



# La posa dei cassoni del Mose, sono controllate con precisione millimetrica da Movicon 11.

I cassoni del Mose per gli alloggiamenti delle paratoie sono stati posati, con un'opera di ingegneria hi-tech che ha richiesto una precisione millimetrica. Con l'aiuto di Movicon, il risultato è assicurato.

Il MOSE (MODulo Sperimentale Elettromeccanico) è un'opera di ingegneria civile, ambientale e idraulica, tuttora in fase di realizzazione, finalizzato alla difesa di Venezia e della sua laguna dalle acque alte, attraverso la costruzione di schiere di paratoie mobili a scomparsa poste alle cosiddette bocche di porto (i varchi che collegano la laguna con il mare aperto) di Lido, di Malamocco e di Chioggia, in grado di isolare temporaneamente la laguna di Venezia dal mare Adriatico durante gli eventi di alta marea.

Il Mose, insieme ad altri interventi come il rinforzo dei litorali, il rialzo di rive e pavimentazioni e la riqualificazione della laguna, garantirà, la difesa di Venezia e della laguna da tutte le acque alte, compresi gli eventi estremi: è stato progettato per proteggere Venezia e la laguna da maree fino a 3 metri e attualmente la sua entrata in funzione è prevista per maree superiori a 110 cm.

Il progetto Mose consiste in 4 barriere costituite da una schiera di 78 paratoie mobili tra loro indipendenti in grado di separare temporaneamente la laguna dal mare. Nel dettaglio vengono realizzate 4 barriere di difesa: 2 alla bocca di porto del Lido, che sono composte rispettivamente di 21 paratoie quella nel canale nord e di 20 quella nel canale sud, le due barriere sono tra loro collegate da un'isola intermedia; 1 barriera formata da 19 paratoie alla bocca di porto di Malamocco e 1 barriera di 18 paratoie alla bocca di porto di Chioggia.

#### **Descrizione generale**

Le opere mobili sono costituite da schiere di paratoie installate sul fondale delle bocche di porto. Si definiscono "mobili" poiché in condizioni normali di marea sono piene d'acqua e restano adagiate nei cassoni di alloggiamento realizzati sul fondale, ciascuna paratoia è poi vincolata alla sua struttura attraverso due cerniere. Ogni paratoia è costituita da una struttura metallica scatolare



1. Bocche di porto di Venezia e cassoni di soglia e di spalla

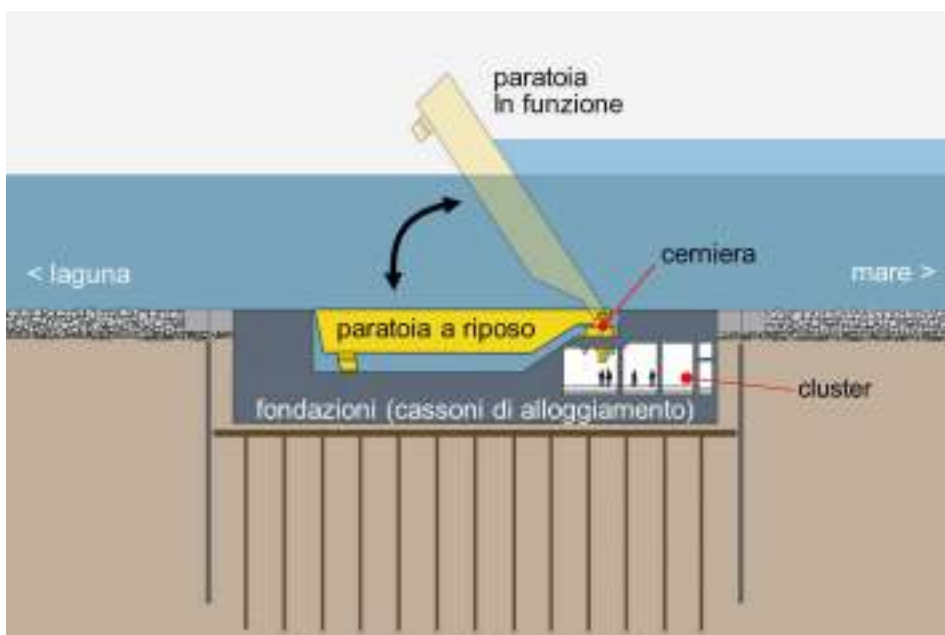
che, piena d’acqua, rimane adagiata al livello del fondale del canale dentro la struttura di fondazione. Quando viene espulsa l’acqua, immettendo aria compressa, la paratoia si solleva, ruotando attorno all’asse delle due cerniere che la collegano al cassone di alloggiamento. Così la paratoia assume la posizione prefissata di esercizio. Sfruttando la spinta di galleggiamento, le paratoie delle barriere, pur oscillando liberamente e indipendentemente per effetto

del moto ondoso, sono in grado di mantenere il dislivello di marea tra laguna e mare.

**I cassoni di soglia e di spalla**

Assieme alle paratoie, i cassoni sono l’elemento principale del sistema Mose. I cassoni di soglia, assieme a quelli di spalla, sono strutture multicellulari in calcestruzzo che, una volta completati, sono stati adagiati all’interno di una trincea scavata sotto il fondale marino. Le dimensioni dei cassoni

variano a seconda della lunghezza delle paratoie che devono contenere, a loro volta proporzionali alla profondità del canale di bocca: si va dai più piccoli di Lido (60mt x 36 mt x h 8,7mt) fino ai più grandi di Malamocco (60mt x 48mt x h 11,55mt). I cassoni di soglia, allineati tra di loro, costituiscono lo sbarramento della bocca vero e proprio, mentre quelli di spalla permettono l’interfaccia tra i cassoni di soglia e l’aggancio con la



2. Schema della paratoia





3. Foto di un cassone di soglia

terraferma, con al proprio interno delle stanze chiamate Cluster che possono essere riempite di acqua e/o cemento oppure spazi adibiti per le discese per l'impiantistica e le maestranze. Le strutture più imponenti delle barriere sono quelle di spalla. Si tratta di strutture alte fino a 28 metri a Malamocco e che hanno una superficie di 60 mt per 24 mt, quindi come tre campi da pallacanestro.

**Descrizione dell'impianto**

Eureka System Srl, system integrator e

Solution Provider Movicon, si è occupata della progettazione e dello sviluppo del sistema di controllo di automazione per la posa dei cassoni delle bocche di Lido San Nicolò e Malamocco. Nello specifico Eureka System doveva assolvere le seguenti funzioni, richieste dalla Committenza:

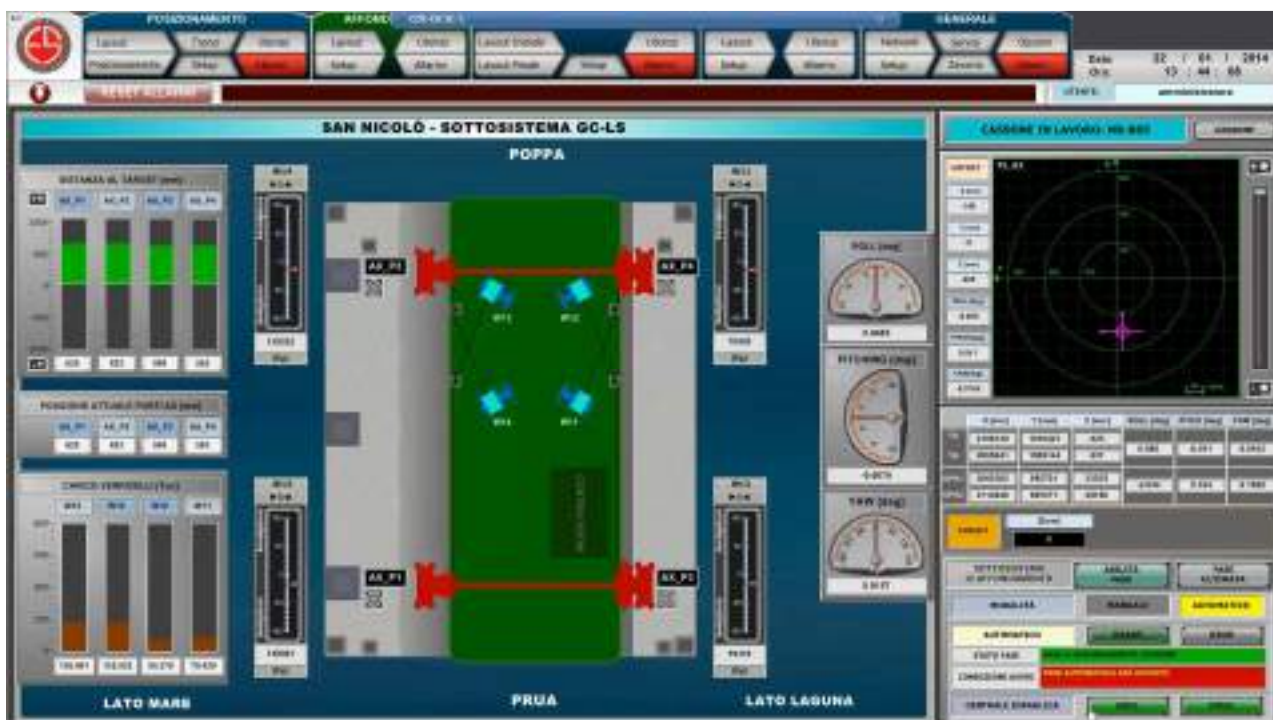
- Posizionamento Dinamico dei cassoni di soglia tramite verricelli
- Calo dei cassoni di soglia nel fondale marino tramite argani con controllo di stabilità
- Accostamento ermetico dei cassoni di soglia posati

a quelli esistenti, con controllo di tenuta

- Affondamento in assetto controllato dei due cassoni posti rispettivamente all'inizio e alla fine dello sbarramento, detti cassoni di spalla.

Per realizzare tutto ciò, è stato utilizzato un principio molto semplice, i cassoni sono casse vuote o zavorrate parzialmente in grado di galleggiare e quindi di essere spostate a traino dai rimorchiatori.

Nella fase di affondamento per zavorramento detta Ballasting, i cassoni subiscono



4. Visualizzazione del sinottico di Movicon del cassone di soglia

operazioni differenti a seconda che si tratti di spalla o soglia. Per quest'ultimo tipo, le operazioni sono più semplici, il cassone viene rimorchiato e posizionato nella zona di affondamento solo da rimorchiatori. A seguire, iniziano le operazioni di Ballasting e qui entra in gioco il sistema automatico di supervisione Movicon 11 che ha lo scopo di riempire i vari Clusters, e controllare che l'assetto del cassone rimanga sempre in posizione orizzontale, ovvero "in bolla". Il Pontone 2 dedicato al Ballasting dei cassoni di soglia è allestito con una batteria silos per l'iniezione del cemento di zavorramento nei Clusters. Il sistema di supervisione gestisce anche il controllo di assetto del Pontone stesso con un principio analogo a quello di Ballasting. Il Pontone è infatti dotato di casse di zavorramento che vengono svuotate o riempite a seconda della variazione di assetto a bordo. Lo svuotamento o riempimento dei silos di cemento provoca infatti notevoli variazioni del peso applicato e quindi variazioni di assetto che, se non compensate, potrebbero in casi estremi provocare il capovolgimento del pontone. Per quanto riguarda i cassoni di soglia e quindi il Pontone 1, le operazioni sono più numerose e complesse. In questo caso il Cassone è sempre dotato di Clusters, zavorrati quanto basta perché non possa galleggiare da solo ma bensì attraverso il sostegno degli argani allestiti a bordo. Questo permette di calare il Cassone tramite Argani e non con la tecnica del Ballasting. Il motivo sta nel fatto che devono essere posizionati e calati con estrema precisione +/- 25 mm di tolleranza di posizionamento. Si tratta quindi di un sottile gioco di pesi ed equilibri applicato però a Cassoni di enormi dimensioni e masse. La vera opera di ingegneria hi-tech, consiste nella posa

del secondo cassone, in cui il sistema di posizionamento è supervisionato in telemetria sia a bordo che da remoto dagli uffici di Treviso, con Movicon 11. Il sistema utilizzato è denominato Posizionamento Dinamico ad Argani ed è l'unico in Italia.

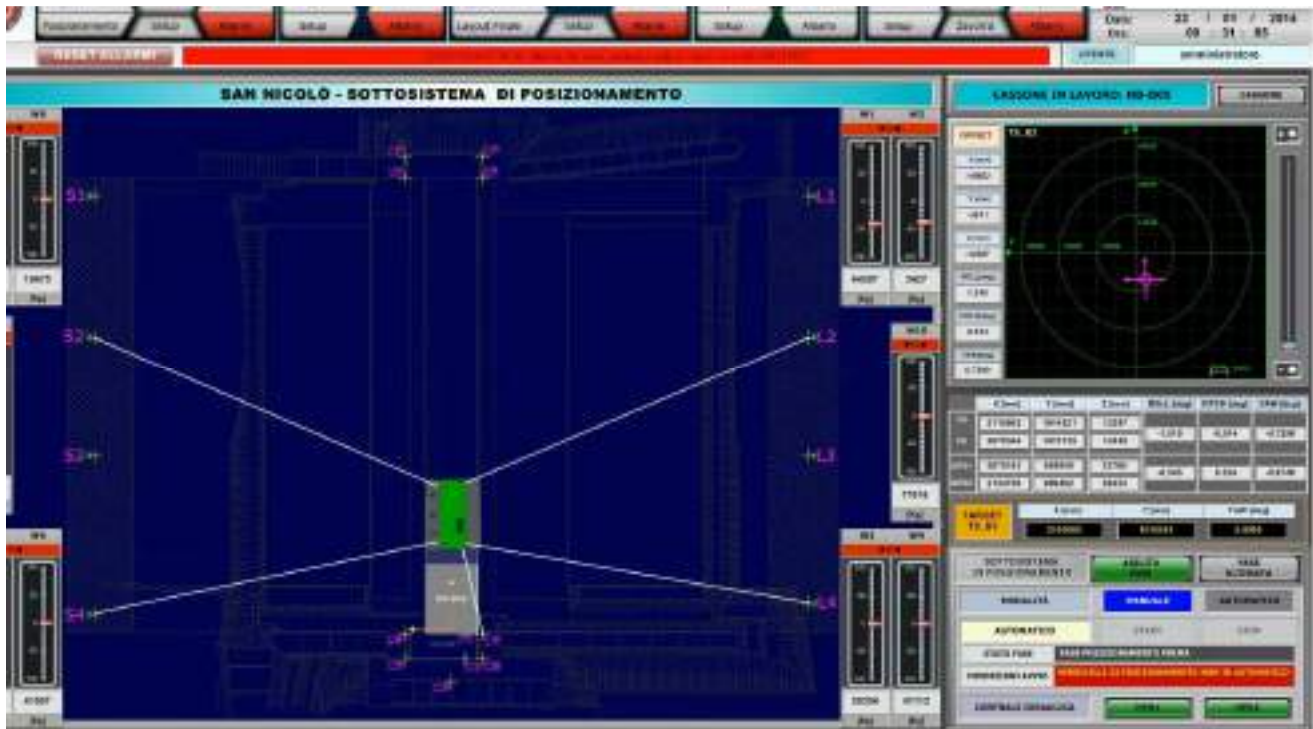
### L'architettura del sistema

Eureka System ha progettato, sviluppato e fornito il sistema di controllo dei due pontoni dotandolo di supervisione basata su SCADA Movicon 11.4, composto da 1 server e 3 client installati su sistema Hypervisor VMware Vsphere 5 + VMware con Horizon-View + Domain-Controller Win Server 2008 R2 64bit e rispettive macchine virtuali con S.O. Win7Pro a 64 bit.

In particolare il pontone 1 è il sistema più complesso poiché è dotato di Nr. 5 postazioni locali HMI di comando e controllo, basate su Monitor Zero-Client collegate all' Hypervisor tramite protocollo PCoIP e Nr. 2 Video-Wall con matrice 2 x 2 display da 46" ciascuno e le schermate di supervisione in Screen-Mirroring delle postazioni HMI. Nel centro di coordinamento delle operazioni all'isola della Pellestrina è collocato Nr. 1 Video-Wall 3 x 3 con display da 46" ciascuno, dedicato alla Screen-Mirroring delle postazioni HMI e collegato tramite rete Wi-Fi lagunare. Inoltre è possibile accedere da remoto tramite VPN e connessione Internet con scheda telefonica 4G.



5. Foto della Control Room con le videate di Movicon 11 nei video-Wall



6. Schermata di Movicon con visualizzazione grafica e parametri necessari per il posizionamento dei cassoni

### Vantaggi derivanti dall'architettura utilizzata

La virtualizzazione di tutta l'infrastruttura ICT della Control-Room ha permesso di creare un sistema di comando e controllo con le stazioni Front-End completamente Hardware-Free, gestibile centralmente a livello di Backup, System-Upgrading, Teleassistenza remota, UPS.

### Descrizione dell'obiettivo finale richiesto dalla Committenza

Le operazioni estremamente critiche da svolgere in ambiente marino richiedono grande affidabilità, facilità d'uso, grafica dettagliata, efficacia a colpo d'occhio, diagnosi veloce ed approfondita in caso di problematiche e Data-logging dettagliato di tutte le operazioni.

Le "finestre" temporali di posa dei cassoni (22.000 ton di peso e dimensioni 60x40x16 metri LxPxA) erano determinate dalle maree, infatti la laguna di Venezia è come un grande bacino che si svuota o si riempie a seconda della situazione delle maree e questo fenomeno determina delle correnti marine piuttosto intense che impattando sulle pareti del cassone in fase di posa, ne compromettono l'assetto e quindi la precisione, l'applicazione risulta quindi

estremamente Time-Critical e irreversibile perché dal momento in cui il cassone inizia la fase di affondamento non è più possibile interromperla.

“Abbiamo deciso di utilizzare il software Movicon 11 di Progea, per l'alto grado di conoscenza del prodotto, affidabilità, la personalizzazione, l'architettura Client-Server su ambiente virtuale e inoltre un ultimo dettaglio, non trascurabile, è relativo alla potenza dell'interfaccia grafica. Le tecniche di rappresentazione grafica dovevano essere estremamente curate e intuitive. E' stato fatto uno studio approfondito a livello di Visual Design in modo da coniugare al meglio estetica e funzionalità. Alcuni valori di processo sono stati rappresentati sia in forma numerica che in forma grafica. In alcuni casi con l'esigenza di andare oltre alle solite tecniche, quali: Bar-Graph, Gauge, Trend ci ha fatto creare nuovi tipi di rappresentazioni spremendo al massimo la flessibilità di Movicon. L'attenta strutturazione del Database MS-SQL abbinata ad una gestione degli eventi bilanciata tra PLC e HMI ci ha permesso di storicizzare tutto ciò che il cliente richiedeva, soddisfacendo anche l'esigenza di analisi post-operativa di tutte le operazioni effettuate in una sorta di Play-Back.”

Commenta Contò di Eureka System.

“Grazie a questa meraviglia ingegneristica galleggiante che è il Pontone 1, i tecnici

dell'Impresa riescono a posare a -25 metri di profondità un cassone di 22 mila tonnellate con precisione millimetrica, comandando ogni operazione dalla cabina di controllo posta sul pontone stesso. Il pontone è infatti dotato di sistemi remotati di ogni tipo, associati ad un sistema di rilevamento della posizione computerizzato che permette ai tecnici di conoscere in ogni istante dell'affondamento e della posa, la posizione precisa del cassone” prosegue Contò di Eureka System .

Eureka System Srl  
Eros Contò