Sistema Mose. Ecco le paratoie

Realizzati terrapieni, scogliere protettive e porti rifugio, costruite le strutture di alloggiamento e di spalla, fabbricate le cerniere e buona parte degli edifici tecnici, mancavano solo loro. Ed eccole, finalmente, le paratoie che salveranno Venezia dalle acque alte. Le avevamo viste nei disegni di progetto, in tante rappresentazioni grafiche e in molte animazioni video, ne conoscevamo tutte le caratteristiche e i segreti, le aspettavamo come si attende il lieto fine del lungo, appassionante e tormentato braccio di ferro tra la città e il mare.
Adesso le paratoie sono qui, in carne e ossa o, meglio, in lamiera rinforzata e saldature. Quasi a chiudere con l'ultimo "pezzo" il complesso puzzle di opere, cantieri, ingegneria e innovazione tecnologica che va sotto il nome di sistema Mose.
Le prime a uscire dalla linea di produzione sono quelle per la barriera di Lido nord: ventuno in tutto, per coprire lo spazio di 420 m tra la sponda di Punta Sabbioni e la nuova isola realizzata al centro del canale di bocca.
Sono le più piccole tra quelle previste, ma hanno comunque dimensioni di tutto rispetto: una lunghezza di 18,5 m, una larghezza di 20 m e uno spessore di oltre 3,5 m. Basta vederle per capire come, una volta allineate le une alle altre e messe in funzione, saranno in grado di opporsi anche alle maree più minacciose.
Le paratoie di Lido nord sono realizzate, per conto del Magistrato alle Acque di Venezia - Consorzio Venezia Nuova, dopo una specifica gara di evidenza pubblica. Per quattro di esse, i primi mesi del 2013 sono stati il momento della verità: ultimata la costruzione (verso la metà di febbraio) hanno fatto da apripista per tutte le altre, passando alla fase finale con la vera e propria installazione alla bocca di porto.
L'avventura è cominciata con il trasporto dal luogo di costruzione, in Friuli Venezia Giulia, fino alla laguna. Impossibile ricorrere alla normale viabilità di terra: per fare arrivare le quattro paratoie è stato necessario organizzare due viaggi via mare con un grande pontone, rimorchiatori di appoggio e tutte le cautele del caso, a partire dalla scelta del "momento giusto" con condizioni meteorologiche e di moto ondoso ottimali.
Le paratoie hanno impiegato oltre 12 ore di navigazione per compiere il percorso di circa 120 km da Monfalcone fino a destinazione. Con tutto il tempo, durante il tragitto (lo stesso che dovranno ripetere tutte le altre paratoie per le diverse barriere quando sarà il loro turno) per vedere finalmente l'acqua e fare la prima conoscenza con il mare che dovranno affrontare.

L'ingresso in laguna delle prime due paratoie del Mose, attraverso la bocca di porto di Malamocco (28 febbraio 2013).
Le paratoie sono simili a grandi pontoni di acciaio, formati da uno "scheletro" interno di setti strutturali (longitudinali e trasversali) e da un involucro di lamiera

LEONARDO

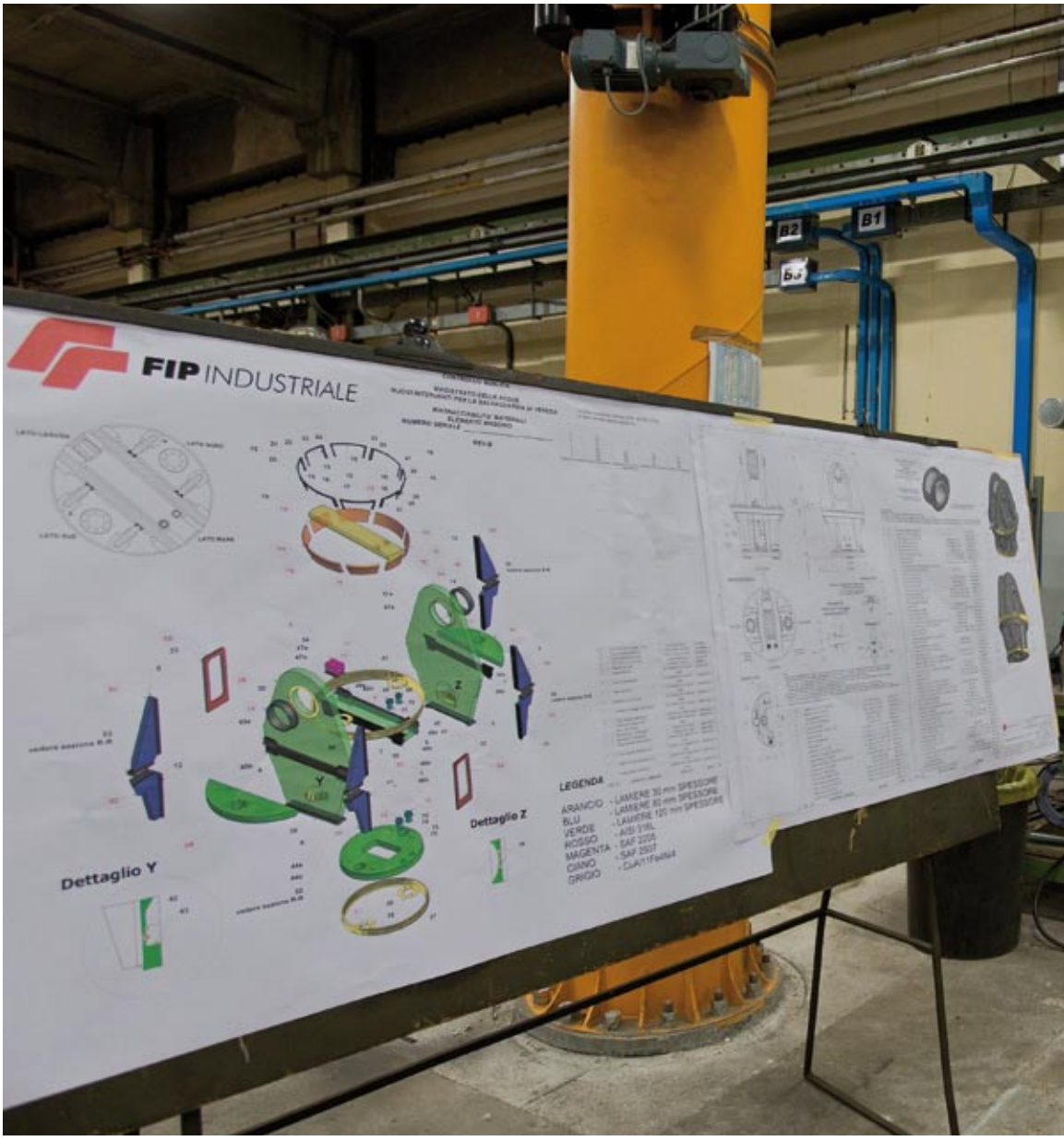
All'arrivo in laguna sono state provvisoriamente "parcheggiate" in un'ampia area a Porto Marghera (in corrispondenza della darsena del canale Industriale sud), allestita con speciali attrezzature, spazi di servizio coperti, uffici, piazzali e una banchina acquea. E' il "campo base" delle paratoie, ricavato in un spazio industriale dismesso, completamente risistemato e grande oltre 6 ettari: circa cinque volte piazza San Marco, per dare un'idea delle dimensioni.
Il campo base, che è in grado di ospitare quasi trenta paratoie contemporaneamente, non serve solo come semplice zona di stoccaggio. Qui, infatti, si realizza un'altra indispensabile lavorazione. Si aggiunge, cioè, l'ultimo fondamentale pezzetto per il funzionamento della barriera, agganciando su ogni paratoia gli elementi "maschio" delle cerniere con cui esse saranno vincolate ai propri alloggiamenti. Non è un'operazione da poco se si pensa che ogni "maschio" è in realtà un sofisticato e massiccio elemento di acciaio alto quasi 3 m e con un peso di 10 tonnellate.
Solo dopo quest'ultima lavorazione le paratoie, che a Marghera vengono anche dipinte con speciali vernici protettive, risultano pronte a tutti gli effetti per percorrere gli ultimi 15 chilometri fino alla bocca di porto di Lido, passando per Venezia.
Alla bocca di porto, gli alloggiamenti per la barriera nord sono stati posizionati tra la primavera e l'estate del 2012 e ora a 6 metri di profondità aspettano le paratoie in quella che sarà la casa finale, da dove ciascuna di esse uscirà solo per le periodiche operazioni di manutenzione, una volta ogni cinque anni.
Incontro per tecnici e maestranze con nervi saldi e mano ferma, quello tra le paratoie e gli alloggiamenti. Tutto deve avvenire con la massima precisione perché i margini di errore sono davvero ridottissimi. Per questo tutte le opere già realizzate sono state costruite con estrema accuratezza e senza la minima sbavatura. Solo così le paratoie, lentamente calate sul fondo, possono "incastrarsi" esattamente con il maschio delle cerniere dentro l'elemento femmina già fissato negli alloggiamenti.
L'installazione è la prova del nove, direttamente sul campo, che tutto è stato fatto nel migliore dei modi e come era programmato, in previsione di questo momento. Facendo le debite proporzioni verrebbe quasi da scomodare la famosa esclamazione: "ha toccato", che nel 1969 annunciò il primo contatto dell'uomo con la Luna.
La conclusione dell'installazione delle prime quattro paratoie di Lido è prevista tra aprile e maggio.
Dopodiché si procederà alle cosiddette prove "in bianco" attraverso le quali, con anticipo rispetto al completamento delle altre barriere, si potranno mettere a punto e calibra-

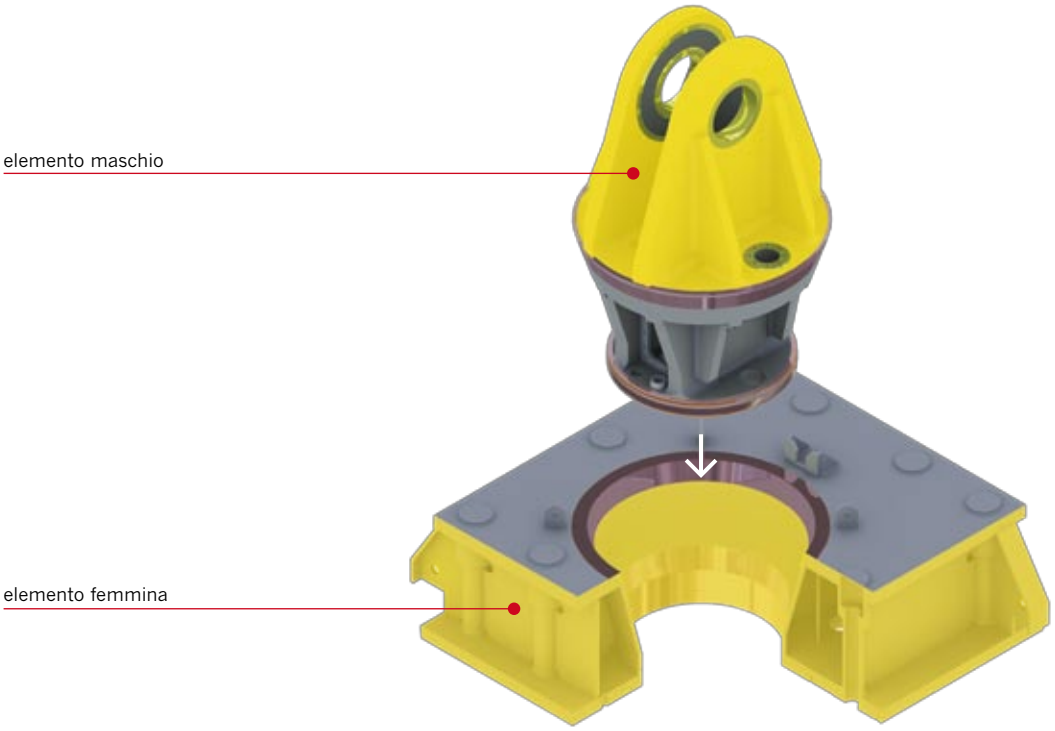
Una fase dei lavori per la costruzione delle paratoie della barriera di Lido nord

A destra
Produzione degli elementi maschio delle cerniere (gennaio 2013)

In basso a sinistra
Schema di inserimento del maschio (agganciato alla paratoia) nella femmina (fissata all'"alloggiamento" delle paratoie)

In basso a destra
Installazione degli elementi femmina sugli "alloggiamenti" per la barriera di Lido nord (2012). L'apertura rotonda entro cui si inserisce l'elemento maschio è provvisorimente chiusa da un coperchio

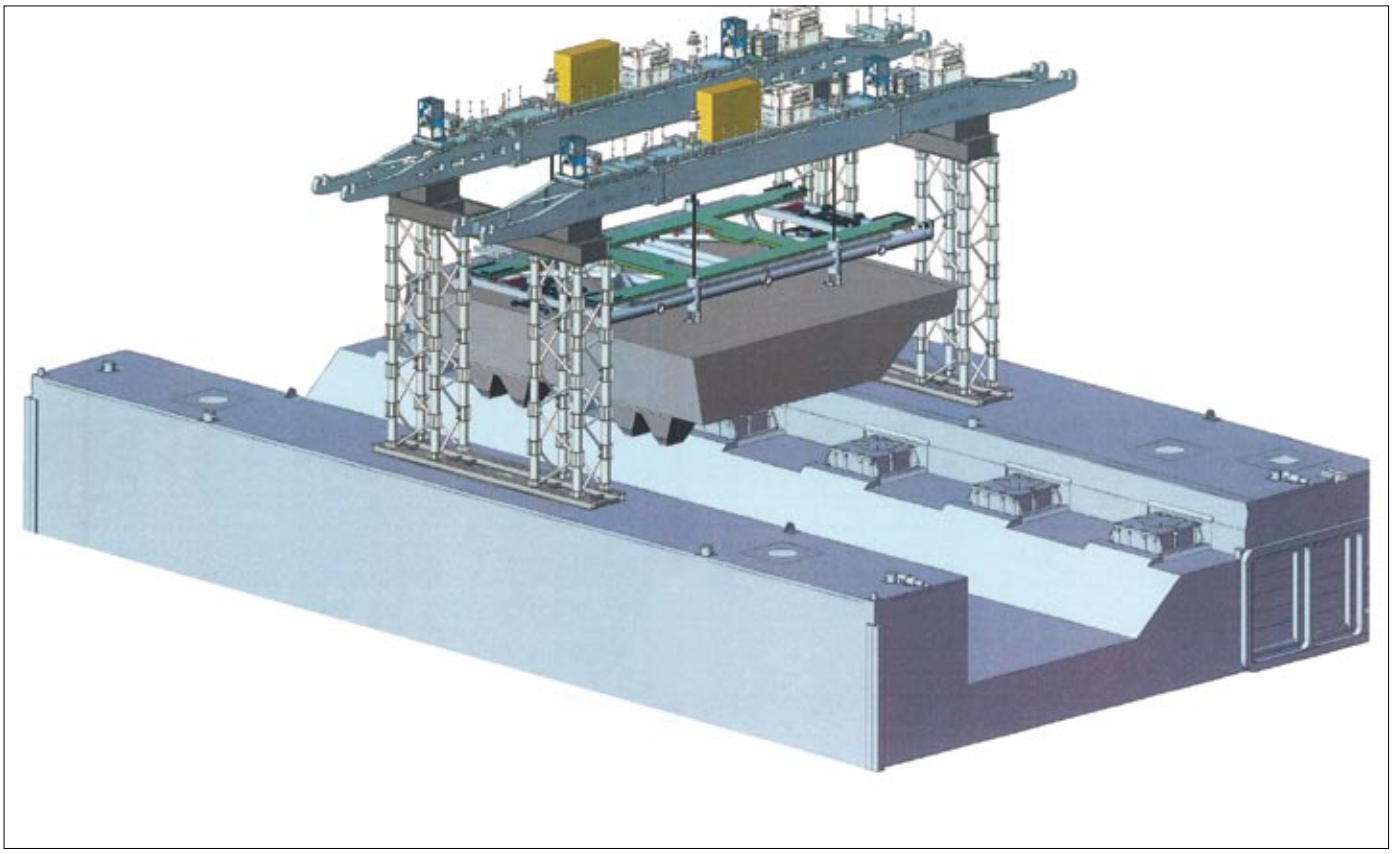




Nella pagina seguente
Il mezzo provvisorio utilizzato per l'installazione delle prime paratoie del Mose alla bocca di porto di Lido (barriera nord).
Il mezzo, rappresentato nel disegno, è stato realizzato modificando lo speciale catamarano, visibile nella foto in basso, già impiegato per la messa in opera degli "alloggiamenti" per le paratoie della barriera di Lido nord.
In particolare, il catamarano è attrezzato con lunghe "gambe" (con cui si appoggia all'alloggiamento, stabilizzandosi) e con uno speciale telaio grazie al quale la paratoia viene agganciata per essere calata nella propria sede, rispettando le ristrettissime tolleranze operative

re le procedure di funzionamento, in tempo utile per adottare eventuali ottimizzazioni di controllo e gestione operativa.
Il compito di calare le prime paratoie del Mose è stato affidato a uno speciale catamarano provvisto di appositi dispositivi per farle scendere verso gli "alloggiamenti": lentamente e con una manovra guidata da precisi sistemi di posizionamento e di controllo dell'assetto e dell'allineamento. Le operazioni sono assistite anche da un robottino subacqueo dotato di telecamere che consentono il controllo visivo di quanto avviene sul fondo.
Il catamarano (lo stesso già utilizzato per installare gli "alloggiamenti", opportunamente modificato) avrà l'onore di iniziare il lavoro, ma per le successive paratoie di Lido sud come delle altre bocche di porto, lascerà la scena al cosiddetto jack up, il grande mezzo navale che non solo dovrà provvedere all'installazione delle paratoie su ciascuna schiera, ma dovrà anche rimuoverle in occasione delle previste operazioni di manutenzione all'Arsenale e successivamente rimetterle al loro posto una volta eseguito il "tagliando" (le principali fasi di installazione delle paratoie con il jack up sono illustrate nelle pagine seguenti).
Il momento dell'installazione è una delle poche occasione per vedere le paratoie. Una volta posizionate sul fondo, infatti, esse resteranno sott'acqua e solo quando verranno sollevate, per bloccare le alte maree più pericolose, se ne potrà vedere la parte superiore sporgere dalla superficie del canale delle bocche di porto.
Così funziona il Mose, infatti: normalmente le paratoie restano negli alloggiamenti predisposti nel fondale, invisibili e senza modificare il normale flusso dell'acqua tra laguna e mare. Quando invece si prevede un'"acqua alta", le paratoie vengono attivate e si sollevano fino "chiudere", come enormi porte, le bocche di porto isolando, per il tempo necessario, la laguna dal mare e mettendo in sicurezza il territorio.

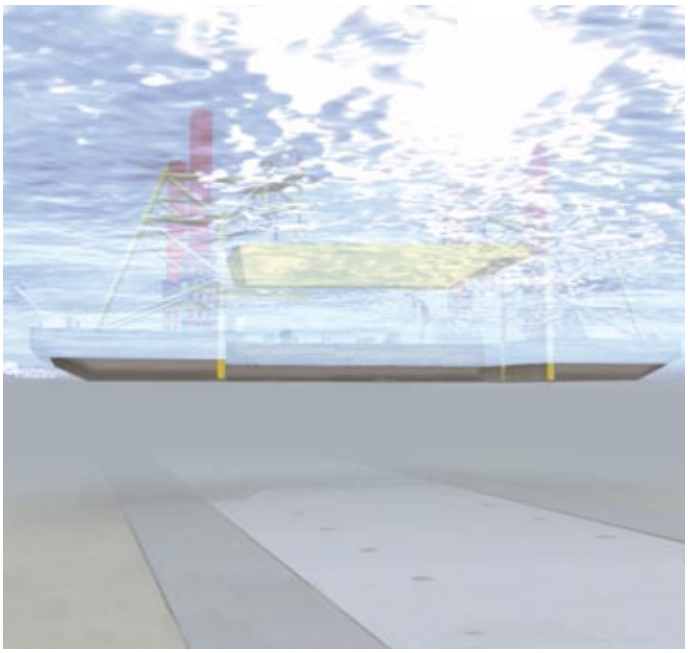
Dopo essere arrivato in dirittura di arrivo per la barriera di Lido nord, il Mose affronterà la fase finale dei lavori anche per la seconda delle quattro schiere di paratoie previste.
Toccherà, infatti a quella di Lido sud: una "diga" formata da 20 paratoie, per uno sviluppo complessivo di 400 m. Anche qui si inizierà, dalla fine del prossimo mese di ottobre, con l'installazione degli alloggiamenti per le paratoie che sono stati costruiti negli ultimi anni nel grande terrapieno provvisorio, allestito sul lato sud della bocca di Malamocco e attrezzato come area di cantiere. *(m.u.)*



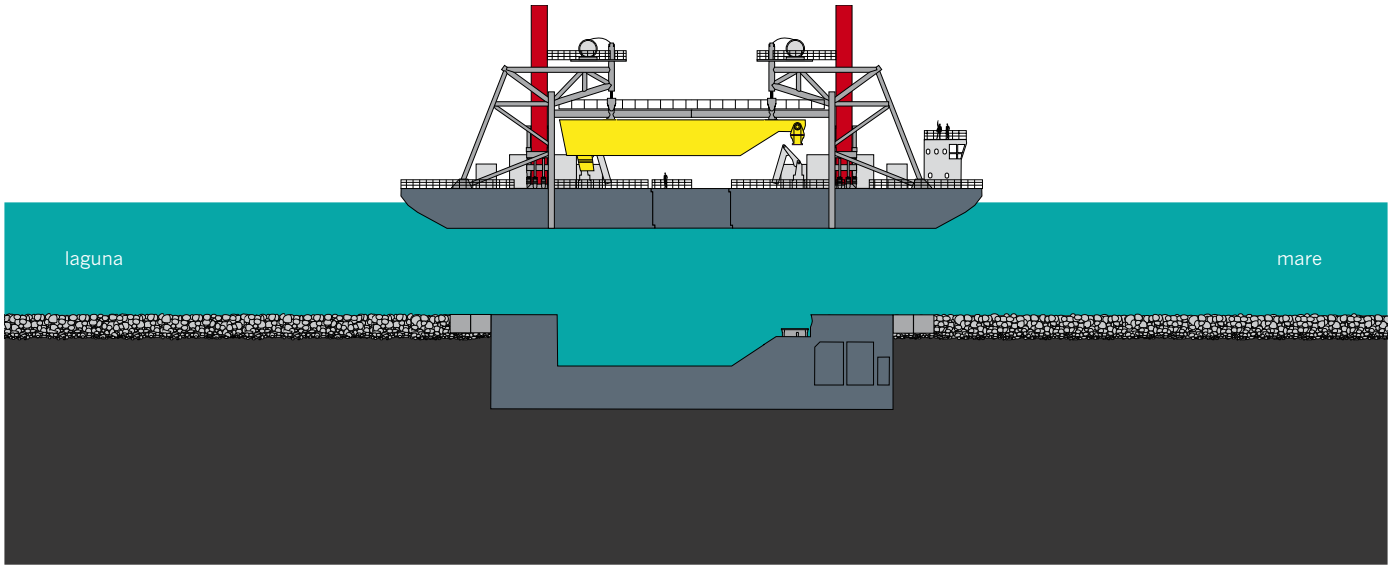
Ing. E. MANTOVANI
MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA
PAGIOLI

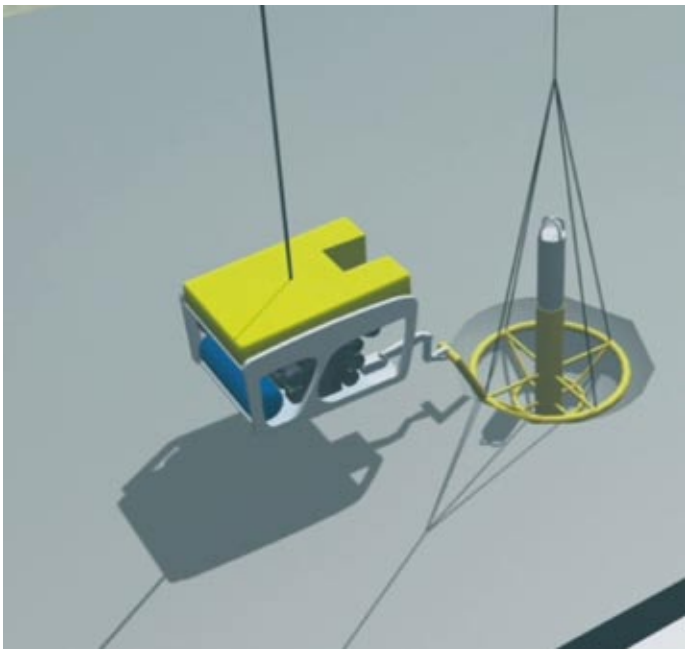
Le fasi di installazione delle paratoie

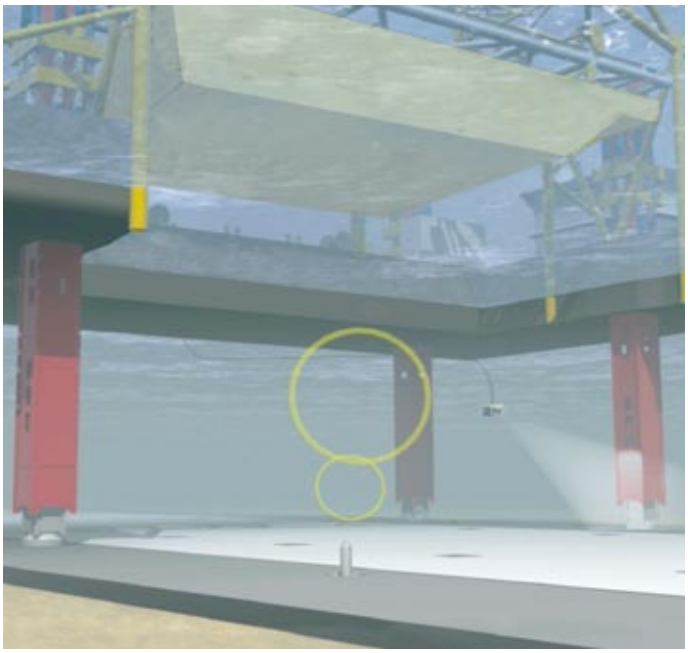
1. Trasporto della paratoia verso la bocca di porto con il jack up
Il "jack up" è lo speciale mezzo navale utilizzato per l'installazione delle paratoie e per la loro sostituzione in occasione delle periodiche manutenzioni all'Arsenale di Venezia.
Il jack up è formato da due semiscafi connessi tra loro. Grazie all'interposizione o meno di un modulo intermedio tra gli semiscafi, esso può assumere una configurazione "corta" per le paratoie più piccole e una configurazione "lunga" per le paratoie di maggiori dimensioni



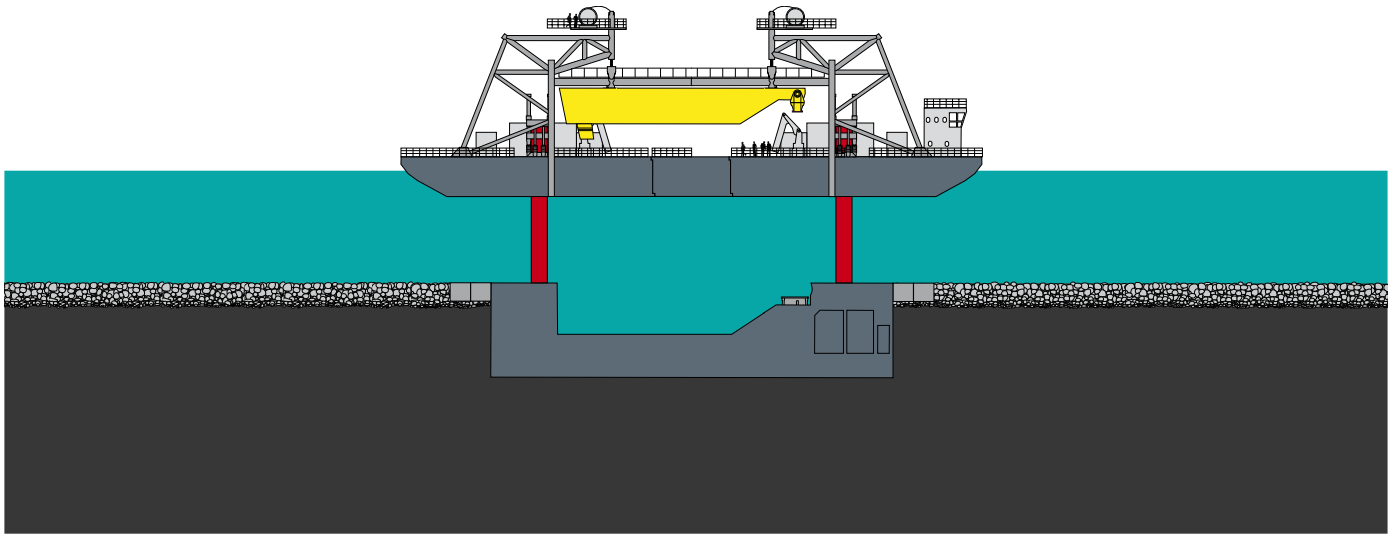
2. Posizionamento del jack up in corrispondenza della barriera
Il jack up è equipaggiato con un sistema automatico di posizionamento, collegato al sistema di propulsione, per cui è in grado di navigare e posizionarsi in modo autonomo, senza rimorchiatori o sistemi di ancoraggio.
Durante queste fasi, la paratoia rimane agganciata alle gru che saranno utilizzate per calarla sul fondo



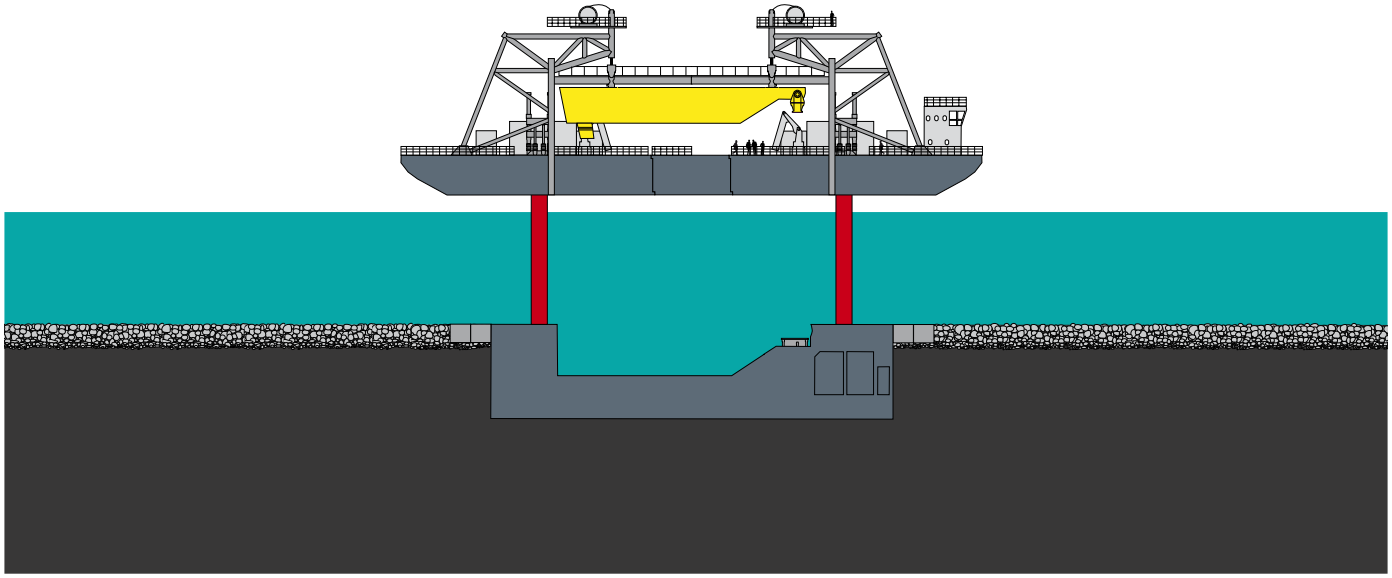


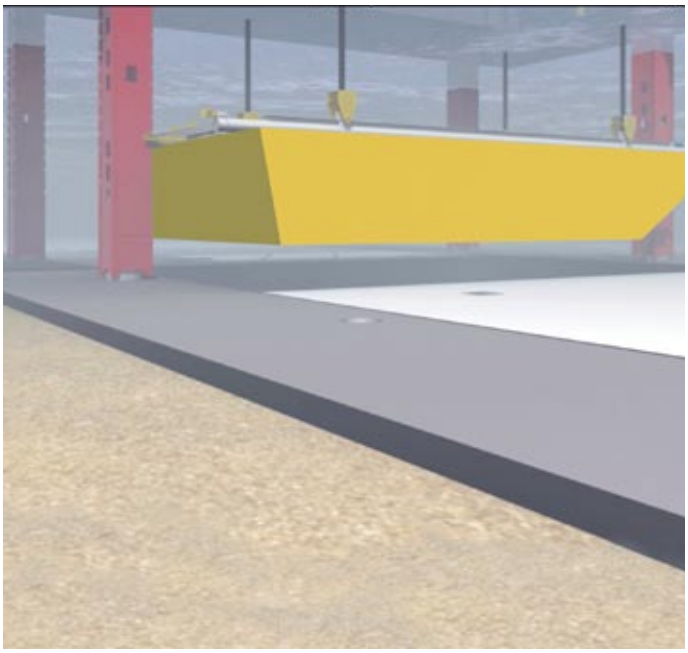


3. Abbassamento delle gambe del jack up
Le gambe vengono fatte scendere fino a raggiungere le apposite sedi ricavate sugli alloggiamenti delle paratoie. Questa operazione prevede la massima precisione nel posizionamento del mezzo, che è assicurata anche mediante specifici strumenti di controllo collocati sul fondo

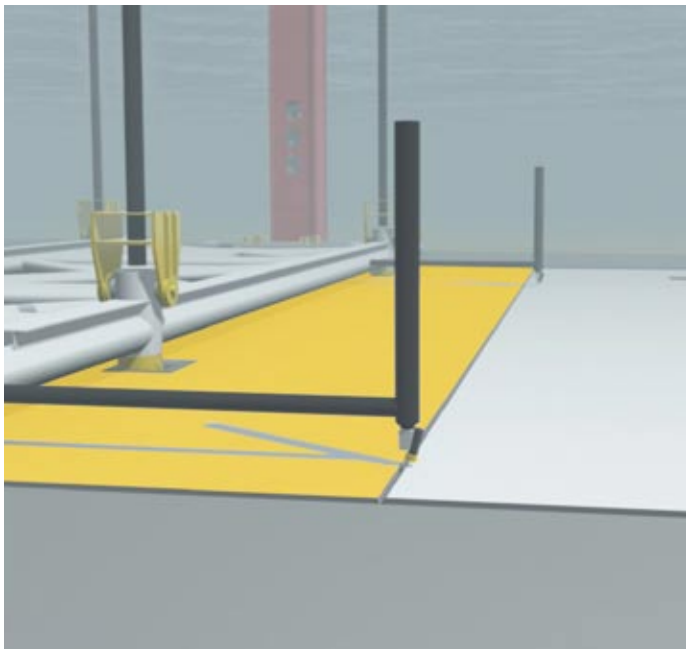


4. Sollevamento dello scafo fuori dall'acqua
Appoggiandosi sulle gambe, il jack up solleva lo scafo in modo da raggiungere la massima stabilità ed evitare eventuali oscillazioni dovute al moto ondoso

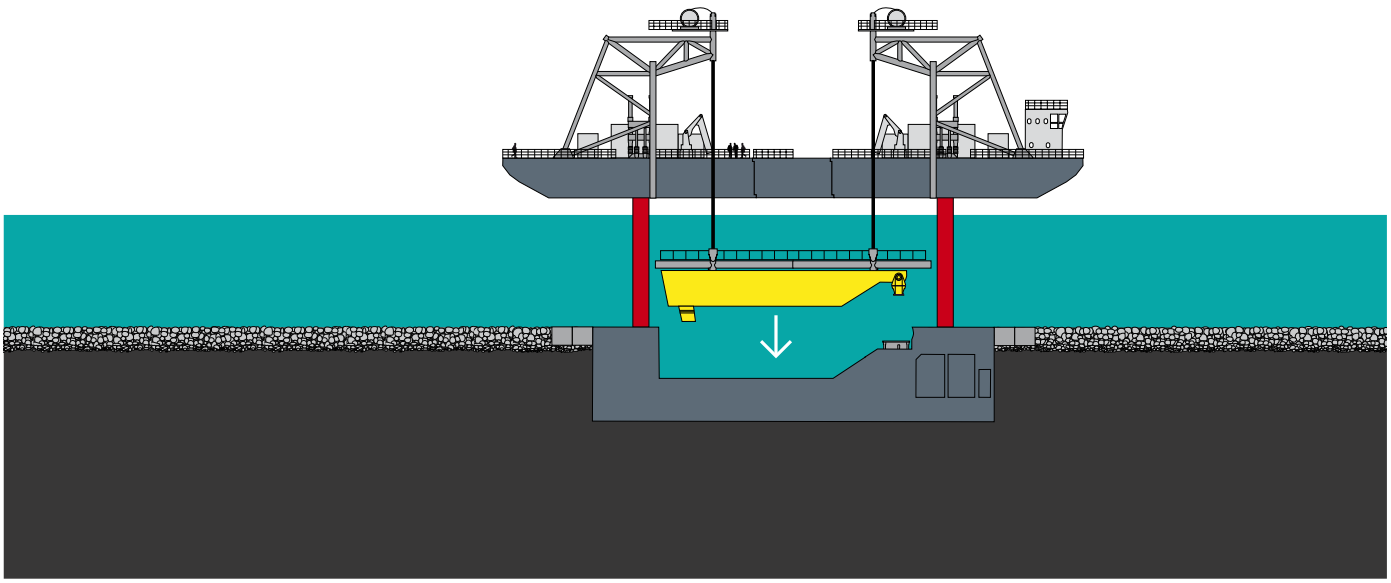




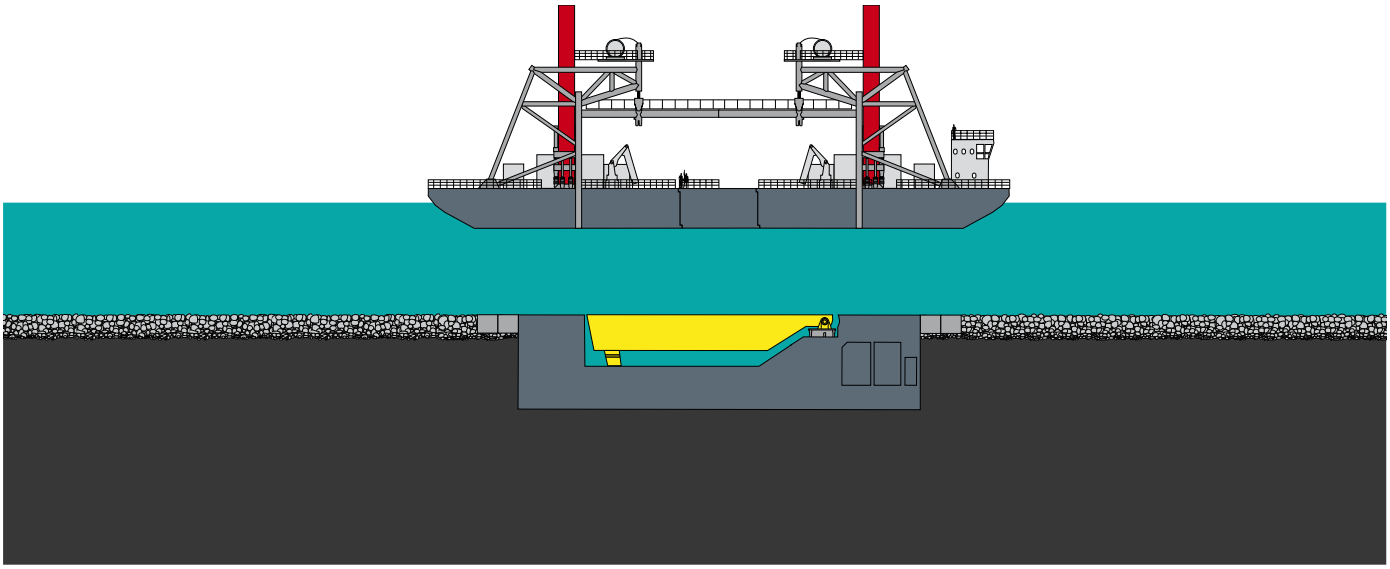
5. Discesa della paratoia verso il fondo
La paratoia è calata nel proprio alloggiamento sul fondo mediante le due gru del jack up

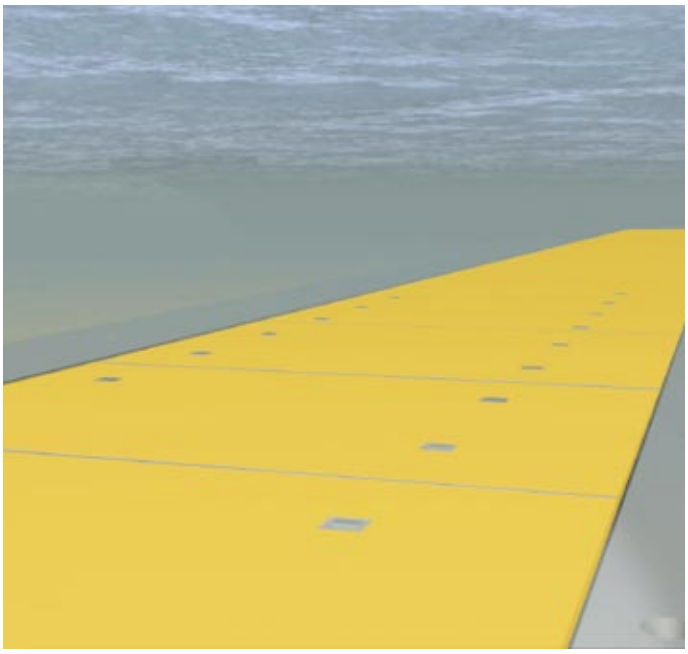


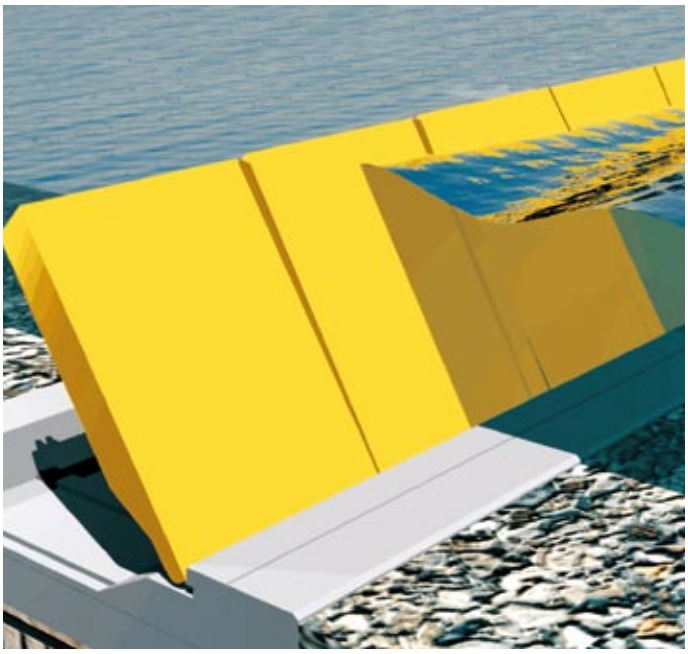
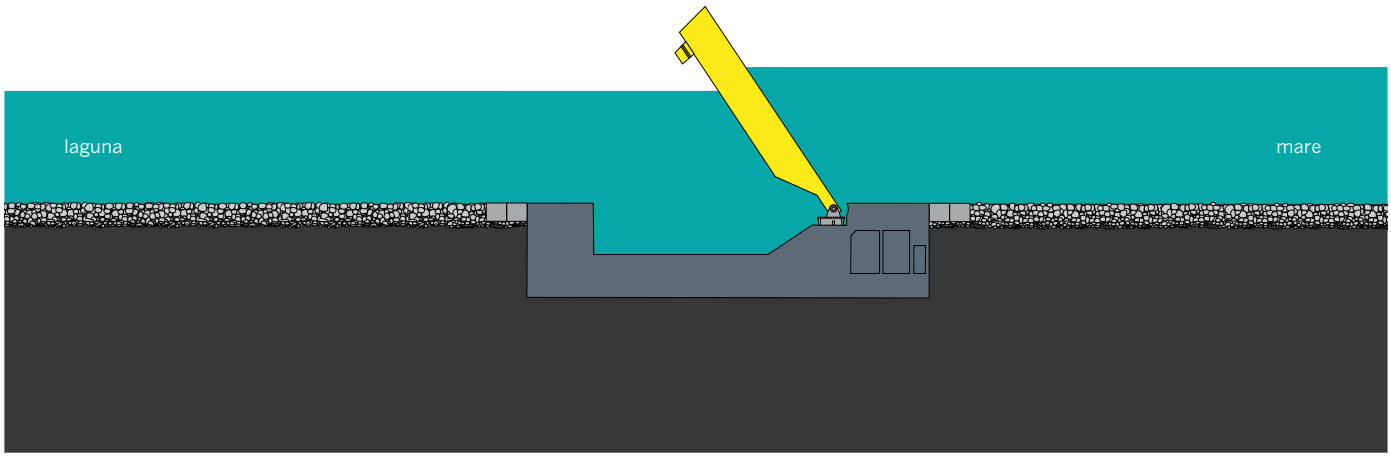
6. Connessione della paratoia all'alloggiamento
Nella fase finale dell'installazione, l'elemento maschio della cerniera, attaccato alla paratoia, va a inserirsi nell'elemento femmina fissato all'alloggiamento. Ogni paratoia è dotata di due cerniere che vincolano la paratoia alla propria sede e ne consentono il movimento (sollevamento, oscillazione per assecondare il moto ondoso, abbassamento)



7. Rientro del jack up dalla bocca di porto
Al termine dell'installazione, lo scafo del jack up viene riabbassato e si risollevano le gambe dal fondo. In questo modo il mezzo riprende l'assetto di navigazione per rientrare alla base operativa







8. Operatività della barriera
Ultimata l'installazione, tutte le paratoie della barriera sono allineate nei propri alloggiamenti, pronte per essere sollevate in caso di pericolo