

## Le cerniere del MoSE, cardini del sistema

### Premessa

La laguna veneta è uno specchio d'acqua salata di circa 550 km<sup>2</sup>, *barene* comprese, che comunica con il mare Adriatico tramite tre aperture relativamente piccole, chiamate *Bocche di Porto*, e precisamente quella del Lido, di Malamocco e di Chioggia, come si può vedere nella Fig. 1. Oltre alla funzione di accesso commerciale e turistico alla laguna, esse sono fondamentali per la vita faunistica e floristica del bacino, che altrimenti sarebbe un lago salato con tutti i relativi inconvenienti. Peraltro, a fronte dei positivi effetti che il collegamento con il mare offre, c'è anche qualche inconveniente, che negli ultimi decenni ha destato molte preoccupazioni nell'opinione pubblica; ci riferiamo in particolare all'*acqua alta*, che con frequenza sempre maggiore sommerge i centri abitati di Venezia e Chioggia, provocando danni diretti e indiretti anche notevoli, come accadde nel 1966. Certamente l'allagamento del capoluogo<sup>11</sup> ha un impatto emotivo maggiore per la vocazione turistica di Venezia, ma si verificano anche altri effetti, forse meno eclatanti ma non meno dannosi.



Fig. 1 – Bocche di porto della laguna veneta.

Il fenomeno dell'*acqua alta* si verifica nella stagione autunno-invernale quando una serie di concause provoca un maggiore afflusso di acqua in laguna e, quindi, un aumento del suo livello. Esso è una conseguenza di tre azioni concomitanti, dovute al *vento* (di scirocco o di bora), all'*alta marea astronomica* e alla *depressione atmosferica*; a queste azioni talvolta si aggiunge l'aggravante di piogge e mareggiate, il cui effetto complessivo di maggiore entità finora registrato si verificò alle ore 18.00 del 4 novembre 1966 ed innalzò

<sup>1</sup> Dal 1987 Venezia e la sua laguna sono stati inseriti dall'UNESCO nei 936 siti (47 italiani) considerati patrimonio dell'umanità.

il livello della laguna di 194 cm sulla quota di riferimento, chiamata *zero medio mare* o mareografico di Punta della Salute<sup>[2]</sup>. Per l'esattezza ciascuno di queste azioni ha nel tempo un'azione massima che però, per nostra fortuna, in passato non si è mai sommata, altrimenti le conseguenze sarebbero state più drammatiche: si pensi che di quei 194 cm del 1966 solo 9 cm erano dovuti all'alta marea (il cui massimo era stato di 50 cm qualche ora prima), mentre ben 60 cm alla depressione atmosferica e 125 cm allo scirocco (che soffiava alla velocità di 58 nodi), come si rileva in parte dalla Fig. 2.

In realtà, al fenomeno dell'acqua alta concorrono anche la pioggia e l'acqua dolce che si riversa in laguna dal bacino scolante<sup>[3]</sup> attraverso 36 punti di immissione dovuti a piccoli fiumi e canali.

Sull'onda dell'allarme suscitato in quella occasione, ha preso il via l'iter di un colossale progetto di salvaguardia che comprende un sistema integrato di opere, iniziato nel 2003 e suffragato anche dal parere favorevole di esperti internazionali, che si articola su tre direttrici:

1. *difesa ambientale*: messa in sicurezza di rive inquinate, miglioramento della qualità delle acque e dei sedimenti, protezione e ricostruzione di strutture e habitat delle zone umide;
2. *difesa dalle mareggiate*: ricostruzione di 45 km di litorali e di 11 km di moli foranei;
3. *difesa dalle acque alte*: protezione degli abitati lagunari nonché interventi sulle bocche di porto per la regolazione dei flussi di marea (sistema MoSE).

### Il sistema MoSE e le barriere mobili a scomparsa

Tralasciando in questa sede di parlare delle azioni indicate nei precedenti punti 1 e 2, per realizzare la difesa completa di tutti gli abitati lagunari dalle acque alte è stato concepito

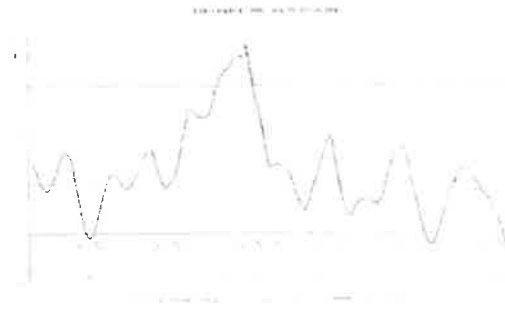


Fig. 2 - Contributo meteorologico e mareale dell'acqua alta del 4.11.1966.

<sup>2</sup> L'osservazione sistematica delle acque alte secondo metodi scientifici ebbe inizio nel 1872, con la realizzazione l'anno precedente del primo mareografo per il controllo delle maree a Venezia. Tutti i valori sono riferiti allo zero mareografico di Punta della Salute del 1897.

<sup>3</sup> Il bacino scolante lagunare viene generalmente definito come l'insieme delle aree tributarie che contornano od hanno immissioni frazionate nella laguna veneta.

G. M. P.

to un sistema integrato di opere che prevede la presenza di quasi 1,6 km di dighe mobili, cioè schiere di paratoie a scomparsa da realizzare alle tre bocche di porto, in grado di isolare la laguna dal mare durante gli eventi di alta marea superiori a una quota concordata (110 cm)<sup>4</sup>. Il progetto sarebbe in grado di mettere al sicuro la laguna da un innalzamento del livello marino fino a tre metri e dovrebbe “assorbire” sul lungo periodo anche eventi imprevedibili – sempre più spesso paventati – di *subsidenza* ed *eustatismo*<sup>5</sup> fino a 60 cm, livello superiore a quanto previsto dalla comunità scientifica internazionale a causa di eventuali cambiamenti climatici.

Se consideriamo l’azione integrata di tutti gli interventi, il sistema di difesa consentirà di ridurre le chiusure a 3/5 volte l’anno con gli attuali livelli di marea. In questo modo verrebbero garantiti la “qualità” delle acque, la tutela della morfologia e del paesaggio, nonché il mantenimento dell’attività portuale in ambito commerciale e turistico.

Entrando nel dettaglio, le opere mobili di ciascuna bocca di porto saranno costituite da schiere modulari di paratoie scatolari d’acciaio UNI EN S355, vuote all’interno e quindi a spinta di galleggiamento, accostate a 5 cm l’una all’altra e tra loro indipendenti. In condizioni normali di marea (non superiori a 110 cm) ciascuna paratoia sarà piena d’acqua, per cui resterà adagiata nel proprio alloggiamento ricavato in una struttura, o *cassone*, in cemento armato con acciaio in parte inossidabile, posizionata sul fondale marino e supportata da molteplici pali di consolidamento.

La Fig. 3 riproduce l’apparato completo dell’insieme paratoia-pinna-perno-cerniera maschio-cerniera femmina-cassone.

In previsione di una marea superiore alla quota di sicurezza il sistema prevede che le

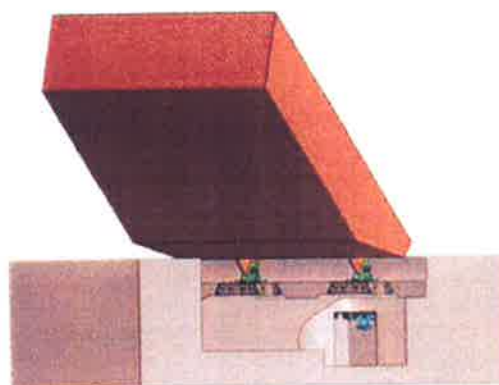


Fig. 3 – Aspetto di una paratoia.

<sup>4</sup> Questa quota è considerata di sicurezza in quanto fronteggiata dagli altri interventi, anche se esiste la possibilità tecnica che le paratoie, o alcune di esse, possano sollevarsi ugualmente.

<sup>5</sup> La *subsidenza* è l’abbassamento del fondo marino per cause naturali (compattazione del materiale costituente il fondo) o antropiche (estrazione di acqua, petrolio, gas); l’*eustatismo* è il fenomeno di innalzamento o abbassamento del livello del mare, le cui cause finora accertate sono le glaciazioni e i disgeli (deglaciazioni), che comportano variazioni di volume dell’acqua, con conseguente abbassamento o innalzamento del livello marino.

G.H.P.

paratoie vengano svuotate più o meno parzialmente dall'acqua mediante immissione di aria compressa a 4 bar. In questo modo esse si solleverebbero, ruotando – tramite le pinne – attorno ai perni inseriti nelle cerniere, a loro volta solidali con la struttura di alloggiamento; non si tratta di perni paragonabili a quelli delle comuni porte, poiché hanno un diametro di 40 cm e sono costituiti di acciaio “superinossidabile” SAF 25-7. In tal modo le paratoie emergerebbero (vedi Fig. 4) assumendo una inclinazione proporzionale all'aria introdotta, fino a raggiungere una posizione massima quasi verticale ( $70^\circ$ )<sup>6</sup>; in tal modo il flusso della corrente marina risulterebbe sbarrato.



Fig. 4 – Funzionamento della paratoia.

In sintesi questo sistema sarebbe in grado di isolare temporaneamente la laguna dal mare e di bloccarne il flusso di marea sfruttando la legge di ARCHIMEDE, già impiegata nei sottomarini; così Venezia dovrebbe in parte la sua sopravvivenza al grande scienziato siracusano.

Le bocche resterebbero chiuse in media 4 o 5 ore, vale a dire per la sola durata dell'acqua alta e dei tempi di manovra delle paratoie.

L'apertura delle paratoie avviene secondo precise modalità, che tengono conto anche del possibile aumento dell'acqua in laguna per l'apporto dei fiumi, per la pioggia, per i sopralti locali causati dal vento, oltre che per il passaggio dell'acqua tra una paratoia e l'altra.

Poiché la Bocca di porto del Lido è alquanto più larga delle altre due e presenta una profondità disuniforme, si è pensato di dividerla in due creando al centro un'isola artificiale e dando così origine a due Bocche di porto più strette, Lido Treporti a nord e Lido S. Ni-

<sup>6</sup> L'angolo di lavoro è pari a  $40^\circ$  per le paratoie di Treporti, a  $45^\circ$  per le paratoie di San Nicolò e Malamocco e  $42,5^\circ$  per le paratoie di Chioggia.

G.M.P.

colò a sud; in questo modo le Bocche sono diventate quattro, di larghezza equivalente fra loro (vedi Tab. 1, in cui sono riportati alcuni dati relativi anche ad altri elementi delle barriere mobili).

L'isola artificiale ospiterà anche gli impianti per il funzionamento del sistema e gli edifici tecnici di controllo.

Tab. 1 – Alcuni dati su barriere, cerniere e paratoie.

Barriera	Lunghezza [m]	Profondità fondale [m]	N° e dimensioni cassoni in m (LxAxS)		N° paratoie (e cerniere)	Paratoie	
						Dimensioni in m (LxAxS)	Peso [t]
Lido Treporti	420	6	7	60×36×8,7	21 (42)	19,92×18,55×3,60	172
Lido S. Nicolò	400	12	7	60×45,5×10,9	20 (40)	19,92×26,65×4,00	270
Malamocco	380	14	7	60×48,3×11,5	19 (38)	19,92×29,65×4,50	316
Chioggia	360	11	6	60×46×11,5	18 (36)	19,92×27,25×5,00	277

L = Larghezza      A = Altezza      S = Spessore

### Le cerniere

Quando osserviamo una porta di casa ne apprezziamo lo stile, il materiale, le decorazioni, le maniglie, ma certamente non rivolgiamo nemmeno un'occhiata ai cardini e ai perni, e non perché questi siano nascosti, ma perché li consideriamo scontati e privi d'interesse; se però tenessimo conto che anche la più bella porta cadrebbe miseramente se un cardine o il suo perno si rompesse, forse dovremmo rivedere i nostri criteri di osservazione. Ma che cosa c'entrano le paratoie con le porte di casa? C'entrano, perché le paratoie altro non sono che delle porte orizzontali anziché verticali, incardinate ai cassoni di cemento armato a loro volta solidali con il fondale (vedi Fig. 4).

Se una cerniera cede, la paratoia ad essa collegata non è più in grado di alzarsi/abbassarsi e, quindi, di svolgere l'azione di sbarramento contro l'acqua alta, così come una porta senza cardini perde la sua funzione di separare due ambienti. Poiché eventi accidentali o malfunzionamenti non sono da escludersi, il progettista ha previsto, per un eccesso di sicurezza, che la protezione della laguna risulterebbe sufficiente anche se non dovessero funzionare 2 paratoie contemporaneamente.

In definitiva sono le cerniere a dare senso e funzionalità al sistema MoSE; pertanto il titolo di questo articolo, lungi dall'essere un esercizio tautologico, sta ad indicare che le

G.M.P.

cerniere non sono solo i cardini fisici attorno a cui ruotano le paratoie, ma anche i cardini logici attorno a cui ruota l'intero sistema protettivo. Proprio per la funzione essenziale che rivestono, per le soluzioni originali e innovative con cui sono state realizzate, dopo lunghe e accurate prove sperimentali, esse costituiscono il fiore tecnologico – tutto italiano – all'occhiello dell'intero sistema: senza cerniere non esisterebbero le paratoie e il sistema MoSE sarebbe un'altra cosa e avrebbe un altro nome. Non a caso la denominazione MoSE è l'acronimo di **M**odulo **S**perimentale **E**lettromeccanico, cioè della prima cerniera progettata, che – pur essendo un dispositivo elettromeccanico, concettualmente differente, più complesso e funzionalmente meno elegante della soluzione poi prescelta – presentava comunque elementi originali e innovativi. La cerniera attuale ha tutt'altra concezione, come abbiamo visto, ma si è voluto conservare il nome, quasi a ricordare l'omonimo personaggio biblico che le acque del mare le sapeva tenere a bada.

Ma vediamo come è fatta una cerniera, che nel linguaggio del MoSE viene chiamata *connettore-cerniera*, per sottolineare anche la sua funzione di congiunzione tra le paratoie vere e proprie e il fondale, tramite il cassone. Essa consta di tre parti, il *maschio*, la *femmina* e il *tensoratore*, che nella Fig. 5 sono raffigurate separatamente e raggruppate.

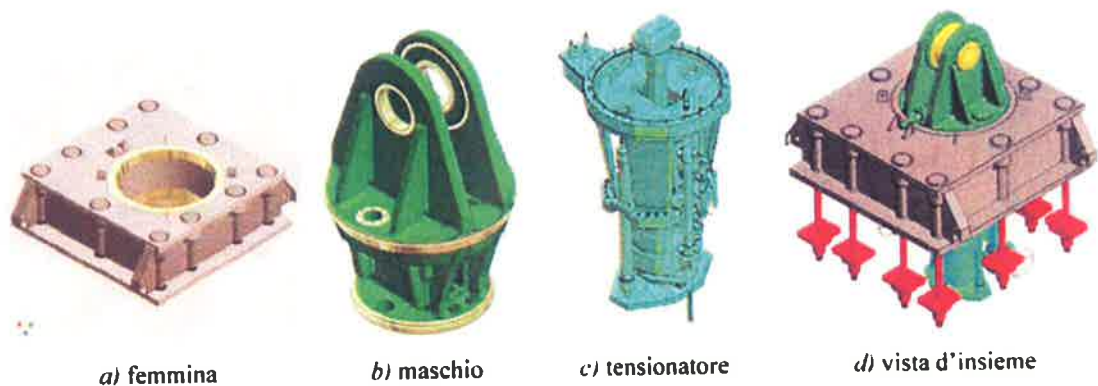


Fig. 5 – Componenti della cerniera (scale diverse) e vista complessiva.

Diversamente da quanto avviene per la porta di una abitazione, alla quale è sufficiente l'azione della sola forza di gravità (verticale) per stare nei cardini, nel caso delle paratoie in funzione questa forza da sola non basterebbe per contenere l'azione dinamica del moto onduoso, che tenderebbe a farle oscillare avanti (verso il mare aperto) e indietro (verso la laguna), né la spinta di ARCHIMEDE che le farebbe sollevare. A questi sforzi, inoltre, si deve aggiungere la possibilità di urti accidentali, anche in direzione parallela alla costa. In de-

finitiva, le paratoie sono state dimensionate per resistere a determinati valori di sollecitazione che nel caso della Bocca di Malamocco sono quelli riportati nella Fig. 6 (naturalmente, su una cerniera al massimo potrebbe gravare la metà delle sollecitazioni indicate).

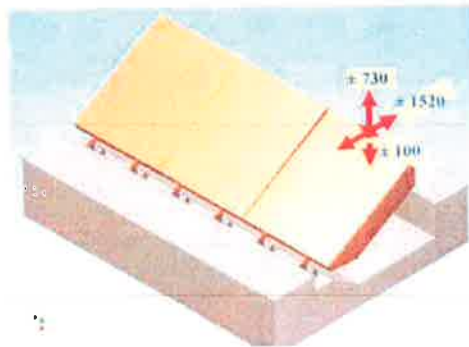


Fig. 6 – Sollecitazioni massime previste per le cerniere.

Lo sforzo oscillante, verso la laguna e verso il mare, chiama in causa un tipo di comportamento noto in meccanica come *fatica*, mol-

to insidioso perché capace di rompere un oggetto metallico con basse sollecitazioni: basti pensare alla possibilità di rompere un filo di ferro con pochi piegamenti da una parte e dall'altra. Nel caso delle cerniere il progettista ha previsto prudenzialmente condizioni molto gravose di oscillazione, vale a dire 6 milioni di cicli in 100 anni<sup>[7]</sup>, visto che nel tempo i fenomeni di acqua alta vanno diventando sempre più frequenti.

L'esistenza di sforzi rilevanti in grado di spostare cerniere e paratoie rende necessaria la presenza di un dispositivo che le tenga fissate al fondale, consentendo allo stesso tempo di sganciare il maschio – e quindi la paratoia – dalla femmina<sup>[8]</sup> per potere effettuare la manutenzione ordinaria o straordinaria: questo dispositivo è appunto il *gruppo tensionatore*.

Uno dei requisiti fondamentali da considerare nella scelta dell'acciaio è la resistenza alla corrosione in acqua salata; infatti, la maggior parte di ciascuna barriera mobile, paratoia compresa, è a contatto con l'acqua di mare, notoriamente molto aggressiva, oltre che con il limo in sospensione proveniente dal fondale. Una soluzione sarebbe stata quella di realizzare tutta la struttura immersa con un acciaio inossidabile resistente all'acqua di mare (ad esempio del tipo "superduplex"), facendo però lievitare sensibilmente i costi; si è preferito allora scegliere un'altra soluzione, ugualmente valida dal punto di vista anticorrosivo ma più economica (almeno sul breve periodo), rappresentata dall'acciaio S 355: essa ha un ragionevole rapporto qualità/costo e fa parte degli acciai non legati laminati a caldo per

<sup>7</sup> Ciò non significa che le paratoie verranno azionate 6 milioni di volte, perché ogni acqua alta produce numerosi cicli di sforzi.

<sup>8</sup> A differenza del maschio e della paratoia, non sono previste per 100 anni ispezioni periodiche e manutentive della femmina, che però può anch'essa essere rimossa, ma con un'operazione molto più complessa.

G.M.P.

**impieghi strutturali** (Norma UNI EN 10025). Poiché questo acciaio dà garanzie di riuscita sotto tutti gli aspetti tranne quello della resistenza alla corrosione, la sua inossidabilità viene creata "artificialmente" sfruttando il principio della *protezione catodica*, che in pratica rende inossidabile un acciaio anche se intrinsecamente esso non lo sarebbe; si tratta dello stesso principio che viene sfruttato per evitare la corrosione di tutte le strutture e tubazioni interrate o sommerse di una certa importanza (piattaforme *off-shore*, metanodotti, oleodotti ecc.). Di fatto la resistenza alla corrosione viene realizzata mettendo a contatto elettrico il componente d'acciaio da proteggere (nel nostro caso femmina, maschio, pinna e paratoia) con metalli più corrodibili, come lo zinco, che "si sacrificano" e si corrodono al posto della lega da proteggere: non a caso questi corpi, che si consumano e vengono periodicamente sostituiti, sono chiamati *anodi sacrificali*. Peraltro alcuni componenti del connettore-cerniera, per la loro funzione critica, vengono realizzati o placcati con leghe inossidabili, come l'acciaio superduplex 25-7 o quello AISI 316L, il nickel o la sua lega INCONEL 625.

Naturalmente tutti gli altri componenti, oltre che protetti catodicamente, vengono verniciati con 1000÷2000 micrometri di una speciale vernice polimerica selezionata dopo lunghe prove in nebbia salina; infine, sulla superficie esterna vengono date due "mani" (150+150 micrometri) di una sostanza antivegetativa che ha la proprietà di rallentare la formazione e la crescita di alghe e microrganismi acquatici, nonché di favorire la loro rimozione senza compromettere la qualità dell'ambiente marino.

### **La femmina**

La parte del connettore chiamata *femmina* ha la forma di un parallelepipedo con un foro passante, avente dimensioni in pianta di 3,37×3,22 m e altezza 1,15 m; essa è costituita da una struttura scatolare saldata (vedi Fig. 5a) con spessori che vanno da 25 a 120 mm, per un peso complessivo di circa 26 t. Come già detto la lega prescelta è l'acciaio da costruzione UNI EN 10025 S355, che garantisce una resistenza meccanica allo snervamento non inferiore a 345 N/mm<sup>2</sup> per lo spessore minore e a 295 N/mm<sup>2</sup> per quello di 120 mm. La delicata funzione della femmina, con una vita utile prevista di 100 anni senza necessità di una periodica manutenzione ordinaria, ha imposto alcuni vincoli metallurgici supplementari per le lamiere d'acciaio da impiegare (classe di qualità Z35 riferita alla strizione

G.M.P.



“sul traverso corto”, grana cristallina non inferiore a 7, carbonio equivalente determinato sull’analisi di prodotto – e non di colata – non superiore a 0,43%), allo scopo di ottenere la migliore saldabilità e resistenza all’urto.

## Il maschio

L’elemento maschio ha una forma tronco-conica rovesciata (vedi Fig. 5b) e viene realizzato anch’esso per saldatura di componenti pretagliati, allo scopo di uniformare i cicli tecnologici realizzando economie di scala e uguaglianza di procedure. È alto circa 2,40 m, ha un diametro massimo di 1,70 m e minimo (alla base) di 1,25 m; gli spessori vanno da un massimo di 120 mm a un minimo di 30 mm, per un peso complessivo di circa 10 t.

L’acciaio prescelto è lo stesso dell’elemento femmina, vale a dire UNI EN 10025 S355, ed è sottoposto alle medesime restrizioni metallurgiche, sebbene debba sopportare minori sollecitazioni della femmina e sia soggetto a manutenzione periodica quinquennale.

La parete superiore del maschio porta due fori, in cui è inserito il perno di rotazione della paratoia in acciaio inossidabile superduplex SAF 25-07 ad alta resistenza, che è in grado di “assorbire” un disallineamento di qualche grado con l’altro perno coassiale grazie alla presenza di snodi sferici.

## Il tensionatore

Il tensionamento applicato all’elemento maschio è dato da un apparato (gruppo tensionatore) costituito da vari componenti ed è deputato a rendere solidale il maschio, e quindi la paratoia, con la femmina, la quale è fissata al cassone di cemento, a sua volta rigidamente fissato al fondale. La Fig. 5c riproduce questo dispositivo, mentre la Fig. 5d ne evidenzia l’integrazione con la coppia maschio-femmina. Il tensionamento viene applicato da un elemento di questo gruppo, lo stelo tensionatore, che ha una forma a martello ed è realizzato con un acciaio 39NiCrMo3 bonificato e nichelato.

La posizione di aggancio del tensionatore esercita un pretensionamento controllato di 300 t che impedisce alla paratoia di traslare verso l’alto, cosicché essa può solo ruotare attorno alle sue due cerniere; per contro, la posizione sganciata del dispositivo consente l’estrazione del maschio dalla propria femmina e quindi la rimozione della paratoia in caso di manutenzione programmata o di emergenza. Inoltre, il pretensionamento attenua gli

G.M.P.

sforzi di oscillazione sulle cerniere, con un'azione di smorzamento.

### **La sperimentazione condotta sul prototipo di cerniera**

Il gruppo cerniera-connettore nella sua configurazione finale, precedentemente descritta, è sostanzialmente quello sviluppato ed affinato nell'ambito dello Studio B.7.03/II, avente per titolo "*Completamento della sperimentazione sul gruppo cerniera-connettore delle paratoie e costruzione della preserie - II fase*";

Considerati la rilevante importanza funzionale e il carattere completamente innovativo del gruppo connettore-cerniera, il Magistrato alle Acque ha autorizzato l'esecuzione di uno specifico studio sperimentale finalizzato alla progettazione, alla costruzione e al collaudo dimensionale, statico e dinamico del primo connettore della preserie, con l'obiettivo di selezionare i materiali e mettere a punto le tecnologie costruttive, da adottare nella successiva fase di messa in produzione di tutte le cerniere da installare nelle quattro barriere del progetto MoSE. Tale studio ha completato la lunga fase di progettazione e sperimentazione, avviata con il già citato Modulo Sperimentale Elettromeccanico.

Senza entrare troppo nel dettaglio, questo complesso e oneroso studio, siglato B.7.03/II e avente per titolo "*Completamento della sperimentazione sul gruppo cerniera-connettore delle paratoie e costruzione della preserie - II fase*", si è protratto per oltre 4 anni ed ha comportato:

- prove preliminari di caratterizzazione del *grout* di allettamento dell'elemento femmina sul cassone (resistenza allo sforzo di taglio, adesione e intasamento);
- lunghe prove di resistenza in nebbia salina dei rivestimenti anticorrosivi (ciclo di verniciatura);
- prove preliminari di caratterizzazione dei materiali ferrosi (prove meccaniche di trazione, di resilienza e di strizione) per acquisire le dovute garanzie sulla qualità degli acciai della preserie e poi della serie;
- costruzione del gruppo cerniera-connettore della preserie, incluse: la qualifica dei processi di saldatura e le prescrizioni di controllo delle saldature per tutte le tipologie presenti, l'analisi dimensionale prima e dopo i trattamenti termici, la stesura delle istruzioni di posa in opera del connettore e le verifiche relative alla funzionalità del gruppo di aggancio, comprensive dell'assemblaggio e dello sgancio dell'elemento maschio;

G.M.P.

- prove di tenuta idraulica sull'elemento femmina, prima e dopo l'inghisaggio; prova dopo l'assemblaggio di tutto il gruppo cerniera-connettore e prova di tenuta finale dopo i test a fatica e quelli statici al carico di servizio;
- prove di lavaggio per rimuovere eventuali residui di inerti depositatisi nella sede della femmina che potrebbero penalizzare la tenuta idraulica;
- prove cicliche di fatica;
- prove statiche al carico di servizio e al carico ultimo (prima e dopo le prove a fatica);
- ispezioni, verifiche finali e prova di distacco della femmina dal *grout*;
- prove di usura sulle boccole sferiche di connessione tra maschio e paratoia.

Grazie al *know-how* acquisito durante questa importante e complessa fase di sperimentazione del gruppo cerniera-connettore, sono stati inseriti nel progetto esecutivo alcuni accorgimenti tecnici che non erano stati considerati nel corso delle fasi precedenti in quanto non facilmente prevedibili; ciò permette di garantire l'ottimizzazione delle prestazioni di questo elemento fondamentale per l'intero sistema MoSE.

Si può pertanto affermare che la soluzione del gruppo cerniera-connettore prescelta e le modalità costruttive adottate rispondono a tutti gli indispensabili requisiti di efficacia, efficienza, affidabilità e durabilità che devono caratterizzare un'opera di tale livello.

## Conclusione

Il progetto MoSE rappresenta una sfida tecnologica tutta italiana volta a risolvere per molti decenni il problema dell'acqua alta nella laguna veneta, che – come si è già detto – costituisce un patrimonio dell'umanità. Pertanto, tutta l'umanità avrebbe il dovere di salvaguardare tanta bellezza dal degrado con cui più o meno lentamente la natura, ma non solo, la sta minando, erodendo, inquinando; ma più di tutti è il nostro Paese che deve proteggere a tutti i costi questo patrimonio ed è quello che si sta concretamente facendo con il MOSE, investendo notevoli risorse economiche, umane e tecnologiche.

Naturalmente la finalità, la mole e l'aspetto fortemente innovativo del progetto MoSE stanno richiedendo il massimo impegno del progettista (TECHNITAL), del Concessionario (Consorzio Venezia Nuova), delle imprese coinvolte (MANTOVANI, GRANDI LAVORI FINCOSIT, CONDOTTE, FIP), della Direzione Lavori; tutto questo sotto l'attento controllo e l'azione di coordinamento del Magistrato alle Acque di Venezia (MAV), che costituisce il

G.M.P.

braccio operativo lagunare del Ministero delle Infrastrutture. A sottolineare il ruolo strategico che rivestono i connettori-cerniera nel sistema MoSE vale la pena ricordare che il MAV ha nominato un esperto metallurgico – nella persona di chi scrive queste note – per integrare i test previsti sul prototipo della cerniera, verificarne i risultati e seguire la fabbricazione della produzione di serie; questo esperto si aggiunge agli specialisti di molte discipline già cooptati nel Comitato Tecnico di Magistratura allo scopo di analizzare e validare i diversi aspetti tecnico-economici inerenti alle varie parti del progetto.

La soluzione tecnica di sbarramento prescelta (paratoie mobili a spinta di galleggiamento collegate ai cassoni di fondazione attraverso poderose cerniere), semplice quanto efficace, si è avvalsa delle più moderne conoscenze scientifiche e tecnologiche, nonché di test preliminari condotti su modelli matematici, fisici e sperimentali in varie scale, dopo avere eseguito simulazioni e realizzato prototipi; i risultati di tutta questa enorme attività non lasciano alcun dubbio sull'efficacia dell'esito finale, per giunta ottenibile nel pieno rispetto dell'ambiente lagunare aereo, terrestre e acquatico, oltre che della popolazione insediata.

Si può essere certi che dall'inizio del 2015 la laguna e la sua perla potranno guardare con ottimismo al loro futuro.

Padova, 28 febbraio 2012

Gian Mario Paolucci

