

Roberto Bologna,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, Italia

roberto.bologna@unifi.it

Abstract. L'articolo illustra un percorso di ricerca teorica e sperimentazione progettuale sui moduli abitativi temporanei post-disastro, al fine di verificare se e come la dimensione temporanea dell'intervento risulta strategica per l'attuazione della transizione verso la ricostruzione e in linea con le istanze di sostenibilità ambientale. Dopo una introduzione sulle criticità e opportunità dell'abitare temporaneo nei processi di ricostruzione post-disastro, l'articolo descrive i risultati di alcune ricerche teoriche e applicative e le ricadute sugli strumenti di controllo tecnico nelle recenti emergenze di protezione civile in Italia. In conclusione, l'articolo propone alcune considerazioni utili alla definizione di una pianificazione strategica e sostenibile connessa alla dimensione temporale degli interventi di ricostruzione post-disastro.

Parole chiave: Unità abitative temporanee post-disastro; Requisiti tecnici; Capitolato; Riciclo; Riuso.

Temporaneo e ricostruzione post-disastro: criticità e opportunità

Nella storia delle costruzioni la temporaneità si è sviluppata parallelamente alla condizione di permanenza, ampliando gli scenari di evoluzione dell'architettura (Kronenburg, 2008) e dell'urbanistica (Bishop and Williams, 2012; Bertino *et al.*, 2019) e ponendo il paradigma della temporaneità come componente progettuale strategica e consapevole delle dinamiche sociali, economiche e dell'impatto sul sistema risorse e ambiente (Perriccioli, 2016).

Nella ampia e articolata casistica dell'architettura temporanea, la residenza come risposta all'emergenza post-disastro rimane un ambito critico di applicazione, in particolare gli interventi riconducibili al cosiddetto *temporary housing*, la fase in cui unità abitative temporanee devono soddisfare la domanda abitativa di medio-lungo termine tra emergenza e ricostruzione (Felix *et al.*, 2013). Questo tipo di interventi solleva pareri contrastanti

Nella storia delle costruzioni la temporaneità si è sviluppata parallelamente alla condizione di permanenza, ampliando gli scenari di evoluzione dell'architettura

Operational dimension of post-disaster housing temporality and technical control tools

Abstract. The article illustrates a theoretical research path and project experimentation on post-disaster temporary housing modules in order to verify if and how the temporary dimension of the intervention is strategic for the implementation of the transition towards reconstruction, and in line with requests for environmental sustainability. After a brief introduction on the critical issues and opportunities of temporary living in post-disaster reconstruction processes, the article describes the results of some theoretical and application research, and the effects on technical control tools in recent civil protection emergencies in Italy. In conclusion, the article proposes some useful considerations for the definition of strategic and sustainable planning connected to the temporal dimension of the post-disaster reconstruction interventions.

Keywords: Post-disaster temporary housing units; Technical requirements; Specifications; Recycling; Re-use.

in ordine al loro grado di sostenibilità dal punto di vista economico, sociale e ambientale, poiché assorbono molte risorse necessarie per la costruzione e per l'allestimento delle aree; interrompono i legami sociali originari e producono estraniamento e disadattamento; impiegano risorse materiali con un basso tasso di sfruttamento (Johnson, 2007; Felix *et al.*, 2013). Di fatto, le passate esperienze evidenziano che alloggi supposti temporanei sopravvivono ancora dal terremoto di Messina (1908), Avezzano (1915), nella Valle del Belice in Sicilia (1968) e in varie città in Irpinia (1980).

I moduli abitativi temporanei risultano essere un passaggio obbligato per garantire i necessari servizi e sufficiente qualità di vita alle persone che rimangono senza casa per lungo tempo (Lizarralde *et al.*, 2010; Felix *et al.*, 2015). Ciò è vero particolarmente in Italia, dove la scelta di ricostruire il patrimonio abitativo originario per il suo valore storico, culturale, architettonico e sociale, comporta, per le caratteristiche costruttive e le complicazioni procedurali, un ampliamento dei tempi della ricostruzione e riappropriazione delle abitazioni permanenti (Moretti, 2014).

Il ricorso a una architettura temporanea non può prescindere oggi da una logica di pianificazione e progettazione correlata al ciclo di vita utile, alla finitezza delle risorse e al recupero e riciclo di esse, alla riduzione del consumo di suolo, per rispondere ai principi di sostenibilità ambientale e di transizione verso una *green and circular economy*. Gli scenari sulla destinazione delle abitazioni temporanee dopo la ricostruzione possono prevedere differenti opzioni: abitazioni in affitto a costi accessibili, riutilizzo per altri scopi di carattere pubblico (per esempio, scuole), riciclo di parti per nuovi impieghi, nucleo di base per lo sviluppo di un'abitazione permanente, riparazione e immagazzinamento per successive

Temporary and post-disaster reconstruction: critical issues and opportunities

In the history of construction, temporariness has developed in parallel with the condition of permanence, expanding the evolutionary scenarios of architecture (Kronenburg, 2008) and of urban planning (Bishop and Williams, 2012; Bertino *et al.*, 2019), and placing the paradigm of temporariness as a strategic and conscious planning component of social, economic dynamics, and of the impact on both resources and environmental system (Perriccioli, 2016).

In the wide and articulated record of temporary architecture, housing as a response to the post-disaster emergency remains a critical area of application, in particular the interventions attributable to the so-called temporary housing, the phase in which temporary

housing units must meet the medium-long term housing demand after the first emergency phase and until reconstruction (Felix *et al.*, 2013).

Such interventions raise conflicting opinions regarding their degree of sustainability from an economic, social and environmental point of view, since they absorb many resources for the construction and preparation of the areas. They break the original social bonds and produce estrangement and maladaptation. They employ material resources with a low rate of exploitation (Johnson, 2007; Felix *et al.*, 2013). In fact, past experiences show that supposed temporary accommodation still survives from the Messina earthquake (1908), in Avezzano (1915), in the Belice Valley in Sicily (1968) and in various cities in Irpinia (1980).

Temporary housing modules are a mandatory step to guarantee the nec-

emergenze (Johnson, 2010). Se il modo in cui l'abitazione temporanea è concepita, pianificata, progettata e realizzata può incidere sugli indirizzi di lungo-termine della ricostruzione post-disastro (Oggioni *et al.*, 2019), ai fini del conseguimento della temporaneità è necessario agire tanto sulla definizione delle caratteristiche del prodotto, quanto sulle logiche dei processi che regolano gli interventi di insediamenti e abitazioni temporanee post-disastro in stretta relazione con il contesto culturale, sociale, economico e ambientale delle aree colpite (Arslan and Cosgun, 2007).

La temporaneità tra ricerca teorica e sperimentazione progettuale Le considerazioni che seguono derivano dallo sviluppo di una ricerca in collaborazione tra il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale (DPC), il Consorzio Reluis e l'Università di Firenze, per la riformulazione di un capitolato tecnico per la fornitura e l'installazione di moduli abitativi prefabbricati temporanei per la popolazione sfollata. Tale attività si colloca in continuità con le precedenti ricerche sul tema della temporaneità delle soluzioni abitative, esplorato attraverso un approccio teorico supportato da una ricerca progettuale sperimentale e orientato alla messa a punto di precise prescrizioni tecniche e operative.

Il Capitolato DPC/Reluis

L'antefatto delle attività attualmente in corso è la ricerca sul capitolato tecnico prestazionale per i prefabbricati modulari di protezione civile¹ (DPC-Reluis, 2008). Il capitolato, prescindendo dalle tipologie costruttive esistenti sul mercato, definisce le caratteristiche prestazionali dei prefabbricati modulari di protezione civile, superando lottica descrittiva dei precedenti strumenti adottati

essary services and sufficient quality of life for people who remain homeless for a long time (Lizarralde *et al.*, 2010; Felix *et al.*, 2015). This is particularly true in Italy, where the choice of rebuilding the original housing stock for its historical, cultural, architectural and social value, due to its construction features and procedural complications, implies an extension of the times of reconstruction and re-appropriation of permanent homes (Moretti, 2014). Nowadays, the use of a temporary architecture cannot disregard a planning and design logic related to the useful life cycle, the finiteness of the resources, and their recovery, recycling and the reduction of soil consumption, in compliance with the principles of environmental sustainability and transition to a green and circular economy. The scenarios on the destination of temporary housing after the recon-

struction may provide different options: affordable rental housing, reuse for other public purposes (for example, schools), recycling of parts for new uses, basic nucleus for the development of a permanent home, repair and storage for subsequent emergencies (Johnson, 2010). If the way in which temporary housing is conceived, planned, designed and built can have an effect on the long-term guidelines of post-disaster reconstruction (Oggioni *et al.*, 2019), in order to achieve temporariness, it is necessary to act on the definition of product characteristics as much as on the logic of processes that regulate the interventions of post-disaster settlements and of temporary dwellings in close relationship with the cultural, social, economic and environmental context of the affected areas (Arslan and Cosgun, 2007).

dalla Protezione Civile. Le richieste del DPC sulla temporaneità delle unità abitative sono state espresse nei limiti di accettabilità del 100% per la recuperabilità del modulo e della fondazione e del 100% per la riciclabilità o riutilizzabilità delle parti dopo la dismissione. Alla luce degli obiettivi generali, è stata operata una revisione del quadro dei requisiti e dei parametri normativi convenzionali, al fine di rispondere tanto alle esigenze specifiche di carattere funzionale e di flessibilità dei sistemi costruttivi, quanto alla sostenibilità delle risorse da introdurre all'interno dei cicli produttivi dei sistemi abitativi per l'emergenza, con attenzione particolare ai criteri della temporaneità. Le relative prescrizioni sono state elaborate rispetto alla reversibilità del processo costruttivo, articolata nei requisiti di dis-integrabilità del sistema, riciclabilità dei materiali, riutilizzabilità degli elementi e/o dei componenti. Le schede di capitolato esplicitano per ciascun requisito:

- la definizione del requisito, i requisiti complementari (in un'ottica sistemica di prestazioni tra loro correlate) e il carattere obbligatorio o raccomandativo del requisito
- le condizioni che l'utenza e gli altri attori dell'intervento ritengono debbano essere rispettate con la realizzazione dell'oggetto edilizio
- i parametri o gli indicatori sui quali si deve intervenire nel progetto e nell'esecuzione al fine di ottenere la prestazione indicata
- il comportamento in esercizio espresso attraverso parametri di natura quantitativa o qualitativa e i valori o connotazioni da attribuire alla prestazione per garantire un adeguato livello di soddisfacimento del requisito
- le raccomandazioni operative per il progetto o la costruzione, che indirizzano verso una soluzione conforme alle prescrizioni

Temporariness between theoretical research and design experimentation

The following considerations derive from the development of research based on a collaboration agreement between the Department of National Civil Defence (DPC), the Reluis Consortium and the University of Florence, for the reformulation of technical specifications to supply and install temporary prefabricated housing modules for the displaced population. This activity is in continuity with previous research on the theme of the temporary nature of housing solutions, explored through a theoretical approach supported by experimental design research and oriented towards the development of precise technical and operational prescriptions.

The DPC/Reluis specifications

The context of the current activities is

research on the technical performance specifications for modular prefabricated buildings provided by the Civil Defence Service¹ (DPC-Reluis, 2008). The specifications, regardless of the types of construction existing on the market, define the performance characteristics of the modular civil protection prefabricated structures, exceeding the descriptive perspective of the previous instruments adopted by the Civil Defence Service. The requests of the DPC on the impermanence of the housing units were expressed within the acceptability limits, 100% for recoverability of both the module and the foundation, and 100% for the recyclability or re-usability of the parts after disposal. In light of the general objectives, a review of the framework of conventional regulatory requirements and parameters was carried out, in order to respond both to the specific

- la documentazione e le modalità con cui l'appaltatore e la stazione appaltante possono rispettivamente attestare e verificare la prestazione. Le tipologie di documenti di attestazione della prestazione sono rappresentate da: elaborati progettuali, manuale di montaggio/smontaggio, validazione delle prestazioni, repertorio dei materiali riciclabili, repertorio dei prodotti riutilizzabili e abaco delle unità trasportabili.

La messa a punto delle prescrizioni del capitolato prestazionale si è avvalsa di alcune sperimentazioni progettuali precedenti e, allo stesso tempo, ha costituito il supporto per lo sviluppo di ulteriori applicazioni progettuali a carattere sperimentale come verifica della validità del metodo e dello strumento. Lo studio teorico alternato alla sperimentazione progettuale ha rappresentato un valido approccio metodologico per esplorare la dimensione operativa della temporaneità.

Il progetto sperimentale ReveR

La definizione di prescrizioni di capitolato è stata supportata da una ricerca sulla temporaneità del costruire e dallo sviluppo di una sperimentazione progettuale di una unità reversibile² (Bologna, 2005) per consentire la de-costruzione e il riutilizzo delle risorse materiali (Fig. 1). Il progetto esecutivo del modulo ReveR, pensato come spazio temporaneo a supporto del cantiere di restauro degli elementi lapidei della Villa Reale di Castello (FI), è stato sottoposto all'azienda fornitrice degli elementi tecnici per verificarne la fattibilità costruttiva.

La massima parte di componenti edilizi (pilastri, travi, pannelli) è costituita da un sistema di casseforme re-impiegabili per i getti di calcestruzzo in cantiere, una tecnologia particolarmente

functional and flexibility requirements of the construction systems, and to the sustainability of the resources to be introduced within the production cycles of housing systems for emergencies, with particular attention to the criteria of temporariness. The relative provisions were defined taking account of the reversibility of the construction process, articulated in the requirements of system disintegrability, recyclability of materials, reusability of elements and/or components. For each requirement, the technical specifications describe:

- the definition of the requirement, the complementary requirements (from a systemic perspective of related performances) and the mandatory or recommended relevance of the requirement;
- the conditions users and other actors of the intervention believe must

be complied with via implementation of the building object;

- the parameters or indicators on which action must be taken in the project and execution in order to obtain the indicated performance;
- operating behaviour, expressed through quantitative or qualitative parameters and the values or connotations to be attributed to the performance to guarantee an adequate level of satisfaction;
- the operational recommendations for the project or construction, which point towards a solution that complies with the requirements;
- the documentation and methods with which the contractor and the client can respectively certify and verify the performance. The types of performance attestation documents include: design documents, assembly/disassembly manual, vali-



evoluta con caratteristiche di modularità, flessibilità e facilità di assemblaggio.

Gli elementi sono assemblati a secco con i medesimi ancoraggi previsti dal sistema in modo da garantire la facile smontabilità e il recupero integrale dei componenti (Figg. 2, 3).

Il basamento è costituito da semplici appoggi in cls prefabbricati di produzione corrente (cordoli o traversine ferroviarie), su un terreno semplicemente preparato nei suoi strati superficiali vista la leggerezza della struttura, per garantire il ripristino dei luoghi. Una volta cessato l'utilizzo, il modulo può essere smontato e le risorse impiegate possono ritornare al fornitore che le può riutilizzare per gli scopi originari dopo un eventuale ciclo manutentivo. Secondo una modalità già prevista dal fornitore, gli elementi costruttivi possono essere noleggiati invece che acquistati.

Il prototipo MIA

Sulla scorta dei risultati della ricerca sul capitolato tecnico, è stata avviata una sperimentazione progettuale volta a verificare

dation of performances, index of recyclable materials, index of reusable products and index of transportable units.

The draft of the requirements stated in the technical specifications concerning performance made use of some previous design experiments and, at the same time, supported the development of further experimental design applications as verification of both method and tools. The theoretical study, alternated with design experimentation, represented a valid methodological approach to explore the operational dimension of temporariness.

The experimental project ReveR

The definition of specifications was supported by research on the temporary nature of buildings and by the development of design experimentation of a reversible unit² (Bologna, 2005)

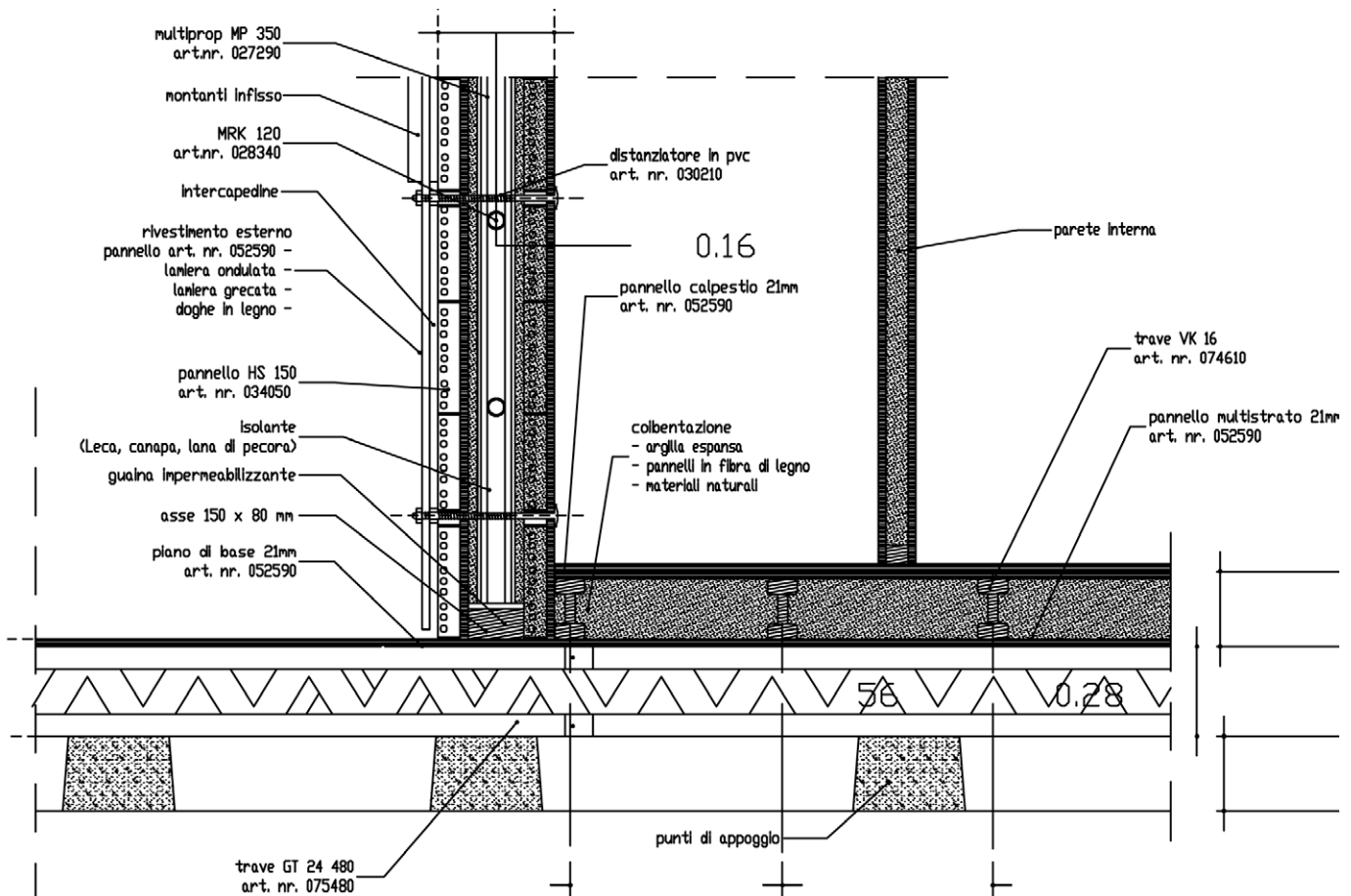
to allow deconstruction and re-use of material resources (Fig. 1). The executive project of the ReveR module, designed as a temporary space to support the restoration site of the stone elements of the Villa Reale di Castello (FI), was submitted to the supplier of the technical elements to verify their construction feasibility. The largest part of building components (pillars, beams, panels) consists of a system of formwork that is re-usable for the concrete castings on-site, a particularly advanced technology with modularity, flexibility and ease of assembly characteristics. The elements are dry assembled with the same anchors provided by the system in order to guarantee easy disassembly and full recovery of the components (Figs. 2, 3). The base is made up of recently produced simple prefabricated concrete supports (curbs or railway sleepers), on a

l'applicabilità dello strumento a un possibile prodotto di abitazione temporanea post disastro. Il progetto MIA affronta il problema dell'habitat temporaneo in situazioni di emergenza nel passaggio tra la immediata fase di emergenza abitativa e la riappropriazione delle abitazioni permanenti³ (Barth and Bologna, 2015).

MIA è un sistema abitativo temporaneo composto da due elementi, il modulo infrastrutturale e il modulo abitativo: insieme costituiscono l'unità funzionale alla base della configurazione dell'insediamento temporaneo (Fig. 4). Il modulo infrastrutturale, così denominato perché elemento di connessione tra il sistema abitativo e il sistema delle infrastrutture primarie dell'insediamento, è costituito da un piano di calpestio sopraelevato e da una copertura, predisposti per accogliere le connessioni con i sistemi di rete e i dispositivi per la produzione di energia elettrica e termica. Il modulo abitativo, posizionato all'interno del modulo infrastrutturale, è soggetto a incrementi, nella sola direzione longitudinale e con criteri di modularità, del numero di camere e degli spazi per il soggiorno-pranzo-cucina a

seconda del nucleo di utenza. La realizzazione del modulo infrastrutturale in una prima fase consente di creare il supporto per assistere la popolazione nelle immediate fasi emergenziali come supporto di servizi collettivi e ripari di prima emergenza (tende o unità containerizzate) e può essere reimpiegato anche dopo la ricostruzione come attrezzatura urbana. Il modulo abitativo viene realizzato in una fase successiva e, terminata la ricostruzione, può essere smontato e riutilizzato o riciclato nei materiali. Entrambi i moduli impiegano sistemi costruttivi in legno, materiale rinnovabile e facilmente riciclabile: per il modulo infrastrutturale, un telaio di pilastri in legno lamellare e travi composite reticolari (Fig. 5) e per il modulo abitativo, una ossatura in listelli di legno massiccio e pannelli di placatura in OSB con interposto isolante di lana di pecora, rivestita da pannelli di tavole di legno (Fig. 6). La struttura è distaccata dal suolo preventivamente preparato (asportazione superficiale, stabilizzazione, compattazione) e utilizza sistemi di fondazioni reversibili con appoggi puntuali (Fig. 7) per recuperare il terreno al suo stato originario, una volta dismessa la costruzione. I

02 |

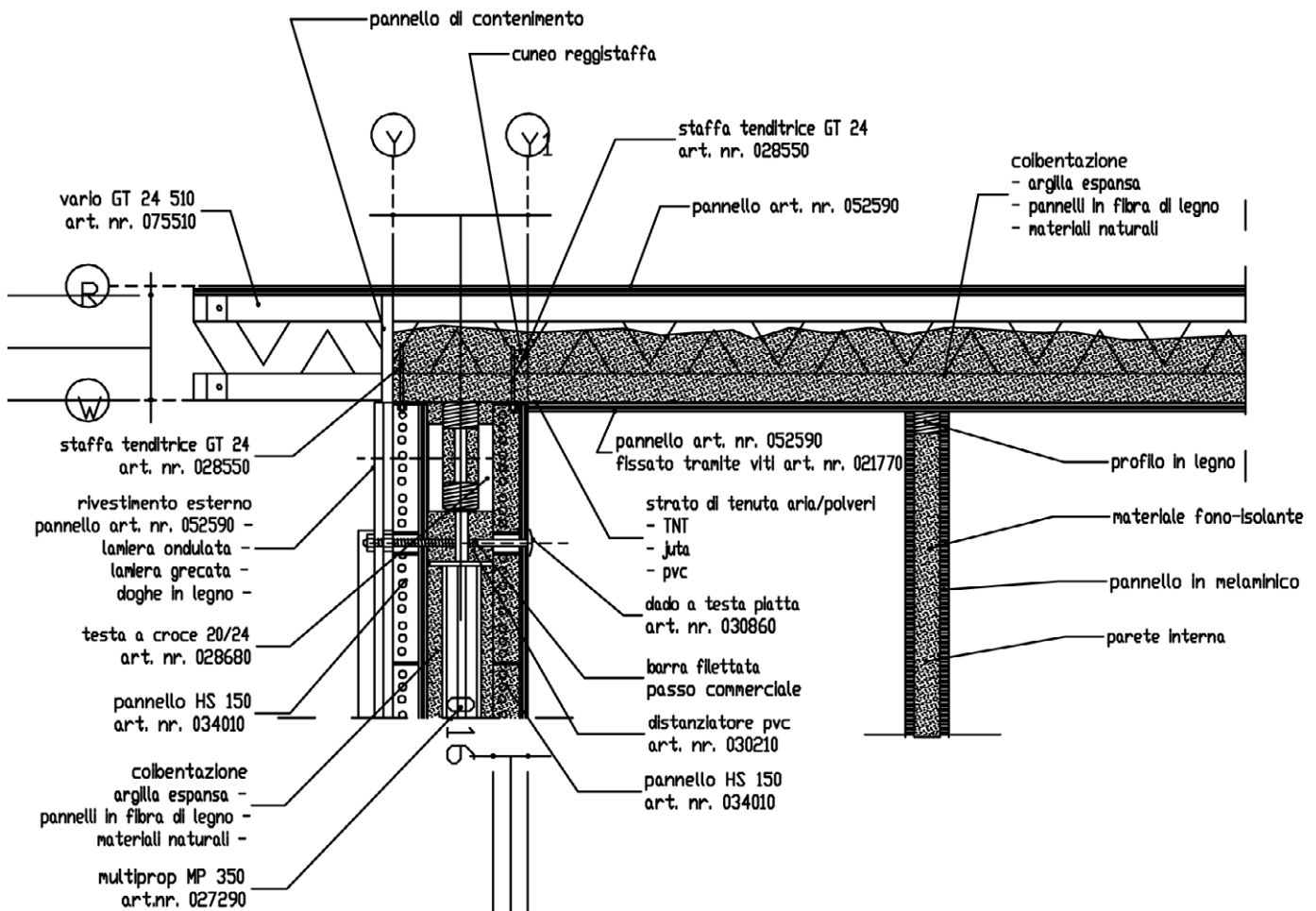


componenti dell'unità abitativa sono prefabbricati, in modo da facilitare la loro produzione, limitare le lavorazioni in cantiere, predisporre le operazioni di montaggio/smontaggio e con dimensioni e peso compatibili con mezzi di trasporto e movimentazione ordinari.

Alla fase di sperimentazione progettuale è seguita la prototipazione del prodotto⁴. In questa circostanza il progetto è stato sviluppato con il coinvolgimento di un'impresa produttrice di sistemi costruttivi in legno, che ha consentito di calibrare le soluzioni tecniche nel rispetto delle indicazioni progettuali e del capitolato prestazionale. Una seconda versione del sistema (MIA 2.0) è stata progettata a partire dalla medesima organizzazione spaziale e funzionale, variando il sistema costruttivo con l'impiego di pannelli a tavole incrociate (X-lam), il cui taglio è ottimizzato per ridurre gli scarti di produzione, secondo la logica di un processo industrializzato *design to build*.

Domanda e offerta nelle recenti emergenze di protezione civile

La ricerca, nella fase iniziale in atto, consiste in una analisi documentale e comparazione degli strumenti capitolari delle soluzioni adottate dalla Protezione Civile negli eventi sismici de L'Aquila 2009 e Centro Italia 2016, con sopralluoghi nelle aree di insediamento e interviste agli abitanti e agli operatori di protezione civile coinvolti nei processi realizzativi. Lo sviluppo successivo porterà alla definizione dei criteri e dei requisiti dei moduli abitativi temporanei da impiegare nei processi di ricostruzione post-disastro in Italia. L'indagine ha riguardato i Moduli Abitativi Provvisori (MAP) e i Sistemi Abitativi di Emergenza (SAE), quale modello di riferimento della Protezione Civile, escludendo il Sistema CASE (Complessi Antisismici Sostenibili e Ecocompatibili), a tutti gli effetti un insediamento permanente, peraltro oggetto di molte critiche (Alexander, 2018).



Nel Capitolato Speciale (DPC, 2009) approntato dalla Protezione Civile per il sisma Aquilano nel 2009, recependo in parte quanto indicato nella ricerca sul Capitolato DPC/Reluis, si stabilisce che i MAP non prefigurano alcuna condizione di residenzialità permanente e pertanto devono avere caratteristiche di rimovibilità e recuperabilità per eventuali riutilizzi futuri (artt. 1, 26). Inoltre, impone l'obbligo all'impresa di presentare specifiche tecniche relative alla percentuale di recupero degli elementi in caso di smontaggio per il riutilizzo (art. 5). Nessuna ulteriore indicazione sul fine di ciclo di vita è specificata nel capitolato speciale, così come nessuna strategia di lungo-termine è stata elaborata sulla effettiva temporaneità degli interventi (Alexander, 2013). In occasione del terremoto del Centro Italia del 2016, la Protezione Civile adotta un capitolato tecnico (Consip-DPC, 2014) perlopiù corrispondente al prodotto della ricerca sul Capitolato DPC/Reluis, recependone la metodologia prestazionale e la struttura delle prescrizioni. Anche questo documento ribadisce che le SAE non hanno alcun carattere di residenzialità permanente, ma aggiunge che devono avere una previsione di vita utile pari a 10 anni, caratteristiche di rimovibilità, flessibilità ed adattabilità nel caso di riconversione in loco per altre destinazioni d'uso (art. 3). Tra gli elaborati tecnici del progetto esecutivo recepisce la previsione di un manuale di montaggio/smontaggio che deve specificare, oltre alle modalità di connessione e disconnessione degli elementi, l'elenco dei materiali utilizzati nella costruzione e le loro modalità di smaltimento alla fine del ciclo di vita del modulo abitativo (art. 6.5.1.4). Nel capitolato diventa più esplicita la correlazione con i requisiti di temporaneità della costruzione: facilità di smontaggio, riciclabilità dei materiali, riduzione del volume di trasporto e stoccaggio, impiego di mezzi

ground whose surface layers are simply prepared, given the lightness of the structure, to ensure the restoration of the places. Once the use has ceased, the module can be dismantled and the resources used can return to the supplier, who can reuse them for the original purposes after a possible maintenance cycle. According to a method already provided by the supplier, the construction elements can be rented, instead of purchased.

The prototype MIA

Based on the results of the research on the technical specifications, a design experiment was launched to verify the applicability of the tool to a possible post-disaster temporary home product. The MIA project addresses the problem of temporary habitat in emergency situations in the transition between the immediate phase of housing

emergency and the re-appropriation of permanent housing³ (Barth and Bologna, 2015).

MIA is a temporary housing system consisting of two elements, the infrastructure module and the housing module: together they constitute the functional unit, which underpins the configuration of the temporary settlement (Fig. 4). The infrastructure module, so-called because it is a connecting element between the housing system and the primary infrastructural system of the settlement, consists of an elevated walkway and a roof, designed to accommodate connections with network systems and devices for the production of electricity and heat. The housing module, located within the infrastructure module, is subject to expansions, in the longitudinal direction only and with modularity criteria, of the number of rooms and spaces for



di sollevamento e manovra ordinari, predisposizione del piano di appoggio, rapidità di messa in opera e facilità di montaggio. La prima fase della ricerca evidenzia che nessun MAP e SAE risulta essere stato dismesso (anche se per le SAE il tempo tra-

living-dining-kitchen, depending on the user group. The installation of the infrastructure module initially allows to assist the population in the immediate emergency phases by supporting collective services and early emergency shelters (tents or containerised units). The infrastructure module can be reused as urban equipment even after reconstruction. The housing module is built in a subsequent phase and, once the reconstruction is completed, it can be dismantled and reused or recycled into its materials. Both modules use construction systems in wood, a renewable and easily recyclable material: for the infrastructure module, the choice is a frame of laminated wood pillars and reticular composite beams (Fig. 5), and for the housing module, a framework in solid wooden strips and OSB plating panels with interposed sheep wool insulation, covered with

panels of wooden boards (Fig. 6). The structure is detached from the ground previously prepared (surface ground removal, stabilisation) and uses systems of punctual reversible foundations (Fig. 7) to recover the land at its original state, once the building has been abandoned. The components of the housing unit are prefabricated to facilitate their production, limit work on-site, prepare assembly/disassembly operations, and present dimensions and weight compatible with ordinary means of transport and handling. Product prototyping followed the design experimentation phase⁴. In this circumstance, the project was developed by involving a wood construction systems manufacturer. This made it possible to calibrate the technical solutions in compliance with design indications and performance specifications (Fig. 2). A second version

06 | Prototipo MIA, la costruzione in legno dei moduli infrastrutturale e abitativo (foto dell'autore)
Prototype MIA, the wooden construction of the infrastructural and living modules (author's photo)

07 | Prototipo MIA, la realizzazione dell'appoggio a terra e del piano di calpestio (foto dell'autore)
Prototype MIA, the construction of the foundation and the first floor (author's photo)

scorso dall'installazione è ancora troppo breve). I MAP che si erano liberati a seguito della ricostruzione del 2009 sono stati riassegnati con il sisma 2016 e nessun Comune ha manifestato la volontà di dismetterli; nel momento in cui si sono liberati sono stati affittati o utilizzati per associazioni di volontariato o per il medico del paese. Nel caso delle SAE era stato realizzato un sito provvisorio con 4 unità, che dopo un anno sono state dismesse e installate in un altro sito, riutilizzando la sola struttura. Nonostante le raccomandazioni fornite in capitolato, il sistema di appoggio al suolo è stato realizzato con piattaforme in calcestruzzo armato non reversibili. Le condizioni tecniche per consentire il riutilizzo dei componenti o il riciclo dei materiali sono parzialmente rispettate, ma non c'è alcuna indicazione sulla pianificazione della fase successiva al fine ciclo di vita utile dei manufatti.

Discussione

Fondamentale nel processo decisionale è la previsione della destinazione delle strutture temporanee al termine dell'utilizzo come abitazione post-disastro: se si tratta di smantellare completamente i manufatti o se si ipotizza di poterli riutilizzare sul luogo, o in altri, per una medesima o altra funzione con un prolungamento del ciclo di vita utile complessivo. In questa scelta è necessario il coinvolgimento degli enti locali e della comunità, non potendosi prescindere da ipotesi di pianificazione urbana e territoriale e di stima delle dinamiche di fabbisogno abitativo causato da altri fenomeni di *people displacement* nello specifico contesto. La pianificazione strategica dell'insediamento temporaneo deve preventivamente identificare le aree di occupazione e la loro infrastrutturazione pre-disastro per impieghi compatibili con la situazione ordinaria, in modo da circoscrivere gli interventi

of the system (MIA 2.0) has been designed starting from the same spatial and functional organisation, varying the construction system with the use of cross-board panels (X-lam), which are cut in an optimised manner to reduce production waste, according to the logic of an industrialised design to build process.

Supply and demand in recent Civil Defence Service emergencies

The initial research phase consists of a documental analysis and comparison of the chapter tools of solutions adopted by the Civil Defence System in the seismic events of L'Aquila (2009) and of Central Italy (2016), with inspections in settlement areas and interviews with inhabitants and civil defence operators involved in the construction processes. The subsequent development will lead to the definition of the criteria and

requirements of temporary housing modules to be used in the post-disaster reconstruction processes in Italy. The investigation concerned the Provisional Housing Modules (MAP) and the Emergency Housing Systems (SAE), as a reference model of the Civil Defence System, excluding the CASE System (Sustainable and Eco-friendly Anti-seismic Complexes), in all respects a permanent settlement targeted by many criticisms (Alexander, 2018). The Special Technical Specifications Document (DPC, 2009) drawn up by the Civil Defence System for the 2009 earthquake in L'Aquila, which partially incorporates indications provided by research on the DPC/Reluis Specifications, establishes that MAPs do not prefigure any permanent residential conditions and must, therefore, present the characteristics of removability and recoverability for possible future



post-disastro a carattere temporaneo alla sola struttura abitativa e rendere più facilmente riconvertibile l'area. Ciò evita il drenaggio di risorse per la ricostruzione e incrementa la resilienza urbana.

reuse (articles 1, 26). It also imposes an obligation on the company to present technical specifications relating to the percentage of recovery of the elements in case of disassembly for reuse (art. 5). No further indication on the end of the life cycle is provided in the special specifications, just as no long-term strategy has been defined concerning the actual timeline of the interventions (Alexander, 2013). On the occasion of the earthquake in Central Italy in 2016, the Civil Defence System adopted a technical specifications document (Consip-DPC, 2014), which mostly corresponded to the outcome of research on DPC/Reluis Specifications, reporting the performance methodology and the structure of the prescriptions. This document also reiterates that the SAEs do not have any permanent residential character but adds that they must have a

life expectancy of 10 years, and characteristics of removability, flexibility and adaptability in the case of on-site conversion for other uses (art. 3). The technical drawings of the executive project include an assembly/disassembly manual that must specify, in addition to how to connect and disconnect the elements, the list of materials used in the construction and their methods of disposal at the end of the life cycle of the housing module (art. 6.5.1.4). The correlation with the temporary nature of the construction becomes more explicit in the specifications: ease of disassembly, recyclability of the materials, reduction of the volume of transport and storage, use of ordinary lifting and manoeuvring devices, preparation of the support surface, rapid commissioning of work and ease of assembly. The first phase of the research highlights that no MAP and SAE have been

Le esperienze svolte dimostrano che attraverso il capitolato può essere messo a punto un modello meta-progettuale, aggiornabile rispetto all'evoluzione delle esigenze, che definisca i requisiti spaziali e tecnologici del modulo abitativo, soprattutto per quanto riguarda la previsione di temporaneità, recependo in modo più puntuale i risultati delle ricerche teoriche e applicative già illustrate. Il capitolato può essere declinato e ottimizzato dalle imprese in base al proprio sistema produttivo e costruttivo e all'organizzazione industriale coerente con le evoluzioni del settore (industria 4.0). La procedura di selezione delle imprese che possono concorrere alla fornitura dei moduli abitativi può prevedere una prequalificazione di operatori che dimostrino di poter adottare e sviluppare il modello progettuale secondo criteri produttivi di sostenibilità (produzione con materiali riciclati e riciclabili, riduzione degli scarti di produzione) e di poter soddisfare la domanda in termini quantitativi e temporali adeguati alle previsioni. Ai fini della garanzia del recupero e riutilizzo dei componenti del modulo abitativo l'offerta da parte dell'impresa potrebbe prevedere l'opzione del noleggio o del riacquisto commisurato al tempo di utilizzo.

Conclusioni

Per le specifiche caratteristiche del contesto italiano, l'opzione dei moduli abitativi temporanei risulta indispensabile per coprire la domanda residuale che non è stata soddisfatta attraverso forme alternative (contributi di autonoma sistemazione, case in affitto, strutture ricettive alberghiere). La temporaneità dei sistemi abitativi può trovare corrispondenza con una fattibilità esecutiva e può essere oggetto di regolamentazione attraverso strumenti di controllo tecnico e procedurale, a condizione che ad essi corri-

discarded (although for SAE the time elapsed since installation is still too short). The MAPs available after the 2009 reconstruction were reassigned with the 2016 earthquake and no municipality has expressed willingness to dispose of them. The moment they were available, they were either rented out or used for voluntary associations or for the doctor of the village. In the case of the SAE, a temporary site comprising 4 units was built. They were dismantled and installed on another site after one year, reusing the single structure. Despite the recommendations provided in the specifications, the ground support system was built with non-reversible reinforced concrete platforms. There is partial compliance with technical conditions that allow the reuse of components or the recycling of materials, but there is no mention of plans for the next phase at

the end of the useful life cycle of the products.

Discussion

Predicting the destination of the temporary structures at the end of their use as post-disaster dwellings is essential in the decision-making process, whether it is a matter of completely dismantling the structures or whether it is assumed that they can be reused either on site or in others, for the same or another function, with an extension of the overall useful life cycle. The local authorities and the community must be involved in this choice, since urban and territorial planning hypotheses and the estimation of housing needs dynamics caused by other phenomena of people displacement in the specific context cannot be disregarded. Strategic planning of the temporary settlement must first

spondano preventivamente una pianificazione strategica e un'organizzazione di processo che ne renda possibile la pratica attuazione. La messa a punto di specifiche tecniche del prodotto deve poter incamerare anche quegli aspetti che dipendono dalla pianificazione a monte delle "regole di processo". Nella messa a punto di un "modello" meta-progettuale non deve essere sottaciuto il valore della sperimentazione progettuale che può fornire chiavi di lettura innovative rispetto all'offerta di mercato corrente.

L'impatto della ricerca è correlato alle ipotesi di riformulazione di strumenti operativi con cui la Protezione Civile potrà gestire la fornitura e l'allestimento di moduli abitativi temporanei e l'organizzazione dei processi di interventi di ricostruzione post-disastro in Italia.

NOTE

¹ Convenzione di ricerca, patrocinata dal DPC, tra Consorzio RELUIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica), Dipartimento di Costruzioni e Metodi Matematici in Architettura dell'Università degli Studi di Napoli e Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini" dell'Università di Firenze,

² Convenzione di ricerca con la Protezione Civile della Provincia di Firenze e la Scuola Professionale Edile di Firenze.

³ Il progetto MIA è risultato vincitore del primo premio al concorso "Un'idea per la ricostruzione" lanciato nel 2009 dalle riviste "Press/letter" e "The Plan" con il supporto dell'Istituto Nazionale di Architettura dopo il terremoto in Abruzzo.

⁴ Prototipo realizzato per la ricerca Abitare Mediterraneo "Sviluppo del sistema aperto per l'integrazione dell'innovazione tecnologica e architettonica finalizzata al contenimento dei consumi energetici" (2010), con il supporto della Protezione Civile Provinciale di Massa Carrara.

identify the settlement areas and their pre-disaster infrastructure for use that is compatible with the ordinary situation, in order to circumscribe post-disaster interventions of a temporary nature to the housing structure alone, and to make the area more easily reconvertible. This avoids the drainage of resources for reconstruction and increases urban resilience. Past experience demonstrates that a meta-design model, which can be updated according to the evolution of needs, can be developed through a technical specifications document to define the spatial and technological requirements of the housing module, especially with regard to the prediction of temporariness, more precisely incorporating the results of theoretical and applicative research already illustrated. Specifications can be developed and optimised by companies according to their pro-

duction and construction system and industrial organisation consistent with the evolution of the sector (industry 4.0). The selection procedure for companies that can contribute to the supply of housing modules can include a pre-qualification of operators, who can demonstrate that they are able to adopt and develop the design model according to sustainability production criteria (production with recycled and recyclable materials, reduction of production waste), and that they can meet the demand in terms of quantity and time, as estimated. In order to guarantee recovery and re-use of the housing module components, the company's offer could include the option of either renting or repurchasing, depending on the time of use.

Conclusions

Considering the specific characteris-

REFERENCES

- Alexander, D. (2013) "An evaluation of medium-term recovery processes after the 6 April 2009 earthquake in L'Aquila, Central Italy", *Environmental Hazards*, Vol. 12:1, pp. 60-73.
- Alexander, D. (2019), "L'Aquila, central Italy, and the 'disaster cycle', 2009-2017", *Disaster Prevention and Management*, Vol. 28:4, pp. 419-433.
- Arslan, H. and Cosgun, N. (2008), "Reuse and recycle potential of the temporary houses after occupancy: example of Duzce, Turkey", *Building and Environment*, Vol. 43, pp. 702-709.
- Barth, F. and Bologna, R. (2015), "Construção modular e evolutiva para situações de emergência", *Arquitextos*, Vol. 177:02.
- Bennicelli Pasqualis, M. (2014), *Case temporanee*, Franco Angeli, Milano.
- Bertino, G., Fisher, T., Pühr, G., Langergraber, G. and Österreicher, D. (2019), "Framework conditions and strategies for pop-up environments in urban planning", *Sustainability*, Vol. 11 (24), p. 7204.
- Bishop, P. and Williams, L. (2012), *The Temporary City*, Routledge, London.
- Bologna, R. (2005), "Transitorietà e reversibilità negli interventi per l'emergenza abitativa e Progetto sperimentale di un sistema transitorio e reversibile", in Bologna, R. and Terpolilli, C. (Eds.), *Emergenza del Progetto. Progetto dell'Emergenza*, Motta, Milano.
- Consip - DPC (2014), "Capitolato tecnico, edizione 2 ID 1490", available at: http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/bandigara-contratti/dettaglio-avviso-bando/-/asset_publisher/default/content/gara-indetta-da-consip-per-conto-del-dipartimento-della-protezione-civile-per-la-conclusione-di-un-accordo-quadro-per-la-fornitura-il-trasporto-e-il-m (accessed 31/01/2020).
- DPC-Reluis (2008), "Capitolato speciale per la fornitura di moduli abitativi per l'alloggiamento temporaneo della popolazione in emergenza", Rapporto di ricerca.
- DPC (2009), "Capitolato Speciale per la fornitura e posa in opera di moduli abitativi provvisori in legno", available at: <http://www.casaportale.com/public/uploads/11069-pdf2.pdf> (accessed 31/01/2020).
- Felix, D., Branco, J.M. and Feio, A. (2013), "Temporary housing after disasters: a state of art survey", *Habitat international*, Vol. 43, pp. 136-141.
- Felix, D., Monteiro, D., Branco, J.M., Bologna, R. and Feio, A. (2015), "The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing reconstruction", *Journal of Housing and the Built Environment*, Vol. 30:4, pp. 683-699.
- Kronenburg, R. (2008), *Portable Architecture. Design and Technology*, Birkhauser, Basel.
- Johnson, C. (2007), "Impacts of prefabricated temporary housing after disaster: 1999 earthquakes in Turkey", *Habitat International*, Vol. 31, pp. 36-52.
- Johnson, C. (2010), "Planning for temporary housing", in Lizarralde, G., Johnson, C. and Davidson, C. (Eds.), *Rebuilding after disasters: From emergency to sustainability*, Taylor & Francis, London.
- Lizarralde, G., Johnson, C. and Davidson, C. (Eds.) (2010), *Rebuilding after disasters: From emergency to sustainability*, Taylor & Francis, London.
- Moretti, A. (2014), "Prefazione", in Bennicelli Pasqualis, M. (Ed.), *Case temporanee*, Franco Angeli, Milano.
- Oggioni, C., Chelleri, L. and Fiorino, G. (2019), "Challenges and opportunities for pre-disaster strategic planning in post-disaster temporary housing provision. Evidence from earthquakes in Central Italy", *Italian Journal of Planning Practice*, Vol. 9:1, pp. 96-129.
- Perriccioli, M. (2016), "Piccola scala per grande dimensione. Sistemi di micro-architetture per la città temporanea di Civitanova Marche", *Techne, Journal of of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 12, Firenze University Press, pp. 175-181.
- Florence and the Florence Building Professional School.
- ³ The MIA project won the first prize at the "An idea for reconstruction" competition launched in 2009 by the "Press/letter" and "The Plan" magazines with the support of the National Institute of Architecture after the earthquake in Abruzzo.
- ⁴ Prototype created for the *Abitare Mediterraneo* research "Development of the open system for the integration of technological and architectural innovation aimed at limiting energy consumption" (2010), with the support of the Provincial Civil Defence System of Massa Carrara.
- tics of the Italian context, the option of temporary housing modules is essential to cover the residual demand, which has not been met, by resorting to alternative solutions (contributions of independent accommodation, houses for rent, hotel accommodation). The temporary nature of housing systems can match executive feasibility and can be regulated by technical and procedural control tools, provided that there is correspondence, in advance, with strategic planning and process organisation, which enable practical implementation. Product technical specifications must also be able to forfeit aspects that depend on planning the "process rules". The value of design experimentation that can provide innovative interpretations concerning the current market offer must not be underestimated in the development of a meta-project "model".
- The impact of the research is related to the hypothesis of reformulating the operational tools with which the Civil Defence System will manage the supply and installation of temporary housing modules, and to the organisation of post-disaster reconstruction intervention processes in Italy.

NOTES

¹ Research agreement, sponsored by the DPC, between the RELUIS Consortium (Network of University Laboratories of Seismic Engineering), the Department of Construction and Mathematical Methods in Architecture of the University of Naples, and the Department of Architecture and Design Technologies "Pierluigi Spadolini" of the University of Florence.

² Research agreement with the Civil Defence System of the Province of