

## SCIENZA&amp;TECNOLOGIA

Lo stretto di Messina Il prof Martinelli spiega l'ipotesi tunnel flottante

**F**in dagli anni '60 si è formalizzato l'interesse per un collegamento permanente attraverso lo stretto di Messina. Le università italiane hanno prodotto studi dedicati e programmi di prove; gruppi prestigiosi hanno sviluppato concetti e ingegneria di base; i governi hanno detto la loro, ma la soluzione sembra ancora lontana. Recentemente si è tornati a parlarne, c'è stato il pronunciamento di una commissione dedicata, favorevole al ponte, introducendo l'eventuale presenza di piloni intermedi, assenti nella soluzione originariamente approvata di un ponte sospeso lungo 3300m. Al di là delle lungaggini, si riscontrano anche proposte di soluzioni originali, esportabili in altri contesti, qual è quella di un tunnel galleggiante.

**Professore, che cosa può dirci di questa soluzione innovativa, cui lei si è recentemente dedicato con il suo team, contribuendo a quanto fatto negli anni da altri gruppi accademici e industriali?**

«Il tunnel flottante in alveo è una tipologia di attraversamento in cui una o più canne di un tunnel sono collocate 30-40 metri al di sotto del livello medio dell'acqua, per non essere interessate dalle situazioni meteorologiche in superficie, dal passaggio di navi ad alto pescaggio, e per garantire costantemente l'operabilità. Il tunnel può essere sostenuto dalla spinta di Archimede, e trattenuto in posizione da opportuni elementi che lo ancorano al fondale; oppure può essere appeso a isole artificiali galleggianti. La costruzione è modulare e viene ottenuta assemblando in situ sezioni lunghe diverse decine di metri. Queste vengono prefabbricate a terra e fatte flottare fino al sito di costruzione, dove vengono giuntate tra loro. Il concetto è stato brevettato più di 50 anni fa da un ingegnere inglese, Grant».

**Dimensione dell'opera, tecnologie di fabbricazione e costruzione, quale disponibilità dell'industria nazionale e internazionale a sostenere un simile progetto?**

### COSTRUZIONE MODULARE OTTENUTA GIUNTANDO LUNGHE SEZIONI IN SITU

«L'industria nazionale, soprattutto quella legata al mondo delle strutture offshore e della cantieristica navale, ha sempre dimostrato un certo interesse per questa soluzione. ENI era parte del "Consorzio per lo Stretto di Messina", che nel 1988, e poi nel 1993, preparò un progetto di massima per un attraversamento di questo tipo. Anche Saipem, con cui abbiamo una collaborazione che include il tunnel flottante, ha tutte le capacità e competenze necessarie

# «Una via sott'acqua tra Scilla a Cariddi»



Rendering dell'interno del tunnel flottante. Nel riquadrato il prof Luca Martinelli

per proporre e realizzare soluzioni di questo tipo. Al di fuori del territorio nazionale, anche l'industria del cemento ha dimostrato interesse, arrivando nel 2020 alla stesura di linee guida e di buona pratica FIB per questo tipo di opere».

**Ci sono aspetti innovativi, che esigono approfondimenti analitici e tecnologici dedicati, al di là del necessario lavoro di ottimizzazione per una soluzione esecutiva?**

«Le conoscenze, le tecniche e le tecnologie legate alla costruzione di un tunnel flottante in alveo sono tutte ampiamente utilizzate e collaudate da decenni, sia nelle costruzioni offshore sia per i tunnel appoggiati sul fondo, alcuni dei quali, già esistenti, sono lunghi più di 5 km. Le poche tematiche progettuali per le quali sono necessari approfondimenti rientrano nelle attività di carattere sperimentale e computazionale, che sono tipicamente di supporto al-

### Chi è

#### Docente di Scienza delle Costruzioni

● Laureato in Ingegneria Civile, ha ottenuto il titolo di Dottore di ricerca in Ingegneria Sismica nel 1999. È professore associato di Scienza delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano, docente nella scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni e nella scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale. Gli ambiti di ricerca sono l'ingegneria sismica, la dinamica strutturale, i sistemi di controllo e di monitoraggio strutturale. È membro del collegio dei docenti del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Strutturale, Sismica e Geotecnica del Politecnico di Milano.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

la progettazione di un sistema strutturale strategico, innovativo e di grande importanza».

**Sisma, onde e correnti, ma anche logistica delle aree interessate e altri temi: quali i problemi nell'esercizio in sicurezza di un'opera così strategica?**

«Gli aspetti sismici di base sono gli stes-

### QUESTA STRUTTURA NON PRESENTA PROBLEMI LEGATI ALLE DIMENSIONI

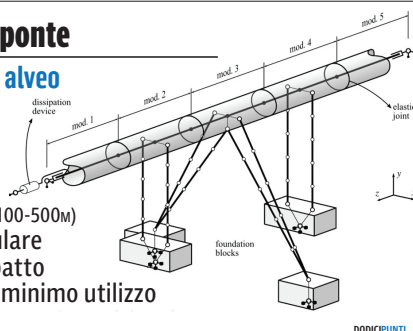
si che interessano le varie tipologie di ponte, in particolare quelli a più campate con pile a mare. Le correnti richiedono evidentemente studi dedicati, secondo le aree interessate, ma non sono critiche. L'effetto delle onde si smorza con la profondità ed è anche per questo che i tunnel flottanti in alveo sono posizionati attorno a -40 metri, in modo da non risentirne, e garantire l'operabilità in qualsiasi situazione meteo-mare.

## SCIENZA&amp;TECNOLOGIA

## L'alternativa al ponte

## Tunnel flottante in alveo

La soluzione del futuro per attraversamenti molto lunghi, media profondità (100-500m) realizzazione modulare con un minimo impatto paesaggistico e un minimo utilizzo del territorio



DODICI PUNTI

## Tipologia

- Una o più canne
- 30-40 m sotto la superficie
- Sostenuto dalla spinta di Archimede
- Ancorato al fondale oppure appeso a galleggianti

## Tecnologie

- già in uso per
- Costruzioni offshore
- Tunnel sul fondo

## Rischi

- Sisma
- Correnti
- Onde
- Attacchi intenzionali



Riguardo ad altri eventi eccezionali, come il rischio di attacchi intenzionali di varia natura, hanno dato risultati confortanti le attività di prova e simulazione effettuate in Norvegia, nell'ambito degli studi per la "Coastal Highway Route E39".

## Quali ritiene che siano gli argomenti determinanti per questa scelta?

«Il tunnel flottante in alveo è la soluzione del futuro per quanto attiene ad attraversamenti di notevole lunghezza in presenza di medie profondità (100-500m) dei fondali. È infatti una tipologia che ben si presta a una realizzazione modulare, e il costo dovrebbe per questo aumentare poco più che linearmente con la lunghezza in acqua, dato che la modesta profondità alla quale è posto tende a minimizzare i costi di realizzazione delle rampe di accesso. Il tunnel flottante risolve inoltre i problemi dell'impatto visuale/paesaggistico e minimizza l'utilizzo del territorio per le opere di accesso. Per questi motivi la tipologia ha destato interesse ed è oggetto di studio in diversi paesi. Progetti avanzati sono stati completati dalla Norwegian Public Road Administration, arrivando allo studio di fattibilità per l'attraversamento del Bjornafjord».

## Quanto a sfida tecnologica, tra ponte e tunnel galleggiante ancorato, quale ritiene più sfidante, e per quali motivi?

«Premesso che le due soluzioni non sono direttamente confrontabili sul piano ingegneristico, vista la sproporzione fra le risorse dedicate al ponte sospeso, anche in virtù delle scelte degli anni 80, per il ponte siamo comunque di fronte a un "cambio di scala". Questo è ritenuto un punto centrale sul tema delle incertezze nella progettazione e realizzazione di un'opera. Per il ponte a una campata, il salto di scala sta nella lunghezza della campata; mentre per il ponte a tre campate, di cui ora si parla, sta nella dimensione complessiva delle strutture di sostegno a mare. Queste ultime dovrebbero anche resistere al possibile impatto di una grande nave, condizione che può risultare estremamente penalizzante per la progettazione e per i costi realizzativi. L'unica soluzione che ha la caratteristica di soffrire in modo poco significativo dell'effetto di scala è il tunnel flottante in alveo; struttura intrinsecamente modulare, che presenta limitate problematiche legate alle dimensioni complessive».

Lucilla Niccolini  
© RIPRODUZIONE RISERVATA

L'innovazione si sposa con la tradizione

Whatsapp e territorio  
L'agente immobiliare  
adesso diventa digitale

• Tra messaggistica, videoconferenza, social media e visite virtuali il Covid ha sdoganato una nuova figura professionale legato alla compravendita di case: l'agente immobiliare digitale. Emerge dal report "La digitalizzazione dell'agente immobiliare" edito da Oid-Osservatorio immobiliare digitale, che ha coinvolto 500 partecipanti per capire, attraverso 41 domande, quanto la cultura digitale e la tecnologia influenzano la mediazione immobiliare in Italia. L'agente immobiliare si affida al cloud nel 92,1% dei casi rispetto al 62% del 2017. In crescita i profili social aziendali che passano dal 89% del 2017 al 97% del 2021. La corsa all'utilizzo dei video per la presentazione degli immobili sale al 81,6% rispetto al 33% del 2017, mentre l'advertising di Facebook affianca la consueta pubblicità sui portali di annunci nel 59,5% dei casi (nel 2017 era del 43%). Il professionista della mediazione ha acquisito confidenza con videocchiate e messaggistica con Zoom al 53,2% delle preferenze e Whatsapp al 89,3%. Anche il virtual tour è di casa nel 45,3% dei casi (18% nel 2017), insieme a firma elettronica avanzata, servizi e gestionali per le attività di backoffice (antiriciclaggio, contrattualistica, visure e registrazione telematica dei contratti) e Avm (tools per la valutazione immobiliare automatica). Diego Caponigro, presidente Oid, sostiene che: «il percorso di cambiamento degli addetti ai lavori è lento, ma concreto e progressivo. La pandemia ha dato un notevole impulso alla digitalizzazione che si è resa necessaria per mandare avanti le attività. Davanti all'emergenza il settore ha saputo cambiare anche grazie ad una ricca offerta di soluzioni messe a disposizione dalle tante aziende che compongono l'ecosistema dei servizi». Rispetto alla contrapposizione tra modelli agenziali digitali e tradizionali Gerardo Paterna, vicepresidente Oid,



ha una visione molto chiara: «Il digitale non è appannaggio di uno o dell'altro. Si tratta di un'evoluzione che coinvolge tutti, alcuni sono più reattivi nel cogliere l'opportunità, altri meno. La vera sfida è quella di mediare l'efficienza e la trasparenza del digitale con quel presidio e quella cultura territoriale che fanno la differenza nell'interazione tra brand e consumatore». A margine dei tanti dati sul digitale emerge l'opportunità di internazionalizzare le attività del professionista italiano. Solo il 28,5% degli agenti, infatti, utilizza il web per creare opportunità di collaborazione internazionale. Idee più chiare sulla formazione dove il

38,7% delle preferenze riguarda l'acquisizione di competenze legate alla negoziazione e per l'84,8% la

LA COMPRAVENDITA  
TRA VIRTUAL VISIT  
E SOCIAL MEDIA

possibilità di accedere a percorsi formativi in lingua italiana, ma con certificazione a livello internazionale. Antonello Malgieri, responsabile della formazione Oid, spiega: «viviamo in un mercato nel quale la distinzione e la percezione di qualità passano anche attraverso la formazione. Individuare i migliori percorsi per acquisire competenze ben definite e certificate in un contesto internazionale, posiziona in modo chiaro il professionista rispetto alla crescente concorrenza».

Fabrizio Solfrizzi  
© RIPRODUZIONE RISERVATA