



Luca Guardigli

MDesS, PhD, si è laureato in Ingegneria Civile a Bologna nel 1991. Dal 1998 è ricercatore in Architettura Tecnica e ora lavora presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna, dove insegna e svolge attività di ricerca nel campo delle tecniche costruttive storiche e della progettazione eco-sostenibile.

Riflessioni sul recupero strutturale degli edifici del razionalismo italiano.

La Casa del Balilla di Forlì.

Some considerations on the structural rehabilitation of the rationalist buildings in Italy. The Balilla House in Forlì.

Il tema di riflessione è il rapporto tra la conservazione attiva del patrimonio di edifici razionalisti della prima metà del Novecento in Italia e la necessità di un loro adeguamento prestazionale, in particolare in ambito strutturale. Poiché questi edifici sono per la maggior parte tutelati, si tratta di individuare gli esiti progettuali nei casi in cui si proceda con l'adeguamento sismico, oppure ci si limiti al semplice miglioramento, come concesso dalla normativa.

Viene qui presentato il caso di studio della Casa del Balilla di Forlì (1933-35); la decisione di procedere con un intervento di adeguamento, con difficoltà tecniche di un certo rilievo, ha meritato un approfondimento in questo articolo. Lo studio utilizza i risultati di un'analisi di tipo numerico appositamente sviluppata, a coronamento del progetto strutturale esecutivo¹.

We focus here on the relationship between the active preservation of the rationalist buildings in Italy in the first half of the XX century and the need of their adaptation to the current structural standards. Since most of these buildings are protected by the national law, it is interesting to understand the design outcomes in case of adaptation to the seismic standards or, on the contrary, in case of simple structural improvement, according to less restrictive regulations.

A case study is introduced, the Casa del Balilla in Forlì, built in the years 1933-35. Proceeding with the structural adaptation has brought some technical difficulties; the design solutions are investigated through a numerical analysis, backing up the information available in the construction documents.

Parole chiave: razionalismo architettonico italiano; riqualificazione strutturale; adeguamento sismico

Keywords: Italian architectural rationalism; structural rehabilitation; adaptation to seismic standards

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE CASE DEL BALILLA

L'Opera Nazionale Balilla (ONB) fu istituita nell'aprile del 1926 con la legge n. 2247, allo scopo di unificare e inquadrare le organizzazioni giovanili del partito fascista (i Balilla, dagli 8 ai 14 anni, e gli Avanguardisti, dai 14 ai 18 anni), allevando ideologicamente i ragazzi a una scuola «di coraggio, di virilità, di combattimento»². Nel 1934 l'ONB fu trasferita dalle dipendenze del Ministero dell'Educazione Nazionale alla tutela diretta del Partito Nazionale Fascista, che riconosceva pubblicamente nel 1936 come essa fosse «certo la più nuova ed originale» fra le istituzioni del regime³.

Achille Storace, segretario del PNF, riuscì nel 1937 ad istituire la GIL (Gioventù Italiana del Littorio) in sostituzione della ONB (Regio Decreto 27/10/1937 n.1839). Per dotare i giovani fascisti di strutture aggregative specifiche fu prevista la costruzione delle Case del Balilla in ogni città di media grandezza. Fin dall'inizio della sua presidenza Renato Ricci, Ministro delle Corporazioni e fondatore dell'ente, si impegnò per realizzare le strutture edilizie – i laboratori dove effettuare il «gigantesco esperimento» di creazione di un italiano nuovo – scegliendo personalmente giovani architetti accomunati dal convincimento della funzione sociale dell'architettura e dalla ricerca di uno stile originale. L'attività edilizia

dell'ONB divenne un vero e proprio campo sperimentale per l'architettura italiana moderna: «Sono 640 finora, fra le Case dei Balilla, dei Marinaretti, le colonie, i campi sportivi, le palestre, ecc., le costruzioni erette dall'ente in poco più di un decennio [...] si osserva il ricorrere di nomi egregi dell'architettura italiana moderna [...] costruttori ispirati tutti da lodevoli propositi di funzionale realismo⁴». È lo stesso Ricci a dare le direttive per la definizione funzionale dei nuovi complessi e a diffonderle nel 1928 attraverso un manuale costruttivo, curato per la parte edilizia dall'architetto Enrico Del Debbio, insegnante di Tecnica delle costruzioni sportive nella Scuola Superiore Fascista di Educazione fisica a

Roma. Il manuale costituisce un prontuario destinato ai dirigenti provinciali e ai progettisti, in cui vengono messi a punto l'impianto tipologico e il linguaggio architettonico. I progetti proposti rispondono alle varie esigenze funzionali: dalle palestre minime ai complessi con palestra, piscina e campo sportivo destinati alle grandi città. Nel manuale viene fornita una descrizione particolareggiata dei singoli ambienti che compongono le Case, senza approfondire le questioni riguardanti la definizione delle tipologie strutturali.

Le soluzioni costruttive seguono dunque varie strade. Molte Case costruite alla fine degli anni Venti (Gallarate, Pistoia, Ravenna, Bergamo) seguono i procedimenti costruttivi in

uso all'epoca: muratura portante di mattoni o pietrame, coperture in legno, solai con travi di ferro e, solo raramente, solette e altri elementi strutturali in cemento armato. È frequente una modalità costruttiva in cui la muratura portante viene alternata a pilastri di cemento poco armati gettati dopo l'erezione dei muri. Non mancano i casi in cui un'autonoma struttura cementizia è abbinata a parti risolte con muri portanti (Teramo, L'Aquila, Sora) o in cui è presente un'ossatura indipendente chiaramente leggibile nell'articolazione degli spazi interni (Foggia). Alcune coperture, che toccano luci fino a 11,5 m, sono piane e costruite con travi e solette di cemento armato.

La circolare del Ministero dei Lavori pubblici n.6765 del 28 luglio 1926 dispone di ridurre i consumi di materiali edilizi «di cui si fa attualmente largo acquisto all'estero», raccomandando di usare pietre nazionali, di preferire il cemento armato al ferro, di impiegare solai latero-cementizi e di evitare l'uso del legno, perché quasi tutto importato. Le autorità e gli amministratori locali vedono nella costruzione delle Case del Balilla un modo per tenere alti i livelli di occupazione. I cantieri in cui si utilizzano strutture complete con ossatura di cemento armato vengono considerati poco adatti ad assorbire la manodopera e comunque sconsigliabili per l'assenza di maestranze addestrate reperibili sul posto. La ne-



Fig. 1 - Casa del Balilla di Trastevere (1933-1936).

cessità di misurarsi con la perizia esecutiva delle imprese, con le capacità progettuali dei tecnici locali e con disponibilità finanziarie in genere limitate e incerte, incide dunque sulle caratteristiche tecniche delle costruzioni. Nonostante questi limiti operativi, per le Case del Balilla non è estranea l'opzione del telaio in cemento armato, che pur sempre costituisce un modello strutturale adatto a esprimere l'immagine giovanilista dell'ONB: ciò è dimostrato dal progetto di Del Debbio per la Casa madre di Roma (1933), dove l'ossatura è del tutto indipendente dai muri perimetrali, ormai ridotti a semplici pareti di tamponamento. La stessa concezione si ritrova nel progetto dello stesso architetto per la Casa

del Balilla a Trastevere (1928): qui il cemento armato viene preferito alla muratura portante per «una ancor maggiore utilizzazione dello spazio, maggiore rapidità della costruzione, più uniforme distribuzione dei carichi in fondazione e perfetto collegamento e controventamento della costruzione.» Il progetto prevede però di nascondere la struttura entro una muratura di riempimento mista di tufo e mattoni. Ben diverso è l'uso del cemento armato che fa Luigi Moretti nella Casa del Balilla di Trastevere (1933-1936): il telaio risponde all'esigenza funzionale di creare ulteriori spazi per le esercitazioni ginniche e risulta un oggetto plastico contrapposto alle superfici vetrate (Fig. 1). Per le coperture la soluzione adottata è quella tipica degli edifici industriali: una successione di portali in vista con trave a parete piena, che riesce a coprire ambienti con ampiezze superiori ai 12 m. Questo avviene in parte anche per l'edificio di Forlì, oggetto di studio. Le potenzialità del telaio vengono sfruttate non solo negli ambienti a grande luce, come le palestre e le piscine, ma anche nelle torri, nelle piattaforme per tuffi, nelle pensiline, nelle scale. I progettisti si servono spesso di raccordi a mensola tra pilastri e travi per aumentare il grado di incastro tra montanti e traverso, sfruttando questo tema come potenzialità espressiva. Alla fine del 1935 anche Ricci risponde alla chiamata all'autarchia inviando alle federazioni provinciali una circolare in cui, «preso

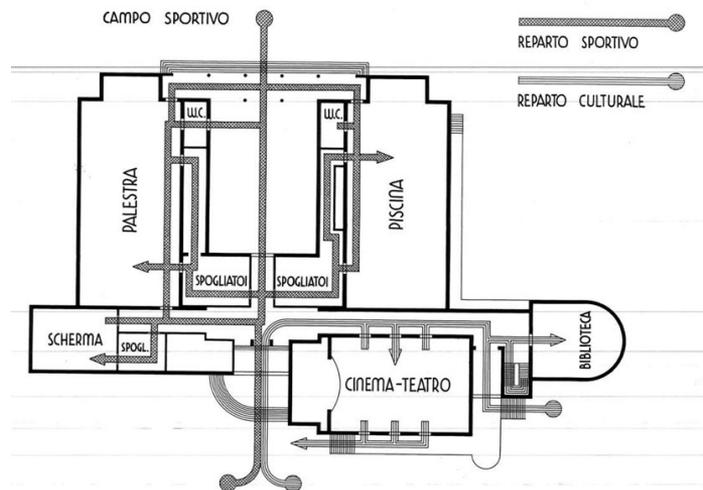
atto delle condizioni attuali del mercato del ferro e dei materiali metallici in genere», detta le regole da seguire nella progettazione e nella costruzione degli edifici dell'ONB. Le Case devono «essere eseguite in ossatura muraria o mista di pietrame e mattoni» e «le strutture in cemento armato debbono essere eliminate a eccezione soltanto di quegli elementi di fabbrica indispensabili e insostituibili con diverso tipo di struttura.» Prescrive inoltre di «ridurre le dimensioni delle aperture e modificarne la forma, eliminando quelle inutili e irrazionali grandi aperture, difficili a difendersi dal caldo, costose di manutenzione per la difesa dal freddo, poco solide e dispendiose nei loro elementi di chiusura, facilmente deperibili.» I materiali metallici sono tassativamente vietati per gli impieghi non strutturali.

Oltre a queste prescrizioni si raccomanda uno stile più austero: «il tono di finitura di un edificio deve essere semplice, preciso, scarno, aderente alla vita non comoda che è del tempo di Mussolini» e di non «cadere in quel tono di lussuosità che ormai, con pessimo gusto, è invalso nell'architettura pseudo moderna», dato che «la bellezza e la modernità di un edificio derivano dallo spirito ordinatore che dispone secondo necessità, ordine e misura anche i materiali più normali e di uso corrente.» La circolare segna un ritorno, dopo la metà degli anni Trenta, della costruzione muraria e dei materiali edilizi tradizionali,

secondo un modello costruttivo che di fatto è ancora in atto nella maggior parte degli edifici. Una motivazione realistica di ciò risiede probabilmente nel fatto che il ferro reperibile sul mercato fosse ritenuto indispensabile per lo sviluppo dell'industria bellica, settore verso il quale doveva essere convogliata tutta la spesa pubblica. Gli effetti della circolare si riscontrano anche sui cantieri già avviati e sui progetti già ultimati, per esempio la Casa del Balilla di Cesare Valle a Forlì, dove alcune modificazioni rispetto all'originario impiegano materiali decisamente più poveri. Si vengono a creare situazioni di contrasto tra la povertà costruttiva delle pareti perimetrali in pietrame o mattoni, innervate da travi e pilastri di sezione abbondante per limitare il consumo di ferro, e la novità di certe soluzioni strutturali.

LA COSTRUZIONE DELLA CASA DEL BALILLA DI FORLÌ

La Casa del Balilla di Forlì viene realizzata tra il 1933 e il 1935 su progetto dell'ingegner Cesare Valle, prima quindi del periodo di maggiori restrizioni. In riferimento a quanto espresso nel paragrafo precedente, l'edificio appartiene a quella categoria di Case il cui linguaggio razionalista utilizza la struttura indipendente di cemento armato, ma non la affranca totalmente, dal punto di vista architettonico, dalla concezione muraria complessiva dell'edificio. Nel gennaio del 1934 e nel



luglio del 1936 la rivista *Architettura* di Piacentini dedica due articoli all'edificio⁵.

La caratteristica principale della disposizione planimetrica è l'accentramento dei servizi e degli spogliatoi attorno ad un cortile in comunicazione con il campo sportivo attraverso un porticato che collega i due corpi della palestra e della piscina (Fig. 2). L'ingresso principale sul nuovo viale Mussolini conduce all'atrio del reparto sportivo, dal quale si accede direttamente ai due grandi spogliatoi per la palestra e la piscina e, attraverso un corridoio di disimpegno, agli spogliatoi annessi alla sala scherma.

La palestra coperta di circa 500 mq di superficie ha una galleria per il pubblico, alla quale

si accede attraverso una scala elicoidale in cemento armato, mentre la piscina, un volume simmetrico alla palestra rispetto all'asse passante per l'atrio del reparto sportivo, è caratterizzata in direzione sud da un'ampia vetrata a elementi scorrevoli, lunga 26 metri e alta 8, brevettata appositamente dalla ditta Curti di Bologna per dare la possibilità di trasformarla in piscina all'aperto.

La piscina è completata da un trampolino per i tuffi e, sui lati nord ed est, da una balconata che consente di assistere alle gare. La disposizione degli spogliatoi permette una rigorosa distinzione tra la zona di calpestio a piedi calzati e quella a piedi nudi, quest'ultima comunicante con la piscina attraverso il locale

Fig. 2 - diagramma funzionale della Casa del Balilla di Forlì, 1933.

della doccia obbligatoria. Altri locali sono una sala per la scherma di 200 mq, con i relativi spogliatoi, magazzini degli attrezzi e ambienti per ambulatorio medico e istruttori.

Al reparto culturale si accede attraverso l'ingresso posto alla base della torre, alta 30 metri, destinata ad accogliere la cappella votiva dedicata alla memoria di Arnaldo Mussolini e, in sommità, la campana votiva e, su due lati esterni, il giuramento fascista dei giovani della GIL. Il reparto è costituito da un cinema-teatro con una platea di circa 300 mq e una galleria superiore capace complessivamente di 600 posti a sedere, una sala convegni, una biblioteca con annesse sale di lettura e uffici dell'organizzazione. Nel seminterrato, che sul lato verso il campo sportivo è completamente fuori terra, sono previsti locali per il doposcuola e l'assistenza scolastica e dormitori da utilizzare in occasione di grandi adunate.

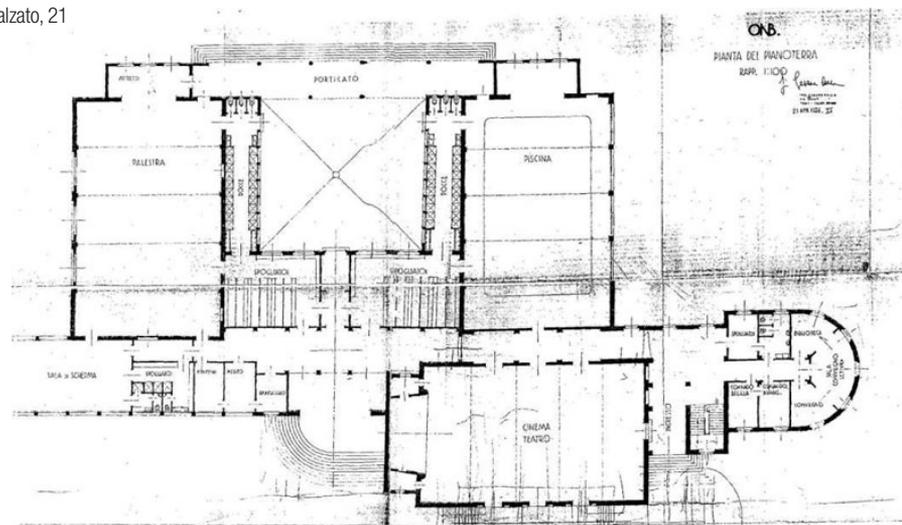
Nelle piante di un primo progetto architettonico definitivo, in scala 1:100 (aprile 1933), viene messa in evidenza l'organizzazione spaziale dell'edificio (Fig. 3). In una seconda serie di piante esecutive del novembre 1933, in scala 1:50, Valle arriva già a definire la localizzazione dei pilastri e dei vuoti all'interno delle murature (Fig. 4). Pur non essendo progettista del cemento armato, dal momento che i calcoli e i disegni strutturali - al momento non rintracciabili - sono eseguiti dall'impresa di costruzioni Calvitti, egli produce elaborati con un livello di dettaglio

molto maggiore rispetto ad altri edifici da lui ideati. Non vi sono differenze sostanziali di localizzazione o dimensione negli elementi strutturali elaborati da Valle nel 1933 e quanto effettivamente costruito.

La pianta del piano rialzato riportata sulla rivista Architettura è conforme alle piante tecniche quotate di Valle e quindi a quanto realmente edificato. Le modificazioni rispetto alla prima stesura del progetto riguardano l'ampliamento del seminterrato, che assume le medesime dimensioni del piano rialzato, e quello della palestra e della piscina al piano rialzato, pari ad una campata di pilastri. Nei disegni si nota una minore frammentazione dei locali dell'abside, che porta all'ampliamento dell'area destinata a biblioteca. Infine, nel progetto originario non è previsto il ballatoio a lato della piscina, che viene invece riportato nel progetto pubblicato e poi effettivamente realizzato per consentire il collegamento fra la piscina stessa e l'area esterna nel periodo estivo (Fig. 5).

La scelta di utilizzare una tipologia strutturale a telaio in cemento armato rappresenta, nel contesto forlivese degli anni Trenta, una scelta sicuramente innovativa, richiedendo la presenza in cantiere di una manodopera specializzata, con capacità tecnico-operative non ancora diffuse, e non costituendo necessariamente un vantaggio economico. Un motivo della scelta può essere ricercato nel semplice fatto che volumi così estesi come quelli della

Fig. 3 - pianta del piano rialzato, 21 aprile 1933.



palestra, della piscina e del cinema-teatro, difficilmente si sarebbero potuti realizzare in muratura, mentre una struttura in cemento armato ben si adattava a luci e altezze di notevoli dimensioni. L'impresa Calvitti nutriva una certa esperienza in questo senso.

Negli spazi della palestra, della piscina e del cinema-teatro la soluzione adottata è quella di una successione di portali in cemento armato che permettono di coprire ambienti ampi e creare grandi aperture vetrate. La caratteristica di questo tipo di soluzione è una spiccata monodirezionalità di questi blocchi, dove la rigidità in senso ortogonale al portale è garantita solamente dai telai ortogonali di facciata e dal collegamento perimetra-

le di tutti i portali in copertura. Diverso è il discorso per gli altri corpi dell'edificio, dove una maglia più fitta e la presenza di telai spaziali garantiscono una maggiore scatola. All'epoca della costruzione della Casa del Balilla, Forlì non era classificata come sismica e in tali zone si progettava tenendo conto esclusivamente dei carichi verticali (neve, pesi propri, carichi di esercizio)⁶; uno schema di questo tipo era perfettamente idoneo per sopportare i carichi verticali⁷.

Il cantiere è portato avanti interamente dalla ditta di costruzioni Calvitti con un'accurata pianificazione delle principali fasi esecutive in ragione di un edificio così complesso. Come si può constatare dalle fotografie dell'epoca,

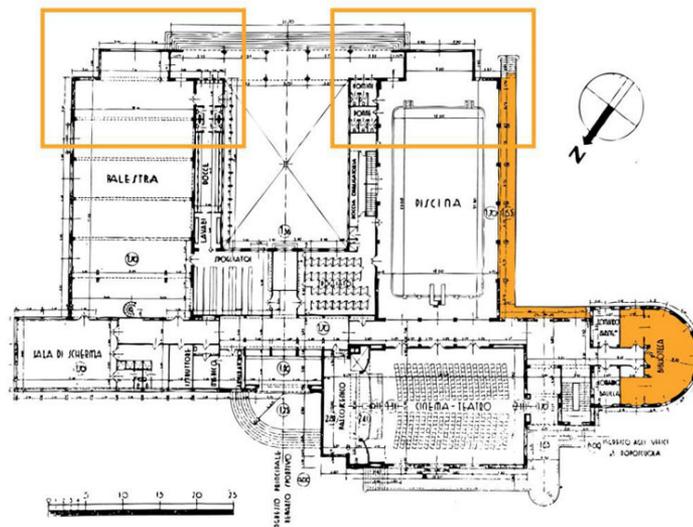
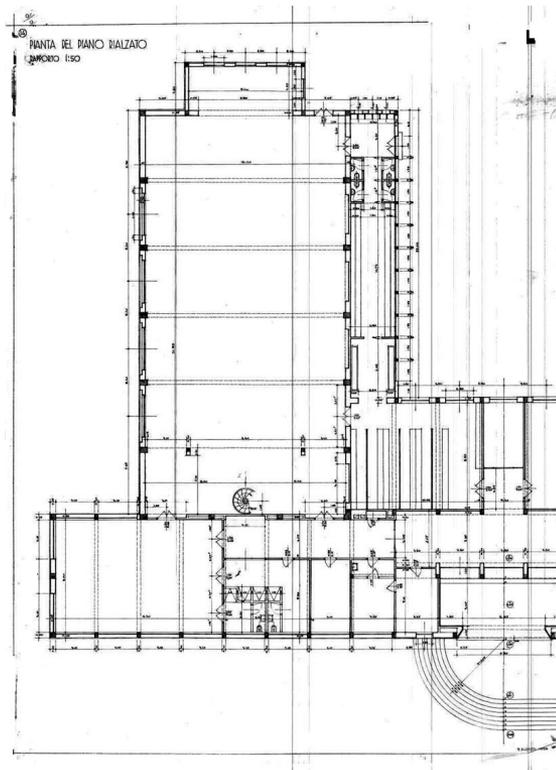


Fig. 4 - pianta del piano rialzato, zona della palestra, 9 agosto 1933.

Fig. 5 - pianta del piano rialzato, dalla rivista Architettura del gennaio 1934, con in evidenza le trasformazioni apportate.

la realizzazione avviene in due fasi differenti: in un primo momento sono realizzati la palestra con i relativi servizi e spogliatoi, la zona d'ingresso, il cinema-teatro, la torre e gli ambienti dell'abside (Figg. 6-7); una volta completate, almeno al grezzo, queste opere, viene costruita la parte relativa alla piscina con i relativi servizi e spogliatoi e il portico a chiusura del cortile retrostante, in aderenza alle strutture già esistenti e senza la presenza di giunti (Fig. 8). La motivazione di questa divisione in due fasi è appunto il posizionamento ottimale del percorso della gru⁸.

La parte della piscina è costruita mantenendo le strutture dell'involucro e della vasca separate, per evitare che differenze di carico

sulle fondazioni possano causare cedimenti differenziati mal tollerabili (Fig. 9). Le indagini eseguite in loco negli ultimi anni in previsione del recupero dell'edificio hanno permesso di capire dal punto di vista costruttivo come la struttura della piscina fosse realizzata in aderenza a quella già esistente. Si può ipotizzare che la continuità delle strutture portanti in cemento armato innalzate in fasi diverse fu garantita gettando in continuità una nuova gabbia affiancata alle strutture già completate. Questo aspetto mette in luce la criticità della zona di contatto tra le gabbie cementizie realizzate in epoche differenti. Nella modellazione strutturale è stata data la capacità di entrambe le gabbie di spingere

Fig. 6 - vista generale del cantiere nelle prime fasi, con la gru.

Fig. 7 - vista del telaio della torre.



contro l'altra, ma non la possibilità di trascinarla con sé.

Rispetto alla prima ultimazione lavori (Figg. 10, 11) l'edificio subisce alcune modificazioni. Dal confronto tra i disegni del 1933 e lo stato attuale si può notare la sopraelevazione dell'edificio ai piani primo e secondo. L'intervento, realizzato su progetto dello stesso Valle nel 1941, riguarda al primo piano l'area sovrastante l'ingresso principale, la sala schermo e parte degli spogliatoi e, al secondo piano, l'abside e una piccola area sovrastante la piscina (Fig. 12). Dal punto di vista costruttivo, la sopraelevazione è realizzata con una struttura in muratura portante lungo il perimetro, prolungando le pilastrate interne fino

al nuovo solaio di copertura, per utilizzare il precedente solaio di copertura, prima destinato a terrazza-solarium, come solaio per uffici e sale riunioni. Nel corso di tali interventi vengono modificate le grandi finestre della sala al piano primo della parte absidata, riducendone le dimensioni.

Relativamente agli elementi di collegamento verticale, il primo progetto prevede unicamente il vano scala sotto la torre, che dal piano seminterrato porta al piano primo, e una scala elicoidale. Un ulteriore vano scala è inserito in prossimità della palestra, presumibilmente in occasione della sopraelevazione. Nell'edificio è presente un'altra piccola scala elicoidale che dal piano rialzato porta



Riflessioni sul recupero strutturale degli edifici del razionalismo italiano

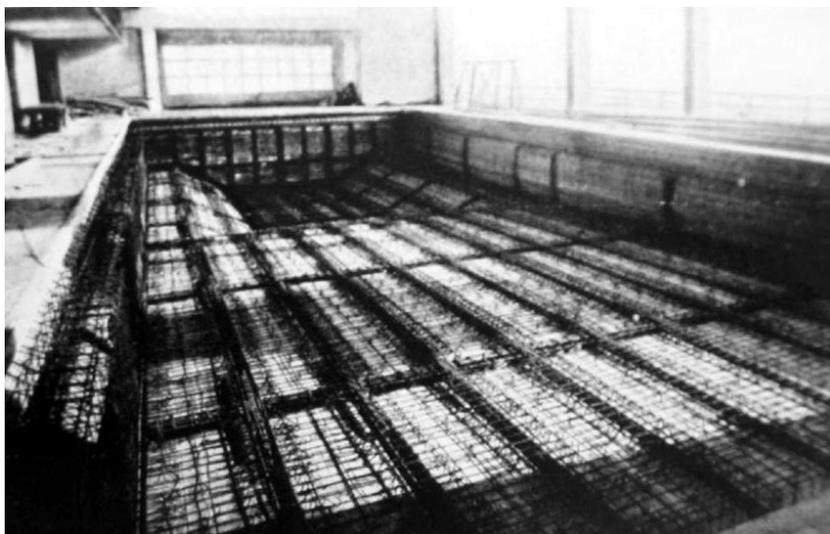
L. Guardigli

Fig. 8 - vista dalla torre del binario per la gru e zona culturale, primo solaio.

Fig. 9 - armatura della vasca della piscina prima del getto.

Nella pagina seguente:

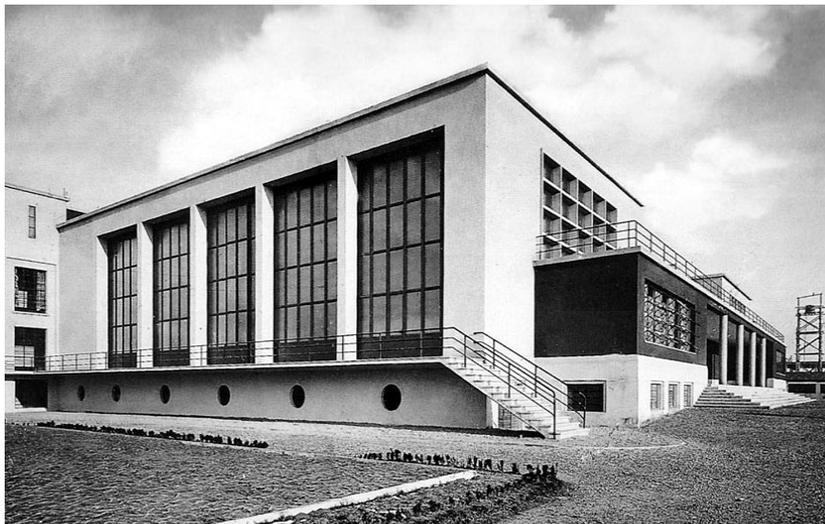
Fig. 10 - vista dell'edificio terminato.



alla tribuna della palestra.

Anche nella zona sportiva la modalità costruttiva della parte sopraelevata è la stessa della zona dell'abside; a causa delle maggiori luci da coprire, viene solo utilizzata una tipologia di solaio in latero-cemento con nervature maggiorate. Nelle sopraelevazioni le pareti esterne portanti in muratura sono sempre dotate di trave-cordolo sommitale per l'ancoraggio delle travi e del solaio. La scelta di sopraelevare le pareti esterne utilizzando una struttura in muratura portante risente sicuramente del periodo autarchico in cui ci si trova, che impone l'impiego di sistemi costruttivi più economici. Il regime autarchico influisce in maniera piuttosto evidente anche sul diametro molto ridotto delle barre d'armatura dei pilastri interni dell'ultimo piano, in sostanza appoggiati al solaio di quella che era la copertura dell'edificio prima della sopraelevazione, senza alcuna ripresa di getto. Gli interventi che si susseguono nel dopoguerra sono conseguenti al diverso uso della costruzione e alla necessità di ripristinare le parti che nel periodo bellico hanno subito dei danni. Molti di essi, però, compromettono parzialmente la fabbrica originaria. Nel 1947 iniziano i lavori di adattamento dei locali della parte nord del fabbricato, avuti in affitto dalla Polisportiva Edera per utilizzarli per le proprie attività sportive; viene così interrotta la continuità del corridoio al piano rialzato con dei diaframmi in muratura. Nella grande



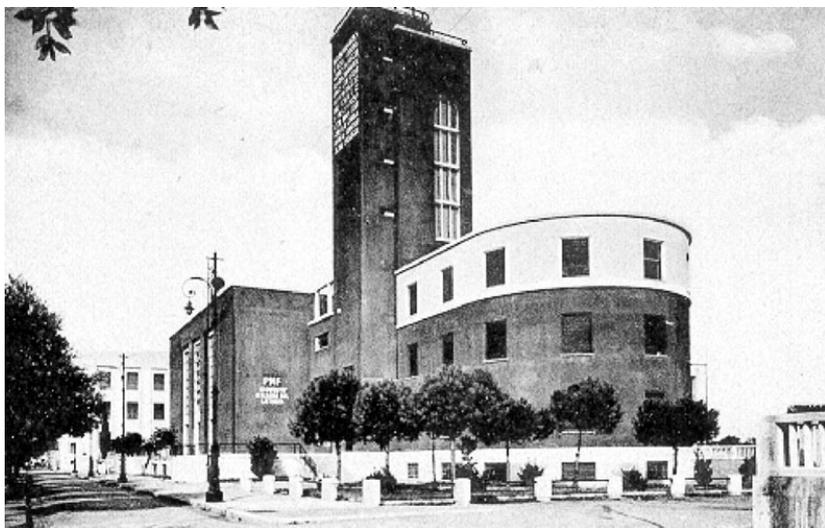


Riflessioni sul recupero strutturale degli edifici del razionalismo italiano

L. Guardigli

Fig. 11 - vista del retro dell'edificio con la piscina in primo piano, 1935.

Fig. 12 - la zona absidale dell'edificio dopo la sopraelevazione, 1941.



palestra al piano rialzato viene tamponata la vetrata inferiore della parete verso il campo sportivo, distrutta durante la guerra, e al piano seminterrato vengono ridotte le dimensioni del locale sotto la palestra per creare due nuovi ambienti. Nel 1948 riprende a funzionare la sala cinematografica, dopo una serie di lavori, ma in questa occasione viene tamponata l'apertura nella zona esterna antistante l'ingresso dove era collocata originariamente la biglietteria e ne viene creata una nuova demolendo una porzione della parete dell'atrio. Viene anche eliminata la porta che permette di accedere al cinema dall'ingresso rientrante e la vetrata di accesso alla piscina dal corridoio è sostituita da una muratura.

Nel 1953 un'altra serie di interventi poco lungimiranti interessa il cinema-teatro. Nel 1975 si realizza l'impermeabilizzazione della copertura sulle palestre e sul corpo sport a loro ortogonale, mentre nel 1990 lo stesso intervento si rende necessario per il cinema. Negli anni Ottanta, dopo un pluridecennale periodo di abbandono, si decide di demolire la struttura della piscina, già chiusa nell'immediato dopoguerra per l'insorgere di fessurazioni, e di sostituirla con un nuovo impalcato per un uso sportivo. Le ampie vetrature esposte a sud vengono parzialmente tamponate con blocchi in laterizio, perdendo l'infisso scorrevole originario. La vasca è demolita e sostituita con un solaio del tipo predalles in appoggio a nuovi telai longitudinali, indipendenti dall'in-

volucro esterno.

Qualche tempo dopo la realizzazione del solaio sono posti in opera una serie di cavi di precompressione per risolvere una deformazione che si era presentata nella campata centrale. Questo intervento è progettato secondo le norme sismiche dell'epoca (DM 1982, con Forlì zona di II categoria). L'abside viene lasciato per anni in stato di parziale abbandono (Fig. 13).

IL PROGETTO DI RECUPERO FUNZIONALE

Come per molti altri edifici del razionalismo, il disinteresse per un'attiva manutenzione della Casa del Balilla di Forlì e il conseguente degrado della costruzione non sorprendono. Quando alla fine degli anni Novanta rinasce l'interesse per il recupero dell'edificio, l'obiettivo dell'intervento proposto dal comune è quello di riprendere pienamente l'originaria destinazione pubblica dell'edificio per attività rivolte al mondo giovanile, non solo limitandosi alla rimozione delle superfetazioni e al restauro conservativo del manufatto dal punto di vista architettonico, ma puntando anche al ripristino di quell'unitarietà funzionale che costituiva la peculiarità e la modernità dell'edificio.

Il progetto, elaborato dopo il 2005, prevede la conferma della storica Polisportiva Edera, la realizzazione, negli spazi attualmente inutilizzati dell'abside, di un museo della ginnastica, un uso per attività sportive e culturali universitarie e l'uso scolastico delle pa-

Fig. 13 - stato conservativo della zona absidale prima dell'intervento (2007).



lestre¹⁰. L'area museale dedicata allo sport nella zona dell'abside è legata funzionalmente all'ex-cinema, trasformato per l'occasione in un ambiente dedicato alla proiezione di filmati sportivi. L'ingresso all'altra ala dell'edificio prevede invece l'accesso ad una nuova biblioteca sportiva e ad una zona dedicata alla consultazione telematica. Dallo stesso ingresso, ma anche da altri punti, si lascia l'accesso alle quattro palestre della Polisportiva Edera, che si vanno a relazionare con il campo sportivo sul retro dell'edificio. La rifunzionalizzazione del piano rialzato prevede il ripristino funzionale della galleria ideata da Valle. Lo spazio della torre al piano secondo e per tutta la sua altezza è pensato

per essere utilizzato a scopi espositivi.

Il progetto è caratterizzato da numerosi interventi sulle finiture (rifacimento degli infissi e degli intonaci, il restauro delle zoccolature, la conservazione di vari materiali originali ed altro) che però non costituiscono l'oggetto di questo articolo, che è piuttosto capace di capire le strategie per il recupero strutturale dell'immobile per valutarne l'efficacia.

LE STRATEGIE PER LA RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE

Per inquadrare il tema del recupero strutturale preme fare alcune considerazioni di carattere generale. L'articolazione volumetrica del fabbricato risulta complessa e si riflet-

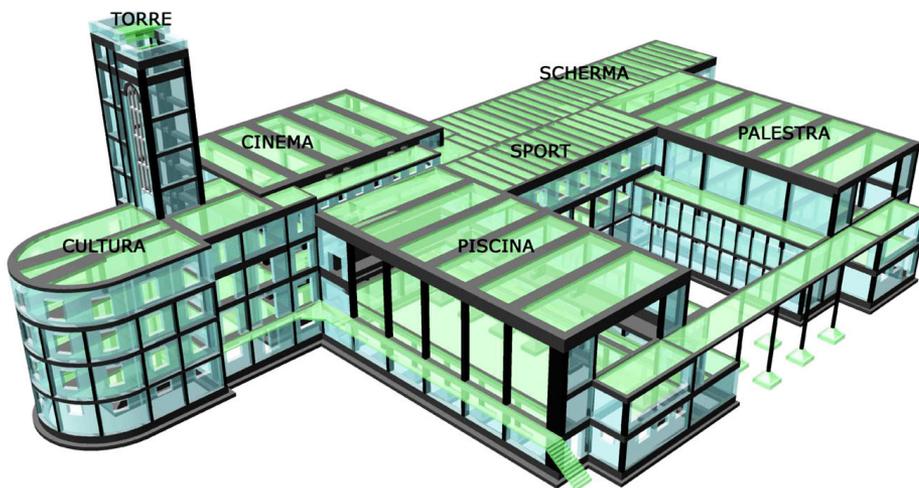


Fig. 14 - schema tridimensionale del sistema portante.

te nell'organizzazione del sistema portante (Fig. 14). L'edificio può essere schematizzato come insieme di blocchi, o corpi non indipendenti tra loro: palestra, schermo, sport, piscina, cinema, cultura, torre. La maggior parte di questi corpi presenta uno schema strutturale costituito da una serie di telai monodirezionali, collegati da cordoli perimetrali. La realizzazione in una fase successiva del corpo della piscina in aderenza alle strutture già esistenti, la sopraelevazione di alcune parti in muratura portante lungo il perimetro prolungando le pilastrate interne fino al nuovo solaio di copertura e altre modifiche del dopoguerra hanno contribuito ad aumentare la non uniformità, che risulta inoltre ampli-

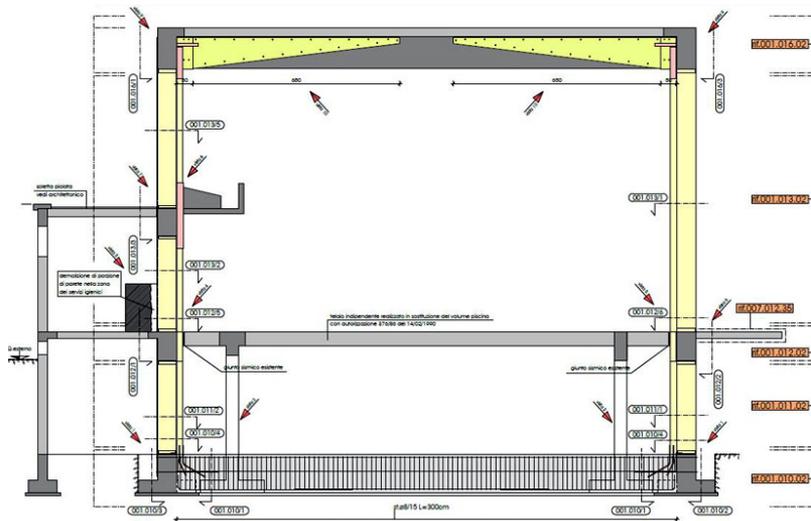
ficata dal carattere semi-artigianale della struttura, con il ricorso ad accorgimenti tecnologici e costruttivi diversi a seconda delle necessità.

Un elemento di riflessione riguarda la presenza del sistema di tamponamento originario in mattoni pieni e malta di calce, che aggiunge una connotazione di tipo misto alla struttura portante intelaiata. Di fatto i telai in cemento armato risultano controventati non solo dalle travi di bordo di sommità ma anche da tamponamenti murari di buona qualità strutturale e significativo spessore a contatto con la struttura a telaio. A tale proposito si può fare riferimento al rigore razionalista del progetto, che in questo senso ha contribuito

alla regolarità con cui sono disposti i pannelli murari. La sostanziale continuità verticale dei pannelli murari permette di poter/dover considerare la notevole massa inerziale di questi agente sulle strutture intelaiate in ragione della loro inerzia sismica, scaricando invece l'effetto statico direttamente un piano sull'altro fino alla trave di fondazione.

Molti specialisti richiamano la necessità di distinguere chiaramente, ai fini della verifica, la struttura a telaio dal tamponamento ad essa associato, evidenziando l'errore di affidarsi al secondo come elemento controventante efficace e raccomandando di combinare gli effetti contemporanei del sisma su entrambi i sistemi. In materia però non

Fig. 15 - intervento sui portali con inserimento piastre di acciaio e collegamento fondazioni.



c'è ancora un'interpretazione univoca degli effetti, favorevoli o non, che campi murari di grande massa possono avere sulla struttura intelaiata a contatto: schematizzare il comportamento dell'edificio a prescindere dalla presenza irrigidente di setti murari pieni, che in alcune situazioni indagate sono a 4 teste (60 cm di spessore), può condurre a considerazioni errate. Ciò che realmente accade, soprattutto in condizioni prossime al collasso e in corrispondenza dei nodi, va esplorato caso per caso.

Oltre ai campi murari, costituisce un'importante risorsa anche la presenza di orizzontamenti latero-cementizi con soletta superiore che contribuisce a conferire rigidità all'im-

palcato rispetto alle azioni orizzontali, ma questo aspetto è ampiamente riconosciuto. In sintesi, le problematiche che si pongono in questo progetto di riqualificazione strutturale sono:

- la presenza di un sistema portante originario intelaiato in cemento armato in buono stato di conservazione generale ma non omogeneo a causa di sopraelevazioni successive;
- la presenza di una forte irregolarità in pianta con un'articolazione volumetrica del fabbricato complessa, anche se non casuale, che non consente di effettuare impostazioni abbreviate nell'approccio allo studio della risposta sismica, renden-

do possibile la suddivisione in macrocorpi solo per un approccio preliminare al problema;

- la presenza di volumi importanti semplicemente affiancati, che rende la zona di contatto particolarmente delicata;
- la presenza della torre, che rende la struttura particolarmente irregolare in alzata e particolarmente critica nei punti di attacco;
- la necessità di verificare all'azione sismica una struttura all'epoca progettata quasi esclusivamente per carichi verticali, con un conseguente aspetto negativo legato alla spiccata monodirezionalità dei telai nei vari corpi.

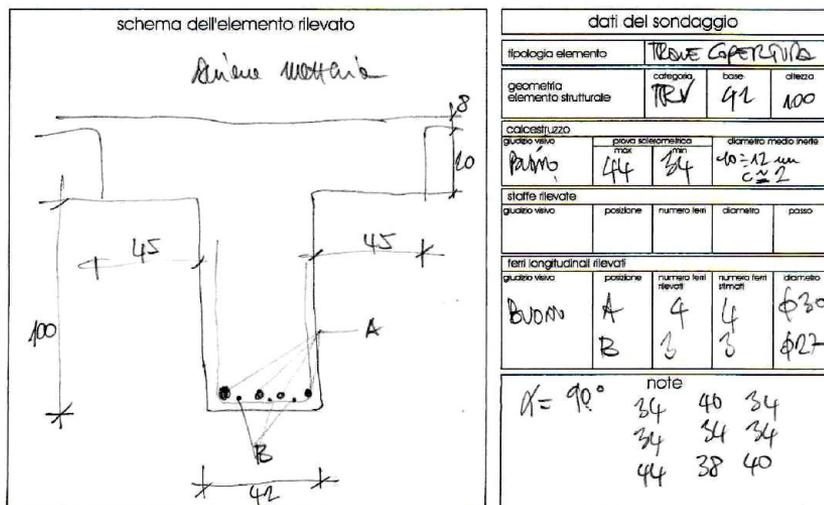
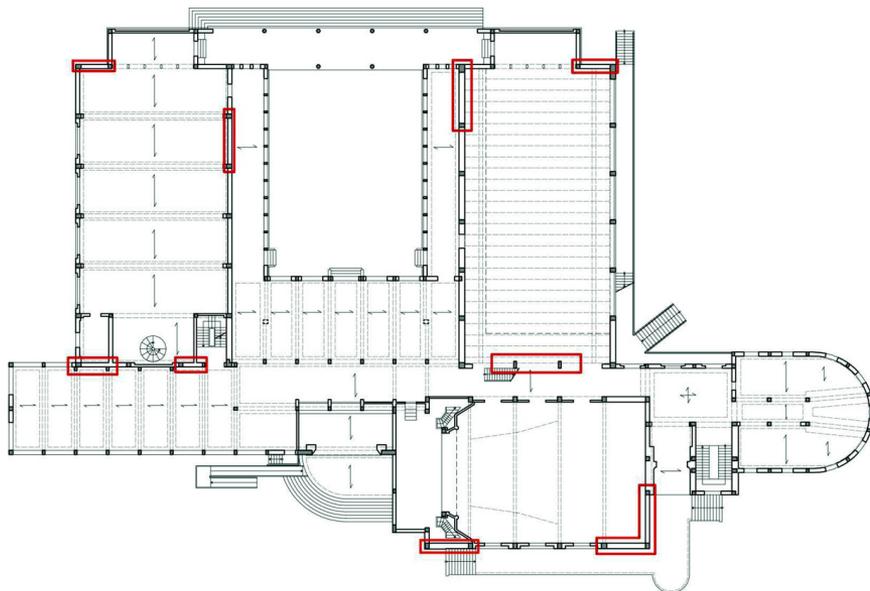


Fig. 16 - scheda di rilevamento delle barre in una trave di copertura, da un sondaggio distruttivo.

Per questo tipo di edifici tutelati la norma concede due strategie progettuali: l'adeguamento – non da affrontarsi necessariamente – o il miglioramento sismico. Sebbene entrambe le strade richiedano un'attenta analisi ed accurate valutazioni di causa-effetto, in linea di massima il primo approccio comporta un'azione più pesante sulla costruzione, con possibili conseguenze sulla configurazione architettonica. Il secondo caso, invece, tutela maggiormente il bene, ma in linea generale non permette di raggiungere gli stessi livelli prestazionali del primo tipo di intervento. L'argomento è di particolare interesse nel caso di costruzioni che utilizzano un'ossatura completa di cemento armato con carenze strutturali intrinseche, non così facilmente modificabili, se non con operazioni decise. L'azione di miglioramento si concentra soprattutto a livello locale nei punti con le carenze più evidenti, pur non trascurando una visione olistica del manufatto, e non richiede il raggiungimento di livelli prestazionali minimi, come richiesto dai codici di calcolo. Le possibili modalità operative per raggiungere lo scopo dell'adeguamento sismico possono invece seguire due filosofie progettuali: la scelta di un intervento di tipo diffuso e pressoché omogeneo su tutto il fabbricato, oppure la concentrazione di parti dell'intervento in ambiti localizzati. L'intervento diffuso consiste nel far ricevere l'azione sismica a tutti gli elementi esisten-





ti, rinforzandoli diffusamente. Un intervento di questo tipo garantisce maggiormente il rispetto della concezione strutturale originaria. La scelta di intervenire sui telai in modo diffuso ha inoltre come effetto non secondario la limitazione delle possibili sovrasollecitazioni in fondazione, un fenomeno indesiderato che si presenta con nuovi sistemi sismo-resistenti, come setti in cemento armato.

Un intervento localizzato prevede invece la concentrazione delle azioni in alcuni pun-

ti dove vengono realizzati sostanzialmente setti in cemento armato, in modo che travi e pilastri esistenti siano meno sollecitati. Un problema di questo intervento sta nel valutare se effettivamente gli sforzi riescano a concentrarsi in quei punti e, di conseguenza, nel verificare l'efficacia delle connessioni tra i nuovi setti e le strutture esistenti. In questo modo però la concezione strutturale originaria può essere snaturata, con inconvenienti nella configurazione spaziale dell'edificio. Nel caso dell'ex-GIL forlivese in un primo

Fig. 17 - posizionamento dei setti all'interno della maglia strutturale dell'edificio.

Fig. 18 - costruzione di un setto di cemento armato tra due pilastri nel seminterrato.

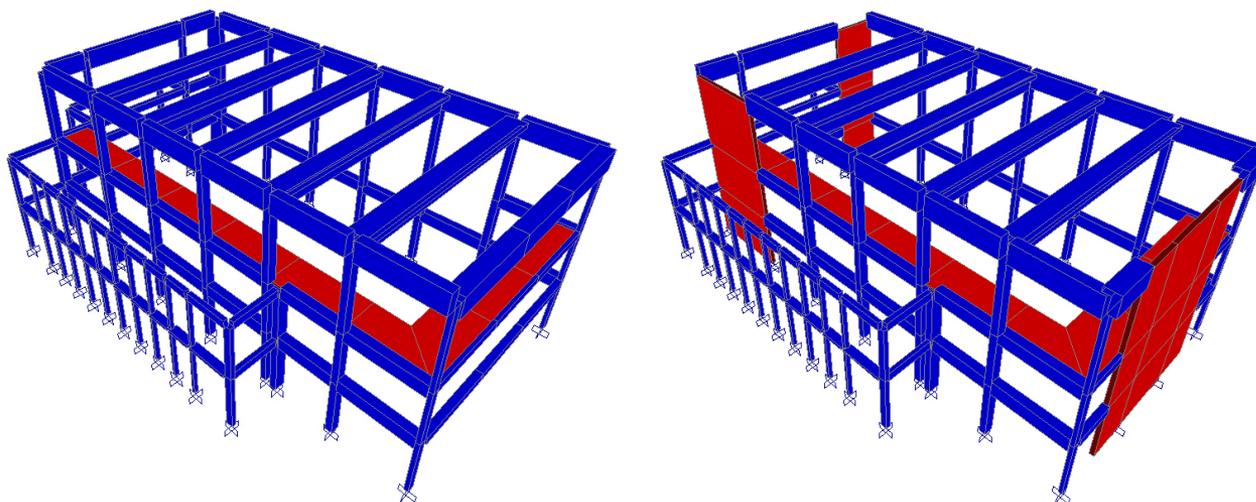


Fig. 19 - modello strutturale della piscine senza setti e con l'inserimento dei setti di cemento armato.

momento il comune aveva commissionato un progetto strutturale spingendo per una soluzione di tipo solo diffuso, con la proposta di una serie di linee guida nel rispetto della conformazione originaria del complesso edilizio:

- ripristinare la sezione originaria degli elementi, laddove ammalorata, e/o integrare e le caratteristiche meccaniche degli elementi, evitando stravolgimenti nell'organizzazione dei telai esistenti e prevedendo l'inserimento di elementi di completamento delle pilastrate solo nelle zone interessate dalla sopraelevazione;
- completare lo schema strutturale dei telai con l'inserimento di nuove strutture di

fondazione come chiusura al piede dei telai (Fig. 15);

- irrigidire e completare i telai piani di controventamento trasversale dei volumi principali per aumentare la resistenza nella direzione più debole;
- regolarizzare e completare, dove necessario, le pareti in muratura confinata per migliorarne l'effetto controventante.

In occasione del primo progetto strutturale si è manifestata la necessità di progettare il rilievo dello stato di fatto strutturale: è stato scelto di effettuare sondaggi in corrispondenza di punti significativi, per completare le informazioni fornite dalle fotografie di can-

tiere e dallo studio delle prassi costruttive dell'epoca. Sono stati fatti sondaggi distruttivi e non in modo diffuso su tutto l'edificio per limitare il più possibile le incertezze sulle sezioni strutturali, sufficienti per raggiungere il livello di conoscenza LC1: la distribuzione dei sondaggi mostra una concentrazione particolare degli stessi in corrispondenza della parte sud del complesso (corpi cultura, torre, cinema e piscinal) in stato di abbandono e di avanzato degrado, rispetto a quella nord al momento ancora utilizzata (Fig. 16).

I sondaggi distruttivi su travi e pilastri, condotti in modo relativamente limitato per non compromettere la conservazione della fabbrica, hanno fornito indicazioni circa

le dimensioni degli elementi, il numero e il diametro delle barre presenti, lo stato di conservazione e la presenza di staffe; quelli sui solai hanno permesso di verificare la presenza e lo stato di conservazione dell'armatura dei travetti e di confermare la tipologia di solaio ipotizzata sulla base delle foto originarie di cantiere.

I risultati hanno messo in evidenza la presenza di una certa densità di barre di armatura lisce, poste in opera spesso su più strati, impiegando anche ferri sagomati. Per quanto riguarda l'armatura a taglio, non era consuetudine all'epoca utilizzare staffe, per cui quelle presenti, disposte peraltro in modo irregolare, dovevano per forza avere la sola funzione di contenimento.

I risultati delle analisi numeriche relative a questo approccio non convincevano del tutto il committente. Alla fine del processo progettuale, la scelta del comune, in accordo con tutte le parti e probabilmente derivata anche da una valutazione economica, è stata quella di realizzare una serie di setti in cemento armato continui dalle fondazioni alla copertura, posizionati in determinati punti dell'edificio con lo scopo di ricevere l'azione sismica di norma nel modo più uniforme possibile, provvedendo in misura più ridotta a interventi locali sui pilastri, rispetto all'ipotesi di intervento capillare precedente, più onerosa nel suo complesso, lenta e complessa nella sua realizzazione (Figg. 17-18).

A tal riguardo si deve sottolineare la volontà responsabile dell'ufficio tecnico del comune, ingegner Claudio Mambelli, di raggiungere l'obiettivo dell'adeguamento sismico in modo più facilmente verificabile. In questa sede si vuole rimarcare l'importanza che la verifica di norma, ai fini dell'adeguamento, ha avuto nell'impostazione del progetto definitivo di recupero strutturale.

LE ANALISI NUMERICHE

Per valutare se i punti di maggiore criticità dello stato di fatto fossero stati risolti con l'intervento dei setti in cemento armato e ai fini del lavoro di ricerca qui presentato, sono state effettuate analisi e verifiche di tipo statico e sismico sul blocco piscina, con il supporto del software di calcolo SAP2000. Le verifiche sismiche sono state precedute da un'analisi modale e spettrale, ipotizzando in un primo tempo il modello dello stato di fatto, quindi il modello con l'inserimento dei setti (Fig. 19).

Il corpo piscina è stato schematizzato in tre blocchi di forma rettangolare: quello principale, dove in origine si trovava la vasca della piscina, e altri due di soli due piani, compreso quello seminterrato. Di quest'ultimi due blocchi, uno si sviluppa sul lato nord del blocco principale, dalla parte del cortile interno, e comprende i locali degli spogliatoi, l'altro invece costituisce una piccola appendice sul lato est, adibito a magazzino. Il blocco princi-

pale è un grande volume vuoto, caratterizzato da una serie di telai di notevoli dimensioni, in successione in direzione est-ovest, con una tribuna per il pubblico posizionata lungo i lati ovest e nord. Il solaio presente alla quota del piano rialzato, sostenuto da una struttura indipendente di pilastri interni separata dalla struttura originaria da un giunto, non è stata considerata. I solai (20+8 cm quello della copertura del blocco principale, 16+4 cm quelli dei due blocchi minori) sono stati considerati infinitamente rigidi.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali, si è fatto riferimento a quelle individuate nel primo progetto strutturale del comune attraverso i sondaggi effettuati. Per il calcestruzzo si è considerata una resistenza paragonabile alla classe C 16/20, per l'acciaio barre lisce del tipo FeB22k.

Sono state prese in considerazione tre combinazioni di carico: statica, corrispondente alla combinazione fondamentale delle azioni; sismica x, corrispondente alla combinazione sismica con direzione x; sismica y, corrispondente alla combinazione sismica con direzione y.

In primo luogo sono stati inseriti nel modello i valori derivanti dall'analisi dei carichi verticali, secondo la combinazione statica. Prima di considerare la combinazione sismica sono state poi effettuate un'analisi modale e un'analisi spettrale relativa ai due modelli strutturali.

Nell'analisi modale con spettro di risposta, o analisi lineare dinamica, l'equilibrio è sta-

to trattato dinamicamente e l'azione sismica è stata modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto. L'analisi dinamica lineare è condotta secondo tre passaggi: determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale); calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati; combinazione degli effetti relativi a ciascun modo di vibrare¹¹.

L'uso dello spettro di risposta consente di calcolare gli effetti massimi del terremoto sulla costruzione associati a ciascun modo di vibrare. Poiché durante il terremoto, tuttavia, gli effetti massimi associati ad un modo di vibrare non si verificano generalmente nello stesso istante in cui sono massimi quelli associati ad un altro modo di vibrare, tali effetti non possono essere combinati non con una semplice somma ma con regole di natura probabilistica, che tengono conto dello sfasamento temporale. Gli effetti dell'azione sismica sono quindi valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali¹². I vari modi di vibrare della costruzione sono stati valutati criticamente per entrambi i modelli.

Il confronto tra le forme modali dei due modelli mostra come i periodi delle prime forme modali risultino notevolmente ridotti con l'inserimento dei setti: la prima forma modale ha subito un abbattimento del periodo da 1,06 sec per lo stato di fatto a 0,41 sec. Questo

fatto prova l'irrigidimento della struttura alle azioni orizzontali del sisma ottenuto attraverso la realizzazione dei setti.

Sono state poi confrontate le forme modali dei due modelli aventi lo stesso periodo per valutare eventuali cambiamenti di tipologia del modo di vibrare della struttura, a parità di frequenza, dopo l'inserimento dei setti.

Considerando la forma modale 1 del modello con i setti, questa ha periodo simile alla forma modale 5 dello stato di fatto (0,41 sec): mentre la forma modale 1 è un modo di vibrare globale di tipo torsionale che interessa tutta la struttura, con una prevalente componente rotazionale intorno all'asse z e componenti traslazionali significative in direzione x e y, la forma modale 5 dello stato di fatto è un modo di vibrare locale, che interessa una singola asta. Altre due forme modali che hanno un periodo simile (0,28 sec) sono la forma modale 2 del modello con i setti e la forma modale 8 dello stato di fatto. Entrambe queste forme sono di tipo traslazionale, con una componente prevalente in direzione y. La forma modale 3 e 4 del modello con i setti hanno un periodo basso (intorno a 0,2 sec), simile ai modi di vibrare successivi alla forma modale 12 dello stato di fatto. Tutti questi modi non sono stati considerati significativi in quanto modi di vibrare locali.

La funzione dello spettro di risposta è stata disegnata per punti attraverso le relazioni suggerite dalla norma, fissando valori suc-

cessivi di T e determinando la corrispondente accelerazione spettrale orizzontale. Lo spettro di risposta orizzontale così individuato con riferimento allo stato limite ultimo del tipo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) è stato poi inserito nel software di calcolo.

Le verifiche effettuate sullo stato di fatto, considerando quindi gli elementi ripristinati ma prima dell'inserimento dei setti, hanno messo in evidenza una serie di aspetti. Nella mezzeria delle travi di copertura principali la verifica a flessione derivante dalla combinazione statica dei carichi non risulta soddisfatta per tutti i telai, ma nei casi negativi il rapporto tra momento resistente e sollecitante è comunque molto vicino all'unità (0,94 - 0,95). Quando l'edificio fu progettato il carico considerato per la neve era inferiore a quello imposto dalla normativa attuale. Alle estremità la verifica a taglio di tali travi non risulta soddisfatta: il rapporto tra taglio resistente e sollecitante è compreso tra 0,90 e 0,92. All'epoca per armare a taglio venivano utilizzati ferri piegati e non staffe, presenti in scarsa quantità in quanto dovevano avere solo una funzione di confinamento del calcestruzzo. Va però detto che nelle verifiche si è scelto di non considerare la presenza dei ferri piegati, in quanto i sondaggi non hanno permesso di conoscerne la quantità e la posizione.

Per quanto riguarda la combinazione sismica x - le azioni del sisma sui portali sono prevalentemente in questa direzione - la differen-

za maggiore rispetto a quella statica risiede nei valori del momento flettente negativo alle estremità delle travi del blocco principale. La verifica a flessione alle estremità dovuta a momento di segno negativo non è mai soddisfatta (0,63-0,91). Con la combinazione sismica nasce alle estremità anche un momento di segno positivo, ma di entità trascurabile. L'azione tagliante e il momento flettente positivo in campata con la combinazione sismica risultano inferiori a quelli determinati considerando la combinazione statica delle azioni. Le verifiche sulle travi di bordo di copertura danno risultati simili a quelli descritti per le travi di copertura principali: con analisi statica in corrispondenza della sezione di mezzzeria la verifica a flessione non risulta soddisfatta, ma il rapporto tra momento resistente e sollecitante è comunque molto vicino all'unità (0,95); alle estremità la verifica a taglio non risulta soddisfatta: il rapporto tra taglio resistente e sollecitante è più basso rispetto al portale (0,67); la verifica a flessione alle estremità dovuta a momento di segno negativo non risulta mai soddisfatta (0,52). Con la combinazione sismica nasce alle estremità anche un momento di segno positivo, ma di entità ridotta in rapporto alle barre di armatura inferiori presenti, con verifica sempre soddisfatta. L'azione tagliante e il momento flettente positivo in campata determinati con la combinazione sismica risultano inferiori a quelli determinati considerando la combina-

zione statica delle azioni.

Le verifiche sulle altre travi del corpo piscina hanno risultati simili a quelli descritti per i portali per quanto riguarda la verifica a flessione, molto differenti per la verifica a taglio. Il rapporto tra taglio resistente e sollecitante è nella maggior parte dei casi molto basso, compreso tra 0,28 e 0,48 (in queste travi sono presenti staffe di diametro più ridotto e passo maggiore, solitamente $\varnothing 7/30$ ”).

I pilastri 45x60 cm dei portali del blocco principale non presentano particolari criticità nel caso della combinazione fondamentale delle azioni. L'armatura presente (5 $\varnothing 30$ inferiori + 5 $\varnothing 30$ superiori) fa sì che le verifiche siano soddisfatte: le coppie di valori delle sollecitazioni (N,M) rientrano nel dominio di resistenza; la verifica a taglio è generalmente soddisfatta.

Per quanto riguarda la combinazione sismica x le coppie di valori delle sollecitazioni (N,M) rientrano nel dominio di resistenza, ma la verifica a taglio non è mai soddisfatta (0,60 - 0,96).

La carenza di staffe, con passo non sufficientemente ravvicinato in corrispondenza delle estremità delle aste, crea problemi nella verifica a taglio.

Un aspetto importante da sottolineare relativamente ai pilastri riguarda la snellezza, cioè il rapporto tra la lunghezza libera d'inflessione e il raggio d'inerzia della sezione di calcestruzzo non fessurato. Questa supera infatti

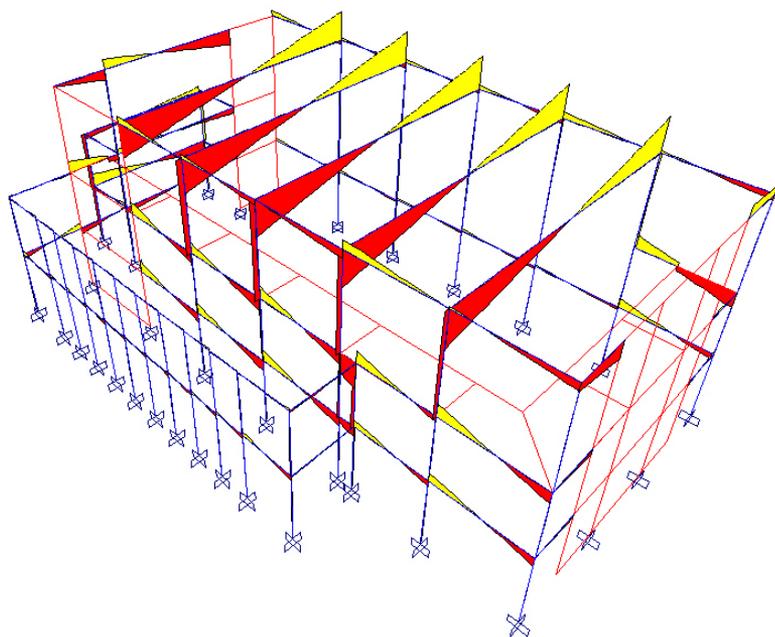
il valore limite imposto dalla normativa, non permettendo quindi di trascurare gli effetti del secondo ordine. Il diagramma del momento flettente dei pilastri dei telai del blocco principale della piscina presenta una serie di discontinuità in corrispondenza delle travi di collegamento tra i telai stessi, dovute alla presenza di momento torcente che, soprattutto nelle travi portanti la tribuna a sbalzo, presenta valori piuttosto elevati.

Riassumendo i risultati delle verifiche su travi e pilastri dello stato di fatto le problematiche maggiori riguardano i seguenti aspetti:

- carenza di armatura per coprire il momento flettente negativo alle estremità di tutte le travi, in particolare per la combinazione sismica delle azioni.
- carenza di armatura a taglio alle estremità delle travi, ad eccezione delle travi di copertura del blocco principale della piscina.
- carenza di armatura a taglio nei pilastri, per la combinazione sismica delle azioni.

Valutando le sollecitazioni sugli elementi strutturali nel modello con setti in cemento armato, il primo aspetto da sottolineare è che i benefici maggiori rispetto allo stato di fatto si hanno per la combinazione sismica delle azioni. Si ha una notevole riduzione, fino al 70%, del momento flettente negativo alle estremità delle travi e una riduzione del momento flettente positivo in campata nelle travi e del taglio alle estremità delle travi dell'ordine del 5-10%. Sempre confrontando la combinazione

Fig. 20 - sollecitazione di taglio nei portali dopo l'inserimento dei setti.



sismica delle azioni, per i pilastri la riduzione delle sollecitazioni rispetto allo stato di fatto riguarda momento flettente e taglio, sia in sommità che alla base, con valori mediamente inferiori del 50%.

La verifica a flessione in campata e quella a taglio alle estremità portano invece a risultati simili a quelli dello stato di fatto, con verifiche non soddisfatte e rapporto tra sforzo resistente e sollecitante intorno allo 0,9 (Fig. 20).

Il confronto tra i diagrammi del taglio del modello dello stato di fatto e del modello con i

setti per la combinazione sismica x delle azioni mette in evidenza la riduzione delle sollecitazioni ottenuta con i setti in cemento armato, soprattutto relativamente al taglio nei pilastri 45x60 cm.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le analisi hanno mostrato che la struttura originaria presenta una diffusa carenza di armatura per coprire il momento flettente negativo alle estremità delle travi, in particolare per la combinazione sismica delle azioni, una

carenza di armatura a taglio alle estremità delle travi, ad eccezione delle travi di copertura del blocco principale della piscina, e una carenza di armatura a taglio nei pilastri, per la combinazione sismica delle azioni.

L'intervento che prevede di adeguare lo stato di fatto strutturale attraverso la realizzazione di setti in cemento armato porta benefici importanti sulla struttura in termini di resistenza alle forze orizzontali del sisma. La presenza di tali elementi influisce invece in modo molto ridotto sulla distribuzione delle sollecitazioni dovute ai carichi verticali. I setti, infatti, forniscono un notevole irrigidimento alla struttura, come messo in evidenza nell'analisi delle forme modali, che consente di raggiungere i valori minimi ai fini dell'adeguamento, ma non danno risposta in regime statico.

I setti previsti non riescono a soddisfare le verifiche a taglio delle travi, soprattutto di quelli del blocco degli spogliatoi con un'evidente carenza di staffe, e la verifica a flessione delle travi, in particolare per il momento negativo alle estremità.

In conclusione, per superare questi problemi non è sufficiente la realizzazione di setti in cemento armato, ma è necessario prevedere interventi aggiuntivi diffusi e molto accurati – rinforzi con lamiera in acciaio alle estremità delle travi, interventi con fibre di carbonio o fibre di vetro, ecc. – come era stato pensato nel primo progetto strutturale presentato. Inoltre è necessario verificare le sovrasolle-

citazioni che nascono a livello dell'attacco a terra in corrispondenza dei nuovi setti, che potrebbero causare cedimenti differenziali delle fondazioni esistenti.

Vi sono poi due ulteriori considerazioni da fare: una di carattere strutturale, l'altra invece di carattere architettonico. La prima riguarda l'efficacia dell'intervento con i setti in cemento armato. Esso è strettamente legato alle modalità esecutive degli stessi: affinché possa effettivamente verificarsi la trasmissione delle azioni interne ai nuovi elementi strutturali e il modello possa quindi essere il più rispondente possibile alla condizione reale, deve essere assicurata la necessaria continuità tra i nuovi setti e la struttura a telaio esistente. La seconda riguarda le modifiche che un intervento di questo tipo comporta per l'edificio a livello spaziale: l'inserimento dei setti e l'irrobustimento degli elementi strutturali implicano infatti delle modificazioni nell'architettura dell'edificio. Affinché si possa esprimere un giudizio positivo sulla strategia adottata, entrambi gli aspetti devono essere presi in considerazione nelle prime fasi del progetto di recupero e non a progetto ultimato o addirittura a cantiere avviato, come in questo caso. La ricerca di un giusto compromesso tra il rispetto della logica costruttiva originaria e le ragionevoli esigenze di sicurezza attuali va effettuata fin da subito, in una logica di integrazione tra sistemi.

NOTE

[1] Vedi tesi di laurea di Andrea Vittorio Pollini, *La casa del Balilla di Cesare Valle a Forlì (1933-1935): aspetti tecnici della costruzione e analisi per il recupero strutturale*, Università di Bologna, A.A. 2010-2011, relatore Luca Guardigli, correlatore Claudio Mazzotti.

[2] Tramonti U., Prati L. (1999), *La città progettata: Forlì, Predappio, Castrocaro. Urbanistica ed architettura fra le due guerre*, p. 295.

[3] Cfr. Capomolla R., Muziani M., Vittorini R., *Casa del Balilla. Architettura e fascismo*, Electa, Milano, 2008, pp. 7-8.

[4] Cfr. Danesi S., Patetta L. (1976), *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il Fascismo*, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia, p. 31.

[5] Cfr. "Casa Balilla di Forlì", in *Architettura*, gennaio 1934, pp. 48-52. Gli esempi di Case del Balilla più vicini all'edificio forlivese per sensibilità architettonica e metodi costruttivi, sono l'Accademia di educazione fisica al Foro Mussolini di Roma (Del Debbio, 1933), il progetto per la Casa madre di Roma (Del Debbio, 1933) e la Casa del Balilla di Trastevere

(Moretti, 1933-1936).

[6] Le Norme Tecniche elaborate ed approvate dal governo fascista con RD 23 ottobre 1924 n. 2089 integrarono una serie di disposizioni già esistenti riguardo la costruzione di edifici in zone sismiche, aggiungendo con l'art.29 l'indicazione delle dimensioni da assegnare alle membrature di cemento armato per gli edifici di comune abitazione, allo scopo di diffondere questo sistema costruttivo anche per gli edifici di minore importanza, senza la necessità di fare laboriosi calcoli di stabilità. Per favorire la ripresa dell'attività costruttiva in una fase di crisi edilizia venne presa in considerazione la richiesta di esonero dall'osservanza delle norme antisismiche da parte di alcuni comuni con bassa sismicità. Nel 1926 il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici riconobbe la possibilità di graduare le norme costruttive dei vari comuni in relazione alla frequenza e all'intensità dei fenomeni sismici in essi verificatisi nei secoli e alla costituzione geologica del suolo. Prevedendo però la possibilità di eventi eccezionali, impose che anche nei comuni non soggetti a norme tecniche antisismiche si

adottassero norme speciali di buona costruzione. Venne quindi redatto un nuovo testo per le località colpite da terremoti e di buona costruzione per tutti gli altri comuni, approvato il 3 aprile 1930 con RD n. 682, convertito in legge il 6 gennaio 1931. Venne indicata come preferibile, nei confronti della resistenza sismica, ogni costruzione che comprendesse un'intelaiatura in legno, ferro o cemento armato, ma non vennero escluse le costruzioni a struttura muraria ordinaria.

[7] I calcoli di stabilità erano redatti considerando i seguenti valori ammissibili per le sollecitazioni sugli elementi in cemento armato: per pressione semplice < 40kg/cmq; per flessione semplice < 50 kg/cmq; per taglio < 2 kg/cmq. Il valore del coefficiente di omogeneizzazione $n = 10$ era corrispondente a un tipo di calcestruzzo di alta qualità. Per l'acciaio il valore della tensione ammissibile era pari a 1200 kg/cmq.

[8] Il fatto che la piscina venisse realizzata in una seconda fase esecutiva era già stato previsto nel progetto di Valle, come si può notare dalla pianta quotata del piano rialzato da lui firmata il

16 agosto del 1933, dove la parte della piscina non viene neppure disegnata.

[9] All'epoca della costruzione la norma di riferimento era il RD n.1431 del 7 giugno 1928, a quella della sopraelevazione era invece entrato in vigore il RD n. 2105 del 22 novembre 1937 ed un successivo aggiornamento normativo nel 1939.

[10] Il finanziamento stanziato per l'intervento è stato di 5.465.436 euro di cui 2.021.436 dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e 3.444.000 euro dal comune di Forlì. Il progetto ha ottenuto un contributo di 300.000 euro dalla Fondazione Monte dei Paschi di Siena, in particolare per il Museo della Ginnastica.

[11] Per poter cogliere con sufficiente approssimazione gli effetti dell'azione sismica sulla costruzione, la NTC 2008 dice di considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale è superiore all'85%, trascurando solo quelli meno significativi in termini di massa partecipante.

[12] Vedi NTC 2008, punto 3.2.4.

BIBLIOGRAFIA

Capomolla, R.; Mulazzani, M.; Vittorini R. (2008), *Casa del Balilla. Architettura e fascismo*, Electa, Milano.

Comune di Forlì (2008), *Il Viale della Libertà: museo a cielo aperto dell'architettura del Ventennio. Presentazione del progetto di restauro e recupero del Viale della Libertà e dell'edificio ex G.I.L.*, Forlì

Danesi, S.; Patetta, L. (1976), *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il Fascismo*, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia.

Del Debbio, E. (1928), *Ope-*

ra Nazionale Balilla. Progetti di costruzioni. Casa Balilla - Palestre - Campi sportivi - Piscine ecc., Palazzo Viminale, Roma.

Laghi, G.L.; Vergari, E. (1997), *Il viale della stazione - Storia, immagini, e studio tecnico della strada alberata più famosa di Forlì*, Forlì.

Leonarduzzi, M. (1934), *"Casa del Balilla"*, in *Rassegna di architettura*.

Poretti, S. (2008), *Modernismi italiani. Architettura e costruzione nel Novecento*, Gangemi Editore, Roma.

Rava, C.E. (1935), *Nove anni*

di architettura vissuta 1926 IV 1935 XIII, Roma.

Tramonti, U.; Prati, L. (1999), *La città progettata: Forlì, Predappio, Castrocaro. Urbanistica ed architettura fra le due guerre*, Comune di Forlì, Forlì.

"Casa Balilla di Forlì", in *Architettura*, gennaio 1934.

"Casa Balilla di Forlì", in *Architettura*, luglio 1936.

"La casa dei Balilla di Forlì", in *Edilizia Moderna*, ottobre 1934-marzo 1935.

"La casa dei Balilla di Forlì", in *Rassegna d'architettura*, 1934.

"La casa O.N.B. di Forlì", in *Popolo di Romagna*, 24 giugno 1933.

"Il liceo Giulio Cesare in Roma", in *Edilizia Moderna*, gennaio-marzo 1937.

"Tre case G.I.L. in Romagna. La casa della G.I.L. di Forlimpopoli", in *Architettura*, marzo 1938.