



L'intervento di recupero del Rione Terra, attualmente in corso di realizzazione, presenta aspetti di particolare interesse, connessi alla specificità del sito, e di complessità progettuale e realizzativa per la risoluzione unitaria di problematiche architettoniche, archeologiche e strutturali. Il Rione Terra ricopre una superficie di circa 5 ettari ed è ubicato nel settore sud-ovest del Comune di Pozzuoli. L'area in esame risulta delimitata per circa la metà del perimetro dal mare verso il quale degrada rapidamente, a tratti anche verticalmente, con dislivelli che raggiungono talvolta i 30 m. Morfologicamente il Rione Terra è costituito da un masso di tufo giallo su cui si imposta un insediamento di circa 500 unità abitative.

L'insieme degli edifici risulta suddiviso in insule di superficie variabile da poche decine di metri quadri, fino alla massima estensione raggiunta dall'insula 6 di superficie complessivamente pari a circa 4500 mq. Generalmente gli edifici sono a due o tre piani ma non mancano casi in cui l'altezza massima raggiunge valori pari a circa 20 m, come ad esempio per gli edifici dell'insula 20 costituiti da 5 piani. La storia dell'insediamento abitativo del Rione Terra è antichissima. Le prime notizie risalgono circa al 215 a.C. con la fortificazione romana contro l'assedio di Annibale e con l'istituzione della colonia romana di Puteoli nel 194 a.C [1]. Nel corso dei secoli la città posta sull'altura fu più volte danneggiata da eventi naturali e bellici, e ricostruita, fino all'assetto attuale, con gli

Il Rione Terra a Pozzuoli

Antonio Grimaldi, Salvatore Scopetta

edifici più recenti del 1700 e 1800.

Il Rione fu evacuato nel 1970 e lo stato di degrado è andato sempre più avanzando nel tempo. Il terremoto del 1980 ha ulteriormente aggravato le condizioni statiche del complesso edilizio.

I lavori di recupero sono iniziati nel 1992 e prevedono principalmente interventi di risanamento e ristrutturazione degli edifici in elevazione, che si presentavano notevolmente danneggiati e con diffusi crolli parziali. Durante la prima fase

esecutiva le indagini e gli scavi archeologici hanno evidenziato una consistenza ed entità delle preesistenze romane che hanno sostanzialmente modificato le condizioni previste nel progetto base e che hanno comportato problematiche ed adeguamenti strutturali di notevole complessità.

Tipologie e degrado delle strutture

Le analisi e indagini sviluppate per la redazione del progetto furono dirette al rilie-



Il complesso prima e dopo l'intervento di restauro.



Interventi coordinati di risanamento e ristrutturazione per un progetto caratterizzato da una notevole complessità realizzativa. Con un obiettivo: la nascita di un parco archeologico urbano

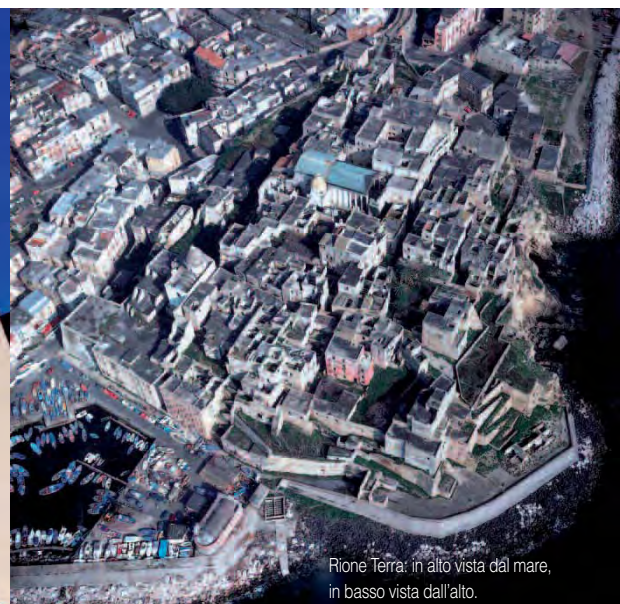
vo e caratterizzazione delle tipologie edilizie distribuite sulla sommità del promontorio del Rione Terra, a quota circa 30 m sul livello del mare. Il complesso è costituito da numerosi edifici, spesso interconnessi e con altezze variabili da due a quattro piani. Si evidenziano numerose caratteristiche comuni ai diversi edifici seppure nell'ambito di un complesso edilizio sviluppatosi in epoche diverse. Infatti, a parte le varie tipologie dei solai che comprendono volte in muratura, solai in legno e in acciaio, le caratteristiche tipologiche e geometriche delle murature, non-

ché l'altezza degli edifici, risultano generalmente alquanto simili. Nella fase iniziale esecutiva dell'intervento di recupero, gli scavi archeologici hanno evidenziato la presenza, tra le quote circa 20 e 30 m sul livello del mare, di resti dell'insediamento romano che si sviluppano su uno o due livelli entro terra, e talvolta si ritrovano locali anticamente adibiti a cantine o cisterne, ricavate nel banco tufaceo, che occupano un terzo livello nel sottosuolo. Il progetto di recupero del Rione Terra è stato modificato a seguito di tali ritrovamenti, con la previsione di realizzare un

vero "parco archeologico urbano", che preveda la possibilità di percorrere strade al di sotto di altre strade, di entrare in edifici romani conservati per uno o due piani sotto (e dentro) palazzi settecenteschi. E' da evidenziare che le pareti e le murature dei livelli romani si presentano ben conservate, senza segni di dissesti localizzati, e con buona capacità portante in relazione ai notevoli spessori ed all'ottima qualità in particolare per i pilastri in opera laterizia. I maggiori dissesti e crolli si sono manifestati nelle murature più recenti, e in particolare nei livelli superiori delle pareti murarie, dove sono più evidenti i dissesti ed il deterioramento delle murature. La definizione degli interventi ed il dimensionamento delle opere strutturali è stata effettuata sulla base dei risultati della campagna di indagini eseguite e sulla base delle verifiche statiche. Le indagini, finalizzate ad accertare lo stato di conservazione e recuperabilità degli edifici, sono consistite in un primo esame visivo-fotografico e da successive indagini puntuali su alcuni elementi al fine di controllare le esatte dimensioni ed accertare la qualità e lo stato dei materiali.

Caratteristiche architettoniche

Il Rione Terra veniva raffigurato come un complesso unico nella sua configurazione di rocca, con le proprie emergenze architettoniche, le cupole delle chiese, il Tempio di Augusto, le torri poste lungo il peri-



Rione Terra: in alto vista dal mare, in basso vista dall'alto.

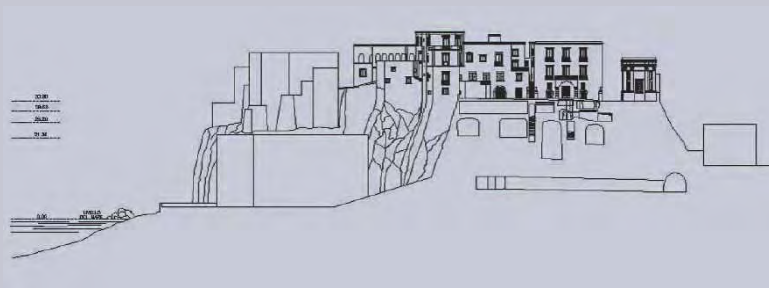
metro della murazione antica. Il progetto di recupero in corso di realizzazione è fondato sui seguenti punti: il complesso del Rione Terra è considerato come una megastruttura geologico-architettonica, che consente il recupero della "città murata" quale unità morfologica primaria; l'acropoli è riorganizzata quale organismo a funzioni differenziate ma integrate; la soluzione proposta punta al ripristino filologico della planovolumetria preesistente e all'introduzione di nuovi interventi; al tempo stesso rafforza la possibilità di creare nuove aree archeologiche coordinate alla vivibilità dell'intero organismo urbano rivitalizzato; l'acropoli viene quindi pedonalizzata, a meno del transito di alcuni mezzi dimensionalmente adeguati alla ridotta larghezza delle strade, e adibiti al trasporto delle merci o all'emergenza. Il collegamento verticale tra la sommità dell'acropoli e la base, al di là dei raccordi pedonali e meccanici suddetti, è realizzato mediante ascensori pubblici dislocati ai margini. Dopo un rigoroso esame del perimetro dell'acropoli, che ha comportato l'individuazione di straordinari reperti, si è pervenuti alla convinzione che fosse possibile tentare il recupero e la ricomposizione dei resti delle distinte fasi di fortificazione e consolidamento della rocca in un unico evidente disegno, tale da restituire un'immagine scientificamente attendibile della "città murata". Il patrimo-

nio edilizio esistente, oggetto di approfondita indagine, orientata filologicamente attraverso il rilievo planimetrico dei diversi livelli per ogni singolo edificio, l'individuazione dei materiali e delle tecniche costruttive, l'analisi dei caratteri stilistici e la catalogazione degli elementi di finitura e di arredo, viene recuperato nella sua configurazione architettonica consolidata. La dignità dell'abitato emerge dal decoro delle facciate che delimitano i tracciati stradali. La qualità degli elementi di finitura e la denominazione ancora conservata (Migliaresi, Damiani, De Fraja Frangipane, ecc.) attestano l'origine nobiliare dei diversi edifici. L'assetto urbanistico proposto consente la creazione di un parco archeologico articolato in tre nuclei essenziali interconnessi: la fascia a sud, prospiciente il mare, l'area del Capitolium e del Tempio Augusteo e l'area a nord, compresa tra la ricomposta cintura muraria e Via Duomo, per una estensione che va dal Sedile dei Nobili alla Chiesa di S. Celso. La destinazione finale, assegnata al complesso edilizio sovrastante il piano archeologico, è stata definita, da parte delle Amministrazioni locali e di tutela, mediante un accordo di programma quadro che ha fissato le seguenti funzioni: museo archeologico comunale; museo diocesano; palazzo vescovile; edifici pubblici e di culto (cattedrale); edifici a destinazione turistico-ricettiva; attività com-

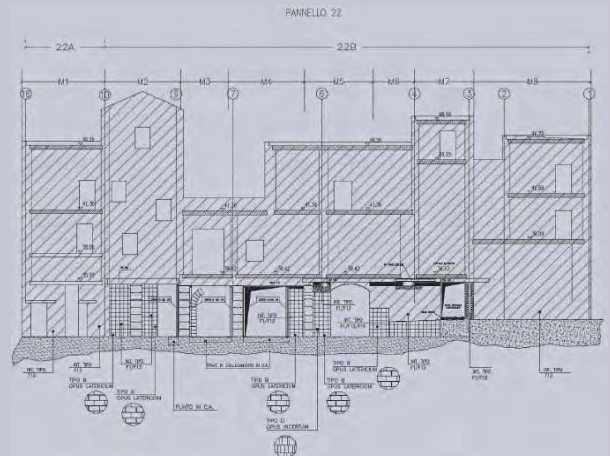
merciali e di ristoro. In definitiva il Rione Terra nella sua configurazione finale costituirà un centro abitato di notevole valore storico-architettonico, con significative opportunità di crescita e di sviluppo per la sua valenza turistica e ambientale.

Intervento di recupero delle strutture

L'intervento in corso, nella complessità inscindibile di studio, di indagine, scavo, restauro e recupero, è da considerare nella metodologia e negli obiettivi un caso esemplare di Archeologia Urbana. Al Rione Terra le attività di consolidamento strutturale debbono necessariamente tener conto dell'esistenza di un bacino di conservazione archeologica di enorme importanza storica, che quotidianamente riporta alla luce testimonianze finora nascoste nelle strutture fondali o in elevato degli edifici sui quali sono in corso i programmati interventi. Il piano di recupero, nel rispetto delle disposizioni contenute nell'art. 31 Legge 5/8/78, prevede nell'ambito delimitato a norma della Legge 475/71 le seguenti 4 tipologie di intervento: restauro architettonico; risanamento conservativo; ristrutturazione edilizia; ristrutturazione urbanistica. Il recupero degli edifici, previsto nel progetto base, tuttavia era basato prevalentemente su interventi di "risanamento conservativo" e di "ristrutturazione edili-



Sezione trasversale.



Le figure sopra e nella pagina a fianco evidenziano alcune pareti murarie significative, i pilastri e gli archi del livello romano, la sovrapposizione delle strutture più recenti in elevazione.

zia". Il risanamento conservativo prevede la conferma delle tipologie e morfologia dell'edificio consentendo eventuali variazioni d'uso. In tal caso il consolidamento delle strutture, che comunque si presentano in uno stato di avanzato degrado ed in condizioni di stabilità molto precarie, è finalizzato a rendere l'edificio idoneo ad un pieno utilizzo con un adeguato grado di sicurezza nei riguardi delle azioni sismiche per zone di seconda categoria. L'intervento di ristrutturazione edilizia è previsto su quegli edifici dal carattere più indistinto a seguito dei crolli quasi totali o in condizioni statiche irreversibili. Per tali edifici viene conservato l'impianto plano-volumetrico originale, con parziale ricostruzione delle strutture murarie crollate. In definitiva il progetto base prevedeva, sulla base dei dati e conoscenze disponibili, il consolidamento degli edifici fuori terra e saggi archeologici di verifica delle strutture romane. Più specificamente nel complesso l'insieme degli interventi prevede principalmente il rifacimento della quasi totalità dei solai, il consolidamento delle murature mediante iniezioni ed il rinforzo delle intersezioni murarie e realizzazione di piattabande di opportuna rigidità in corrispondenza delle aperture nelle murature. Tali interventi sono in grado di assicurare agli edifici quella necessaria monoliticità e connessione degli elementi idonee a conferire alla struttura un'adeguata capacità resistente sia nei confronti delle for-

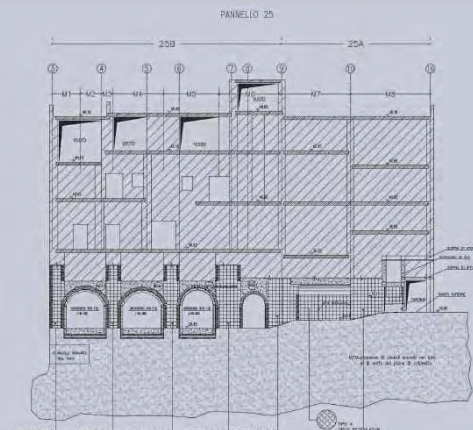
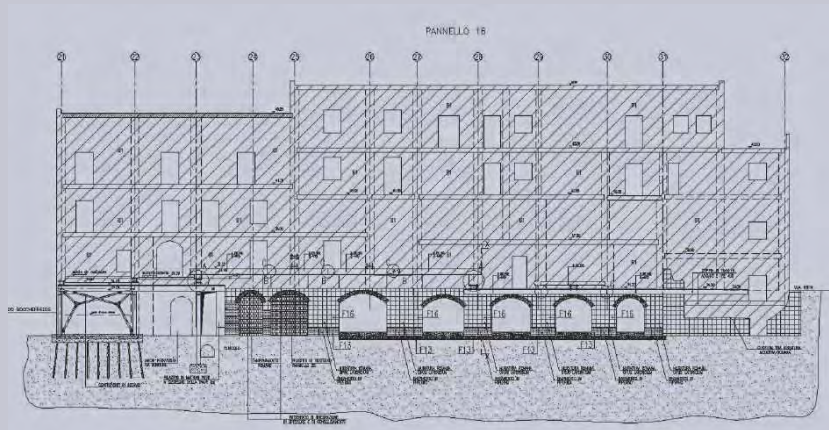


Danneggiamenti e deterioramento delle pareti murarie.

ze verticali che orizzontali. L'intervento di recupero è tutt'ora in corso di sviluppo, sia per quanto riguarda gli scavi archeologici, sia per le ristrutturazioni edilizie. Dal punto di vista strutturale si presentano pertanto nuove problematiche da affrontare e risolvere, relativamente sia alla fase degli scavi che a quella definitiva.

Le fasi di scavo sono eseguite con le opportune cautele e programmate per fasi successive di approfondimento alternando alle operazioni di scavo interventi di consolidamento o di sostegno provvisorio. In via generale risulta necessaria una puntellatura preventiva delle strutture ad arco e a volta. Successivamente vengono effettuati gli scavi al di sotto del piano campagna, ed in base ai controlli effettuati vengono definiti gli ulteriori interventi necessari per la prosecuzione degli scavi. Le strutture dei livelli archeologici si presentano in modo alquanto vario presentando per le murature tipologie a sacco e rivestimento esterno o murature listate. Sono state definite ulteriori tipologie di consolidamento specifiche per i livelli archeologici, idonee a conferire il necessario livello di sicurezza nello spirito di massima salvaguardia delle strutture esistenti. Il rinforzo delle pareti viene effettuato, quando lo spessore risulta sufficiente, mediante iniezioni da effettuarsi in fori realizzati all'interno delle murature.

In alcuni casi tuttavia le pareti murarie in elevazione non risultano poggiate in asse alle strutture romane sottostanti, e conseguentemente si rendono necessari interventi puntuali per trasmettere le azioni verticali al sottostante banco di tufo. Tali interventi sono realizzati con travi, pilastri o telai in acciaio, generalmente posizionati all'esterno delle murature romane.



Murature in elevazione

Le pareti in elevazione sono costituite da murature in tufo di vario genere riconducibili a due categorie: murature in pietrame di tufo grossolanamente squadrato e murature di tufo di discreta qualità. La muratura consolidata mediante iniezioni è caratterizzata dai seguenti valori di resistenza:

- resistenza a compressione:

$$\sigma_k = 30 \text{ kg/cmq;}$$

- tensione ammissibile a compressione:

$$\sigma_m = 5 \text{ kg/cmq;}$$

- resistenza a taglio: $\tau_k = 1 \text{ kg/cmq.}$

Murature romane

Per le murature dei livelli romani si osserva che le murature trovate sono molteplici, in quanto si possono differenziare per la natura delle pietre usate, per le caratteristiche delle malte e anche per le modalità di assemblaggio. Sono state riscontrate talvolta murature assemblate con pietre squadrate o mattoni, mentre in altri casi sono state rilevate murature con pietrame disposto alla rinfusa e molto scadente. Altre volte ancora si sono rilevati sistemi misti di pietra squadrate (tufi o mattoni) esteriormente e murature a secco con pietre irregolari all'interno (murature a secco). Anche le malte sono risultate di caratteristiche meccaniche e composizionali differenti. Nel complesso si può fare riferimento a quattro tipologie distinte per le diverse tecniche di assemblaggio individuate: le murature sono in genere consolidate mediante iniezioni di miscele leganti. Le caratteristiche che si richiedono alle murature romane dopo gli interventi di consolidamento sono:

- resistenza a compressione:

$$\sigma_k = 25 \text{ kg/cmq;}$$

- tensione ammissibile a compressione: $\sigma_m = 4 \text{ kg/cmq}$

- resistenza a taglio: $\tau_k = 0.8 \text{ kg/cmq.}$

Tipologia strutturale dell'edificio ristrutturato

Gli edifici consolidati secondo gli interventi citati costituiscono un organismo struttu-

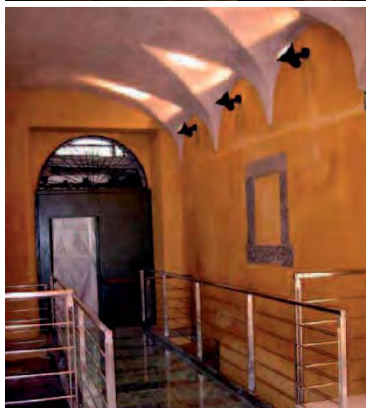


Foto del recupero all'interno.

rale unico caratterizzato da una doppia orditura di pareti murarie ortogonali tra loro, da collegamenti orizzontali di piano, da diaframmi orizzontali di piano di elevata rigidità (solai con soletta in c.a.), da elevata resistenza delle piattabande (profilati metallici, cordoli in c.a., catene) ed infine da un efficace incatenamento orizzontale in fondazione (cordoli in c.a. e chiodature). La resistenza sismica del complesso strutturale, così consolidato, è esclusivamente legata ad una condizione di crollo globale dell'edificio, infatti tutti gli interventi di consolidamento sono proporzionati in modo da escludere rotture o collassi parziali dei singoli elementi strutturali o dei singoli collegamenti. E' quindi individuabile una tipologia strutturale degli edifici, così ristrutturati, caratte-

rizzata da un sistema resistente principale e da uno secondario. Il sistema resistente principale è costituito dalle pareti murarie a giacitura parallela alla direzione dell'azione sismica. Il sistema resistente secondario è invece quello che riporta le azioni sismiche dalle masse dove si sono generate, se non coincidenti con le masse delle pareti principali stesse, fino alle pareti resistenti principali. Al fine di valutare la resistenza del sistema resistente principale e di quello secondario sia nei riguardi delle azioni verticali sia di quelle orizzontali da sisma, sono state sviluppate specifiche analisi sugli elementi strutturali quali: murature consolidate, fondazioni, pareti verticali, solai, scale. Sulla base delle indagini e consolidamenti risulta in definitiva possibile individuare l'organismo strutturale finale dell'edificio ristrutturato, e tale schema viene sottoposto alle necessarie analisi statiche per verificare la sua idoneità ad assorbire i carichi previsti ed assolvere la funzione e destinazione di progetto. Si osserva che il problema statico dominante è in genere costituito dalla trasmissione e sollecitazioni indotte dai carichi verticali. Per quanto riguarda le azioni sismiche, la notevole estensione in pianta e interconnessione tra le pareti assicura un comportamento favorevole in particolare nei riguardi di fenomeni globali di collasso. In conclusione nel caso del Rione Terra le problematiche di analisi e prevenzione dei crolli, di consolidamento e di verifica statica risultano strettamente connesse e richiedono uno sviluppo strettamente coordinato delle fasi progettuali realizzativa.

Antonio Grimoldi, Professore, ingegnere, Progin Spa Roma.

Salvatore Scoppetto, architetto, Progin Spa Roma.

[1] De Caro S., Gialanella C., I lavori, gli scavi e i ritrovamenti archeologici e gli interventi operativi, Atti del Convegno Il Rione Terra e il suo Recupero, Comune di Pozzuoli, 1996.

[2] D'Ambrosio A., Le metamorfosi storiche del Rione Terra, Atti del Convegno Il Rione Terra e il suo Recupero, Comune di Pozzuoli, 1996.