



# *La manutenzione urbana a Murano: interventi nelle vie d'acqua*

di IVANO TURLON

**M**urano rappresenta, dopo Venezia e Chioggia, il più popoloso e attivo centro lagunare. L'isola del vetro è stata oggetto di un programma di risanamento statico e igienico, a cui hanno concorso il Comune di Venezia attraverso Insula per i canali interni e il Magistrato alle Acque per i canali demaniali. L'impegno del Comune è stato gravoso (anche finanziariamente parlando, dal momento che per 'restaurare' Murano sono stati spesi circa trenta miliardi delle vecchie lire), ma dovuto. L'isola veneziana, infatti, forse perché considerata zona industriale, era stata abbastanza trascurata non solo negli anni... ma nei secoli. Possiamo affermare con piena tranquillità che, prima di questi ultimi interventi di manutenzione, Murano non era mai stata oggetto di un programma di risanamento completo progettato prima a tavolino. Quando abbiamo effettuato i primi sopralluoghi ci siamo trovati davanti a una situazione quasi disperata: in molti punti le basi fondazionali erano inesistenti e i muri di sponda totalmente inadatti a sopportare l'attuale traffico motorizzato ben diverso da quello presente fino agli anni cinquanta. Al di là di qualche ottimo ma sporadico intervento portato avanti dal Magistrato alle Acque, Murano negli ultimi secoli è stata il regno del fai da te: in poche parole chi si costruiva una casa o una fabbrica per il vetro si curava anche

della riva antistante piantando alcuni paletti in superficie con muretti fatti alla buona. Dopo anni di lavoro, grazie a un progetto unitario, la situazione appare nettamente cambiata; ora Murano ha quasi dappertutto delle fondazioni efficienti o più ampie mentre alcune case prospicienti continuano a non avere delle strutture fondazionali adeguate.

Nel corso degli ultimi sette anni, Insula ha operato i più importanti interventi di manutenzione specie su fondamente e ponti. Dopo la fondamenta Da Mula, sono stati avviati e conclusi gli interventi principali che hanno riguardato le fondamente Navagero, San Giovanni dei Battuti, Colleoni, Giustinian, Maschio, San Martino, Venier e Parmense. Altri interventi sono stati attuati nelle fondamente di San Mattia e Tiepolo e nei ponti Abate Zanetti, ex Vivarini detto Longo, San Martino e Zaniol. Attualmente è ancora in corso l'intervento di Riva Longa; quando – fra circa un anno e mezzo – con l'intervento di fondamenta Santi l'ultimo tassello del programma 'Murano' andrà al suo posto, sarà arrivato il momento di occuparsi degli altri problemi dell'isola, primo tra tutti la rete fognaria, ampliando l'esperienza dell'intervento eseguito nella zona di Fra' Mauro.

La speranza dei tecnici di Insula è di aver restituito dignità a una parte della città che merita di non essere più definita 'zona industriale'.

# Gli interventi a Murano



**1. darsena degli Angeli**

Comune di Venezia – Isola

**2. fondamenta Ca' Navagero**

progetto Gianfranco Baldan e Claudio Venturini  
responsabile intervento Giuliano Molon  
direttore lavori Claudio Venturini  
impresa Lamaport srl  
realizzazione 2001  
sponde pubbliche 46 m  
fango scavato 750 mc

**3. fondamenta Cavour**

progetto Renato Vitaliani  
responsabile intervento Giuliano Molon  
direttore lavori Renato Vitaliani  
impresa Rossi Renzo costruzioni srl  
e Ferrari Ing. Ferruccio srl  
realizzazione 2003-2004  
sponde pubbliche 69 m  
fango scavato 838 mc  
pavimentazione 121 mq

**4. fondamenta da Mula**

Comune di Venezia  
sponde pubbliche 66,5 m  
sponde private 3 m  
pavimentazione 289 mq

**5. fondamenta Navagero**

progetto Gianfranco Baldan  
responsabile intervento Vittorio Bergamo  
direttore lavori Gianfranco Baldan  
impresa Gregolin lavori marittimi srl  
realizzazione 1997-99  
sponde pubbliche 997 m  
sponde private 28,6 m  
fango scavato 5.672 mc  
pavimentazione 4.356 mq

**6. fondamenta Santi**

progetto Paolo Ardizzone  
responsabile intervento Dino Cimoli  
direttore lavori Paolo Ardizzone  
sponde pubbliche 69 m  
fango scavato 838 mc  
pavimentazione 121 mq

**7. fondamenta Tiepolo**

progetto Antonio Colella  
responsabile intervento Franco Fabris  
direttore lavori Antonio Colella  
impresa Rossi Renzo costruzioni srl  
realizzazione 1999-2000  
sponde pubbliche 74 m  
fango scavato 1.627 mc  
pavimentazione 251 mq

**8. fondamenta Venier e Parmense**

progetto Leonardo Boato  
responsabile intervento e direttore lavori Vittorio Bergamo  
impresa Rossi Renzo costruzioni srl  
realizzazione 1999-2000  
sponde pubbliche 425 m  
fango scavato 1.396 mc  
pavimentazione 2.387 mq

**9. Fra' Mauro**

progetto, responsabile intervento e  
direttore lavori Lorenzo Bottazzo  
impresa Rossi Renzo costruzioni srl ed Ecostile srl  
realizzazione 2002-2004  
pavimentazione 2.818 mq  
fognatura nera 1.000 m  
fognatura bianca 1.400 m  
depuratore 800 abitanti equivalenti

**10. ponte Zaniol e fondamenta San Mattia**

progetto Andrea Marascalchi  
responsabile intervento Franco Fabris  
direttore lavori Andrea Marascalchi  
impresa Gregolin lavori marittimi srl  
realizzazione 1999-2000  
sponde pubbliche 93 m  
fango scavato 2.607 mc  
pavimentazione 893 mq

**11. ponte Abate Zanetti**

progetto Gianfranco Baldan e Antonio Colella  
responsabile intervento Giuliano Molon  
direttore lavori Antonio Colella  
impresa Tiozzo Gianfranco snc  
realizzazione 1999-2001  
sponde pubbliche 29,5 m  
fango scavato 805 mc  
pavimentazione 185 mq

**12. ponte Lungo (ex Vivarini)**

progetto, responsabile intervento  
e direttore lavori Michele Regini  
impresa Zara Rino  
realizzazione 1999

**13. ponte San Martino**

progetto Gianfranco Baldan e Antonio Colella  
responsabile intervento Dino Cimoli  
direttore lavori Antonio Colella  
impresa Ecostile srl  
realizzazione 2001-2003  
sponde pubbliche 69 m  
fango scavato 838 mc  
pavimentazione 121 mq

**scavi a umido**

Comune di Venezia  
fango scavato 34.113 mc

## Fondamente lungo il Canal Grande e i canali San Giovanni, San Donato, San Matteo

---

L'isola di Murano è costituita da più insule e la sua conterminazione è definita dalle acque del versante nord della laguna di Venezia. I canali (non definiti rii stante i rapporti dimensionali di sezione) attraversano l'isola da nord a sud, insieme con il rio dei Vetrai, secondo un andamento naturale, conseguente al particolare rapporto morfologico terra-acqua dell'ambiente lagunare. Dista da Venezia 2 km circa ed è raggiungibile attraverso il canale di San Cristoforo che, percorrendo parallelamente le mura dell'isola di San Michele e provenendo dal canale delle Fondamente Nuove, si immette nel canale dei Marani, naturale e diretto collegamento di Murano al mare.

L'insediamento è costituito da cinque isole, ma nella realtà, rapportata alla vita muranese, è divisa in due parti dal Canal Grande che, da sud e risalendo in direzione ovest e nord-ovest, si biforca in due rami: il canale degli Angeli e il canale Serenella in direzione sud e ovest; parti che trovano un proprio coagulo di vita sociale intorno alla chiesa di San Pietro e alla basilica dei Santi Maria e Donato. Ciascuna delle due parti si divide ulteriormente: quella a sud, in due insule a causa del taglio determinato dal rio dei Vetrai che le collega attraverso i tre ponti di Santa Chiara, Ballarin e di San Pietro; quella a nord in tre insule separate dal canale di San Donato e dal canale di San Matteo, attraversati

rispettivamente dai ponti San Donato, Abate Zanetti, San Mattia e San Martino. Murano ha conservato nel tempo i caratteri propri degli insediamenti delle isole della laguna, cioè quelli propri di un'edilizia e di un'architettura allineate a quinta urbana, lungo la viabilità acquea e pedonale, ma variamente frangiate nella parte retrostante, costituita da spazi verdi o liberi da costruzioni. Lungo i canali e i rii di Murano, lateralmente percorsi quasi interamente dalle fondamente, prosperano l'architettura e l'edilizia storica di maggior rilievo. Numerosi erano i palazzi, i palazzetti e l'edilizia a schiera; i palazzi erano in gran parte proprietà dell'aristocrazia veneziana che li usava come



*Fondamenta Navagero durante i lavori*

residenze di villeggiatura; erano dotati di giardini e destinati a luogo per incontri culturali e di accoglienza di ospiti illustri<sup>1</sup>.

### **Area dell'intervento**

L'area oggetto dei lavori di manutenzione è situata nella parte meridionale dell'isola di Murano ed è quella che più direttamente entra in vivace contatto idraulico con la laguna, attraverso il flusso delle maree che, dal canale San Giovanni a sud, si ripartono lungo il Canal Grande a ovest e il canale San Donato a est. Sono i muri di sponda delle fondamenta che prospettano su tali canali a essere interessati dai lavori previsti dal progetto originario dell'amministrazione comunale di Venezia, completato da Insula. Partendo dallo spigolo di raccordo alla banchina adiacente al faro, è stata interessata la fondamenta di San Giovanni dei Battuti che, lungo il canale di San Giovanni, risvolta quindi nella fondamenta Antonio Colleoni sul Canal Grande. Sul lato opposto del canale di San Giovanni l'intervento ha interessato la fondamenta Andrea Navagero e, proseguendo verso nord, la fondamenta Maschio prospiciente il canale di San Donato; sulla sponda occidentale di quest'ultimo si è intervenuti sulla fondamenta Marco Giustinian e sul tratto prospettante il campo San Donato; lungo il canale San Matteo, che si innesta perpendicolarmente al canale San Donato, i lavori hanno interessato un tratto della fondamenta San Martino. Il progetto ha inoltre compreso il consolidamento del muro di sponda dei portici presenti lungo le fondamenta Navagero e Giustinian. I tratti interessati dai lavori hanno uno sviluppo complessivo di circa 1100 m, valore che, già da solo, dà l'idea sia dell'importanza quantitativa che della delicatezza operativa dell'intervento operato, soprattutto se lo si relaziona con quelli che, fino a quel momento,

erano stati i singoli interventi di manutenzione sui muri di sponda o sulle pavimentazioni delle fondamenta per tratti lunghi qualche decina di metri.

### **Indagini preliminari**

Per poter acquisire gli elementi necessari all'individuazione sia delle modalità che delle tipologie d'intervento, sono state eseguite le seguenti operazioni d'indagine preliminare:

- indagini visive in condizioni di bassa marea;
- individuazione degli scarichi;
- rilievo della quota dei fondali lungo le banchine e trasversalmente nei canali;
- rilievo planoaltimetrico delle fondamenta e delle soglie;
- indagini subacquee;
- indagini geognostiche a terra e in acqua;
- prelievo, analisi e classificazione dei fanghi.

Senza ottenere risultati utili e determinanti sono state eseguite, nel corso dei lavori, introspezioni con georadar tendenti a individuare la quota d'imposta delle fondamenta dei fabbricati lungo la fondamenta e degli stessi muri di sponda. In condizione di bassa marea è stata eseguita un'indagine visiva, da terra e da natante, dello stato dei muri di banchinamento. In tale fase di ispezione non è stato quasi mai possibile rilevare direttamente l'intero paramento murario fino all'imposta del muro, il più delle volte a causa della quota cui arrivava il fango che ricopriva abbondantemente il fondale. Le successive indagini subacquee, non potendo essere estese alla totalità dei tratti che tipologicamente caratterizzavano l'intero sviluppo spondale, hanno potuto individuare solo in parte l'eterogeneità costitutiva delle numerosissime sezioni tra loro tutte diverse. Tali rilievi hanno in ogni caso permesso di classificare le tipologie ricorrenti in gruppi tra loro affini, in ordine all'aspetto costitutivo e morfologico del manufatto, registrando lo stato di dissesto e di degrado di volta in volta

presente. Per *dissesto* si considera l'imperfezione fisica che compromette o può compromettere la staticità del manufatto (lesioni, fessure, cedimenti, rotazioni, fuori piombo, deformazioni in genere). Per *degrado* si intende il deterioramento fisico dei materiali e delle strutture per cause naturali e ambientali, provocato da agenti naturali e dall'azione dell'uomo (vetustà, moto ondoso, aggressione chimico-fisica, mancanza di manutenzione ecc.). È stato effettuato il campionamento dei fanghi dei canali, in accordo con le prescrizioni del protocollo d'intesa con il ministero dell'Ambiente. Le analisi sono state eseguite dal CNR – Istituto per lo studio della dinamica delle grandi masse, dall'USSL 36 e dall'Università degli studi di Venezia dipartimento di Scienze ambientali. I campioni relativi all'area oggetto dell'intervento sono risultati classificabili secondo il valore CLR "C" di cui alla tabella 1 del protocollo del ministero dell'Ambiente (aprile 1993). I fanghi scavati sono quindi stati conferiti all'isola delle Tresse secondo quanto previsto dal protocollo d'intesa.

### **Descrizione degli interventi**

Il progetto prevedeva il consolidamento statico dei muri di sponda, la loro ricostruzione quando necessario, lo scavo entro cassero, sia in presenza d'acqua che in asciutto, del fango immediatamente a ridosso del paramento spondale, la regolarizzazione delle quote di scarico dei collettori (estradosso a quota non superiore a -0,7 m rispetto al mareografo di Punta della Salute), l'assistenza al riordino dei sottoservizi lungo le fondamenta da parte degli enti gestori, il riassetto delle pavimentazioni con rialzo a quota variabile tra +1,1 m e +1,2 m, il mantenimento dei flussi di traffico pedonale lungo le fondamenta e gli accessi alle rive da parte delle imbarcazioni

turistiche e commerciali con la realizzazione di passerelle e pontili mobili provvisori. La tipologia prevalente, per le strutture più antiche, è quella che prevede il mantenimento di gran parte della struttura fondazionale e del corpo in elevazione del manufatto, con inserimento di un'unghia anteriore su pali in legno continua con la porzione del nuovo paramento impostato sul corpo antico che si mantiene. Tratto per tratto è stato realizzato un rivestimento in mattoni o in

pietra bianca dura calcarea, secondo la tipologia preesistente, adeguando quote e dimensioni alle necessità imposte dalle sezioni esistenti. Tale soluzione, con le diverse variazioni formali di carattere prevalentemente statico, è tra quelle più diffusamente utilizzate nel recupero e rinforzo strutturale tradizionale nei rii di Venezia, ed è quella che a fronte di modeste e medie richieste prestazionali risulta in grado di offrire garanzie statiche e funzionali, pur con

interventi relativamente modesti e con metodologie e materiali tradizionali.

Per tratti in cui si sono riscontrate condizioni favorevoli al mantenimento dell'intera struttura spondale, senza dover ricorrere a interventi sostitutivi del paramento murario, si è proceduto con il suo consolidamento e restauro. In questi casi risulta fondamentale la verifica della scelta dei criteri con cui intervenire. La compatibilità è tecnica, coinvolge cioè la concezione originaria delle strutture, ma è anche di natura diversa, riguarda infatti gli aspetti formali e materiali e quelli comunemente individuati come estetici, i quali implicano scale diverse di insieme e di dettaglio che sono costantemente presenti nell'immaginario collettivo. La loro presenza nel tempo è il fondamento stesso della memoria storica che si identifica con la cultura del luogo e con la tradizione del costruire. Devono sempre essere preferiti, pertanto, gli interventi che propongano materiali compatibili con la funzione originaria della struttura.

In questi casi le murature sono state oggetto di manutenzione e consolidamento con l'impiego di malte colloidali a base di calce che non inducono fenomeni di ritiro e termici, compatibili con le parti presenti in muratura antica per la quale non esiste l'imperativo di dover apportare straordinari miglioramenti di resistenza d'insieme ma esiste, piuttosto, la necessità di ricreare una generale omogeneità. In murature di non recente formazione è stato evitato il consolidamento a mezzo di estese reintegrazioni con mattoni di nuova fabbricazione che avrebbero provocato, al loro interno, una migrazione differenziata delle tensioni indotta dall'aumento della eterogeneità della struttura. È stato pertanto escluso l'uso sistematico di reintegrazioni murarie su vaste superfici con mattoni nuovi, preferendo il



*Fondamenta Navagero, la costruzione del nuovo muro di sponda in adiacenza all'antico*

ripristino, in termini di riomogeneizzazione, a mezzo di iniezioni, come detto, di malte colloidali di calce: metodologia, quest'ultima, che segue quella applicata quasi sperimentalmente nel precedente intervento pilota operato nell'insula di Santa Maria Zobenigo a Venezia.

### **Modalità esecutive dell'intervento**

La tipologia morfologica e le modalità esecutive con cui sono state realizzate le banchine, sono da considerarsi 'tradizionali', nel senso che sono quelle da decenni impiegate per interventi simili all'interno della città di Venezia e nelle isole della laguna. L'intervento in oggetto è stato eseguito con le modalità di seguito riassunte.

Per tratti successivi, della lunghezza di 60-70 m, sono stati realizzati i casseri, con palancole metalliche, paralleli alla riva e posti a circa 3,5 m dalla stessa. Le palancole hanno una lunghezza pari a 7,5 m e sono infisse nel fango del canale per circa 4 m. Aggottata l'acqua all'interno dei bacini si è proceduto allo scavo in asciutto del fondale fino alla quota di progetto (-1,8 m riferito al mareografo di Punta della Salute) e all'ispezione della struttura costituente il muro esistente. Successivamente a tale ispezione si è proceduto alla determinazione dei lavori da eseguire, calibrati di volta in volta in funzione della natura e consistenza del muro e della posizione e della situazione statica dei fabbricati in adiacenza. Poteva derivarne una demolizione parziale o totale di un tratto di banchina, con un rinforzo al piede a mezzo di cordolo di fondazione, ovvero una idrosabbatura e stuccatura delle connessioni tra mattoni o tra i bolognini in pietra con successiva iniezione di malta colloidale. Dove necessario è stato costruito, a ridosso della vecchia banchina, il nuovo paramento allargando così il

piano viario della fondamenta di circa 65 cm. La cassetta (e il successivo svuotamento dello specchio acqueo intercluso dalle palancole) è risultata pertanto un'operazione propedeutica alla definizione dei successivi interventi ed è stato l'unico tipo di indagine che potesse offrire elementi certi per la valutazione dello stato di reale consistenza delle strutture esistenti. Le preliminari ispezioni condotte con sommozzatori non hanno quasi mai offerto, nel caso presente, la necessaria visione sia d'insieme che dei singoli particolari.

Completata la cassetta e la fase di ispezione, si è proceduto all'infissione dei pali in legno e delle palancole antiscazzamento costituenti la fondazione della cordolatura al piede o del nuovo manufatto. I pali in legno hanno una lunghezza media di 8 m circa con diametro medio di 25 cm e sono prevalentemente infissi a spinta con escavatore idraulico. Lungo la fondamenta Maschio e in alcuni tratti delle fondamenta Colleoni, San Giovanni dei Battuti e Navagero, si è utilizzato anche il sistema di infissione a mezzo di battitura con guida e mazza da 20 q. In tal caso l'infissione è stata sempre condotta controllando il rifiuto offerto, in modo da non dover insistere nella battitura quando il valore dello stesso risultasse inferiore a 5÷10 cm/10 colpi, con altezza di caduta del maglio di circa 1 m. È da precisare che tale limite non è mai stato raggiunto, a eccezione di qualche tratto lungo la parte centrale delle fondamenta Colleoni, Giustiniani e Navagero dove si è interrotta l'infissione e proceduto al taglio del palo per la parte emergente, variabile da 0,5 a 1,5 m. Le palancole in acciaio antiscazzamento hanno la medesima sezione di quelle utilizzate per il cassero e una lunghezza di 3,5 m. Per alcuni tratti di fondamenta Colleoni e Navagero è stata adottata una lunghezza di 5 m per far fronte

alla locale pendenza della scarpata del fondale antistante che presenta caratteristiche di instabilità. L'infissione di tali elementi è sempre stata effettuata a spinta con l'escavatore idraulico, senza ricorrere a vibrazione come, al contrario, è stato fatto per le palancole dei casseri.

All'epoca della realizzazione dei lavori, iniziati nel 1997, non erano ancora disponibili i vibratorii ad alta frequenza con momento variabile o i sistemi di infissione statica a spinta tipo Still Worker o Silent Piler. Le possibilità erano quelle offerte dalla vibrazione o dalla battitura. Quest'ultima risulta ormai abbandonata in quanto gli effetti dell'onda d'urto, che verrebbero trasmessi dalla mazza alla palanca, al terreno e ai fabbricati, hanno sicuramente un effetto più marcato sui manufatti e sulla percezione e sensibilità delle persone. La vibrazione induce al contrario onde di trasmissione con frequenze superiori a quelle create dalla battitura con mazza, che assumono, quindi, valori inferiori a quelli di soglia per possibili danni ai manufatti circostanti. Sono stati rilevati strumentalmente, a mezzo di idonea attrezzatura, gli effetti indotti, sui fabbricati, dalla vibrazione per l'infissione e per l'estrazione delle palancole dei casseri, provvedendo a oggettivare, in tal modo, elementi altrimenti affidati, nella loro quantificazione, alla sensibilità e impressionabilità individuale. Tali prove hanno misurato il valore della velocità e della frequenza delle onde di propagazione con cui si trasmettevano le vibrazioni ai fabbricati. I valori così ottenuti sono risultati ampiamente inferiori a quelli considerati come limite dalle normative vigenti in materia di danni e disturbo da vibrazioni (ISO 2631, DIN 4150). Tali norme stabiliscono, infatti, i valori di soglia per le velocità di picco, in funzione della frequenza

dominante che contraddistingue la vibrazione. La DIN 4150 individua la massima velocità di oscillazione in funzione delle frequenze per tre distinte tipologie strutturali: edifici soggetti a tutela particolare, edifici per abitazione, edifici a uso industriale. Le prove effettuate hanno riscontrato valori circa quattro volte inferiori al corrispondente valore appartenente alla curva più restrittiva. Tali prove si sono svolte in adiacenza a fabbricati siti in fondamenta Battuti, Colleoni e Navagero.

Durante le fasi di realizzazione delle parti in elevazione, si è provveduto a riallagare i casseri nei periodi di inattività, notturni o festivi, regolando il livello all'interno a mezzo di elettropompa ad alta portata e bassa prevalenza. Prima di intervenire sul coronamento superiore si procedeva al progressivo abbassamento dei puntoni trasversali, con contrasto sul blocco di base in cemento armato già realizzato, proseguendo nel successivo completamento del rivestimento in mattoni o bolognini. Il completamento dei vari segmenti d'intervento prevedeva, infine, la sistemazione della pavimentazione dell'intera fondamenta a tergo, l'approfondimento dello scavo, la stesa del geotessuto, la sistemazione dei sottoservizi, la creazione di una passerella pedonale provvisoria in legno parallela alla riva e poggiate su una struttura costituita da elementi in legno trasversali vincolati alla palancolata del cassero e alla nuova copertina di coronamento. Si provvedeva infine al riposizionamento dei masegni in trachite. Le operazioni di completamento del piano viario erano eseguite a casseri allagati. Il lievo definitivo della palancolata di cassetatura avveniva, a volte, a lavori totalmente ultimati, a volte, nella fase di completamento della stessa pavimentazione: in tal

caso il sostegno lato acqua della passerella era assicurato da palancole metalliche isolate, precedentemente infisse. La rimozione del cassero è stata condotta a mezzo di vibratore.

### ***Danni indotti dall'intervento e loro cause***

Le operazioni, sopra descritte nelle loro schematizzazioni essenziali, sono quelle adottate lungo i vari tratti in cui si è intervenuti, indipendentemente dalla configurazione della sezione di muro da realizzare, scelta di volta in volta e adattata alle particolarità riscontrate in corrispondenza della sezione preesistente. Quanto sopra riportato può risultare utile per la comprensione delle modalità con cui sono stati eseguiti i lavori e per la valutazione degli effetti lamentati sui fabbricati che direttamente prospettano i cantieri di lavoro. I danni riscontrati possono essere ricondotti alle seguenti tipologie:

- fessure sulle pareti in corrispondenza delle intersezioni orizzontali delle stesse con i controsoffitti in arelle intonacate;
- fessure ad andamento verticale nell'intersezione di pareti ortogonali, nella parte centrale delle tramezze poggianti direttamente sui solai in legno o su putrelle in acciaio inserite in sostituzione di preesistenti murature demolite. Spesso tali fessure sono da considerare come allargamento di precedenti, piuttosto che formazione di nuove incrinature.

Analogamente per i pavimenti e i rivestimenti parietali in piastrelle, si sono riscontrati sia aggravamenti di preesistenti stati fessurativi che formazione di nuovi distacchi e fessure. Tenendo conto delle condizioni costitutive, spesso precarie, riscontrate sia per le strutture di banchina che per la generalità dei fabbricati a tergo, si è sempre posta la massima attenzione nell'esecuzione delle fasi operative descritte in precedenza, operando nel contempo le scelte esecutive e

strutturali che di volta in volta si è ritenuto opportuno dover assumere. Con il procedere dei lavori, ogni segnalazione dei privati ha avuto un riscontro immediato e attento, effettuando i rilievi del caso e accertando, sempre come elemento prioritario, che non sussistessero situazioni di pregiudizio sia per la statica che per la sicurezza di cose e persone. A questa prima verifica seguiva un successivo sopralluogo in cui venivano stabiliti, in accordo con i proprietari, i necessari interventi di ripristino che l'impresa esecutrice provvedeva successivamente ad attuare. Assieme alla direzione lavori, i tecnici di Insula coordinavano tali fasi operative prestando la propria assistenza fino alla verifica definitiva dei lavori di ripristino.

Le segnalazioni di danni hanno quasi sempre indicato una costante, rappresentata dalla non contemporaneità di causa ed effetto, quando si volesse intendere come causa l'operazione di vibrazione. La maggior parte delle fessure sono state osservate a distanza di 20÷30 giorni dall'ultimazione del tratto su cui era stato operato l'intervento. È senza alcun dubbio ragionevole considerare gli eventi denunciati come il risultato di un insieme composto di cause di cui si può generalmente addebitare alla vibrazione un contributo percentualmente modesto se non addirittura nullo. Nei riguardi delle vibrazioni si deve considerare che la percezione che un individuo avverte non può mai essere correlata obiettivamente a valori assoluti e numericamente quantificabili: è un fenomeno che tocca la sensibilità e la psicologia individuale in quanto, più o meno inconsciamente, assimilabile allo scuotimento del sisma che la persona avverte ma di cui non sa, e non può, darne una oggettiva valutazione di intensità. Risulta utile analizzare altre operazioni che possono aver contribuito,

insieme, a indurre gli effetti lamentati.

### **Decompressione del suolo**

L'estrazione dell'acqua dal bacino compreso tra banchina e cassero comporta due effetti certi:

- l'aumento delle spinte agenti orizzontalmente sul muro di banchina esistente, a causa del mancato bilanciamento della spinta idrostatica (a tergo il livello dell'acqua può considerarsi inizialmente almeno alla quota 0,00 mentre a valle corrisponde alla quota di fondo scavo di circa -1,8 m);
- l'instaurarsi di un moto di filtrazione dell'acqua di falda alle spalle del muro esistente verso l'esterno, attraverso fori, sconnessioni e discontinuità del paramento o anche da sotto il muro di sponda quando la sua base si trova a una quota superiore a quella del terreno lato canale, caso riscontrato quasi dappertutto.

In linea generale si può osservare che tale flusso può facilitare il trasporto delle particelle più leggere di terreno presenti negli strati incoerenti con creazione di

una generale decompressione, creazione di piccoli vuoti diffusi, riduzione della densità e del grado di compattazione sia del terreno direttamente a ridosso del muro che degli strati su cui poggiano le fondazioni dei fabbricati. Una costante rilevata lungo tutti i tratti oggetto d'intervento è quella di un terreno, a tergo delle banchine, formato da materiale assolutamente incoerente e prevalentemente di riporto, unita a quella che vede la gran parte dei fabbricati impostati a quote molto superficiali, sempre superiori a quella del livello medio del mare. In presenza di fabbricati con fondazioni così superficiali e poste comunque sopra alle linee di flusso, il fenomeno così descritto può indurre cedimenti localizzati per effetto della compattazione che il terreno subisce, a breve e lungo termine.

Anche se di piccola entità, in presenza di situazioni statiche già compromesse o fortemente degradate, i piccoli movimenti che le fondazioni subiscono comportano un riassetto

delle sovrastrutture murarie fino al raggiungimento di una nuova situazione equilibrata. Si ha così la comparsa di piccoli segni sugli intonaci, sui pavimenti e, in genere, attorno a quegli elementi strutturali più rigidi che fungono da punti fissi, attorno ai quali si concentrano i flussi tensionali e deformativi. Il meccanismo così descritto evolve con gradualità verso una situazione di equilibrio che viene raggiunta in tempi relativamente lunghi (qualche settimana) e in funzione del tempo in cui risulta attivo il flusso sopra descritto e della configurazione statica, dello stato di conservazione, del degrado o dei dissesti eventualmente già presenti per vetustà o per alterazioni dovute a cause diverse, non ultime quelle derivanti da interventi di restauro o modifica della morfologia costitutiva originaria dell'immobile, condotti, a volte in maniera non corretta se non addirittura dissenata.

I lavori sono stati condotti sempre con la massima celerità, allagando i casseri quando le lavorazioni l'abbiano permesso e



**Fondamenta Navagero, rialzo e posa della pavimentazione**

soprattutto realizzando quasi ovunque una nuova struttura di sostegno a ridosso dell'esistente, in modo da evitare che, a tutta altezza, potesse manifestarsi una decompressione del terreno a monte del muro esistente con conseguente mobilitazione di spostamenti verso l'esterno del cuneo di terreno entro cui, a volte, erano impostate le fondazioni più superficiali dei fabbricati retrostanti.

### **Quota d'imposta delle fondazioni**

Estesi tratti di banchina si presentavano con la base del muro di sponda impostata a circa 70-80 cm al disotto del medio mare, a una quota addirittura superiore a quella del fondale del canale e superiore, anche, alla quota che può essere raggiunta da una sostenuta bassa marea. Se a ciò si mette in conto anche la quota d'imposta delle fondazioni senza pali degli stessi edifici minori, a 2-3 m dal filo della banchina, che non supera spesso i 60-80 centimetri dal piano della fondamenta, si riesce a comprendere quale fosse l'equilibrio del sistema preesistente e la sua vulnerabilità. Una parvenza di stabilità, precaria e incerta, era fino a quel momento stata assicurata da un agglomerato di paletti in legno addossati al muro di sponda, tra loro discontinui, infissi nel fango per 80-100 cm, che non hanno potuto evitare la continua erosione e asporto del materiale arido di minor granulometria a tergo, sotto al piano viario e a ridosso delle fondazioni dei fabbricati più prossimi. Si deve anche tener conto delle modalità costruttive con cui sono stati realizzati i fabbricati e le stesse banchine. L'edilizia più povera non poteva contare su grandi mezzi edificatori, su costosi aggettamenti degli scavi per assicurare alle fondazioni profondità maggiori: l'imposta delle fondazioni veniva realizzata poco sopra al livello dell'acqua, quasi sempre senza pali e spesso

su terreni di riporto, in aderenza al ciglio di scarpate di riva che degradavano naturalmente nel canale; analogamente i muri di sponda per la conterminazione delle rive sono stati realizzati originariamente con imposta più o meno coincidente con il livello del mare: approfondimenti maggiori avrebbero comportato cassetture e prosciugamenti con costi sproporzionati alle possibilità e, tutto sommato, alle necessità statico-funzionali delle opere: non era necessario assicurare fondali profondi immediatamente a ridosso della riva, contro cui accostava, al più, qualche imbarcazione a remi, mentre l'accosto alle imbarcazioni di maggior dimensione era assicurato da pontili opportunamente localizzati (motoscafi e lancioni granturismo sarebbero giunti in seguito). È evidente che intervenire in tratti così degradati, e con dissesti localizzati o diffusi di tale natura, comporta in maniera quasi automatica l'attivazione di interazioni di difficile completo controllo; l'intreccio e le connessioni degli elementi sopra evidenziati, assomiglia al gioco dello 'shanghai' in cui l'equilibrio instabile d'insieme si altera improvvisamente intervenendo sull'assetto di un singolo componente. Con le modalità esecutive sopra riassunte e con le scansioni temporali contenute al massimo della possibilità, si è cercato di ridurre al minimo il manifestarsi di quegli effetti di disturbo, più evidenti e marcati dove l'assetto statico di banchine e fabbricati presentava le caratteristiche costituenti indicate. Chiariti e spiegati pubblicamente i legami tra cause ed effetti, alle iniziali accese manifestazioni di preoccupazione da parte dei danneggiati, è seguita una fase di reciproca comprensione e collaborazione conclusasi, in maniera condivisa e soddisfatta, con i lavori di ripristino illustrati in precedenza.

<sup>1</sup> Nel rio dei Vetrai e lungo la fondamenta omonima, si notano: palazzo Contarini-Mazzola (famiglia muranese) del XVI secolo, casa dei Ballarin del XVI secolo, casa dell'abate storico Vincenzo Zanetti. In corrispondenza del ponte di San Pietro, prima della confluenza del rio dei Vetrai nel Canal Grande, sorge la chiesa di San Pietro, fondata nel 1363, unitamente a un convento di domenicani, che veniva riedificata, nella forma attuale, nel 1511. Lungo la fondamenta Daniele Manin, si rilevano i seguenti edifici: case degli Obizi e dei Sodèci (antiche famiglie muranesi estinte) del XIV secolo, casa Seguso del XVIII secolo, palazzetto Corner del XIV secolo. All'inizio del Canal Grande, a ovest, in prossimità della fondamenta Venier, si trova l'antica chiesa di Santa Maria degli Angeli, del 1100, trasformata nelle forme attuali fin dal XVI secolo. Proseguendo in direzione della fondamenta Venier: palazzo Correr del XVI secolo e sul lato opposto palazzo Da Mula del XV secolo. Dopo il ponte Lungo, in fondamenta Cavour: palazzo Manomesso-Seguso del XVII secolo. Lungo la fondamenta Colleoni: palazzo Soranzo del XVI secolo. In canale di San Donato, lungo la fondamenta Navagero: palazzo Trevisan del XVI secolo, opera che preludeva una concettualità e un linguaggio di alcuni intellettuali del tempo (Palladio, Vittoria, Veronese, Barbaro). Nello stesso tratto di canale, ma sul lato opposto e in corrispondenza del ponte omonimo, la basilica dei Santi Maria e Donato, alla quale corrisponde il nucleo urbano originario dell'isola. Fondata nel VII secolo veniva ricostruita e ultimata nel 1140; la struttura basilicale, che concettualmente si colloca tra le basiliche di Torcello e di San Marco, è determinata dalla pianta a croce latina e dai riferimenti dell'architettura religiosa romanica e ravennate; il campanile risale all'XI-XIII secolo. Proseguendo per il canale di San Donato e lungo la fondamenta Santi, si trova palazzo Marcello del XVII secolo e, in corrispondenza del ponte di San Mattia, quello che rimane dell'antico omonimo convento dopo le demolizioni napoleoniche: la cappella del XVI secolo e un lato del chiostro medioevale.

*Gianfranco Baldan*

## Fondamenta Ca' Navagero

Fondamenta Navagero costituisce la sponda del lato est del Canal Grande di Murano che procede dal centro dell'isola fino allo sbocco nella laguna. Provenendo da Venezia via acqua con i mezzi pubblici, la fondamenta è facilmente identificabile per la presenza di un caratteristico fabbricato su portico con il sottostante approdo delle linee di navigazione dell'Actv. Negli anni passati quasi tutta la fondamenta è stata oggetto di un radicale intervento di recupero con la ricostruzione del muro di sponda, il rifacimento della pavimentazione e la sistemazione dei sottoservizi, intervento completato fino a 16 m circa dal porticato esistente in corrispondenza dell'approdo del motoscafo. Il successivo tratto, denominato Ca' Navagero, lungo 50 m, è stato oggetto di un secondo intervento che si poneva il medesimo obiettivo del primo stralcio di lavori: completare e consolidare i muri di sponda, rimuovere e ripristinare la

pavimentazione riordinando i sottoservizi esistenti. Visto che questa porzione di fondamenta Navagero appariva suddivisa in tre tratti ben distinti, è stato necessario predisporre un progetto con modalità e caratteristiche rispettivamente diverse. Nel primo tronco, lungo 16 m circa con paramento in mattoni e bolognini e copertina in pietra d'Istria, è stato ripreso il muro di sponda del precedente intervento mantenendo la nuova tipologia costruttiva.

Nel tratto centrale, caratterizzato dal porticato, lungo 20 m circa con paramento in blocchi di pietra d'Istria e con un piccolo rialzo in mattoni, sono stati eseguiti il consolidamento strutturale del muro di sponda e la protezione delle fondazioni esistenti con un palancolato metallico.

Nel terzo tratto lungo 11 m, con paramento in mattoni e bolognini e copertina in cordolo di calcestruzzo, in condizioni di degrado ben marcato, è stato costruito un nuovo muro di sponda esterno all'esistente al fine di proseguire l'andamento lineare e continuo della nuova sponda. Contestualmente sono state rimosse le pavimentazioni in trachite e in porfido, posati due nuovi tubi con l'azienda che gestisce l'acquedotto comunale, ripuliti e ripristinati gli scarichi fognari presenti. È stata quindi posata la pavimentazione utilizzando il materiale preesistente, con modeste integrazioni di nuova finitura ove necessario.

Più dettagliatamente l'intervento strutturale si è svolto con le seguenti caratteristiche. In fase preliminare, a scopo unicamente cautelativo, è stata realizzata la puntellazione in legname del porticato. Lungo tutto il tratto di fondamenta, seguendo la linea

del nuovo profilo spondale, è stato infisso un palancolato metallico con la funzione di protezione antiscazzamento delle fondazioni.

Nel primo e nel terzo tratto sono state collocate delle palificate di fondazione in legno, internamente al palancolato metallico anti-scazzamento, sulle quali sono state realizzate (con sezioni diverse tra i due tratti) le strutture in cemento armato dei nuovi muri di sponda. I parametri spondali sono stati ricostruiti in mattoni "faccia a vista" e posate nuove copertine in pietra d'Istria. Il muro di sponda del tratto centrale interessato dal porticato, è stato invece fissato con iniezioni consolidanti e antidilavamento di boiaccia fluida e con cuciture strutturali, mentre a una profondità di circa -150 cm sul livello del medio mare, in sommità al palancolato, è stato realizzato un batolo in cemento armato per completare la protezione delle strutture fondali esistenti.

Per l'infissione delle palancole e dei pali si sono impiegate tecnologie che presentano il minimo impatto sulle strutture esistenti (per le palancole l'infissore idraulico a carico statico e il vibratore ad alta frequenza a momento variabile, per i pali il braccio idraulico per l'infissione a spinta). L'intervento strutturale complessivo è stato realizzato portando in asciutto l'area operativa mediante l'utilizzo di casseri costituiti da palancolati metallici, poi rimossi a fine lavoro.

La specificità dell'intervento è stata caratterizzata dalla presenza dell'edificio porticato che da decenni presentava una caratteristica geometrica strutturale atipica.

*Claudio Venturini*



*Fondamenta Ca' Navagero, l'intervento sui sottoservizi*

## Fondamenta Tiepolo

Fondamenta Tiepolo è costruita con una muratura di mattoni pieni fino alla quota di 0,44 m, e inferiormente da blocchi di pietra d'Istria. La situazione statica della struttura era alquanto precaria in quanto essa presentava notevoli fenomeni di dissesto, evidenziata anche da fenomeni di spostamento orizzontale. Sulla fondamenta vi era un allargamento, per un tratto limitato, pari a 2 m che, dall'analisi storica effettuata presso l'archivio di Stato, è risultato essere stato l'imposta di un ponte. Questo metteva in comunicazione la parte occidentale dalla zona con la chiesa; infatti, il posizionamento di questa struttura è in corrispondenza quasi assiale con la porta di accesso della chiesa. Tale ponte è presente sulla mappa del catasto napoleonico del 1830, mentre sulle mappe del catasto austriaco del 1841 la

struttura non risulta essere presente. Dall'esame visivo dell'imposta in relazione ad altre costruzioni simili, si può dire che il ponte originario fosse interamente in muratura, con modanatura in pietra d'Istria. Infatti il blocco lapideo che caratterizza l'imposta è tipico esempio per caratteristiche e forma di tale tipologia costruttiva. Nell'ipotesi di un eventuale futuro ripristino del ponte, il progetto ha previsto le opere relative alla ricostruzione delle spalle del ponte, con le proprie fondazioni e il recupero del materiale lapideo.

### *Situazione precedente ai lavori*

La progettazione per il risanamento delle fondamenta Lucia Tiepolo è stata preceduta da una serie di indagini, sopralluoghi, saggi, prove geotecniche, ricerche presso gli

enti erogatori dei servizi, presso l'istituto proprietario dei fabbricati prospicienti, al fine di tenere conto della situazione statica dei fabbricati esistenti.

### *Il progetto*

A seguito di tali indagini sono stati riscontrati i seguenti vincoli:

- situazione stratigrafica del terreno, presenza di caranto a profondità di circa 8 m;
- natura, consistenza e spessori degli strati;
- situazione di degrado della muratura esistente, le quale si presentava compromessa, anche per una serie di interventi, disomogenei tra loro, svolti nel tempo, i quali avevano la finalità di limitare e contenere lo spostamento orizzontale del muro;
- presenza di fabbricati con fondazioni superficiali e con una distribuzione dei carichi rivolti verso le fondamenta;



*Fondamenta Tiepolo dopo i lavori di restauro*

- vicinanza delle murature d'ambito degli edifici alla fondamenta;
  - necessità di non ridurre la larghezza del canale San Martino;
  - necessità di realizzare un riva a servizio delle idroambulanze.
- Tenendo conto dei suddetti elementi le scelte progettuali miravano a ridurre al minimo i danni agli edifici e alle strutture circostanti, adottando i seguenti interventi.

#### *Palificata continua in micropali*

La necessità di garantire un adeguato sostegno ai fabbricati posti in prossimità della fondamenta, che garantisca la stabilità degli edifici, ha richiesto la progettazione di una palificata continua in micropali (berlinese). Questa soluzione è di per se molto onerosa, ma consente di raggiungere i seguenti obiettivi:

- mettere in sicurezza da eventuali cedimenti i fabbricati limitrofi data la loro esigua distanza dalla riva;
- garantire la sicurezza e il minimo danno agli abitanti e cose creando il disturbo minore;
- dare la possibilità di demolire la riva esistente e di ricostruirla nel medesimo sito, senza ridurre la larghezza del canale.

L'esecuzione della palificata tipo berlinese di fatto costituisce un diaframma di contenimento a tutte le azioni di spinta orizzontali provenienti dai fabbricati.

#### *Strutture di fondazione della nuova fondamenta*

La presenza di uno strato di caranto, unitamente alla tipologia fondale dei fabbricati esistenti, ha condizionato le scelte sulle strutture di fondazione della nuova opera di sostegno. L'obiettivo di evitare al minimo il disturbo agli abitanti circostanti durante l'esecuzione delle opere (vibrazioni) ha indotto a scegliere una tipologia di fondazione su micropali posti in

maniera sfalsata di 1,5 m. Le opere progettate sono consistite in una palificata con micropali eseguiti mediante la tecnica brevettata della rotazione con metodo indisturbato, caratterizzata da un doppio tubo con circolazione d'acqua per l'asporto del materiale. Questo metodo consente di perforare gli strati in maniera quasi indisturbata e di conseguenza intestare il palo sullo strato di caranto per almeno un metro di altezza. La successiva realizzazione di pali con armatura tubolare, avente all'estremità dei tubi valvolati, consente di realizzare una struttura, comunque "leggera", la quale garantisce, in relazione al proprio dimensionamento, la resistenza ai carichi gravanti. Su questa fondazione profonda è stata poi realizzata la struttura di base per il muro di sostegno superiore.

#### *Strutture di sostegno*

L'opera di sostegno è stata costruita a partire dalla base in cemento armato. A lato della fondazione, spicca una parete continua verticale alta 90 cm, la quale ha il compito di proteggere, dai fenomeni di scalzamento, la testa della palificata inferiore. Il muro di sostegno verticale, interamente in cemento armato, è stato gettato a ridosso della palificata continua (berlinese), posta a protezione dei fabbricati e della riva.

La parete è stata realizzata in tratti di circa 18 m di lunghezza, previa demolizione nei tratti corrispondenti, della muratura esistente. Tale manufatto di spessore pari a 40 centimetri è rivestito esternamente da un paramento in mattoni pieni lavorati a faccia a vista. Questo rivestimento consente un inserimento nell'ambiente delle nuove strutture. Infatti sono stati previsti un marcapiano orizzontale in lastre di pietra di Trani e superiormente una listolina del medesimo materiale. La nuova struttura prevede inoltre il riutilizzo degli spazi

acque assegnati, mediante la collocazione di ganci con anello per l'attracco dei natanti a interasse di circa 4 m.

#### *Adeguamento delle reti tecnologiche*

L'opera di rifacimento delle nuove strutture interessava le condotte di scarico delle acque reflue esistenti; la progettazione ha quindi previsto la sostituzione delle fosse e il rifacimento della linea di raccolta dei reflui. Al punto individuato di raccolta del sistema fognario delle linee poste nell'altro lato del fabbricato, è stato posizionato un pozzetto di cacciata per convogliare le acque nel canale San Martino. In maniera preventiva è stato posizionato un cavidotto in Pvc per consentire successivamente al gestore dell'illuminazione pubblica di poter porre in interrato la linea elettrica che attualmente passa in aereo sui fabbricati.

#### *Ricostruzione della pavimentazione, della fondamenta e arredo urbano*

La progettazione ha previsto oltre alle opere tecnologiche di ripristino, anche l'esecuzione della pavimentazione dello spazio tra i fabbricati e la riva della fondamenta.

I materiali utilizzati sono quelli classici delle ricostruzioni veneziane come la pietra calcarea compatta e la trachite. A seguito del parere favorevole della Commissione per la Salvaguardia di Venezia nella seduta n. 17 dell'8 settembre 1998, è stato progettato in maniera differente lo spazio d'interconnessione tra i fabbricati.

Nell'uso pubblico del suolo, è stata mantenuta la realizzazione di un muro in mattoni faccia a vista che prolungato sull'area a prato ha la funzione di consentire la sosta per le persone, data la presenza di un elemento in pietra che funge da sedile.

*Ettore Ippolito*

## Fondamente Venier e Parmense

Il recupero delle fondamente Venier e Parmense è il secondo intervento importante eseguito da Insula nell'isola di Murano. Il sito è particolarmente interessante dal punto di vista residenziale, produttivo e commerciale con la presenza di molteplici attività di produzione e commercio di lavorati in vetro. Il tessuto urbano è caratterizzato dalla presenza di edilizia minore con eccezione fatta per palazzo "Barbini", uno dei pochi palazzi patrizi attualmente presenti nell'isola, e la chiesa degli Angeli, ormai da tempo non accessibile, l'altro edificio di rilievo esistente in prossimità del sito (per la sua posizione arretrata i lavori non hanno interessato l'area prospiciente). Il progetto, prevedeva l'esecuzione delle opere a partire dal ponte Vivarini per un primo tratto di 56 circa m fino al civico 7, poi seguiva un tratto di circa 120 m ove le strutture si presentavano in buono stato a seguito di un intervento di

manutenzione eseguito nel decennio precedente, un secondo tratto da calle Barovier fino al portale della chiesa degli Angeli per circa 204 m e un terzo tratto in fondamenta Parmense per 71 m, per totali 331 m. I muri di sponda, composti in prevalenza con mattoni in cotto, presentavano un notevole degrado/dissesto con vuoti in vista e fondazionali che prefiguravano uno stato strutturale precario e non recuperabile; le ispezioni subacquee, i carotaggi e i sondaggi a tergo hanno confermato tale ipotesi preventiva indirizzando la progettazione su due linee:

- la tipologia 1, per strutture esistenti con imposta fondazionale definita "profonda";
- la tipologia 2, per strutture esistenti con imposta fondazionale definita "superficiale".

Sostanzialmente la diversità consisteva nel recupero (tipo 1) o

meno (tipo 2) delle strutture fondazionali esistenti. Successivamente, l'intervento è stato esteso anche al tratto intermedio, di 120 m, con il rialzo a quota +1,1 m della listolina a riva e della pavimentazione fino a quota +1,15 m (lato fabbricati).

### **I lavori**

La "tipologia 1", prevista ove i manufatti esistenti si configuravano con strutture murarie fondazionali (tavolato) a quota media di -1,8 m sullo zero mareografico di Punta della Salute e con relativa palificata sottostante tradizionalmente profonda, sono riassunti essenzialmente nella ricostruzione della struttura al di sopra della quota media di -1,05 m, tenendo salvo il manufatto sottostante, generalmente in blocchi di pietra o in mattoni, e integrando la palificata fondazionale sul fronte e eventualmente sul retro; questa tipologia ha avuto riscontro per 36 m di fondamenta Parmense e



*Fondamenta Venier durante i lavori*

per 40 m di fondamenta Venier, per totali 76 m.

Le fasi di lavorazione possono riassumersi in:

- formazione di “berlinese” continua, sulla fondamenta, mediante micropali superficiali, al fine del solo contenimento dei terreni e contrasto con il cassero di cantiere lato canale, nel cordolo superiore di collegamento, in fase di costruzione; sono state inserite delle mensole in tubolare di acciaio con funzione di sostegno del metanodotto “snam” a servizio delle vetrerie, che in fase di scavo è stato messo in vista e opportunamente protetto;
- rimozione della pavimentazione, delle strutture murarie di banchinamento e del materiale a tergo, verifica di quanto rimosso, accatastamento a deposito di quanto recuperabile e riutilizzabile con il fine del massimo recupero;
- infissione di palificate in legno a integrazione della struttura di fondazione esistente, formazione di piede fondazionale e di elevazione in calcestruzzo armato previa formazione del paramento con materiale derivante dal recupero in pietra o con nuovo in mattoni pieni;
- completano l'intervento il riporto di nuovo materiale a tergo (in misto stabilizzato), la posa della listolina in pietra bianca a riva e la pavimentazione nei tipi esistenti (porfido opera incerta o trachite).

La “tipologia 2”, prevista ove i manufatti esistenti si configuravano con strutture murarie fondazionali a quota media di -0,8 m sullo zero di Punta della Salute e con relativa palificata sottostante, tradizionalmente esigua e superficiale, sono riassunti essenzialmente nella ricostruzione completa del manufatto, con imposta del piede di fondazione a quota -1,05 m,

previa formazione della struttura fondazionale mediante profili Larssen; questa tipologia ha avuto riscontro per 35 m di fondamenta Parmense e per 220 m di fondamenta Venier, per totali 255 m.

Le fasi di lavorazione, svolte in parte come per la tipologia 1, possono riassumersi in:

- formazione di “berlinese” continua sulla fondamenta, messa in vista e protezione del metanodotto Snam;
- rimozione della pavimentazione e delle strutture murarie di banchinamento, con recupero del materiale riutilizzabile.
- formazione dell'impianto fondazionale mediante infissione di profilati in acciaio Larssen, mantenendo la testa a -0,9 m sullo zero P.S. e con protezione anteriore il calcestruzzo armato fino a quota -1,8 m; la struttura è stata completata in elevazione con calcestruzzo armato previa formazione del paramento con materiale derivante dal recupero in pietra o con nuovo in mattoni pieni,
- completano l'intervento il riporto di nuovo materiale a tergo (in misto stabilizzato), la posa della listolina in pietra bianca a riva e la pavimentazione nei tipi esistenti (porfido opera incerta o trachite).

Il progetto prevedeva l'adeguamento della quota della listolina a +1 m, con rialzo di 5-10 cm sulla quota esistente; il nuovo indirizzo sui rialzi delle pavimentazioni “tendendo a +1,20” ha evidenziato, in corso d'opera, la quota compatibile con il tessuto urbano a +1,1 m sulla listolina a riva e quota media sui fabbricati +1,15 m.

La nuova quota della listolina è stata considerata anche in funzione dell'estensione dell'intervento al tratto di fondamenta Venier inizialmente non compreso nel progetto; in tale tratto, in discreto stato di manutenzione, è stato rialzato il profilo della listolina e ricostruita

la pavimentazione adiacente con l'adeguamento alle quote sopra citate.

L'intervento ha così consentito di ottenere una notevole estensione del percorso “protetto” fino a quota media di +1,15 m, per circa 450 m, e conseguente raccordo ai percorsi collegati, tradizionalmente più alti.

Come ormai consolidato in occasione dei lavori coordinati da Insula, sono stati interessati i servizi di urbanizzazione (energia elettrica, telefono, acquedotto, gas, illuminazione pubblica) con la razionalizzazione, ammodernamento o potenziamento delle reti.

### ***Il cantiere***

Lo svolgimento dei lavori ha comportato la convivenza del “cantiere” con la popolazione residenziale, con i flussi turistici, con le attività industriali e commerciali, gravitanti nell'ambito delle aree di lavoro. La fondamenta Venier è un importante asse viario distributivo sia per la fondamenta stessa che verso le calli di penetrazione nel tessuto urbano retrostante, dove sono situate importanti e storiche vetrerie Muranesi.

A queste importanti e diverse esigenze il cantiere si è dovuto adattare, integrare, programmare, con cantieri alternati a banchine in uso per il carico e scarico, con pontili provvisori per il servizio commerciale, con passerelle di camminamento sopra i siti di lavoro, con lo spostamento dei pontili di attracco dei battelli di linea e non e con soluzioni sperimentali, quale ad esempio la prima installazione dei percorsi provvisori in “geotessuto di camminamento” che hanno consentito il passaggio agevole e “pulito” del traffico pedonale e il naturale assestamento nel tempo dei sottofondi di grosso spessore di 2 m circa, oltre naturalmente alla possibilità di programmare l'esecuzione delle pavimentazioni ad assestamento completato e in ragione delle esigenze di cantiere

e del tessuto urbano. Questo geotessuto, – paragonabile a una moquette, dello spessore di 1 cm circa, di colore verde e della larghezza standard di 2 m, riutilizzabile più volte –, ha segnato una sorta di nastro verde che percorreva le aree di lavoro, sia posato sui tavolati in fase di lavoro sia posato sul materiale di riempimento per sottofondi, consentendo la segnalazione dei percorsi dedicati al pubblico ma soprattutto l'agevole e pulito transito di carretti di trasporto a mano, persone, carrozzine ecc.; la porosità della maglia ne hanno esaltato le proprietà drenanti in caso di pioggia e autopulenti per la polvere. Il costo si è rivelato particolarmente vantaggioso nei confronti del classico tavolato sia in termini economici puri che sociali.

Un altro importante capitolo del “cantiere” è stato il rapporto con i residenti prospicienti e più precisamente con gli “immobili”, un'edilizia minore che nel tempo ha ridisegnato il tessuto

immobiliare trasformando umili abitazioni o magazzini a servizio delle vetrerie in residenze, con interventi concentrati dal pavimento del piano terra a salire (opere interne civili, facciate, coperture) con scarsa attenzione alle strutture fondazionali (usualmente non interessate da opere di verifica o consolidanti). Le ispezioni preventive e in corso d'opera hanno evidenziato l'imposta media del piede di fondazione in muratura a circa 1 m al di sotto del piano viabile e pertanto in media a circa 1 m al di sopra del piano fondazionale delle strutture spondali. Questo stato di fatto ha comportato, seppure attuando molteplici presidi e opere provvisorie, dei disagi ad alcuni immobili più sensibili; a fronte di ciò, Insula ha ritenuto di intervenire direttamente al fine del ripristino dello stato di fatto antecedente le opere, reputando “fisiologico” e intrinseco negli interventi tali eventi, riducendo notevolmente i tempi di risoluzione delle problematiche.

Particolarmente interessante è stato l'impulso che i lavori di rifacimento delle sponde e delle fondamenta hanno dato agli interventi dei “privati” negli immobili residenziali e commerciali prospicienti i siti, con il fiorire di interventi di ripristino immobiliare e il “vivacizzarsi” di tale mercato, chiaro segnale dei molteplici ritorni che gli investimenti pubblici tesi al risanamento comportano nel tessuto economico-sociale, incrementando sia il valore patrimoniale del bene collettivo ma soprattutto rivitalizzano i tessuti urbani interessati.

*Vittorio Bergamo*



*Fondamenta Venier, la realizzazione del nuovo muro di sponda*

## Fondamenta Santi

---

Il restauro conservativo di fondamenta Santi – che si trova sul canale San Matteo tra il ponte San Martino e il ponte Abate Zanetti – è un intervento non previsto, in un primo momento, dal programma di risanamento statico e igienico dell'isola di Murano.

La necessità di intervenire si è resa evidente alla fine dei lavori sul vicino ponte San Martino. Proprio in quella occasione, infatti, si è deciso di restaurare i primi 15 metri di un muro di sponda in stato di avanzato degrado. Un degrado causato dal moto ondoso e dalle filtrazioni d'acqua, che si manifesta con fenomeni di dissesto e con la perdita di elementi in pietra d'Istria del paramento murario, con conseguenti fenomeni di sifonamento e svuotamento del terreno retrostante il muro di sponda.

Il nuovo intervento interesserà tutti i 190 metri di fondamenta Santi.

Il cantiere – che dovrebbe aprire nell'ottobre 2004 e chiudere i battenti entro il 2005 – sarà diviso in cinque settori di circa 40 metri ciascuno che verranno realizzati in tre fasi temporali. Gli interventi previsti sono: restauro conservativo del muro di sponda attraverso una barriera antisifonamento supportata da un cordolo in calcestruzzo; riordino dei sottoservizi, adeguamento degli scarichi fognari e rialzo della pavimentazione a una quota di protezione di 120 cm sullo zero mareografico di Punta della Salute.

Per la chiusura del bacino verranno poste delle palancole parallelamente alla riva, utilizzando per l'infissione delle attrezzature che lavorano con vibrator ad alta frequenza e momento variabile.

Per creare meno disagi possibili

ai muranesi, durante i lavori di rinnovo dei sottoservizi (gas, acqua, illuminazione pubblica, cablaggio), di risanamento della fognatura pubblica e di rialzo della pavimentazione, verranno allestite delle passerelle, appoggiate sul palancole, che garan-

tiranno la normale viabilità pubblica e l'accesso alle proprietà private e ai negozi.

*Dino Cimoli*



**Fondamenta Santi, lo stato di degrado del muro di sponda**

## Fondamenta Cavour e darsena degli Angeli

### Fondamenta Cavour

Il progetto per il risanamento della fondamenta Cavour ha previsto la suddivisione del cantiere in cinque fasi (più la fase 6, limitata nell'estensione alla sola piazzola di carico esistente), le quali presentano lunghezze abbastanza comparabili.

Numerando le fasi da uno a sei a partire da ovest verso est era dunque stato previsto:

- fase 1: a partire dal ponte Longo fino a una sezione approssimativamente equidistante tra il sottoportego de la Vida e la calle dal Mistro;
- fase 2: a seguire fino a circa 3-4 m dalla corte privata (civico 23);
- fase 3: a seguire fino a circa 20 m prima dell'edificio corrispondente ai civici 36 e 37 (che presenta una loggia porticata);
- fase 4: a seguire fino a circa 10 m oltre l'edificio corrispondente ai civici 36 e 37;
- fase 5: a seguire fino alla fine dell'intervento;
- fase 6: piazzola di carico.

Era stato stabilito di svolgere in contemporanea (leggermente sfalsate) le fasi 1 e 5; nel successivo arco di tempo di procedere con le fasi 2 e 4; avrebbe seguito quindi l'esecuzione della fase 3 e infine la fase 6. La sequenzialità delle fasi era stata particolarmente studiata considerando la necessità dello spostamento provvisorio del pontile dell'Actv. Tale suddivisione del cantiere è stata sostanzialmente confermata dalla realtà dei fatti. Tuttavia l'ubicazione dei pontili provvisori ha dovuto subire uno slittamento verso est, rispetto al progetto originario, in quanto gli attraversamenti sul Canal Grande dei cavidotti Telecom e del metanodotto Snam hanno obbligato a mantenere da essi una distanza di sicurezza onde scongiurare il rischio di danneggiamenti o mozzature. A ciò si aggiunga il fatto che l'Actv ha fornito, da luglio 2003, nuove prescrizioni per la realizzazione dei pontili che prevedono un

doppio pontile di collegamento a ciascuno dei due zatteroni mobili, aumentando così l'ingombro sulla fondamenta a 31 m rispetto ai 15 iniziali. È stato per questo necessario costruire i pontili provvisori molto vicino al plateatico di un ristorante, situato nell'area del cantiere (3 m tra il filo del plateatico e l'asse del palo di fondazione del pontile più vicino). Ne è conseguito che non è stato più possibile mantenere la separazione tra le previste fase 2 e fase 3, in quanto non era fisicamente realizzabile il mantelletto in uno spazio così ridotto e nemmeno effettuare le lavorazioni della fase 3 senza pregiudicare la sicurezza delle manovre di ormeggio dei vaporetto. Le fasi 2 e 3 sono state quindi accorpate con la specifica indicazione di iniziare le lavorazioni dal lato est in modo da ripristinare quanto prima la fruibilità del plateatico del ristorante, spostando il mantelletto a ovest dello stesso, non appena il completamento della fase 5 permettesse di riportare alla posizione originaria l'approdo dell'Actv.

L'intervento di allargamento prevede, eseguito il risanamento del paramento esistente, la creazione di un nuovo paramento strutturale parallelo all'esistente. Le fondazioni sono costituite da un allineamento di palancole metalliche con profilo grecato, infisse nel terreno e atte a costituire sia l'elemento portante di fondazione sia lo sbarramento continuo perimetrale inferiore del muro di sponda. Per sostenere le spinte orizzontali, la palancolata metallica è equilibrata con singole analoghe palancole infisse nel terreno che ne aumentano la rigidità flessionale. Superiormente al palancolato, in



Il cantiere in fondamenta Cavour

collegamento sia con il medesimo che con il basamento in calcestruzzo del muro esistente, si costruisce il basamento in calcestruzzo armato del nuovo paramento. La fase 1, della quale fino a oggi è stato costituito il cassero e infisse le palancole di fondazione, si sviluppa dall'inizio della fondamenta Cavour, in corrispondenza della spalla del ponte Vivarini, fino all'altezza di calle del Mistro. Le palancole di fondazione sono state infisse, fino alla quota di progetto fissata a -7 m, utilizzando una macchina idraulica a carico statico senza vibrazione. Le palancole del cassero invece sono state infisse con vibratorii ad alta frequenza a momento variabile. In entrambi i casi è stato evitato di creare vibrazioni, scuotimenti o danneggiamenti alle strutture prospicienti il canale in ottemperanza a quanto prescritto dalla normativa UNI 9916.

L'opera di manutenzione sarà terminata entro gennaio del 2005. Riassumendo, le lavorazioni fino a ora eseguite in fondamenta Cavour sono state le seguenti:

- realizzazione di quattro nuovi pontili per il trasferimento temporaneo dell'approdo dell'Actv;
- lavori inerenti alla fase 1 (scavo in umido, previa rimozione dei pali di ormeggio esistenti, fino alla quota di -1,8 m; infissione delle palancole di fondazione del nuovo muro di sponda; formazione del cassero e dei mantelletti; disposizione della recinzione e messa in sicurezza del tratto di fondamenta).

### **Darsena agli Angeli**

L'apertura del cantiere in fondamenta Cavour ha comportato la necessità di revocare le concessioni degli spazi acquei assegnati lungo il tratto di canale interessato dai lavori e di trasferire le imbarcazioni in altro luogo. L'unica area di ormeggio

disponibile nell'isola era quello della darsena agli Angeli che, però, versava in grave stato di degrado. Ne ha conseguito, pertanto, che il ripristino della funzionalità della darsena era indispensabile e propedeutico alla realizzazione delle opere in fondamenta Cavour. Accogliendo le richieste della direzione Sviluppo territorio e mobilità del Comune di Venezia, Insula si è impegnata alla realizzazione di tale opera sottoponendola all'esame e all'approvazione delle amministrazioni competenti. A tal proposito ad agosto 2003 è stato compiuta una visita in loco da parte del Magistrato alle Acque alla presenza dei rappresentanti di Insula, della direzione lavori e dell'impresa appaltatrice dei lavori in fondamenta Cavour. In seguito a tale visita è stato completato il progetto della darsena agli Angeli.

I rilievi batimetrici eseguiti nell'area evidenziavano un fondale molto poco profondo con numerose zone di secca. Pertanto, come prima operazione è stato necessario rimuovere i fanghi fino alla profondità di -1,75 m in modo da permettere il transito e l'ormeggio dei natanti. Il progetto ha previsto l'inserimento di protezioni frangionde dalla parte che si apre verso Sacca Serenella: si tratta di una paratia costituita da pali in larice, infissi con interasse di 80 cm, collegati trasversalmente da quattro file di tavole, disposti a formare una L il cui lato più corto, perpendicolare alla fondamenta, è lungo circa 40 m e quello più lungo, parallelo, si sviluppa per 80 m. La realizzazione della paratia è, a oggi, ancora in fase di completamento.

Due delle bricole esistenti, incluso il lampione che le segnala, sono state rimosse e verranno ricostruite appena al di là del perimetro della paratia, verso il centro del canale. È inoltre stato ricostruito il tratto di pontile che, già seriamente deteriorato, era andato distrutto

a seguito di una violenta mareggiata. In corrispondenza di questo pontile sono state infisse le nuove paline che delimitano circa trenta posti di ormeggio, utilizzabili temporaneamente dalla maggior parte delle imbarcazioni provenienti da fondamenta Cavour; per le rimanenti, quelle più ingombranti, è stato previsto un attracco a ridosso dell'altro pontile, posto verso Sacca Serenella.

Riassumendo, i lavori eseguiti in darsena agli Angeli sono stati i seguenti:

- scavo dei fanghi fino alla profondità stabilita di -1,75 m, a esclusione di un'unghia di sicurezza a ridosso della fondamenta di circa 1,5 m;
- rimozione delle due bricole esistenti;
- formazione della paratia frangionde (ancora in corso);
- ricostruzione di un tratto di pontile;
- infissione, previa rimozione di quelle esistenti, di circa 110 nuove paline di ormeggio.

*Giorgio Serafini*

## Ponte Zaniol e fondamenta San Mattia

L'area oggetto dell'intervento si colloca sulla punta nord dell'insula centrale di Murano, nucleo di primo sviluppo dell'isola, sulla quale sorge la chiesa di San Donato. Nella più antica rappresentazione dell'isola, Murano appare infatti come a pianta pressoché triangolare non intersecata da canali. Successivamente si sono create, naturalmente e a seguito dell'intervento dell'uomo, le altre quattro insule che delineano la pianta odierna di Murano. In particolare lo sviluppo produttivo e commerciale della zona meridionale dell'isola ha comportato un graduale decentramento della zona di fondamenta San Mattia che ha conosciuto, in passato, periodi di maggior splendore rivestendo oggi un notevole interesse sotto il profilo storico e archeologico. Proprio il muro di sponda oggetto dell'intervento coincideva, per un tratto, con il muro perimetrale del palazzo della regina Cornaro ("splendidissima dimora, che avea un giorno deliziato quella donna famosa", scrive Vincenzo Zanetti nel 1866 nella sua *Guida*

*di Murano e delle celebri sue fornaci vetrarie*), demolito verso il 1800 dopo essere stato caserma dei soldati francesi.

In fase di esecuzione dell'intervento è stato messo in luce, rilevato e studiato il basamento di una porta d'acqua del palazzo.

"Costruire a Venezia per un progettista è la massima occasione... un momento particolare dell'esistenza". L'incarico, che ci ha permesso di verificare di persona la frase del prof. Giuseppe Mazzariol, è stato di tipo manutentivo. Bisognava rifare ponte Zaniol, una passerella in legno provvisoria come tante a Venezia, costruire il muro di sponda e quindi una nuova fondamenta lunga circa 90 m. L'approccio al tema è stato quindi con uno spirito in sintonia con la storia di questa città: un incarico pubblico, con l'intento di recuperare una situazione di degrado non degna per la città, con finalità puramente funzionali.

È stato l'inizio di un confronto serrato, di continua ricerca di un punto di equilibrio tra l'ombra e

la luce, la realtà e il riflesso, il pieno e il vuoto, il pesante e il leggero, il visibile e il nascosto adottando un linguaggio che potesse rispecchiare la nostra contemporaneità ed essere in grado di risolvere le esigenze della città.

Ecco dunque affrontare il tema del ponte: il problema dell'attraversare, anche per le persone con difficoltà motorie, dei carretti che portano le merci, delle madri con i passeggini; il problema dell'attacco a terra e della sospensione del ponte; il problema dell'alloggiamento dei sottoservizi e della loro manutenzione e della manutenzione stessa del ponte nelle sue singole parti; il problema del traffico acqueo e delle acque alte che rendono difficoltoso il passaggio; il problema del montaggio e il trasporto delle parti del ponte e per ultimo, non trascurabile, il giudizio delle commissioni preposte all'approvazione del progetto.

### **Il ponte**

Si è progettato e realizzato un ponte leggero in acciaio secondo un modello statico di arco a tre cerniere e piano di calpestio in tavole di rovere a tinta naturale che consente di ottenere uno spessore totale in chiave inferiore a 30 cm su una luce di quasi 17 m. Il modello statico scelto ha consentito inoltre l'assemblaggio in opera dei due semiarchi tramite l'inserimento dei perni delle cerniere senza necessità di casseri trasversali e quindi riducendo al massimo i tempi di interruzione della navigabilità del canale. L'utilizzo dell'acciaio nella struttura portante del ponte appare coerente nel contesto tipologico dell'isola di Murano il cui ponte maggiore è in ferro.



**Il nuovo ponte Zaniol**

Per il superamento del dislivello residuo a quello assorbito con la sovrastruttura dell'arco da un lato del canale è stata realizzata una prosecuzione della rampa con struttura in muratura e calcestruzzo armato e dall'altro una breve gradinata e una rampa per disabili parallela al filo della fondamenta. Si è provveduto a rispettare la viabilità pedonale e le esigenze della navigabilità. I valori massimi fissati dalle norme per le pendenze delle rampe per disabili sono stati coniugati con una opportuna quota intradossale in chiave al nuovo ponte che permettesse il passaggio di imbarcazioni pesanti. Le due testate del ponte sono concepite con morfologia distinta dal ponte leggero e progettate con l'uso di materiali coerenti con il contesto in cui si inseriscono quali il laterizio, la trachite e la pietra d'Istria. La struttura portante è realizzata in acciaio con due archi a tre cerniere, distanti 2 m fra loro, con luce libera fra le cerniere d'imposta di 16,6 m e raggio di curvatura intradossale di 18 m. Gli archi sono realizzati con profilati calandrati UPN 280. Una sovrastruttura, costruita ancora con UPN 280, supporta l'impalcato rettilineo con pendenza dell'8% e si fonde con il profilo dell'arco nel punto di tangenza dando origine a un profilo a U di altezza maggiore

che decresce verso la mezzeria del ponte dove torna a essere un UPN 280. Alla sovrastruttura è affidato il compito del controventamento tramite uno schema in pianta a trave reticolare in cui i correnti esterni sono i due profili UPN 280, i traversi sono realizzati dalle aste dell'orditura secondaria di supporto dell'impalcato e i diagonali, disposti a croce di Sant'Andrea, sono alloggiati nello spessore della stessa struttura secondaria. Le cerniere di imposta del ponte sono vincolate a due plinti massicci in calcestruzzo che realizzano le spalle del ponte e che trasferiscono le sollecitazioni al terreno tramite micropali di fondazione.

### **La fondamenta**

Nel progetto di ricostruzione di fondamenta San Mattia, che si sviluppa per 93 m, si è scelta la soluzione tecnica del muro di sponda in calcestruzzo rivestito in muratura e bordato superiormente in pietra d'Istria. A causa delle scarsissime caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione, non compatibili con i valori delle tensioni di compressione indotti dalle azioni ribaltanti, e soprattutto dalla necessità di salvaguardare gli edifici vicini, si è scelta la soluzione di fondare il muro di sponda su micropali. La

medesima soluzione tecnica è stata sviluppata in due versioni che si differenziano per la presenza della scarpa posteriore di contrasto al ribaltamento essendo questa sostituita da micropali sollecitati a trazione ove, per evitare il coinvolgimento delle fondazioni degli edifici retrostanti, risulta necessario ridurre al massimo l'estensione dello scavo.

La sistemazione e il completamento della viabilità comunale sono stati infine integrati con una pavimentazione in masegni in trachite di colore grigio, posati a correre in corsi paralleli a giunto unito.

### **Il linguaggio architettonico**

Un tema dominante dei manufatti veneziani è il dialogo tra pieno e vuoto, materia e svuotamento della stessa, colore e luce. Nel progetto si assiste a una progressione continua che riprende questi motivi. All'effetto materico indotto dalle spalle del ponte si sostituisce, convergendo l'occhio verso la chiave dell'arco, la leggerezza della struttura in acciaio. Tutto ciò appare amplificato dalla soluzione adottata nel parapetto. Qui l'iterazione ritmica di una partitura a crociera viene impreziosita da formelle in vetro che, contenendo al loro interno una foglia d'oro, accentuano le trasparenze e i riflessi colorati in funzione del tipo e dell'incidenza della luce solare.

Il linguaggio del sistema ponte-fondamenta risulta inoltre fortemente contestualizzato grazie alla scelta dei materiali a vista impiegati nel rivestimento delle parti in calcestruzzo o negli usi strutturali. Il laterizio, la pietra, il legno, l'acciaio e il vetro, appartengono da sempre al contesto storico e geografico veneziano, eppure attraverso essi si è originato un manufatto di nuova progettazione che risolve intenti funzionali propri della città contemporanea.

*Andrea Marescalchi*



**Fondamenta San Mattia dopo i lavori**

## Ponte Abate Zanetti

L'area dell'intervento si colloca nella parte nord-orientale dell'isola, in corrispondenza dell'insediamento più antico nei pressi della basilica dei Santi Maria e Donato. Sull'omonimo canale – in corrispondenza di un

restringimento, partendo dall'innesto con il canale di San Giovanni in direzione nord, dopo essere passati sotto al ponte di San Donato, oltrepassato il ponte San Martino, all'altezza dell'ex convento delle Terese – si

incontra il ponte Abate Zanetti (o delle Terese).

L'intervento realizzato persegue canoni tecnologici moderni, ma con l'uso di materiali e metodologie applicative relativamente alle pietre di rivestimento, utilizzate in epoca antica. La struttura portante del ponte è costituita da un arco in calcestruzzo per la cui costruzione è stata realizzata una centina in legno. Sulla struttura di sostegno è stato ridisposto il rivestimento dell'intradosso costituito dalle lastre in pietra d'Istria, materiale utilizzato anche per i rivestimenti laterali. La scelta di tale pietra riconduce l'opera al passato in quanto il materiale proveniente dalle cave di Kirmenjak in Croazia ha caratteristiche di colore e di resistenza uniche, tipiche di molte opere eseguite dalla Serenissima. Le modalità di posa sono state opportunamente pianificate in sede di progetto, sia le armille che le lastre laterali sono state oggetto di un casellario che riporta tutte le caratteristiche di montaggio, finitura e modalità di posa, come ad esempio le lastre in piombo interposte tra le facce delle armille.

La parte superiore del ponte è completata da una serie di colonnine in ghisa riprodotte con stampo ricavato da una delle esistenti lungo la fondamenta. La posa di tutte le parti ferrose è stata accuratamente eseguita colando nelle sedi piombo per evitare fenomeni di degrado successivi. Il nuovo ponte, per le caratteristiche dei materiali scelti e per le particolari lavorazioni eseguite, nonché per la sua snellezza in rapporto alla luce rappresenta un'opera singolare.

*Ettore Ippolito*



*Il ponte Zanetti prima e dopo la ricostruzione*

## Ponte San Martino

Il ponte preesistente era costituito da un arco in calcestruzzo che spicca da due spalle presumibilmente poggianti su una palificata in legno e rivestite di bolognini e mattoni per uniformità con il paramento delle banchine esistenti. Sulle spalle, il collegamento viario tra le fondamenta era ostacolato dalla presenza dei gradini necessari per raggiungere la quota di imposta dell'impalcato, a circa +1,7 m sul livello medio del mare. Il piano di calpestio era in trachite così come i gradini del ponte e quelli posti sulle spalle, e appariva di recente realizzazione. La ringhiera era in acciaio e non

presentava particolari lavorazioni di pregio.

L'impalcato non appariva rivestito né intonacato ed evidenzia uno stato conservativo fortemente precario, caratterizzato da ampie e diffuse fessurazioni, particolarmente gravi in corrispondenza degli innesti sulle spalle. Queste ultime, a loro volta in pessime condizioni, presentavano rotazioni e cedimenti di notevole entità.

È stata pertanto prevista la demolizione della struttura esistente, comprese le spalle e i tratti di banchina adiacenti, e la ricostruzione dell'impalcato ad

arco in calcestruzzo su spalle, realizzate con il medesimo materiale, poggianti su micropali. La struttura è stata intonacata all'intradosso, mentre sui fianchi un'armilla a superficie piana in pietra d'Istria limita inferiormente il muro andatore in mattoni a faccia vista, che a sua volta termina con un coronamento anch'esso in pietra d'Istria. Tale scelta architettonica si rifà alla situazione circostante, nella quale sono predominanti le grandi strutture in mattoni della basilica di San Donato e del relativo ponte, oltre all'esclusiva presenza dei mattoni nei paramenti delle rive. La nuova pavimentazione è stata realizzata in trachite euganea e si collega con quella esistente sulle rive.

Planimetricamente l'asse del ponte risulta ora allineato con quello della fondamenta Santi, generando un allargamento della stessa in corrispondenza dell'innesto con la fondamenta Maschio. Questa nuova configurazione, unita all'abbassamento dell'imposta dell'arco, ha permesso di eliminare i gradini sugli angoli delle fondamenta, che come evidenziato in precedenza, impedivano il transito agevole del traffico pedonale.



*Ponte San Martino, lavori in corso e ultimati*

*Ettore Ippolito*

## Ponte Lungo (ex Vivarini)

Sono ben poche le notizie storiche che si possono reperire negli archivi su questo ponte, il cui antico nome rimanda alla famiglia di pittori muranesi attivi nel corso del XIV secolo. Questa struttura insiste sul Canal Grande e collega le fondamenta Da Mula e dei Vetrai poste a sud, con le fondamenta Venier e Cavour a nord, e detiene un ruolo fondamentale nel sistema viario di Murano, in quanto unico collegamento tra le due maggiori isole.

Il metodo di costruzione in ferro con il piano di calpestio in legno, rimanda ai metodi impiegati a Venezia nell'Ottocento: esso risulta realizzato ad arcata unica a sesto ribassato di luce pari a 32 m, con una freccia di 3,56 m che determina un rapporto di ribassamento dell'arco pari a 1/8,9. La struttura, lunga 38,6 m, risulta composta dalla parte aggettante sul canale (lunga 33,1 m, larga 3,92 m e pavimentata in tavole di legno) e da due rampe in muratura poste sulle fondamenta e pavimentate in trachite, con pianta trapezoidale di larghezza compresa tra 5,14 m e 3,92 m.

Il ponte, come oggi ci appare nella sua architettura, è il risultato di un intervento di rialzo dell'intera struttura metallica eseguito nei primi anni ottanta del secolo scorso, finalizzato a consentire il transito dei mezzi di navigazione pubblica lungo il Canal Grande (sono ancora ben visibili sulle spalle in pietra del ponte i vecchi appoggi in ferro). L'intervento avviato da Insula nel corso del 1999, aveva come obiettivo il completo restauro del manufatto in quanto sia le componenti strutturali che le sovrastrutture in acciaio manifestavano un degrado diffuso dovuto al ristagno dell'acqua e dell'umidità, degrado

che si manifestava con fenomeni di corrosione lungo tutti i punti di giunzione delle varie componenti metalliche. Oltre ai segni di ossidazione presenti sull'intera struttura, si sono potuti rilevare vaste aree interessate da esfoliazione con la conseguente riduzione delle sezioni originali ed estesi fenomeni di vaiolatura di dimensioni rilevanti, particolarmente accentuati – a seguito dell'aggressione marina – alle estremità dei quattro arconi, formanti la parte strutturale del ponte, in corrispondenza degli appoggi.

Poiché il ponte riveste un valore strategico nel sistema viario di Murano, si è provveduto a definire, sino dall'avvio della progettazione, un sistema di ponteggi che consentisse il transito pedonale e acqueo contestualmente all'esecuzione dei lavori.

L'intervento di restauro ha comportato la sostituzione di piattini e profili in acciaio per una quantità di circa 4.062 kg, il rinforzo strutturale delle parti terminali degli arconi realizzato con l'impiego di elementi in acciaio inox AISI 316L, la

idropulitura, spazzolatura meccanica e dipintura di tutte le superfici metalliche per una superficie complessiva pari a 625 mq e la sostituzione delle vecchie tavole in legno formanti il piano di calpestio, con delle nuove in legno di larice impregnate di lunghezza pari alla metà della sezione del ponte, al fine di consentire eventuali interventi di manutenzione ai sottoservizi o alla struttura del ponte e nel contempo garantire la viabilità pedonale.

*Michele Regini*

