

I fatti**PROGETTO** Sistema Mose**REALIZZATO DA** Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque di Venezia**CONCESSIONARIO** Consorzio Venezia Nuova**DESCRIZIONE** Costruzione dei cassoni di soglia e di spalla delle fondazioni per le barriere mobili delle bocche di porto di Chioggia, Malamocco e Lido-San Nicolò, e degli edifici tecnologici sull'isola intermedia a San Nicolò**La Sfida!**

Particolarmente complessa, trattandosi di opere a mare e di aree delicate, è l'organizzazione dei cantieri. Anche nel cantiere di San Nicolò è stata necessaria una gestione logistica peculiare: tutte le forniture per l'isola vengono consegnate da mare sul lato di San Nicolò, dove vengono verificate, smistate e trasportate su chiatte fino all'isola.

▼ Il cantiere dell'isola artificiale visto dal mare. Sono riconoscibili le pareti perimetrali degli edifici tecnologici

Avanza il Mose!

Procedono secondo le tempistiche prestabilite i lavori per la realizzazione del sistema Mose. La tecnologia Doka viene impiegata nella costruzione dei cassoni di fondazione delle barriere nei cantieri di Chioggia e Malamocco, e degli edifici tecnologici sull'isola intermedia di San Nicolò.

Il Mose è il sistema che viene realizzato per la difesa di Venezia e della laguna dalle acque alte. Si tratta di un'opera ad altissima tecnologia che rientra nel vasto programma di opere per la salvaguardia del territorio lagunare realizzato dallo Stato italiano.

Il sistema consiste in 4 sbarramenti composti da barriere mobili poste alle bocche di porto, i varchi che connettono la laguna con il mare Adriatico, che entreranno in funzione a bloccare l'ingresso della marea in laguna solo in presenza di alte maree che possano provocare un allagamento del territorio. Per il resto del tempo rimarranno invisibili nei fondali.

Le attività per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna di competenza

dello Stato, afferiscono al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e al suo organo tecnico Magistrato alle Acque di Venezia. Secondo quanto previsto dalla Legislazione speciale per Venezia, la realizzazione sistemica e integrata del Piano di interventi per la laguna è affidata al Consorzio Venezia Nuova, che è formato da imprese nazionali e locali.

Doka è partner per la progettazione e fornitura delle soluzioni costruttive impiegate in tutti i tre cantieri alle bocche di porto, dove sono in costruzione i cassoni di fondazione delle paratoie, nonché gli edifici che ospiteranno gli impianti per il funzionamento del sistema.





La soluzione!

Framax Xlife per le pareti perimetrali di edifici e vasche, in abbinamento con puntellazione per getti contro terra (h. getto 5,20 m). Dokaflex su 1.200 m² Staxo 40 per il getto in opera dei solai degli edifici.

◀ Due persone, senza l'ausilio dei mezzi di sollevamento, allestiscono agevolmente le torri Staxo 40 in cantiere

Lido San Nicolò: gli edifici tecnologici sull'isola

La bocca di Lido, oltre ad essere ampia 800 m, il doppio delle altre due, presentava due canali (Lido Treporti a nord e Lido San Nicolò a sud) con profondità diverse. Per questo è stato necessario prevedere due barriere di paratoie mobili, che saranno collegate da un'isola intermedia, che sorge nel punto naturale di confluenza dei due canali.

Allo stato attuale nel cantiere della bocca di porto di Lido sono stati ultimati i lavori per la realizzazione del nucleo centrale dell'isola, e delle sponde verso Treporti e San Nicolò che ospiteranno i cassoni di spalla delle relative schiere di paratoie. Inoltre, sono in fase di realizzazione gli edifici tecnologici, che ospiteranno gli impianti per il funzionamento del sistema. Nel dettaglio vengono realizzati tre edifici principali: l'edificio compressori, che alloggerà i compressori per il pompaggio dell'aria nelle paratoie, l'edificio quadri elettrici e l'edificio gruppi elettrogeni. Gli edifici serviranno le schiere di paratoie di entrambi i canali (di San Nicolò e di Treporti); per questo motivo vengono realizzati compartimentati e simmetrici. Essendo fondati ad una quota inferiore rispetto al livello medio mare,

hanno richiesto la posa di palancolati, all'interno dei quali sono stati gettati i tamponi di fondo in cls subacqueo. Successivamente alla costruzione di questi edifici, e di numerosi altri minori, avverrà il completamento del tunnel di accesso ai cassoni di spalla, che sarà collegato a tutti gli edifici tecnici. I solai degli edifici tecnici, con ampia presenza di travi ribassate, vengono realizzati con il sistema Dokaflex su torri di puntellazione Staxo 40. La leggerezza dei telai Staxo 40, e la facilità di montaggio, hanno rappresentato per questo cantiere un vantaggio importante. Le torri vengono montate a mano, da due operatori, senza necessità di mezzi di sollevamento, e le lavorazioni per il montaggio avvengono in verticale, all'interno di spazi ristretti.

Ing. Palmigiano
(Direttore Cantiere di San Nicolò)
a destra e P.i. Marco Ferini
(Capocantiere), Grandi Lavori
Fincosit S.p.A



I professionisti

“ La flessibilità di Staxo 40 ci ha consentito di assorbire anche alcuni imprevisti che si sono presentati durante la fase di montaggio, a causa della presenza di vuoti nel solaio. Con il materiale a disposizione siamo riusciti a sopperire all'imprevisto. Inoltre, ha una buona facilità di montaggio e smontaggio, che velocizza di gran lunga le operazioni in cantiere.”

La sfida!

Il getto in un'unica fase dei 1.500 m³ di cls delle solette è stato possibile grazie alla presenza in cantiere di due impianti di betonaggio dedicati, da 100 m³/h, e di 6 dotazioni complete di casseforme per armare il fondo di altrettanti cassoni

Panoramica dei cassoni ► in realizzazione a Malamocco. Sono necessari da 10 a 12 mesi per la realizzazione di ogni cassone

**La soluzione!**

Sistema Dokaflex per le solette di fondo dei cassoni, Framax Xlife per i setti delle celle, con angoli di disarmo, e bocchettoni per SCC sulle solette inclinate.

Malamocco: si varano i cassoni

13 ettari, di cui 10 adibiti a campo di prefabbricazione, e un fronte mare attrezzato per il varo dei cassoni: su questa superficie si sviluppa il cantiere di Malamocco, dove vengono realizzati gli elementi di fondazione per le due bocche di porto di Malamocco e San Nicolò.

Dei 18 cassoni totali (14 di soglia – 7

per bocca - e 4 di spalla), 13 sono già in lavorazione. I cassoni hanno una dimensione in pianta di 50x60 m, e altezza variabile fra 10 e 12 m, a seconda della bocca di riferimento. Il più pesante raggiunge le 23.000 t., in funzione di un tasso medio di ferro di 350 kg/m³, che raggiunge picchi di 500 kg/m³ nelle solette di base. Ogni cassone, infatti, si sviluppa su una platea

Su uno dei cassoni più avanzati ► è riconoscibile la sagoma della paratoia e la soletta inclinata, già conclusa





Ing. Enrico Pellegrini
Direttore Cantiere di Malamocco
Grandi Lavori
Fincosit S.p.A.



Il professionista

“ Il getto delle solette inclinate rappresenta una fase complessa e delicata. L'altissimo tasso di ferro ha imposto l'impiego di una miscela di cls autocompattante che non segregasse, e di un sistema di getto che consentisse di verificare costantemente l'avanzamento del calcestruzzo, con bocchettoni per il getto dal basso”

di 3.000 m², gettata in una sola fase per evitare riprese di getto, per un volume complessivo di 1.500 m³ ognuna. Sulle solette di base si sviluppano le prime elevazioni, e su queste le solette successive, e così via, in funzione della struttura cellulare di queste opere, costituite da celle, in parte a tenuta stagna e in parte comunicanti fra di loro, a formare le gallerie per il funzio-

namento degli impianti. La sagoma delle paratoie, che verranno alloggiare all'interno dei cassoni di soglia, ha richiesto la realizzazione di solette inclinate, con l'impiego di cls autocompattante e casseforme Framax Xlife, con bocchettoni per SCC, la cui disposizione è stata studiata per poter controllare il fronte di avanzamento del cls durante il getto.



◀ I cassoni presentano un tasso medio di ferro d'armatura molto alto: 350 kg/m³, che raggiunge picchi di 500 nelle solette di base

**Realizzazione dei cassoni ►
all'interno della tura di Chioggia:
una superficie complessiva di
90.000 m² con quota di fondo alla
- 12,50 da medio mare**

La sfida!

Gestire il sistema di costruzione sotto falda! 2 anni e mezzo di lavoro continuativo con l'impegno di garantire per 24 h il funzionamento ridondato dei pozzi, con un emungimento di 2.500 m³ di acqua al giorno



*Ing. Massimo Paganelli
Direttore Cantiere di Chioggia
Società Italiana per Condotte
d'Acqua S.p.A.*



Il professionista

“ Siamo passati dai 12 mesi per il completamento del primo cassone ad una media di 9 per quelli successivi, con l'obiettivo di ottimizzare ulteriormente le tempistiche! A questo scopo, le maestranze sono organizzate in modo che le stesse persone svolgano le medesime lavorazioni, fino a specializzarsi, per mutuare le esperienze precedenti sui cassoni successivi”

**I setti delle celle di un cassone ►
armati con Framax Xlife Doka**

Chioggia: il cantiere sott'acqua

La barriera alla Bocca di Porto di Chioggia, con una lunghezza complessiva di 360 m, prevede l'installazione di 18 paratoie mobili su una fondazione costituita da 6 cassoni di soglia e 2 di spalla. All'interno della tura, il porto rifugio trasformato in campo di prefabbricazione dei cassoni, sono attualmente in

esecuzione i 6 cassoni di soglia. Del 6°, in particolare, viene realizzata la soletta di base (dimensione in pianta 60x46 m), in due metà successive, secondo la fasizzazione standard che prevede 15 fasi di getto per ogni cassone. Le fasi sono collegate da una precisa tempistica esecutiva, onde evitare che s'innescino fenomeni fessurativi indesiderati.





La soluzione !

Sistema Framax Xlife per i getti in elevazione, con progettazione ad hoc in funzione delle pressioni del cls auto-compattante. Ad oggi sono presenti in cantiere 11.000 m²

▼ Per realizzare la tura è stata effettuata una fase di dewatering successiva al posizionamento di 1,8 km di palancolato metallico, infisso fino a una profondità di 35 m.

Ognuno dei cassoni, a struttura cellulare e con altezza 11,50 m, viene gettato in calcestruzzo autocompattante con classe di resistenza Rck 45, per un volume complessivo di 8.000 m³ di cls a cassone. L'impiego di SCC, e le tolleranze millimetriche imposte dalla progettazione, hanno richiesto scelte tecniche ben precise, che si sono tradotte nello studio dettagliato delle soluzioni di cassetteria Doka, e in un servizio costante di Project Manager e assistenza in cantiere.

La costruzione dei cassoni di soglia avviene al di sopra della platea di fondazione e, in particolare, delle quattro "vasche" destinate al successivo alloggiamento dei sistemi di autolivellamento, destinati a garantire l'orizzontalità dei cassoni durante l'affondamento. Si tratta di 4 pistoni da 80 cm di diametro per 1,20 m di altezza, che toccano il fondale per primi e che vanno a creare un'intercapedine di 50 cm fra l'intradosso del cassone e il fondale stesso. Detta intercapedine verrà successivamente saturata mediante iniezioni subacquee di malte cementizie, eseguite all'interno di idonei geobags, per garantire la stabilità del cassone una volta alloggiato in sede, sul fondo della bocca. 

