessorio successivo alla realizzazione dell'opera. A tal fine occorre considerare che la brevità del percorso di attraversamento, incluse le tratte di connessione a terra, non consentirebbe un livello di pedaggio a carico degli utenti stradali e ferroviari in grado di garantire la sostenibilità dell'intervento. Ciò comporterebbe la necessità di un intervento indiretto della finanza pubblica per il pagamento di un canone di disponibilità dell'infrastruttura particolarmente oneroso (anche se attraverso le società ANAS e RFI), inclusivo del legittimo riconoscimento del rendimento del capitale investito. Per questa ragione **il GdL ritiene più efficiente finanziare il sistema di attraversamento interamente e trasparentemente a carico della finanza pubblica, anche in relazione ai benefici diffusi che l'opera ha sull'intero Paese**. A questo proposito, al fine di destinare parte dei proventi e dei minori contributi pubblici necessari per l'attraversamento dinamico alla gestione e manutenzione dell'opera, il GdL propone di valutare diversi livelli di pedaggio per autovetture, autocarri, treni locali/regionali, treni ad Alta Velocità e treni merci, tali da stimolare la domanda di mobilità e lo sviluppo socio-economico dei territori coinvolti.

In merito alle **diverse soluzioni progettuali per il sistema di attraversamento**, il GdL ha analizzato quattro alternative tecnologiche individuandone sia i principali punti di forza e di criticità, sia agli approfondimenti necessari nella eventuale redazione del progetto di fattibilità. Il **sistema con ponte a campata unica** di 3.300 metri è stato adottato nel progetto definitivo sviluppato nel 2011 dalla Società Stretto di Messina SpA in liquidazione (SdM), approvato dal CdA di SdM in data 29/7/2011, redatto sulla base del progetto preliminare approvato dal CIPE con delibera n. 66 del 1/8/2003.

Il progetto andrebbe comunque adeguato sia ai risultati delle ulteriori indagini già in parte previste dal progetto definitivo, sia alle nuove Normative Tecniche per le Costruzioni e alle più recenti Specifiche Tecniche di Interoperabilità inerenti al sottosistema infrastruttura e sicurezza delle gallerie ferroviarie, emanate successivamente alla sua redazione.

Il progetto del ponte a campata unica andrebbe comunque adeguato ai risultati di nuove indagini, alle nuove Normative Tecniche per le Costruzioni e alle più recenti Specifiche Tecniche di Interoperabilità inerenti al sottosistema infrastruttura e sicurezza delle gallerie ferroviarie



Il sistema di collegamento alle reti multimodali a terra andrebbe revisionato anche in relazione alle mutate esigenze di mobilità locali e di media/lunga percorrenza sia dei passeggeri che delle merci. Un aspetto sfavorevole di questa soluzione è sicuramente il vincolo della sua ubicazione nel punto di minima distanza fra Sicilia e Calabria (circa 3 km), che allontana l'attraversamento dai baricentri delle aree metropolitane di Messina e Reggio Calabria, ma che al tempo stesso comporta comunque la necessità di realizzare un ponte sospeso con una luce maggiore del 50% di quella del ponte più lungo ad oggi realizzato al mondo. Infine, ad un notevole impatto visivo (anche in ragione dell'altezza necessaria per le torri) e alla vicinanza di zone sensibili sotto il profilo naturalistico, fanno riscontro una ridotta sensibilità sismica dell'impalcato e nessun impatto sulla navigazione.

Il sistema con ponte a più campate, ipotizzabile, ad esempio, a tre campate con due pile in mare, è una soluzione tecnicamente fattibile, anche grazie agli avanzamenti delle tecnologie di indagine e realizzazione per fondazioni di opere civili marittime a notevoli profondità. Rispetto al ponte a campata unica, il ponte a più campate potrebbe avere una maggiore estensione complessiva e mantenere al tempo stesso la lunghezza della campata massima simile a quelle già realizzate altrove e, quindi, usufruire di esperienze consolidate, anche dal punto di vista di tempi e costi di realizzazione. **La maggiore lunghezza complessiva consentirebbe di localizzare il collegamento in posizione più prossima ai centri abitati di Messina e Reggio Calabria, con conseguente minore estensione dei raccordi stradali e ferroviari a terra, un minore impatto visivo delle pile, una minore sensibilità agli effetti del vento, costi presumibilmente inferiori e maggiore distanza dalle aree naturalistiche pregiate come il lago di Ganzirri.** Di converso, andrebbero approfonditi i temi relativi alla risposta delle pile in acqua rispetto ad eventi sismici e alle forti e variabili correnti marine. Infine, questa soluzione consentirebbe di utilizzare parte degli studi effettuati per la progettazione del ponte a campata unica per la similitudine tecnologica delle due soluzioni.

Il sistema con ponte a più campate consentirebbe di localizzare il collegamento in posizione più prossima ai centri abitati di Messina e Reggio Calabria, con conseguente minore estensione dei raccordi multimodali, un minore impatto visivo, una minore sensibilità agli effetti del vento, costi presumibilmente inferiori e maggiore distanza dalle aree naturalistiche pregiate



Il sistema con tunnel in alveo da realizzare, ad esempio, ad una profondità di 50/60 metri sotto il livello del mare e ancorato al fondale marino appare interessante in relazione alla possibilità di localizzazione più baricentrica rispetto ai principali centri abitati, alla sostanziale riduzione degli impatti visivi ed ambientali sulla terraferma. Di converso, **appaiono più critiche le considerazioni sul rischio sismico, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento delle sponde per la presenza di estesi sistemi di faglie attive non sufficientemente noti, che richiederebbero estese indagini geologiche e che potrebbero subire rigetti di alcuni metri. I tunnel in alveo potrebbero, inoltre, essere soggetti al rischio di frane sottomarine e tsunami agli imbocchi delle gallerie conseguenti a eventi sismici.** La redazione del progetto richiederebbe, quindi, una approfondita e impegnativa campagna di indagini e rilevamenti sottomarini con tempi e costi presumibilmente notevoli. Andrebbero approfondite anche le conseguenze dell'onda di pressione sismica sui tiranti, l'effetto delle forti correnti marine soprattutto in fase costruttiva, l'ancoraggio, il comportamento e l'impatto sulla fauna marina dei sistemi di tiranti. Sarebbero da studiare le problematiche di sicurezza e di impatto psicologico legate alla percorrenza di lunghe gallerie senza interruzioni (oltre 15 km per entrambe le modalità di trasporto e che per quella ferroviaria diventerebbe di oltre 41 km considerando anche l'immissione con l'AV SA-RC in corso di progettazione di fattibilità). Questa soluzione si basa su una tecnologia proposta per diversi attraversamenti di tipo *pipeline*, ma mai sperimentata per realizzazioni di infrastrutture di trasporto aperte al pubblico. Ciò implicherebbe un effetto *showcase*, ma al tempo stesso una maggiore alea realizzativa, l'assenza di normative di riferimento e costi probabilmente maggiori di quelli relativi alle soluzioni aeree sia per la costruzione, ma ancor di più nella fase di esercizio, per la quale si richiederebbero sofisticati sistemi di monitoraggio e manutenzione, soprattutto per le parti a contatto con l'acqua.

Per il sistema con tunnel in alveo appaiono più critiche le considerazioni sul rischio sismico, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento delle sponde per la presenza di estesi sistemi di faglie attive, non sufficientemente noti, che richiederebbero estese indagini geologiche e che potrebbero subire rigetti di alcuni metri, oltre all'assenza di riferimenti tecnici e normativi ed esperienze specifiche



Il sistema con tunnel subalveo dovrebbe attraversare lo Stretto con una galleria realizzata a circa 180 metri sotto il livello del mare. Per raggiungere una tale profondità, rispettando le normative sulle pendenze massime, **occorrerebbero delle gallerie di raccordo molto lunghe per un totale di oltre 36 km per la galleria ferroviaria che diventerebbe di oltre 45 km senza interruzioni**, considerando anche l'immissione con l'AV SA-RC in corso di progettazione di fattibilità (sarebbe la terza più lunga galleria ferroviaria del mondo) **e di circa 21 km per quella stradale** (sarebbe la seconda più lunga del mondo dopo quella di Laerdal in Norvegia), con i conseguenti problemi in termini di rapidità dei collegamenti con i centri urbani, di costi di realizzazione, di smaltimento delle terre di scavo, di effetti sulla sicurezza in galleria e di impatti psicologici su conducenti e passeggeri. Inoltre, la galleria subalvea richiederebbe lo scavo in presenza di rilevanti battenti idraulici, attraverserebbe aree altamente sismiche e diversi sistemi di faglia attivi con dislocazioni attese fino a 3 metri in caso di sisma. Anche in questo caso la redazione del progetto richiederebbe una approfondita e impegnativa campagna di indagini e rilevamenti sottomarini con tempi e costi notevoli.

Per il sistema con tunnel subalveo occorrerebbero delle gallerie di raccordo molto lunghe che arriverebbero ad oltre 45 km senza interruzioni per quella ferroviaria (sarebbe la terza più lunga del mondo) e di circa 21 km per quella stradale (sarebbe la seconda più lunga del mondo)



Sulla base delle considerazioni riportate, il GdL ritiene che la soluzione aerea a più campate sia potenzialmente più conveniente di quella a campata unica. Il GdL ritiene di sconsigliare le soluzioni dei tunnel subalveo e in alveo soprattutto per l'elevato rischio sismico ad esse collegato e per la mole di indagini geologiche, geotecniche e fluidodinamiche necessarie per verificarne la fattibilità tecnica, ma anche per l'eccessiva lunghezza necessaria per il tunnel subalveo e la presumibile durata degli approfondimenti necessari per la nuova soluzione del tunnel in alveo, per la quale mancano riferimenti ed esperienze.

Tenuto conto della complessità e dello stato di conoscenza delle problematiche sismiche, geotecniche, geologiche, ambientali e meteo-marine ad esso relative, **il GdL suggerisce di sviluppare la prima fase del progetto di fattibilità limitando il confronto ai due sistemi di attraversamento con ponte a campata unica e ponte a più campate**, anche ipotizzando diverse soluzioni progettuali per i collegamenti a terra e, nel caso del ponte a più campate, per la localizzazione e la struttura. **I confronti andranno effettuati rispetto alla soluzione di riferimento di attraversamento dinamico dello Stretto** sulla base di scenari di domanda viaggiatori e merci, dei costi di realizzazione e gestione, degli impatti ambientali e socio-economici, del livello di sicurezza complessiva, delle capacità di resilienza e rischio sismico dell'intero sistema di attraversamento, dei tempi di progettazione, approvazione, affidamento e realizzazione. Considerata poi la rilevanza, la durata attesa ed il costo dell'opera, l'attraversamento stabile dovrà essere progettato per sostenere indenne le accelerazioni ipotizzabili in area epicentrale in caso di terremoto. Infine, **la prima fase del progetto di fattibilità delle diverse soluzioni tecniche possibili dovrà essere sottoposta ad un successivo dibattito pubblico, come previsto dal D.lgs. n. 50/2016 e successive integrazioni e dal DPCM n. 76/2018.**

Il GdL suggerisce di sviluppare la prima fase del progetto di fattibilità limitando il confronto ai due sistemi di attraversamento con ponte a campata unica e ponte a più campate. La prima fase del progetto di fattibilità dovrà essere sottoposta ad un successivo dibattito pubblico



Nelle more dell'approvazione del decreto attuativo riguardante i contenuti del Progetto di Fattibilità tecnica ed economica, anche al fine di approfondire tutte le questioni tecnico-funzionali evidenziate e discusse circa le diverse alternative progettuali per un collegamento stabile dello Stretto di Messina, **il GdL ha ritenuto di definire i contenuti e le analisi che andranno previste nella prima fase del Progetto di Fattibilità, anche in coerenza con quanto previsto nel regolamento sullo svolgimento del dibattito pubblico (DPCM n. 76/2018)**, e che dovrebbero comprendere l'analisi:

- a) del quadro normativo di riferimento nazionale e comunitario in materia di pianificazione, programmazione e progettazione di opere pubbliche (es. appalti pubblici, programmazione nazionale e comunitaria; progettazione di tunnel, gallerie, ponti e viadotti; dibattito pubblico);
- b) di esperienze e buone pratiche internazionali;
- c) del contesto socio-economico attuale e tendenziale per l'area di interesse;
- d) dei documenti, studi, indagini e progetti disponibili per l'area di interesse;
- e) dello stato attuale e delle criticità trasportistiche dell'attraversamento dello Stretto di Messina (scenario attuale e di riferimento);
- f) delle preferenze rivelate e dichiarate dei futuri utenti di breve lunga percorrenza relative alle modalità di attraversamento (statico e dinamico) e della relativa disponibilità a pagare per le diverse componenti della domanda potenziale di trasporto;
- g) di scenari di sviluppo, tendenziale e non, della domanda di mobilità multimodale passeggeri e merci in diverse ipotesi di crescita economica dell'Italia e delle regioni del Mezzogiorno, nonché dell'area euro mediterranea;
- h) delle proposte progettuali sviluppate nel tempo;

Nelle more dell'approvazione del decreto attuativo riguardante i contenuti del Progetto di Fattibilità, il GdL ha ritenuto di definire i contenuti e le analisi che andranno previste nella prima fase del Progetto di Fattibilità

Conclusioni



- i) delle soluzioni progettuali tecnicamente plausibili (previa esecuzione delle indagini e dei rilievi necessari) per le due tipologie di ponte (campata unica e campata multipla) per l'attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei relativi raccordi con le reti terrestri di lunga percorrenza (es. autostrade e ferrovie) e delle due città metropolitane di Messina e Reggio Calabria;
- j) delle tipologie di traffico da soddisfare con il collegamento stabile e dimensionamento di massima della soluzione tipologica;
- k) degli indicatori di prestazioni per il confronto delle soluzioni progettuali negli scenari significativi, tra cui resilienza e rischio sismico;
- l) Della risposta dell'impalcato al vento turbolento, mediante studi aerodinamici e aeroelastici;
- l) dell'incertezza e del rischio relativi ai tempi e ai costi di costruzione e gestione;
- m) della plausibilità tecnica e dell'agibilità continua del collegamento, della flessibilità della localizzazione dell'opera di collegamento, dell'estensione totale delle opere all'aperto e in galleria;
- n) degli impatti ambientali e di sicurezza, sia in fase di costruzione che di esercizio dell'opera, degli impatti trasportistici (risparmi di tempi e costi) per viaggiatori e merci e modalità di trasporto, degli impatti sociali (es. welfare; equità) e degli altri impatti rilevanti (es. geotecnici, idraulici a terra e mare);
- o) degli impatti sullo sviluppo economico delle regioni interessate e del Paese;
- p) dei tempi di progettazione, realizzazione, apertura all'esercizio, vita utile;
- q) dei costi di realizzazione e dei costi di gestione dell'opera e delle possibili modalità di copertura;
- r) delle ipotesi sulla gestione complessiva del sistema di attraversamento, della struttura tariffaria e della previsione dei ricavi da traffico;
- s) dei costi-benefici e dell'analisi multicriteriale per il confronto delle soluzioni alternative secondo le *Linee Guida previste per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche* (DM 13 giugno 2017, n. 300).



*Ministero delle Infrastrutture
e della Mobilità Sostenibili*

stm

*Struttura Tecnica di Missione
per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle
infrastrutture e l'alta sorveglianza*