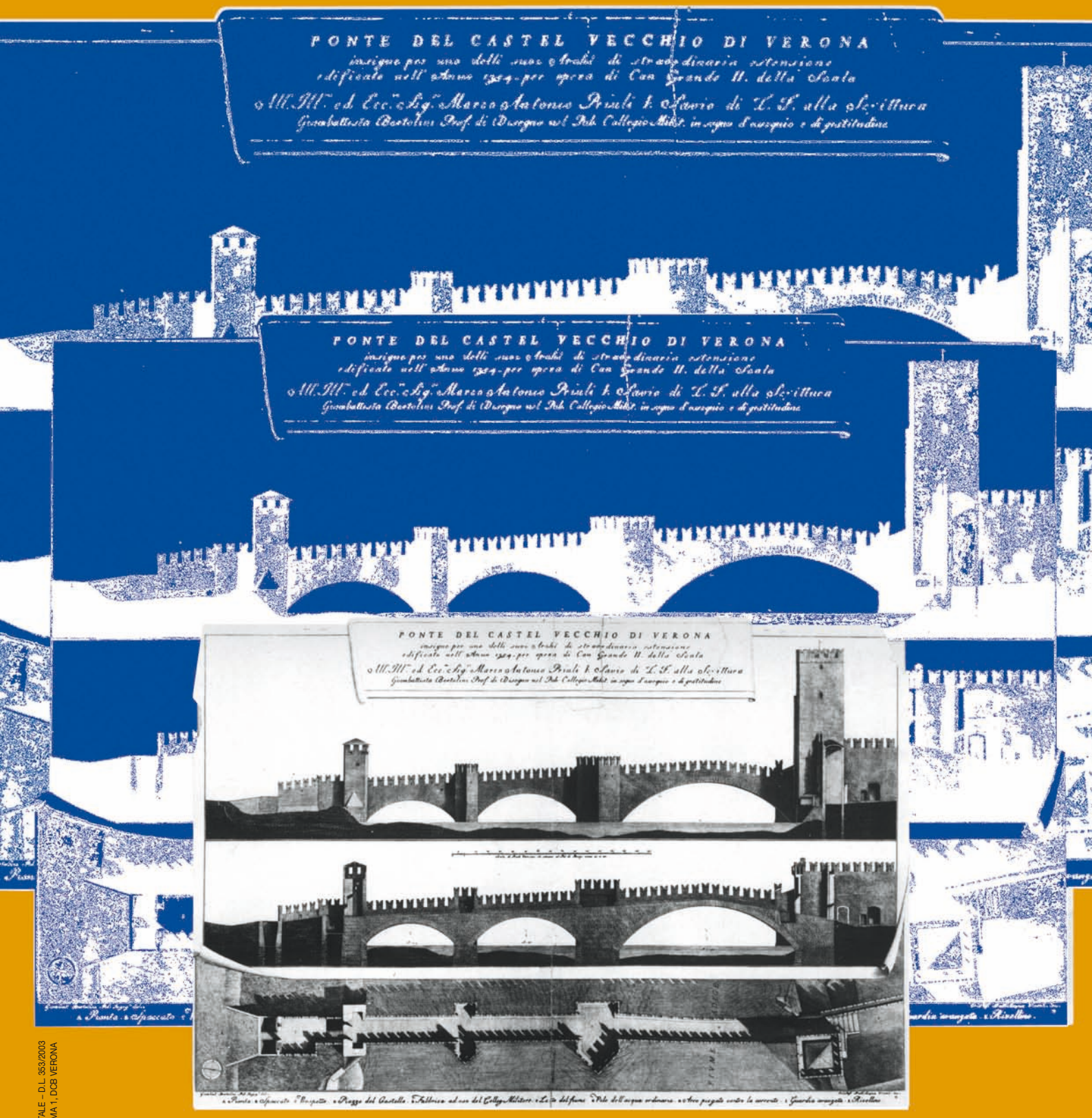
NOTIZIARIO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VERONA E PROVINCIA



4
2010

PERIODICO DICEMBRE 2010 – N° 108
POSTE ITALIANE S.P.A. SPED. IN ABB. POSTALE – D.L. 353/2003
(CONV. IN L 27/02/2004 N° 46) ART.1, COMMA 1, DCB VERONA



Dicembre 2010
N° 108

Periodico Trimestrale
Aut. Tribunale Verona n. 565 del 7.3.1983

Direttore Responsabile
Ilaria Segala

Vicedirettore
Roberto Olivieri

Segretario di Redazione
Chiara Verdecchia

Comitato di Redazione
Antonio Capizzi, Maurizio Cossato,
Adele Costantino, Andrea Falsirollo,
Mattia Fantinati, Davide Gheser,
Giulio Giavoni, Silvio Menichelli,
Giovanni Montresor,
Claudio Morati, Andrea Panciera,
Paolo Pinelli, Giuseppe Puglisi Guerra,
Pier Giorgio Puppini Martini, Claudio Sandri,
Francesco Uboldi, Alvise Zanolini

Questo numero è stato curato da
Claudio Morati

Redazione
37121 Verona – Via Leoncino, 5
Tel. 045 8035959 – Fax 045 8031634
ordine@ingegneri.vr.it

Le opinioni dei singoli autori non impegnano la redazione. Gli articoli possono essere modificati per esigenze di spazio con il massimo rispetto del pensiero dell'autore. Le riproduzioni di articoli ed illustrazioni è permessa solo previa autorizzazione della redazione.
I dati personali degli abbonati in nostro possesso saranno trattati nel rispetto del D. Lgs. 196/03 recante il Codice in materia di protezione dei dati personali e con modalità idonee a garantirne la riservatezza e la sicurezza.

Stampa e pubblicità
Editoriale Polis
37024 Negrar (VR) – Via Calcarole, 16
Tel. 045 7500211 – Fax 045 6012315
info@editorialepolis.it
www.editorialepolis.it

Sommario

Evento

7 **Architetti e Ingegneri. La Cultura del progetto e la riapertura del Cinema Corallo**
Ilaria Segala

13 **L'ex-cinema Corallo**
Giuseppe Puglisi Guerra

Attualità

19 **SISTEMA MOSE - Visita al cantiere di Malamocco**
Appunti della visita integrati con il materiale disponibile in rete
Filippo Toso

56 **Posta Elettronica Certificata: i Monopoli di Stato (AAMS)**
Marco Stevanoni

L'ingegneria italiana nel mondo

29 **Nuovo Canale di Panama: una sfida che si rinnova**
Angela Pomaro - Andrea Comerlati - Matteo Comerlati

Insegnamenti dal passato

36 **Il disastro della Diga del Gleno in Val di Scalve**
Paolo Soardo

Corso

Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni: approcci per la progettazione geotecnica

41 **Note introduttive**
Paolo Crescini

42 **Richiami di geotecnica.** Sintesi della prima giornata
Alessia Canteri

43 **Fondazioni superficiali.** Sintesi della seconda giornata
Gianluca Vinco

44 **Fondazioni profonde ed opere di sostegno.** Sintesi della terza giornata
Roberto Castaldini

45 **Opere di materiali sciolti e stabilità dei pendii.** Sintesi della quarta giornata
Paolo Pinelli

46 **Considerazioni conclusive**
Paolo Crescini

47 **Valutazioni e commenti sulla giornata dedicata ai "Richiami di Geotecnica"**
Marco Del Fabbro, Roberto Meriggi

49 **Valutazioni e commenti sul testo delle nuove "Norme Tecniche nelle Costruzioni"**
Francesco Colleselli, Alex Sanzeni

50 **Competenze del professionista che si occupa di ingegneria geotecnica**
Marco Favaretti, Andrea Dei Svaldi

Convegno

52 **La comunicazione professionale efficace**
Dal convegno del 8 luglio 2010 - Sala Luigi Manni in Verona
Claudio Morati

Commissione urbanistica

53 **Osservazioni e considerazioni sul traforo delle Torricelle**
Contributo dell'Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia in merito al progetto preliminare adottato dal Consiglio Comunale di Verona
A cura della Commissione

Commissione strutture e rischio sismico

55 **Il programma dei lavori**
Silvia Bonetti

Commissione Impianti Termici

58 **Per un corretto "Attestato di Certificazione Energetica" basta attenersi alle Linee Guida**
Andrea Falsirollo

Consiglio dell'Ordine

60 **Elenco Terne Collaudi Statici - Elenco segnalazioni per Commissioni Giudicatrici concorsi/gare - Elenco segnalazioni a Regione, Comuni, Enti e Privati, Movimento Albo**

Architetti e Ingegneri. La Cultura del progetto e la riapertura del Cinema Corallo

Ilaria Segala, Ingegnere in Verona

Sono stati tre fine settimana di incontri, esposizioni e iniziative partendo dalla riscoperta di un luogo unico, l'ex Cinema Corallo nel centro di Verona, che è stato il teatro dell'iniziativa. L'edificio era lo storico "Palazzo dalla Torre", bombardato nel 1945, riaperto nel 1947 con la proiezione di Sangue e arena, con Tyrone Power e Rita Hayworth, ora dismesso da una decina d'anni, il Corallo è divenuto così il simbolo di una rivendicata necessità del progetto: come fatto tecnico, pensando al momento della costruzione dell'edifico, ma anche oggi in prospettiva di un suo recupero che ne permetta un nuovo utilizzo, e come luogo dell'immaginario, depositario delle evanescenti tracce di vite reali o fittizie, di desideri, sogni e speranze.



Il titolo dell'evento: **la cultura del progetto** va oltre all'idea di progetto unicamente intesa come progresso indiscriminato; consapevoli della dimensione utopica racchiusa nella parola progetto come proiezione e slancio in avanti, architetti e ingegneri si confrontano quotidianamente con scelte che pongono in campo la ricca tradizione del proprio mestiere. Dalla cultura del progetto deriva la coerenza economico-finanziaria di ogni iniziativa. Se vengono valutate opportunamente materia ed energia utilizzate sia per la realizzazione che per il mantenimento in esercizio ne deriva anche la sostenibilità ambientale che è alla base di un nuovo modello di sviluppo economico a cui architetti ed ingegneri possono e debbono fattivamente contribuire.
Le professioni intellettuali vogliono contribuire alla crescita e allo sviluppo del nostro Paese in termini economici, culturali e sociali. La nostra società ha bisogno di ingegneri e di architetti, delle loro capacità di innovazione e della loro professionalità.
Tre elementi fondamentali concorrono in questa sfida: le competenze tecnico-scientifiche, le modalità di gestione o project management e la capacità di lavorare in team interdisciplinari. Ma sono proprio questi gli ambiti di applicazione e di studio di una nuova generazione di professionisti che guarda al futuro con rinnovato entusiasmo.

I cittadini, i colleghi che hanno visitato il Corallo sono stati un fiume in piena, superando ogni nostra più rosea previsione, la scintilla di interesse che li ha portati ad entrare è stato il ricordo del cinema e la possibilità di recuperare un luogo ormai dimenticato.
All'ingresso del Corallo il visitatore ha trovato alla biglietteria ingegneri e architetti disponibili ad accompagnarlo in un tour guidato attraverso le mostre presenti, ma anche pronti a far conoscere meglio la nostra professione di ingegnere attraverso un semplice libretto pubblicato per l'occasione, che illustra ad un pubblico non tecnico la professione dell'ingegnere e le funzioni dell'Ordine professionale.

All'interno del cinema sono state allestite quattro mostre:

"Nervi, il capolinea della ricostruzione"
"Centropercento architettura"
"Ingegneri in Abruzzo"
"Ingegneria tra nuove scoperte e nuove energie"

Esterno dell'ex Cinema Corallo



“Nervi, il capolinea della ricostruzione”, una mostra per ricordare l’ingegner Nervi, una figura illustre nel panorama italiano, un ingegnere che ha creato splendide architetture, alcune presenti anche a Verona. Sono stati esposti i disegni dei “progetti veronesi” e le immagini dei modellini delle opere.

Mostra a cura di
Collegio degli Ingegneri ed Architetti della Provincia di Verona

Allestimento
Alberto Maria Sartori, Alessandro Ferrari, Paolo Soardo, Dino Gamba

Fonti iconografiche
Archivio del Comune di Verona
Archivio personale Alberto Maria Sartori
Materialise (Belgio)



Mostra “Nervi, il capolinea della ricostruzione”

Pier Luigi Nervi (Sondrio 1891, Roma 1979), è considerato uno dei maggiori artefici di nuove architetture strutturali nel panorama internazionale del Novecento, le cui innovazioni tecniche, specie per quanto riguarda l’uso del cemento armato, consentirono di risolvere in modo esteticamente valido alcuni problemi strutturali di difficile attuazione.
Studiò alla Civica Scuola Tecnica di Bologna e nel 1920 iniziò un’attività edile. Il suo primo incarico importante, lo stadio Comunale di Firenze (1930–1932) presenta travi a sbalzo e un’audace struttura in cemento a vista.
Costruisce ad Orvieto le aviorimesse progettate per l’aeronautica italiana (1936–1941, andate distrutte), utilizzò il cemento armato, per ricoprire spazi enormi, con supporti simili ad archi, leggeri ma resistenti.
Il ricorso a un nuovo tipo di cemento armato, molto versatile – strati di maglie in acciaio fine ricoperti di malta saldata in cemento – rese possibile uno dei suoi capolavori, il Palazzo delle esposizioni di Torino (1948–1950) il cui teatro, con travatura a tralicci corrugati (lunghi circa 76 m e di soli 5 cm circa di spessore) crea un immenso spazio interno, spettacolare quanto quello di una cattedrale.
Tra il 1957 e il 1959 collabora con altri architetti alla costruzione degli edifici per le Olimpiadi di Roma del 1960, tra cui i due Palazzetti dello Sport uno all’E.U.R. e l’altro nei pressi dello stadio Flaminio (anch’esso progettato dal Nervi).
Progetta infine nel 1971, su incarico di Papa Paolo VI, la sala delle udienze nella Città del Vaticano.

All’apice della fama, Nervi opera anche a Verona, dove progetta, intorno agli anni ’60, il ponte del Risorgimento, e, successivamente, il Magazzino Libri della Biblioteca Civica di Verona.
Il ponte, la cui costruzione risultava prevista già nei piani regolatori prebellici, può essere considerata per la città di Verona come opera di ricostruzione, almeno dal punto di vista urbanistico, fortemente voluta ed attesa, e fu costruito tra il 1963 ed il 1968 per celebrare il Centenario dell’Unità d’Italia.
La struttura in cemento armato è costituita da tre arcate di lunghezza pari a 34, 58 e 34 metri, che poggiano su pile rivestite in pietra locale.
Poco dopo il termine di questo primo lavoro Nervi fu incaricato della realizzazione del Magazzino Libri della Biblioteca Civica, sull’area dell’ex Chiesa di San Sebastiano.
L’edificio in cemento armato si presenta di forma cubica, con dimensioni planimetriche pari a circa metri 17x42, su sette livelli fuori terra con un’altezza totale pari a circa 20 metri.
Vale la pena di rimarcare come il piano terreno sia stato lasciato volutamente aperto ed inutilizzato, quale misura di prevenzione contro ipotizzate inondazioni dell’Adige; avrebbe dovuto permettere l’osservazione di reperti archeologici che si rivelarono poi di nulla rilevanza e furono correttamente coperti.
Questo intervento può essere definito come “ultimo“ cantiere della ricostruzione, pur se tardivamente eseguito.

“Centopercento architettura”, cento immagini scelte a rappresentare simbolicamente la cultura del progetto architettonico e le sue molteplici componenti.

Mostra promossa da
Ordine Architetti Pianificatori Paesaggisti Conservatori della Provincia di Verona

Cura e allestimento
Alberto Vignolo
Paola Ravanello

Contributi di
Ugo Brusaporco, Nicola Gastaldo, Michele De Mori, Erika Bossum, Filippo Semprebon, Laura De Stefano, Giovanni Mengalli



Mostra “Centopercento architettura”

Una mostra “da portare via e da condividere”: potrebbe essere questo lo slogan dell’iniziativa, il cui contenuto principale è infatti una serie di cartoline da guardare, scegliere e magari spedire: con molti e calorosi *Saluti dall’architettura veronese*.
Giocando sull’ambiguità di significato tra l’enumerazione (i cento esempi scelti), una generica misura standard (cento per cento centimetri) e la tensione verso un valore percentuale pieno (100%), il titolo pone in realtà all’attenzione dei visitatori una rappresentazione molto estesa dell’architettura veronese. Le maglie del numero cento sono infatti abbastanza ampie da comprendere tutta la casistica selezionata negli ultimi numeri della rivista «architettiverona», ma anche molti altri esempi pubblicati in differenti contesti.

La rassegna va indietro negli anni fino a comprendere la seconda metà del Novecento, con qualche inevitabile sconfinamento antecedente, e pone in particolare rilievo le realizzazioni del Moderno, nelle sue diverse interpretazioni e declinazioni locali. Venendo all’oggi, i valori critici meno consolidati portano a una apertura generosa, che arriva a comprendere anche alcuni esempi alla scala degli interni: si tratta soprattutto di una dichiarazione di intenti, che dovrà proseguire in una indagine più accurata e sistematica.
Non c’è dubbio infatti che tra i cento casi scelti si possano fare delle gerarchie, e che l’Architettura con la A maiuscola non conosca la legge dei grandi numeri, anzi. Va però rivendicata, e questo è il senso dell’iniziativa, l’idea di una necessità dell’architettura, e degli architetti quali interpreti privilegiati dell’organizzazione dello spazio e dei bisogni che la società esprime.
È necessario però, per raggiungere questo scopo, il contributo di ciascuno: per questa ragione simbolica, i cento esempi raccolti nelle cartoline sono in realtà novantanove. La centesima cartolina è lasciata volutamente in bianco, invitando i visitatori, in primo luogo tutti gli iscritti al nostro Ordine, a lasciare il proprio contributo. Una griglia inizialmente in bianco potrà infatti essere completata con nuove immagini, disegni o testi, che si potranno elaborare in uno studio-*ready made* posto al termine del percorso espositivo.

PARTNER
SPONSOR

“Ingegneri in Abruzzo”, mostra fotografica dell’esperienza di volontariato dell’Ordine Ingegneri nelle terre abruzzesi a seguito dell’evento sismico.

Mostra a cura di
Ordine Ingegneri di Verona e Provincia

Nell’ambito delle azione promosse da
Consiglio Nazionale Ingegneri
Protezione Civile Verona
Medici senza frontiere sezione di Verona

Allestimento
Diego Martini, Cristina Lanaro

Foto
Armando Lorenzini, Silvia Bonetti,
Rita Zaccaria, Fabrizio Zanetti

Testi
Silvia Bonetti, Vittorio Scarlini
Alcuni testi sono stati tratti dagli articoli usciti sul Notiziario degli Ingegneri di Verona n.3/2009


Inaugurazione della mostra “Ingegneri in Abruzzo”

Nella gestione della fase post-sismica, la valutazione dell’agibilità degli edifici e il censimento dei danni, risulta una delle attività di maggior impegno, sia nell’ambito peculiare dell’emergenza, per la fruibilità delle strutture strategiche, sia soprattutto in relazione alle operazioni successive alla crisi legate alla ricostruzione.
Avere un quadro ampio e articolato sulla vulnerabilità degli edifici a poche ore dal sisma infatti è di fondamentale importanza. Per quanto concerne gli edifici strategici (ospedali, scuole, centri di comando) perché risulta necessario stabilire l’operatività degli stessi nell’ambito della gestione dell’emergenza. Per gli edifici ordinari perché consente di determinare e quantificare le possibilità, per la popolazione, di poter rientrare nelle abitazioni e sui luoghi di lavoro, accorciando le attese nelle tendopoli e ripristinando, ove possibile, i ritmi della vita di ogni giorno.
Per il terremoto aquilano, in misura molto maggiore rispetto a quanto avvenuto in passato, i rilievi di agibilità sismica sono stati condotti con il coordinamento del D.P.C. (funzione tecnico scientifica della diComaC) in stretta collaborazione con Regioni, Provincie Comuni, VVf, Reluis (che ha operato nella valutazione degli edifici scolastici), Eucentre (che si è occupato direttamente dell’analisi dell’ospedale di San Salvatore a L’Aquila, mediante l’unità mobile di rilevamento nell’ambito del progetto Step, operativo già all’alba del 07/04/2009), CNI, CNA, CNG, CNR.
Tale sinergia ha permesso l’organizzazione di una rete capillare di squadre di tecnici e ha garantito (dati del settembre 2009) sopralluoghi di agibilità in ben 72.000 edifici, grazie alla presenza di 5.000 tecnici rilevatori che hanno operato in forma totalmente volontaristica.
A questa attività hanno partecipato ingegneri provenienti da quasi tutti gli Ordini d’Italia. Con omogeneità di provenienza, tipologia occupazionale ed età.
L’impegno del CNI nella gestione dell’emergenza si è concretizzato con un contributo effettivo di circa 1.200 volontari, operanti nell’arco di 40 settimane. Sono state valutate attorno a 50.000 le ore totali di lavoro svolto, per un totale di circa 18.000 verifiche di agibilità effettuate.
La risposta pronta ed efficiente degli ingegneri italiani, i risultati ottenuti sul campo, hanno fatto sì che si concretizzasse l’idea di formalizzare, in futuro, un accordo quadro con il D.P.C. per l’organizzazione di una task force permanente, soggetta ad addestramento e aggiornamento continuo, da utilizzare nella gestione delle emergenze, in tutti gli ambiti di crisi che competono direttamente l’ingegneria (emergenza post sismica, alluvionale, ambientale).
L’ordine di Verona ha messo ha disposizione sette squadre di professionisti. Ciascun gruppo era composto da due esperti strutturisti e un giovane.

Le foto dell’esperienza abruzzese sono state inserite all’interno delle teche originali del Cinema Corallo, ai loro piedi le macerie e tra queste la luce, a significare che dalla disperazione e distruzione avvenuta a causa del sisma può rinascere la speranza e la vita. Sull’altro lato sono state riportate alcune frasi tratte dagli articoli degli ingegneri volontari in Abruzzo, l’esperienza ha lasciato un segno indelebile nella memoria di tutti.
La mostra prosegue anche rappresentando l’esperienza della Protezione Civile di Verona giunta subito sul posto con un campo base e infine si conclude con le immagini di Medici senza Frontiere, sezione di Verona a cui sono stati devoluti i ricavati dalla vendita delle foto dell’Abruzzo.

“Ingegneria tra nuove scoperte e nuove energie”, una mostra che attraverso alcuni esperimenti permette di far comprendere in modo intuitivo alcuni fenomeni fisici sfruttati dall’uomo come fonti di energia.

Mostra a cura di
Ordine Ingegneri di Verona e Provincia

Nell’ambito delle azione promosse da
Consiglio Nazionale Ingegneri

Allestimento
Associazione Pleiadi

Testi
Andrea Falsirollo, Associazione Pleiadi



Alcuni studenti alle prese con gli esperimenti della mostra, il vortice



Alcuni studenti alle prese con gli esperimenti della mostra, il magnetismo

Da sempre l’uomo ha cercato di utilizzare le risorse che la natura mette a disposizione ed i principi fisici che regolano i fenomeni naturali per renderli fruibili alle esigenze dell’uomo.
In questa mostra vengono rappresentati alcuni fenomeni fisici studiati per l’utilizzo in campo energetico.
In questo periodo storico in cui le fonti di energia “tradizionali” (ovvero derivanti dagli idrocarburi) rischiano di venire meno a causa dell’elevato sfruttamento e rischiano di consegnare alle generazioni future un mondo sempre più inquinato e depauperato risulta sempre più importante il ruolo che ha l’ingegnere nella ricerca di fonti energetiche rinnovabili, quindi inesauribili, ma soprattutto pulite e facilmente convertibili in energia elettrica e termica.
L’ingegnere riveste un ruolo determinante anche nella ricerca di applicazioni energetiche efficienti, infatti, sino a che non si troveranno fonti energetiche inesauribili alternative agli idrocarburi, si dovrà tentare di ridurre il più possibile i consumi.
Tutto questo è possibile con nuove scoperte derivanti da principi fisici, chimici, etc.., già scoperti in precedenza ma applicati in modo specifico alla ricerca di nuove fonti di energia e alla ricerca di forme di utilizzo sempre più efficienti.
Questi sforzi hanno portato alla scoperta dell’energia fotovoltaica, all’utilizzo delle maree e alla riscoperta dell’energia idroelettrica, dell’eolica e di quella geotermica.
Parallelamente alla ricerca di fonti di energia alternative è sorta già da qualche anno la necessità di trovare vettori e/o nuovi sistemi di accumulo dell’energia da utilizzare anche nel settore dei trasporti. La sfida è ancora aperta.
L’ingegnere si occupa, infine, non solo della ricerca e dello sviluppo di nuovi sistemi di conversione dell’energia e di vettori energetici ma anche della pianificazione e della gestione degli usi finali dei sistemi e delle problematiche di impatto ambientale.

È stato un grande lavoro di squadra, è doveroso ringraziare tutti i volontari che si sono turnati durante i giorni di apertura del cinema accompagnando i visitatori :
Paolo Adami (A3197), Federica Avesani, Davide Bertini, Chiara Bissoli, Domenico Contino, Luca Cremonesi, Paolo Crescini, Nicola Fakes, Andrea Falsirollo, Elisa Faretina, Michele Ferrari, Alberto Giacomi, Angelo Longobardi, Eleonora Menaldo, Claudio Morati, Roberto Olivieri, Andrea Pasotto, Pietro Spartano, Marino Zanardo, Enrico Zavarise.
Un ringraziamento particolare all’ing. Marco Terrabuio che ha redatto e presentato il progetto per l’evento esaminato dalla Commissione Comunale di Vigilanza per i locali di pubblico spettacolo nonché coordinatore per gli ingegneri di tutto l’evento.
Un grazie anche all’ing. Alessia Gironda che ha redatto la relazione di verifica ai sensi del DPR 311/2001per quanto riguarda la messa a norma degli impianti e a tutti coloro che hanno contribuito anche rimboccandosi le maniche in prima persona all’allestimento delle mostre.
Ringrazio la redazione del Notiziario che ha realizzato il libretto divulgativo sulla figura dell’ingegnere e in particolare ing. Silvia Bonetti, ing. Domenico Contino, ing. Maurizio Cossato, ing. Claudio Morati, ing. Alberto Maria Sartori.

■

L'ex-cinema Corallo

Giuseppe Puglisi Guerra, ingegnere in Verona

L'edificio che fino a qualche tempo fa conteneva il cinema Corallo attualmente non ha alcuna funzione. Recentemente, però, i suoi spazi interni sono tornati letteralmente a vivere grazie ad una iniziativa, promossa congiuntamente dagli architetti e dagli ingegneri veronesi, dal titolo 'La cultura del progetto'; essa si è sviluppata nel corso di tre fine settimana, dal 16 settembre al 2 ottobre, ed è stata rivolta a tutti, con l'obiettivo di diffondere la conoscenza riguardante l'attività lavorativa ed il modo di pensare dei tecnici in questione. In occasione di tale evento, dunque, si è potuto riscoprire un 'contenitore' il quale presenta sicuramente degli aspetti progettuali, sia architettonici che strutturali, di notevole interesse. A me il compito di svelarvi almeno quelli più significativi; quale lo scopo di una simile azione? Be', non lo nascondo: quello di cercare di suscitare dell'attenzione riguardo questa costruzione, in modo che essa possa essere ristrutturata e riutilizzata stabilmente. Ciò è anche quello che auspicano molti veronesi che sono venuti a visitare la nostra mostra, ricordando i tempi nei quali la sala cinematografica era aperta. Per iniziare vorrei scrivere alcune brevi note sulla storia della struttura, le quali sono indispensabili per comprendere le sue principali caratteristiche.

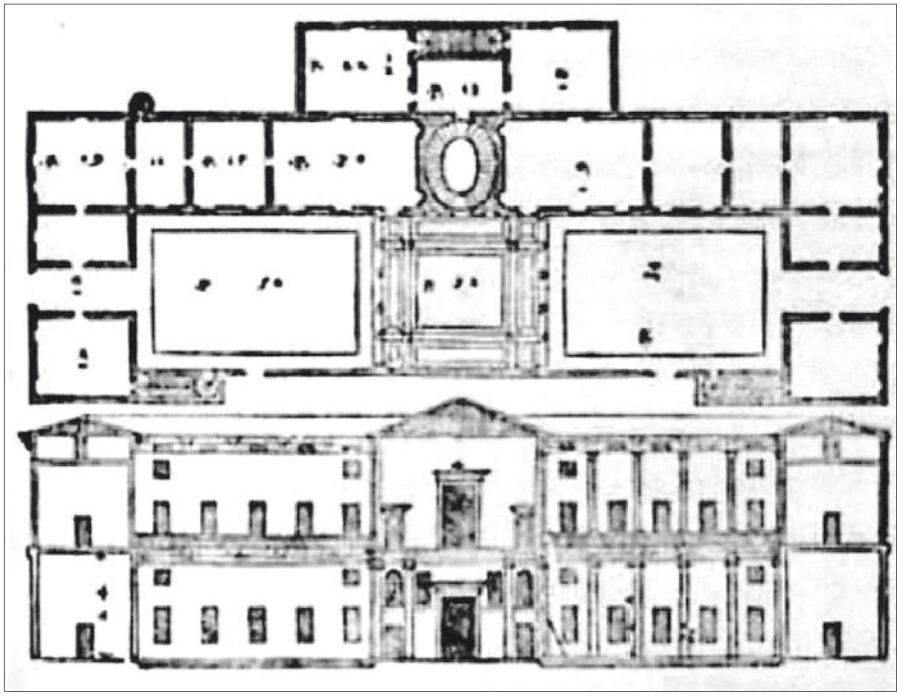


Figura 1 – Il progetto originario di Andrea Palladio.

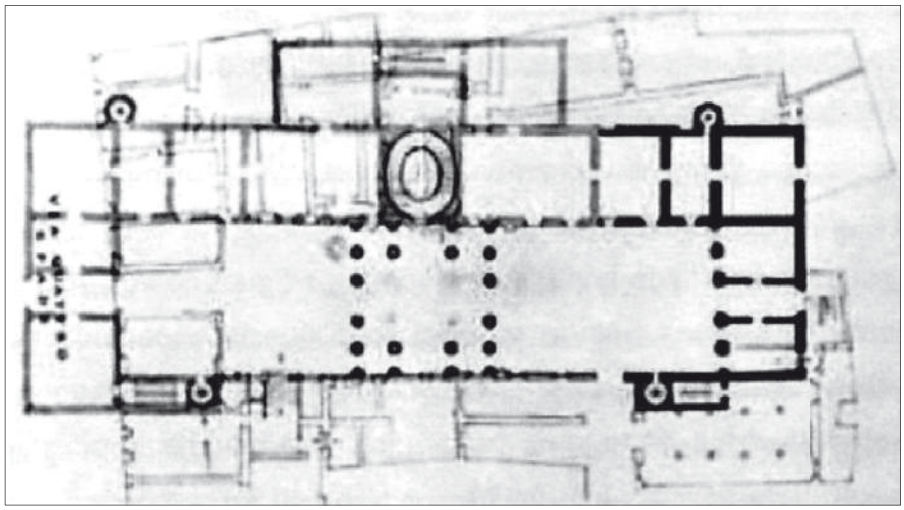


Figura 2 – Sovrapposizione fra il progetto originario e ciò che fu effettivamente realizzato. In nero marcato ciò che rimane oggi.

Un po' di storia per iniziare

Poco dopo la metà del XVI secolo Giovanni Battista Della Torre, uno dei personaggi più in vista della Verona di allora, incaricò il famosissimo architetto Andrea Palladio (Padova, 30 novembre 1508 – Maser, 19 agosto 1580) di progettargli un palazzo da erigersi nel cuore di Verona, tra corso Porta Borsari, l'antico decumano romano, e via Quattro Spade, l'antico secondo cardine citrato. I lavori durarono presumibilmente dal 1555 al 1568 e rispettarono solo parzialmente i disegni originari del tecnico patavino (figura 1; situazione analoga a quella di villa Sarego di Pedemonte): fu realizzato un cortile dei due previsti, fu abolita la sala colonnata e la grande scala ovale, la quale doveva essere uno degli elementi caratterizzanti dell'edificio, fu rimpiazzata da una più modesta a due rampe. Dell'organismo rinascimentale oggi sopravvivono una piccola parte della corte, una piccola scala a chiocciola e tre stanze al piano terra (dunque ben poco, si guardi la figura 2).

Giungiamo adesso a tempi più moderni nel nostro racconto. Nel 1935 l'architetto Francesco Banterle, per conto dei proprietari fratelli Dolci, sottopose alla Soprintendenza un intervento fortemente invasivo, che prevedeva la demolizione di un'intera ala dell'opera principale e del fabbricato in fondo al cortile, per la costruzione di un cinematografo: l'idea, per la sua arditezza, fu scartata. Nel 1940 fu elaborata una nuova soluzione: in essa, ancora una volta, era proposto l'abbattimento dei solai e delle murature del XVI secolo, inoltre si posizionavano il palcoscenico al posto della corte e la platea verso via Quattro Spade, infine si concepiva una piccola piazza prospettante su corso Porta Borsari, sulla quale si poneva anche un accesso. Il soprintendente Niccoli dapprima si espresse tutto sommato favorevolmente, poi, dopo l'intervento di Alessandro Da Lisca che

identificò con certezza gli autori del complesso architettonico e delle decorazioni a stucco, egli cambiò subito parere. Nel 1941 e nel 1942 ci furono altri due dinieghi ad altrettante nuove versioni progettuali, poi Banterle finalmente capì che il nocciolo della questione era preservare il più possibile le preesistenze storico-ambientali del sito ed escogitò, allora, di traslare il corpo del futuro luogo di spettacolo verso la casa, avente il prospetto principale di sapore gotico, affacciantesi su via Quattro Spade, di intaccare solamente una sola sala, per altro con l'accortezza di riproporla tale e quale al primo piano, e di spostare lo scalone seicentesco, con gli affreschi decoratori dello stesso, all'interno dell'edificio situato all'estremità della corte. Stavolta, com'è intuibile, il progetto ricevette l'assenso (datato 29 dicembre 1942), ma non fu mai attuato. Arriviamo, dunque, all'ultimo atto di questa 'commedia burocratica', il quale avvenne nei primi anni dopo la guerra. La nuova e definitiva versione del piano dei lavori fu dell'ingegner Italo Mutinelli per l'aspetto architettonico e dell'ingegner Minghetti per quello strutturale: nel prossimo paragrafo approfondiremo la conoscenza di essa.

Il progetto

L'ingegner Mutinelli, nell'affrontare il suo compito, era ben conscio di intervenire in un contesto storicamente stabilizzato il quale, nonostante fosse stato pesantemente bombardato il 4 gennaio del 1945, era ancora lo snodo fondamentale da cui doveva partire la progettazione. A conferma di ciò vi è il fatto che egli fu obbligato a recuperare totalmente la facciata principale in stile gotico di via Quattro Spade; per raggiungere questo scopo si dovettero integrare i pezzi rimasti dopo la distruzione con altri nuovi ma in stile. Oggi a noi si presenta un fronte perfettamente simmetrico, com'era prima dell'evento bellico distruttivo, con 3 grandi portoni centrali e 2 più distaccati, un po' più piccoli, al piano terra, tutti e 5 rettangolari ed inquadrati da un rivestimento in pietra di Sant'Ambrogio di Valpolicella lavorata con la gra-



Figura 3 – Un particolare dell'interno: si distinguono lo spazioso atrio, il bancone della biglietteria della fine degli Anni Quaranta, le due entrate alla platea, le due larghe scale che salgono al primo piano (sulla sinistra se ne vede bene una), una delle scale laterali che si dipartono dai pianerottoli intermedi (sempre a sinistra) e la balconata del pianerottolo superiore. Come si può notare, le linee che caratterizzano l'architettura sono sia rette che curve; ciò lo si riscontra per i parapetti (al centro c'è n'è uno in bella evidenza), i profili e le decorazioni dei soffitti (sintomatiche di questo sono la mistilinea in alto, verso sinistra, sopra la scala ed i semplici motivi ornamentali dei cieli dell'atrio e del primo piano presenti sulla destra) e la conformazione di alcune murature (tipo quella della scala).



Figura 4 – Una bella ed esaustiva immagine della sala cinematografica: si notino il lucernario mobile col suo rosone, l'andamento discendente della platea e del loggione, il palco sottolineato dalle linee curve del cordolo terminale, la fossa orchestrale e l'elemento decorativo dorato e scanalato, il quale caratterizza il boccascena e tutte le porte.

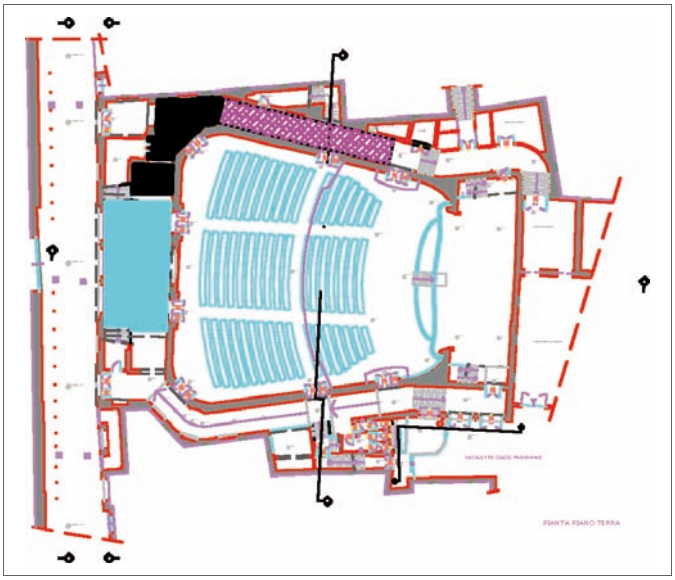


Figura 5 – Pianta del piano terra: si focalizzi l'attenzione sui 3 portoni d'entrata, sulle dimensioni dell'atrio, sull'andamento a campana della sala cinematografica e su quello curvilineo del palco, sulla presenza della fossa orchestrale e sui larghi corridoi laterali esterni all'ambiente principale.

dina (si esamini la sezione B-B riportata nella figura 10). I tre accessi menzionati immettono direttamente nello spazioso atrio, dove ancora c'è il bancone della biglietteria, molto caratteristico nel suo stile della fine degli Anni Quaranta (si guardi la figura 3). Da questo ambiente si entra, per mezzo di due porte, nella platea della sala cinematografica, avente la pianta a campana, il proscenio sul fondo e la fossa orchestrale antistante il precedente. I posti sono suddivisi in 6 settori, 3 davanti da 7 file e 3 dietro da 10 file, individuati da 4 corridoi longitudinali, 2 laterali e 2 centrali, e da uno trasversale; le linee in pianta del palco sono curve, di chiara ispirazione espressionista, alquanto anomala, come del resto è insolito, per il periodo nel quale l'opera fu costruita, l'elemento decorativo dorato e scanalato, il quale valorizza sistematicamente le cornici del boccascena, dei palchetti e delle uscite di emergenza laterali (si osservino le figure 4, 5 e 6). C'è, però, un altro componente fortemente caratterizzante l'interno: l'enorme lucernario mobile del soffitto, impreziosito da un rosone dalle forme lineari, il quale veniva aperto negli intervalli degli spettacoli per consentire l'evacuazione del fumo che si accumulava (si guardi ancora la figura 4). È interessantissimo soffermarsi un attimo sul marchingegno che azionava le due parti scorrevoli. Sulla copertura piana c'è un casotto, avente il tetto a capanna e dei tegoli di fibrocemento (presumibilmente del famigerato Eternit), nel quale è ospitato un motore che permetteva l'azionamento meccanico di tutto il sistema; esternamente sono visibili le rotaie e le rotelline in acciaio le quali rendevano possibile il movimento (si vedano le figure 7 e 8). Queste ultime sono di una semplicità unica: le prime constano di un profilo ad omega saldato su un piatto della sua stessa larghezza, a sua volta saldato su un altro piatto di larghezza pari a quella del cordolo in calcestruzzo armato sul quale poggia, le seconde, dovendo svolgere solamente un moto lungo una retta, non sono come quelle dei treni, ma, bensì, hanno tutte e due i battenti per poter avere una minore probabilità di uscita dal tracciato. Sono presenti, al termine delle vie di corsa, anche degli argani a mano, i quali erano impiegati quando non era

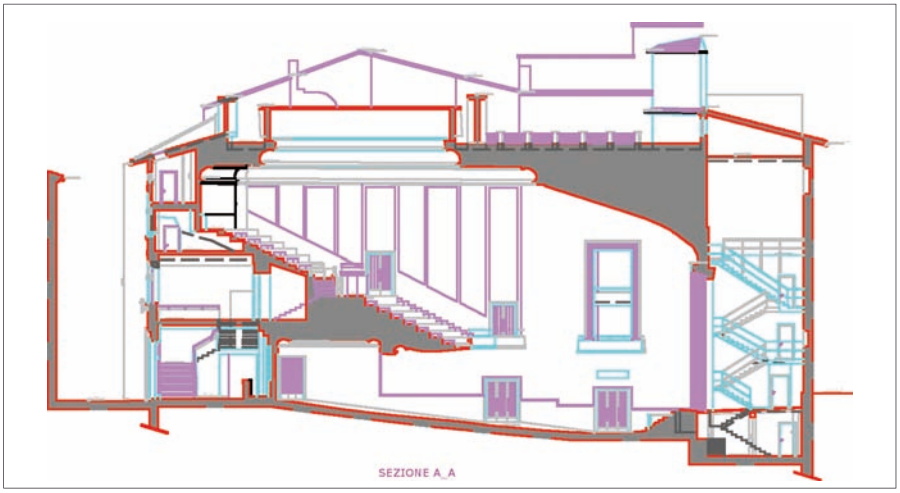


Figura 6 – Sezione A-A: si osservi il profilo discendente sia del loggione che della platea e quello curvilineo in corrispondenza del boccascena, i quali sono tali per ovvie ragioni legate sia all'ottimizzazione della visione che a quella dell'acustica.



Figura 7 – Una suggestiva immagine della copertura piana: si scorgono gli arconi delle travi composte in calcestruzzo portanti buona parte di essa, aventi i pendini verticali, a mo' di trave Vierendel, il casotto nel quale c'era il motore che muoveva il lucernario apribile, le rotaie (se ne vede una in primo piano sulla destra, con tanto di lamierino di fine corsa sagomato e di cordolo in calcestruzzo armato sottostante) ed un argano a mano (sulla sinistra), impiegato quando il sistema meccanizzato non funzionava.



Figura 8 – Un'altra eloquente immagine della copertura: sulla sinistra si apprezza benissimo uno degli arconi in calcestruzzo armato delle travi che la sostengono in massima parte, con i pendini verticali a sezione trasversale rettangolare; dietro di esso vi è il casotto già citato nella didascalia della figura 7.

in funzione la macchina (se ne scorge uno nella fotografia 7 sulla sinistra).

Per accedere al loggione superiore si devono percorrere le larghe scale (di larghezza di circa 2 m) che si dipartono dall'atrio e giungono al pianerottolo superiore, dove ci sono le porte d'entrata; alle precedenti scale, in corrispondenza del secondo dei pianerottoli intermedi, si collegano altre due scale laterali le quali servono alcuni locali tecnici (si guardino ancora le figure 3 e 4 e si esamini la pianta del primo piano della figura 9). È molto stimolante, dal punto di vista ingegneristico, analizzare brevemente il tipo di struttura portante che sostiene tutta la balconata: essa è una straordinaria, rarissima (non so quante altre di tal tipo ce ne siano a Verona, soprattutto di quell'epoca…) reticolare in calcestruzzo, suddivisa in due parti poiché il loggione è

composto, appunto, da una zona inferiore e da una superiore. Siccome quest'ultimo ha una configurazione a settore di cerchio, c'è una serie di capriate che segue tale morfologia, avente le sezioni delle aste più piccole approssimativamente pari a 30 cm x 30 cm, ed un altro gruppo di reticolari, disposte a raggiera, di controventamento delle principali. Inoltre, ho constatato personalmente come, per le travi che si trovano vicine al muro esterno, l'innesto delle aste diagonali non avvenga perfettamente in corrispondenza dei nodi di appoggio (i quali sono allocati al termine dei correnti superiori, rendendo le reticolari 'appese'), bensì un po' prima, originando un'eccentricità di circa 50 cm.

Attraverso un complesso susseguirsi di passaggi stretti, anditoie e scalette si può giungere nella cabina di proiezione, dove ancora esiste un vecchio proiettore, ed in copertura. Qui (si osservino le figure 7, 8, 10 e 11), oltre a tutto il macchinario per l'apertura del lucernario al quale già ho accennato, si notano subito i due grandi arconi, aventi sezione trasversale a T, che sono dei componenti delle travi le quali portano buona parte del solaio di copertura. Quest'ultimo, infatti, lavorando su due campate, scarica su di esse e trasmette del carico anche ad un muro portante o ad una trave alta in calcestruzzo armato (obiettivamente non si capisce bene quale sia l'elemento che raccolga l'ultima reazione vincolare), come si evince dalla parte destra della figura 8. È bene capire quale sia il modo di esplicazione della propria funzione di sostegno da parte delle due gigantesche travi: esse operano esattamente come quelle dei ponti a via inferiore, ovvero c'è un corrente sottostante (se ne distingue benissimo uno nella figura 7 sulla destra) il quale raccoglie le forze vincolari dell'orizzontamento ed è irrigidito ed aiutato notevolmente, nel suo arduo compito, dall'arcone, il quale collabora grazie ai pendini, aventi sezione trasversale rettangolare (sono in numero di 7, lo si percepisce chiaramente dalla fotografia 8), i quali ci fanno ricordare una trave Vierendel (la quale, però, lo voglio ricordare, ha i due correnti perfettamente paralleli). Come si può facilmente intuire, si tratta di una soluzione strutturale tutt'altro che disprezzabile e poco comune, notevole per i tempi nei quali fu ideata, fortemente innovativa (se buttate l'occhio con un po' di attenzione sulle costruzioni moderne, ritroverete lo schema portante in questione solamente nei ponti 'alla Calatrava' realizzati recentemente, anche se per quest'ultimi i pendini sono dei cavi in acciaio armonico). E tutto questo nel cuore di Verona, insospettabilmente (scommetto che non ne eravate a conoscenza, nemmeno io lo sapevo fino a qualche mese fa): stupiti, eh?

Fonti e ringraziamenti

La parte del mio scritto relativa alla storia dell'edificio ed alla descrizione generale di esso è tratta dall'opuscolo 'Casa Della Torre-Dolci poi Cinema Corallo', scritto in occasione dell'iniziativa 'La cultura del progetto', il resto è frutto delle mie deduzioni e delle mie conoscenze tecniche. Ringrazio: l'arch. Paolo Richelli per avermi fornito i disegni architettonici dell'opera che compaiono nelle figure 5, 6, 9, 10 e 11, l'arch. Diego Martini per le fotografie delle figure 3, 4, 7 e 8 (egli compare in primo piano nella figura 8) e l'ing. Marco Terrabuio (che è presente sullo sfondo nelle fotografie 7 e 8) per avermi proposto di scrivere l'articolo e per avermi guidato nella visita di questa interessante costruzione. Le figure 1 e 2 sono state da me tratte dal libercolo sopra citato.

■

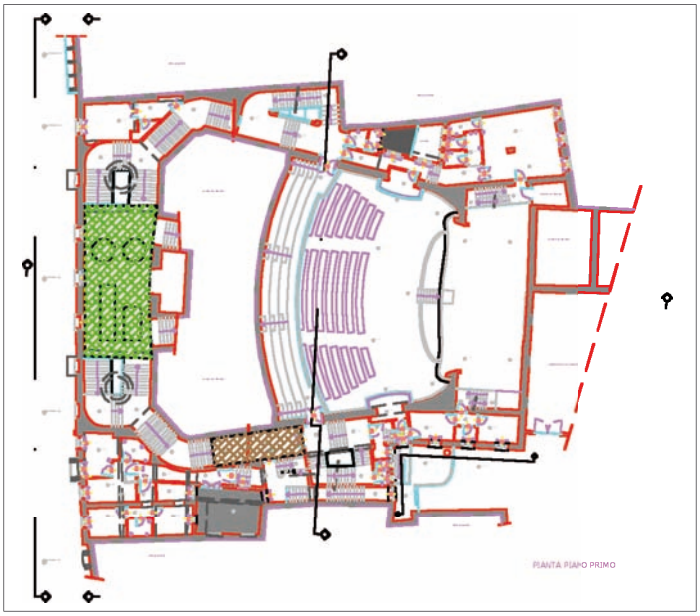


Figura 9 – Pianta del primo piano: si distinguono a sinistra le scale che portano al pianerottolo del primo piano, lo stesso pianerottolo, le scale laterali che servono dei locali tecnici, i 'vomitoria' del loggione; al centro si può notare l'andamento a semicerchio mistilineo della balconata. Il disegno permette anche di apprezzare fin dove giunge il loggione rispetto alla platea sottostante.



Figura 10 – Sezione B-B: in posizione centrale, dall'alto verso il basso, si apprezzano la sagoma di un arcone, il pianerottolo del primo piano con le tre finestre su via Quattro Spade, le larghe scale descritte in precedenza ed i tre portoni centrali di accesso all'atrio.

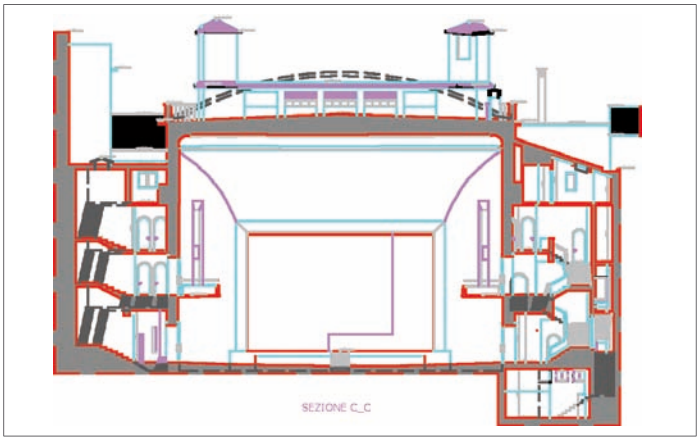


Figura 11 – Sezione C-C: si distinguono le linee 'a svasare' che definiscono il boccascena ed il labirinto di scalette ed ambienti che contraddistingue le 'ali' dell'edificio.

SISTEMA MOSE - Visita al cantiere di Malamocco

Appunti della visita integrati con il materiale disponibile in rete

Filippo Toso, Ingegnere in Verona

Premessa e ringraziamenti

Grazie alla possibilità offerta dall'impresa costruttrice Grandi Lavori Fincosit e dalle dott.sse Elena Zambardi e Selma Hecimovic dell'Ufficio comunicazione e relazioni esterne del Consorzio Venezia Nuova, che ha messo a disposizione una motonave riservata al Tronchetto, Venerdì 29 ottobre due gruppi di Ingegneri degli Ordini di Verona e Novara hanno potuto accedere ad uno dei cantieri che fanno parte del complesso dei lavori per la salvaguardia di Venezia dalle acque alte, solitamente identificato dall'acronimo MOSE. Si tratta di un'occasione speciale perché tale complesso di opere ha richiesto un iter di progetto durato oltre un trentennio, comporta un finanziamento complessivo di oltre 4.500 milioni di euro e coinvolge 3.000 adetti. All'atto della visita lo stato di avanzamento dei lavori supera il 60%. Durante il viaggio di avvicinamento in motonave il progetto generale di salvaguardia e il sistema di dighe mobili è stato illustrato con dovizia di particolari direttamente dal progettista e presidente della società Technital, ing. Alberto Scotti. Giunti in cantiere, i lavori ci sono stati mostrati dal Direttore del Cantiere, Ing. Enrico Pellegrini, i quali insieme all'assistente hanno risposto con disponibilità alle innumerevoli domande e curiosità che scaturiscono davanti ad opere di tale portata e dimensione. Infine durante la navigazione di ritorno verso il Tronchetto, pur essendo "vili ingegneri" abbiamo potuto godere del tramonto sulla laguna e della luccicante visione notturna di Venezia. Oltre a tutti coloro che sono già stati citati i ringraziamenti vengono naturalmente estesi all'ing. Simone Sabaini e all'intera Commisisone Giovani del nostro Ordine, sempre attiva nel promuovere inziative particolarmente piacevoli oltre che professionalmente interessanti.

Il progetto

Per la difesa dalle acque alte di tutti gli abitati lagunari, non solo della città di Venezia, è stato elaborato un sistema integrato di opere che prevede l'impiego di dighe mobili (schiere di paratoie da realizzare alle bocche di porto, varchi del cordone litoraneo che mettono in rapporto il mare con la laguna, da nord a sud: la bocca di Lido, la bocca di Malamocco e quella di Chioggia – Fig. 2 e 3) ed opere complementari (ricostruzione di spiagge e di murazzi, scogliere frangiflutti all'esterno delle bocche di porto e rialzo delle rive e delle pavimentazioni, con interventi per uno sviluppo di 90 km a difesa di una superficie di 1.200 ettari – Fig. 1). L'integrazione di questi interventi costituisce un sistema di difesa in grado di isolare la laguna dal mare durante gli eventi di alta marea superiori a una quota prefissata, che sulla base degli studi e dei modelli numerici analizzati si prevedere di utilizzare per pochissime volte l'anno (3/5 volte) in modo tale da garantire il delicato equilibrio dell'ecosistema lagunare, la tutela della morfologia e del paesaggio e lo svolgimento della navigazione e dell'attività portuale.



Fig. 1 - Ubicazione degli interventi complementari

Le opere mobili sono costituite da schiere di paratoie scatolari in acciaio, vincolate tramite cerniere ad appositi alloggiamenti in calcestruzzo da realizzare sui fondali delle tre bocche di porto. Tali opere si definiscono mobili poiché in condizioni normali di marea (a riposo) le paratoie sono piene d'acqua e restano adagiate nelle strutture realizzate sul fondo. Quando è prevista una marea superiore alla quota di salvaguardia le paratoie vengono svuotate dall'acqua mediante immissione di aria compressa. In questo modo, a causa della spinta di galleggiamento, le paratoie si sollevano ruotando attorno all'asse delle cerniere fino ad emergere parzialmente, costituendo una barriera continua in grado di dividere temporaneamente la laguna dal mare e di bloccare il flusso della marea senza alterare il naturale moto ondoso. Quando la marea cala e la laguna e il mare raggiungono lo stesso livello, le paratoie vengono di nuovo riempite d'acqua e ritornano ad adagiarsi, "scomparendo" negli alloggiamenti sul fondale. Ciascuna paratoia è costituita da una struttura scatolare metallica vincolata attraverso due cerniere all'alloggiamento. Tutte le paratoie misurano 20 m di larghezza mentre hanno altezza e spessore variabili a seconda della profondità del canale di bocca, con pesi medi dell'ordine delle 350 tonnellate ciascuna.

Tra il 1988 e il 1992 è stata eseguita una sperimentazione su un prototipo di paratoia in scala reale, il Modulo Sperimentale Elettromeccanico MO.S.E. e da allora nella mentalità comune quell'acronimo è stato associato per identificare l'intero compelsso degli interventi di salvaguardia dalle acque alte.

L'elemento di raccordo estremo tra le schiere di paratoie e il territorio è rappresentato dalle strutture di spalla. In esse sono contenuti tutti gli impianti e gli edifici necessari al funzionamento delle opere. I cassoni sommersi di alloggiamento delle paratoie dispongono di gallerie a pressione atmosferica per il passaggio degli impianti necessari al funzionamento. Le bocche restano chiuse per la sola durata dell'acqua alta e per i tempi di manovra delle paratoie. Attualmente, il livello di marea previsto per l'entrata in funzione delle



Fig. 2 – Ubicazione dei cantieri alle bocche di porto



Fig. 3 – Schema delle dighe mobili e loro funzionamento

paratoie è 110 cm. Si tratta di una accordo preso dalle Istituzioni competenti, in base alla quota cui si è deciso di rialzare le rive delle parti più basse dei centri lagunari. Tale livello non rappresenta, dunque, un limite funzionale del sistema di difesa e può essere rivisto e modificato se ritenuto necessario fino ad un massimo di 3 metri (mentre ad oggi la marea più alta registrata è stata di 1,94 m).

I cantieri procedono contemporaneamente alle tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia e sono organizzati per ricevere materiali, macchinari e personale quasi interamente via mare, per non interferire con il fragile territorio litoraneo. Al fine di non interferire con le attività economiche, marittime e portuali, i lavori vengono svolti senza interrompere mai la transitabilità dei canali. Sono previsti inoltre interventi di ripristino ambientale e morfologico da eseguire nelle aree lagunari soggette a elevati fenomeni di degrado riutilizzando materiali compatibili con l'ambiente lagunare provenienti dai lavori di dragaggio che vengono eseguiti alle bocche, ed interventi per l'infrastrutturazione e l'adeguamento funzionale degli edifici e degli spazi dell'Arsenale Nord dove saranno localizzate le attività di manutenzione delle paratoie del Mose e di gestione del sistema.
Per consentire l'operatività portuale anche con le paratoie in funzione il sistema comprende una conca di navigazione alla bocca di Malamocco per il transito delle navi (370x50 metri circa) e porti rifugio e piccole conche di navigazione per il ricovero e il transito delle imbarcazioni da diporto, dei mezzi di soccorso e dei pescherecci alle bocche di porto di Lido e Chioggia.

La sintesi numerica

Di seguito si riporta un riepilogo delle principali caratteristiche dell'opera, aggiornato ad ottobre 2010, parzialmente tratto dalla documentazione disponibile in rete a cura del Consorzio Venezia Nuova:
4 le schiere di dighe mobili in corso di realizzazione alle bocche di porto lagunari: 1 a Malamocco, 1 a Chioggia e 2 alla bocca di Lido, data la maggiore ampiezza e la presenza di due canali con profondità diverse (Treporti e S. Nicolò).
35 il numero complessivo dei cassoni di alloggiamento, di cui 27 di soglia e 8 di spalla (7+2 Lido Treporti, 7+2 Lido San Nicolò, 7+2 Malamocco, 6+2 Chioggia), ciascuno del peso dell'ordine di 20.000 tonnellate;
78 il numero complessivo di paratoie previste, del tipo "a ventola a spinta di galleggiamento, oscillante e a scomparsa sul fondo quando non sono sollevate, con peso dell'ordine delle 350 tonnellate ciascuna;
18,5 x 20 x 3,6 m, lunghezza, larghezza e spessore della paratoia più piccola (schiera di Lido – Treporti);
29,6 x 20 x 4,5 m, lunghezza, larghezza e spessore della paratoia più grande (schiera di Malamocco);
3 metri, la marea massima che le paratoie possono fronteggiare;
60 centimetri in 100 anni, il rialzo del livello del mare che il Mose e 46 chilometri di litorale rinforzato da nuove spiagge fronteggiano;
4.678 milioni di euro il costo complessivo delle opere di salvaguardia;
63% l'avanzamento dei lavori ad ottobre 2010;
3.000 gli addetti diretti e indiretti con impiego nei cantieri di un centinaio di mezzi navali;
9.000 i metri di scogliera già realizzati sui 9850 necessari al completamento delle opere a vista, quali i porti rifugio, il rinforzo dei moli, le dighe foranee;
4.100 i metri di parete verticale già realizzati sui 4.590 necessari al completamento delle opere a vista quali le conche di navigazione e le "spalle" delle schiere delle paratoie;
398.700 i metri quadrati di protezione del fondale, opera subacquea, sui 597.000 necessari al completamento.

Il Cantiere della bocca di porto di Malamocco.

La realizzazione dei cassoni di fondazione delle paratoie rappresenta una delle sfide più interessanti dal punto di vista della cantierizzazione dato che, non essendo possibile lavorare direttamente sul fondo del mare, né chiudere le bocche alla navigazione, è stato deciso di prefabbricare gli elementi a terra e di posizionarli successivamente entro apposite trincee predisposte sui fondali.

La sfida consiste nel fatto che si tatta di prefabbricare, movimentare a terra, far navigare e infine posizionare ed accoppiare con precisione sul fondo del mare manufatti in calcestruzzo di lunghezza pari a 60 m, larghezza variabile tra 35 e 50 m, altezza variabile tra 9 e 12 m, e pesi compresi tra 12.400 e 20.200 tonnellate ciascuno. Nel cantiere della Bocca di porto di Malamocco vengono realizzati i cassoni di alloggiamento e di spalla per le due schiere di barriere di Lido-San Nicolò e di Malamocco (complessivamente 14 di soglia e 4 di spalla).

Il campo di prefabbricazione a cielo aperto è posto su un terrapieno guadagnato temporaneamente al mare di 150.000 mq sul lato sud della conca di navigazione (Fig. 5 e 6). Le operazioni per la realizzazione del terrapieno hanno richiesto tre anni di lavoro ed altri tre sono necessari per la realizzazione dei 18 cassoni. Si tratta di un cantiere ardito, posto fra mare e terra, che oltre all'impianto di prefabbricazione comprende anche un sistema di carrelli su rotaie per la traslazione dei manufatti a terra ed un impianto di sollevamento speciale per la messa in acqua dei cassoni. Dopo il termine delle operazioni di varo di tutti i cassoni il terrapieno verrà smantellato e la superficie restituita al mare.
I cassoni hanno struttura cellulare per consentire il galleggiamento nella fase di navigazione in mare e, in secondo luogo, per consentire, una volta posti in opera, zavorrati e solidarizzati tra loro, il passaggio al loro interno degli impianti necessari al funzionamento del sistema (impianti di



Fig. 4 – Il progetto delle opere alla bocca di porto di Malamocco



Fig. 5 – In evidenzia il terrapieno artificiale e i cassoni in costruzione, la piattaforma per il sollevamento e la conca di navigazione



Fig. 6 – Il cantiere: in primo piano la piattaforma syncrolift

distribuzione aria compressa, di ventilazione, impianti elettrici di alimentazione e controllo, impianti antincendio e di sicurezza) e del personale per le ispezioni e la manutenzione (Fig. 7).
Ciascun cassone è costituito da una soletta di fondo a base rettangolare di dimensione variabile tra 2 e 3.000 mq, sollevata da terra mediante l'impiego di un centinaio di pilastri alti circa 230 cm (Fig. 8). Tale configurazione è necessaria per consentire, dopo il termine della costruzione, l'inserimento sotto agli elementi dei binari e dei carrelli necessari per la movimentazione a terra (Fig. 12).
I cassoni presentano caratteristiche progettuali che hanno influenzato la scelta delle soluzioni costruttive. In particolare è necessario effettuare il getto delle solette di fondo in un'unica soluzione. Per questo motivo il cantiere è organizzato con un impianto di betonaggio autonomo e una catena di approvvigionamenti adeguata per sostenere un getto continuativo della durata di 24 ore. Inoltre le parti in elevazione dei cassoni sono costituite da pareti che definiscono le celle interne.

Per diminuire gli effetti del ritiro e garantirne la perfetta tenuta stagna, le celle vengono realizzate secondo una sequenza a scacchiera. Gli spessori contenuti delle pareti (compresi tra 25 e 50 cm) rapportati all'altezza rilevante, fino a 5 m, e all'elevato contenuto di acciaio di armatura, fino ad un massimo di 500 kg di ferro per mc di calcestruzzo (!), sono state determinanti nella scelta del materiale SCC (calcestruzzo autocompattante) oltre che per la definizione di un sistema di casseratura speciale a cura del fornitore.
Al termine del processo di costruzione, ciascun cassone viene allestito con alcuni dispositivi che verranno utilizzati nelle fasi successive di posa in opera. In particolare si inseriscono 4 martinetti entro altrettante sedi appositamente predisposte ai vertici del solettone di base (Fig. 10). Si fissano inoltre sul fondo inferiore del cassone, appositamente grecato, degli speciali teli plastici ripiegati (Fig. 11). Infine si chiudono gli accessi delle gallerie di ispezione e vi si fissano attorno speciali giunti a tenuta

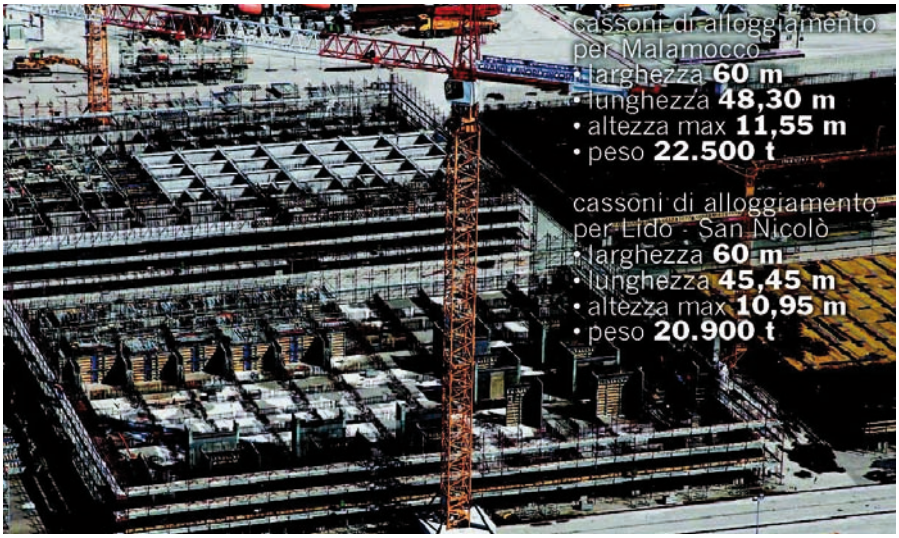


Fig. 7 – Particolare di cotruzione di un cassone


Fig. 8 – I casseri di base della soletta, in secondo piano i pilastri


Fig. 9 – Vista laterale dei cassoni in fase di costruzione

stagna (denomineti giunti GINA) necessari per l'accoppiamento del cassone con gli elementi adiacenti.
Dopo aver raggiunto il punto previsto per la posa in opera il cassone verrà affondato zavorrando alcune delle celle interne. Durante questa fase i martinetti verranno impiegati quali distanziatori dal fondo di posa, mentre nei teli plastici verrà pompato calcestruzzo fluido in pressione in modo tale da far svolgere i contenitori entro i recessi che si creano tra le scanalature della superficie inferiore del cassone e il fondo marino, realizzando in opera una sorta di letto di appoggio in calcestruzzo. L'accoppiamento di precisione dei cassoni posati e accoppiati tramite i giunti GINA viene effettuato creando depressione nelle gallerie in modo tale che la pressione idrostatica esercitata sulle superfici esterne forza la chiusura dei cassoni, uno contro l'altro. Dopo essere stato terminato ed allestito, ciascun cassone viene sollevato dai pilastri in c.a e trasferito al molo ove si procederà al varo. Per effettuare l'operazione si utilizza uno speciale sistema di sollevamento e traslazione per carichi pesanti composto da 84 carrelli costituiti da 4 ruote metalliche e da un martinetto oleodinamico centrale (Fig. 12). Ciascun carrello ha portata pari a 335 tonnellate, per complessive 28.000 t. Ciascun carrello solleva e sposta un peso pari a quello di un Boeing 747 (!). Il controllo di gestione contemporanea dei martinetti consente di realizzare una sorta di "letto fluido" in modo tale da mantenere l'assetto orizzontale del cassone e la distribuzione uniforme dei carichi durante la delicata fase di sollevamento e lungo tutto il percorso, che viene coperto alla velocità di circa 1 metro al minuto. Le rotaie su cui scorrono i carrelli (Fig. 13) sono modulari e configurabili in funzione delle diverse traiettorie di trasferimento di ciascun cassone; l'elemento standard ha una lunghezza di 10 metri ed un peso di 11 tonnellate ed è realizzato con due profili principali di acciaio ai quali sono fissati i binari. Le rotaie formano percorsi rettilinei che prevedono deviazioni di 90° per lo spostamento laterale dei cassoni. Ciò è reso possibile da appositi incroci che sono ottenuti con l'intersezione di



Fig. 10 – Particolare del foro predisposto per il martinetto d'angolo



Fig. 11 – Particolare del fondo sagomato della soletta inferiore



Fig. 12 – Carrelli e binari per lo spostamento dei cassoni

elementi posti ortogonalmente gli uni agli altri.

Dato che i cassoni vengono realizzati ad una quota superiore a quella del mare è necessario che vengano letteralmente calati in mare prima di essere rimorchiati fino al punto previsto per l'affondamento. Per effettuare tale l'operazione è stata quindi predisposta una speciale darsena di varo delle dimensioni di 75 x 95 metri e profondità -19 metri (Fig. 15), raccordata al sito di prefabbricazione, delimitata da cassoni cellulari di calcestruzzo che costituiscono banchine su tre lati e con il quarto lato aperto verso il mare. Le operazioni di varo saranno eseguite attraverso una speciale piattaforma che funziona come un gigantesco ascensore della portata complessiva di oltre 30.000 tonnellate.

Tale tecnologia rappresenta una applicazione speciale di un dispositivo correntemente impiegato in campo navale per alare le imbarcazioni al fine di svolgere a terra le operazioni di manutenzione delle parti normalmente immerse, denominato syncrolift (Fig. 6). La piattaforma è posta inizialmente allo stesso livello del terrapieno retrostante (Fig. 14). Dopo aver caricato un cassone la piattaforma viene abbassata in modo da mettere in galleggiamento il manufatto. Il movimento verticale è attuato mediante 26 argani elettrici (Fig. 17) della portata unitaria di 1.200 tonnellate, ciascuno dei quali a sua volta è composto



Fig. 13 – Binari modulari in fase di prova


Fig. 14 – Piattaforma syncrolift sollevata e allestita con i fasci di binari


Fig. 15 – Darsena di varo in costruzione (75x95m;19m profondità)


Fig. 16 – Travi principali di impalcato della piattaforma syncrolift

da una coppia di verricelli che movimentano le pulegge poste sulla piattaforma. La piattaforma delle dimensioni in pianta di 62 x 52 metri consiste in un impalcato composto da 13 travi principali in acciaio lunghe 57 metri ed alte 5 metri e da una serie di travi secondarie che supportano le rotaie sulle quali scorrono i carrelli per complessive 4.000 tonnellate (Fig. 16). Una volta posto in galleggiamento il cassone, quest'ultimo viene rimorchiato sul sito di posa, mentre la piattaforma e il sistema di carrelli riemergono per essere nuovamente impiegati secondo lo stesso ciclo di utilizzo. ■





Fig. 17 – Dettaglio dimensionale di un argano del sistema syncrolift

Fonti. Per la composizione di questo articolo oltre alla brochure ricevuta durante la visita e agli appunti stesi dall'autore sono state consultate alcune fonti bibliografiche e fotografiche di seguito riportate:

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Magistrato alle Acque di Venezia, concessionario Consorzio Venezia Nuova:

- "Quaderni Trimestrali Consorzio Venezia Nuova"
- "I Cantieri del Mose – Ottobre 2010"
- sito internet www.salve.it

Per le casserature speciali: "Doka Xpress n° 2 / 2010", pubblicazione di Doka Italia S.p.A.

Per il sistema di traslazione cassoni:

- "MOSE Parts the Sea in Venice - Rexroth hydraulics transports components weighing 23,000 tons for a mobile tide barrier" pubblicato su www.boschrexroth.com.
- "TTS Review n°11 September 2010" pubblicato su www.ttsgroup.com.

Per il sistema sollevamento syncrolift:

- "Fagioli News - Issue 11 - summer 2010" pubblicato su www.fagioli.it
- www.rolls-royce.com

Nuovo Canale di Panama: una sfida che si rinnova

Angela Pomaro - Andrea Comerlati - Matteo Comerlati, Ingegneri in Verona

Il primo studio di fattibilità per la costruzione di una via d'acqua attraverso l'istmo di Panamà si deve a Carlo V, nel 1524. Le difficoltà connesse ai mezzi tecnici a disposizione per l'impresa ritardano tuttavia l'inizio dei lavori fino al 1881, secondo il progetto caldeggiato dal Congresso Internazionale di Parigi, ad opera di Ferdinand Marie de Lesseps, già costruttore del Canale di Suez. La società francese impegnata nella realizzazione del canale, guidata per un periodo anche da Gustave Eiffel è tuttavia destinata a fallire definitivamente nel 1889, a causa di ostacoli di natura tecnica e finanziaria, ma anche per l'elevata mortalità connessa alla diffusione di malattie tropicali (22.000 lavoratori muoiono durante l'appalto francese, 6.000 decedono successivamente durante quello americano).

Finalmente, nel 1903, sotto la guida del Presidente Theodore Roosvelt, gli USA ottengono, da parte dello stato di Panama, allora dichiaratosi Repubblica indipendente dalla Colombia, la concessione al controllo di una striscia di territori larga 5 miglia, attraverso la quale avviare la costruzione del canale. Il cantiere riapre nel 1904, tuttavia le difficoltà connesse alla realizzazione di opere di scavo così profonde suggeriscono al nuovo direttore dei lavori, colonnello G. Goethals, una nuova soluzione ingegneristica, i cui lavori vengono intrapresi dal genio militare statunitense nel 1907, per concludersi il 3 agosto 1914: una via d'acqua sopra il livello del mare gestita da un sistema di chiuse, costata complessivamente 387 milioni di USD e l'impiego di 75.000 uomini, per compiere lo scavo di 174 milioni di metri cubi di roccia.

Il Canale di Panama esistente è un canale artificiale che attraversa l'istmo di Panamá, per una lunghezza complessiva di 81,1 km, unendo l'Oceano Atlantico a quello Pacifico. È caratterizzato da una profondità massima di 12 m e da una larghezza variabile tra i 240 e i 300 m nel lago Gatún e i 90-150 m in corrispondenza al cosiddetto "Taglio della Culebra". Un sistema di chiuse, composto da 6 conche, organizzate in 3 sezioni ed altrettanti laghi artificiali permette il passaggio alle navi, consentendo di superare un dislivello complessivo di 27 m e trasformando una traversata di 60 giorni, come quella necessaria alla circumnavigazione dell'America meridionale, in un passaggio della durata di sole 8 ore di navigazione.

Ogni chiusa, che sopporta il transito nelle due opposte direzioni, è provvista di bocche di adduzione e scarico che aumentano e diminuiscono il livello dell'acqua necessaria a raggiungere il livello del tratto successivo da attraversare.

Al termine di questa fase di pompaggio/

Area interessata dal cantiere







Operazione di montaggio sezione di frantumazione primaria

svuotamento della conca, la nave viene guidata e trainata da locomotive elettriche, denominate "mulas".

L'imboccatura sul lato Atlantico avviene in corrispondenza al Mare dei Caraibi, vicino al porto di Cristobàl nella baia di Limon. Le navi dirette nel Pacifico vengono portate ad una quota pari a 26 metri sopra il livello del mare attraverso le tre "Gatún Locks", per proseguire la rotta attraverso il Lago artificiale di Gatún, formato dalla costruzione di una diga sul fiume Chagres, proseguono nella zona di Gamboa e lungo il "Taglio di Gaillard" o "Trincea della Culebra", un tratto di canale di circa 13 km scavato in una roccia molto dura. Oltre questo bacino si incontra il secondo sistema di chiuse, dette di "Pedro Miguel", che consentono alle navi di compiere un dislivello pari a 9 metri, in discesa, per entrare nelle acque del Lago di Miraflores, posto a quota 16,5 metri sul livello del mare. Il terzo ed ultimo set di chiuse, denominate di "Miraflores" permettono di scendere ulteriormente, fino al livello dell'Oceano Pacifico, più alto rispetto a quello dell'Oceano Atlantico di 20 cm.

Il tonnellaggio complessivo, operato nelle due direzioni, attraverso il canale di Panama ha sfiorato, nel 2009, le 200.000.000 di tonnellate, per un totale di oltre 14.000 navi transitate.

Il Canale attuale, il cui progetto risale al XIX secolo e i cui lavori sono stati ultimati nel 1914, costituisce oggi un forte limite allo sviluppo del mercato dei trasporti marittimi caratterizzato dalla necessità di poter utilizzare navi di maggior tonnellaggio, denominate Post Panamax, in grado di trasportare fino a 12.000 TEU, contro i 4.400 TEU attualmente consentiti dalle navi cosiddette Panamax, ed ha suggerito il progetto di ampliamento nato dall'accordo tra l'Autorità del Canale di Panama (ACP), organismo governativo deputato alla gestione dell'infrastruttura, e il Consorzio "Grupo Unido por el Canal" (GUPC), composto da Impregilo (Italia), Sacyr Vallehermoso (Spagna), Somague (Portogallo), Jan de Nul (Belgio) e Constructora Urbana (Panama), per un'offerta economica complessiva pari a 3,22 miliardi di dollari. Lo studio di un progetto di ampliamento del Canale si è concluso nel 2006 prevedendo di portare ad un raddoppio della capacità di navigazione entro il 2025, per un impegno economico di 5,25 miliardi di dollari che il governo finanzierà in parte aumentando i pedaggi del 3,5% per un ventennio. La realizzazione della nuova via d'acqua è prevista entro il 2014, nel centenario dell'inaugurazione del canale esistente.

Le nuove chiuse saranno formate da tre camere, ciascuna larga 55 metri, della lunghezza di 427 metri e con una profondità tale da garantire un pescaggio minimo di 18,3 metri. Saranno dotate di sistemi di paratoie scorrevoli che consentiranno di superare il dislivello esistente tra l'oceano ed il lago Gatún. Le nuove chiuse, inoltre, saranno provviste di vasche di riutilizzo dell'acqua che consentono il recupero di almeno il 60% dell'acqua utilizzata in ogni operazione di riempimento delle camere, pari a 200 milioni di litri per ogni transito. L'efficienza di questa infrastruttura è infatti strettamente legata alla preservazione dell'ecosistema ambientale. Le chiuse abbisognano di grandi quantitativi d'acqua, prelevati dal bacino artificiale di Gatùn, alimentato dal fiume Chagres, dipendendo pertanto in modo significativo dall'approvvigionamento idrico annuale. La realizzazione delle due nuove serie di chiuse, una lato Atlantico ed una lato Pacifico, consentirà l'incremento del traffico commerciale con il transito di imbarcazioni di grandi dimensioni, lunghe fino a 366 metri, larghe fino a 49 metri e con 15 metri di pescaggio.

Il progetto è caratterizzato in ogni settore da grandi numeri: prevede la produzione e l'utilizzo di circa 3,5 milioni di metri cubi di calcestruzzo e di circa 70 mila tonnellate di acciaio per la realizzazione di paratoie e valvole per la gestione idraulica delle chiuse, nonché lo scavo di terre e rocce per circa 30 milioni di metri cubi.

Nell'ambito di quest'opera sono coinvolte molte imprese italiane, anche piccole e medie, che il consorzio GUPC, aggiudicatario dell'appalto per la costruzione del nuovo Canale di Panama, ha accreditato per la realizzazione di alcuni lavori e impianti, come ICM S.r.l., che con la