



Lavori Pubblici

Focus **Tecnico**

Ing. Giulia Fagà, Ing. Roberto Nascimbene

**EMERGENZA ED ABITARE TEMPORANEO
dagli eventi sismici del '900 alle stampanti 3D**

EMERGENZA ED ABITARE TEMPORANEO: dagli eventi sismici del '900 alle stampanti 3D

Abstract

All'interno del seguente articolo verrà analizzata la stretta relazione tra l'emergenza e le abitazioni temporanee, partendo da una rapida analisi dei principali terremoti italiani dal 1900 ad oggi all'interno della quale verrà analizzato anche lo sviluppo della gestione dell'emergenza negli anni. Successivamente si passerà ad una descrizione di alcuni esempi di strutture temporanee progettate appositamente per emergenze di varia natura, verrà fatta poi un'analisi dello sviluppo delle strutture temporanee al di là dell'emergenza, e si dimostrerà come questa tipologia costruttiva sia sempre esistita e di come si sia adeguata alle esigenze della società, ed infine si parlerà delle stampanti 3D e della sempre più stretta relazione tra queste stampanti innovative e le residenze temporanee.

I Terremoti Italiani del '900

L'Italia è un paese con un elevato rischio sismico, situato nella zona di convergenza tra la zolla Africana e quella Euroasiatica, i fenomeni sismici interessano l'intera penisola, con concentrazioni di elevata sismicità nella parte centro meridionale del paese. Ogni anno in Italia si verificano in media tra i 1700 e i 2500 eventi sismici di magnitudo pari o superiore a 2.5¹.

Dal 1900 ad oggi l'Italia ha subito una decina di terremoti di grave entità che hanno portato ad ingenti perdite di vite umane ed alla devastazione di molte città. Al contempo però questi eventi hanno condotto ad una presa di coscienza sempre più ampia dei pericoli presenti all'interno del nostro territorio ed hanno fatto sì che vi fosse una evoluzione normativa che ha visto da un lato lo sviluppo, negli anni, delle carte di zonizzazione sismica e dall'altro lo sviluppo di norme tecniche costruttive per gli edifici di nuova costruzione e per gli adeguamenti di edifici esistenti.

Al fine di rendere l'idea di cosa comporti, in termini di danno e di necessità, un evento sismico di elevata magnitudo qui di seguito sono state riportate le caratteristiche principali dei 10 eventi più importanti per numero di vittime e danni che hanno coinvolto l'Italia dal 1900 ad oggi, con anche una breve analisi della gestione dell'emergenza.

8 settembre 1905 Calabria centrale

Il primo terremoto devastante del '900 è stato quello avvenuto in Calabria centrale, l'evento di magnitudo 6.7 è durato circa 43 secondi. 753 centri abitati sono stati rasi al suolo, le zone maggiormente colpite furono quelle che si affacciavano sul Golfo di Sant'Eufemia. In quell'occasione gli aiuti alla popolazione arrivarono rapidamente ma risultarono inadeguati rispetto alla situazione venutasi a creare.

28 dicembre 1908

A soli 3 anni di distanza il 28 dicembre del 1908 l'Italia fu scossa da un altro terremoto, uno dei più devastanti del secolo, il terremoto coinvolse le aree di Messina e di Reggio Calabria, la magnitudo in questa occasione arrivò a 7.1 e il numero delle vittime stimato fu di 120.000. Il terremoto fu caratterizzato da 3 scosse distinte di cui l'ultima di maggiore intensità, dopo circa 8/10 minuti dall'ultima scossa le località disastrose furono ulteriormente devastate da 3 onde di maremoto dovute ad una frana sottomarina sismoindotta avvenuta a largo dei Giardini di Naxos, le onde arrivarono fino ad una altezza di 11 m s.l.m. sia sulla costa messinese che su quella Calabrese all'altezza di Pellarò. A seguito del maremoto la città di Messina fu interessata da un incendio causato dallo scoppio di un gasometro, il quale con la complicità del vento si espanse notevolmente e durò per parecchi giorni. I primi soccorsi arrivarono il 29 dicembre e tra i primi a prestare soccorso vi furono le navi Russe ed Inglesi che si trovavano a largo di Augusta e di Siracusa, solo in seguito arrivarono i soccorsi italiani partiti da Napoli. Gli aiuti arrivarono anche dalle unità di guerra francesi, tedesche, spagnole e greche. I soccorsi ebbero il compito di spegnere gli incendi, cercare i feriti, distribuire i viveri, recuperare i valori e i documenti dalle case, trasportare materiale da costruzione, erigere baracche, tendopoli, e ospedali da campo, riadattare le strade, le condotte, l'illuminazione e le ferrovie, e trovare luoghi adatti alle fosse comuni. Le baracche per gli sfollati furono costruite in legno, ad un piano e con il tetto a doppia falda. La maggior parte delle baracche furono abitate per quasi 30 anni ed ancora oggi nella parte più degradata della città di Messina ve ne sono i resti.

13 gennaio 1915

Nel gennaio del 1915, più precisamente il 13 gennaio, le aree della Marsica e dell'Abruzzo centrale furono scosse da un terremoto di magnitudo 7, che coinvolse 20 centri abitati e di cui ne distrusse totalmente 8, il numero delle perdite umane arrivò a 33.522. Il terremoto in questione è noto come il terremoto di Avezzano, poiché Avezzano fu uno dei

¹ Fonte: INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://www.ingv.it/it/>).

maggiori centri colpiti. Le località più colpite dal sisma dovettero affrontare numerosi problemi nell'emergenza tra cui la morte di molti funzionari pubblici aventi poteri decisionali e la lentezza della diffusione delle notizie riguardanti il sisma. Le persone sfollate dovettero affrontare l'inverno rigido all'addiaccio per alcuni giorni, poiché solo dopo qualche giorno giunsero i primi soccorsi. I soccorsi risultarono per altro totalmente inadeguati, in quanto da questi non venne portato alcun genere di conforto agli sfollati. Si verificò quindi un esodo degli sfollati che sentitisi abbandonati dallo stato decisero di andare verso altre località di loro spontanea volontà. Ad aggravare la situazione, vi fu la mancanza di solidarietà internazionale dovuta alla decisione del governo Italiano di non accettare gli aiuti stranieri a causa dell'imminente entrata in guerra dell'Italia, il governo infatti non volle dare l'immagine di un'Italia debole in quel momento storico. Nell'agosto del 1915 nel circondario di Avezzano erano state costruite solo 446 baracche in legno, 5199 aventi telaio in cemento e 844 casette antisismiche, però ancora più di 4000 persone risultavano prive di ricovero.

7 settembre 1920

Il 7 settembre del 1920 vi fu un terremoto di magnitudo 6.4 nelle zone della Garfagnana e della Lunigiana, questo terremoto fortunatamente ebbe un numero relativamente ridotto di vittime poiché molte persone dopo la scossa del giorno precedente decisero di pernottare fuori casa e perché all'ora dell'evento la maggior parte della popolazione si trovava nei campi a lavorare. Purtroppo però anche in questo caso lo stato si dimostrò poco reattivo, complice la grave crisi economica che l'Europa stava attraversando. Infatti solo 15 giorni dopo l'accaduto venne emesso il decreto che regolamentava l'acquisto dei materiali per le opere urgenti per la costruzione delle baracche.

3 luglio 1930

A dieci anni di distanza il 3 luglio del 1930 una scossa di magnitudo 6.7 coinvolse l'alta Irpinia e l'area del Vulture e provocò la morte di circa 1404 persone. In quegli anni a causa delle continue scosse presenti sul nostro territorio nazionale vennero emanati dei decreti per la gestione delle emergenze, in particolare il Decreto Ministeriale 15/12/1927 "*Disposizioni per i servizi di pronto soccorso in caso di disastri tellurici o di altra natura*" che aveva il compito di regolare le competenze delle diverse amministrazioni e dei diversi organi statali, questo decreto inoltre stabiliva che le prefetture e gli uffici del Genio Civile del regno avrebbero dovuto compilare elenchi del personale e dei mezzi utilizzabili per il soccorso. Grazie a questo Decreto i soccorsi apportati alle popolazioni colpite furono migliori di quelli visti fino ad ora in Italia. Il governo, dopo aver ricoverato tutti gli sfollati in delle tende, decise di avviare subito la ricostruzione senza passare dalle baracche provvisorie, costruendo subito delle casette antisismiche poggiate su uno zoccolo di calcestruzzo realizzate attraverso delle gabbie in cemento armato e con una copertura non spingente, ma i tempi di consegna si dilatarono così Mussolini decise di intervenire autorizzando la costruzione di 1000 baracche di legno al fine di riparare la popolazione sfollata durante l'inverno. Il Decreto Ministeriale inoltre prevedeva dei sussidi alla popolazione sfollata, ma dato il periodo di crisi lo stato non fu in grado di garantire ciò che aveva promesso.

15 gennaio 1968

Il 15 gennaio del 1968 due scosse molto forti interessarono la valle del Belice. Il numero delle vittime (370) fu relativamente contenuto. I soccorsi anche in questo caso si rivelarono lenti ed inadeguati, infatti i primi soccorsi non arrivarono prima di 24 ore dall'evento e in alcuni casi arrivarono a 5 giorni dal sisma, così la popolazione decise di accamparsi all'aperto costruendosi dei rifugi di fortuna. Nel gennaio del 1968 le poche tende giunte risultarono notevolmente sovraffollate e le condizioni igieniche iniziarono a diventare precarie, a causa di ciò i medici del luogo segnalavano più volte la possibilità dell'insorgenza di epidemie ed infatti, come previsto dai medici, molte persone non superarono l'inverno a causa della diffusione della polmonite. Il 22 gennaio venne ordinata la costruzione di 5235 baracche che avrebbero dovuto essere realizzate nell'arco di 40 giorni, ma il 2 marzo ne risultavano edificate solo 92. Le autorità dati i ritardi nella costruzione delle baracche decisero di concedere dei biglietti ferroviari gratuiti agli sfollati così da facilitare la migrazione dalle aree disastrose. A metà febbraio nella provincia di Trapani circa 9000 senza tetto erano ricoverati in edifici pubblici, 6000 in tendopoli, 3200 in tende sparse, 5000 in vagoni ferroviari e 10000 erano emigrati.

6 maggio, 11 e 12 settembre 1976

Il Friuli fu scosso da più terremoti nell'arco di tutto il 1976, ma quelli di maggiore entità avvennero il 6 maggio e a distanza di 4 mesi l'11 e il 12 settembre (magnitudo 6,6 - 5,7 - 6,1), in questo caso il numero delle vittime arrivò a 965. Come in ogni caso la gestione della prima emergenza fu caratterizzata dalla difficoltà comunicativa data dall'interruzione della rete telefonica e della rete elettrica. Dopo la scossa di maggio gli sfollati trovarono rifugio nei vagoni ferroviari, nelle tendopoli e nelle roulotte, poi vennero fatte arrivare 40000 tende dagli Stati Uniti e vennero organizzate 252 aree di accoglienza, 148 tendopoli e 216 cucine da campo, inoltre vennero messi a disposizione dalle ferrovie dello stato 35 vagoni letto 133 vagoni passeggeri, 292 carri deposito e 16 carri cisterna. Per la prima volta nella storia italiana il Governo preferì utilizzare, dopo le tende, delle case prefabbricate (9000) le quali però necessitavano di urbanizzazione di tipo primario e questo allungò di molto i tempi di realizzazione rispetto a quelli previsti. Così una volta arrivate le scosse dell'11 e del 12 settembre fu inevitabile lo spostamento degli sfollati verso il mare. Le persone che decisero di rimanere nelle zone terremotate per scelta o per motivi lavorativi vennero posizionate in roulotte. Nell'aprile del '77 iniziarono ad essere consegnate le prime aree di insediamento provvisorio dei prefabbricati e tutte le persone sfollate accolte nelle aree marittime vennero poi rimpatriate a fine maggio '77.

27 novembre 1980

Il 27 novembre 1980 l'Irpinia e la Basilicata furono colpite da una scossa di terremoto di magnitudo 6.7 che durò per ben 90 secondi, il terremoto colpì in particolare le province di Salerno e di Potenza, il numero delle vittime arrivò a

2914, alla scossa principale seguirono numerose scosse di assestamento molto violente anche nei mesi successivi. I primi aiuti arrivarono dalle autorità locali e dai volontari, poco dopo, una volta capita la gravità della situazione, il governo si attivò e dichiarò attraverso un decreto della Presidenza del Consiglio dei ministri lo stato di calamità naturale di particolare gravità e istituì il Commissariato Straordinario del Governo che aveva il compito di gestire l'emergenza. Subito dopo il terremoto vennero predisposti 1231 vagoni ferroviari e 10000 tende, vennero installati 7 ospedali militari da campo e 113 nuclei sanitari militari. Dato che l'inverno era alle porte fu necessario garantire un riparo meno precario per gli sfollati, così vennero messi a disposizione 32000 roulotte, 2018 prefabbricati leggeri 626 containers, 20900 persone vennero trasferite in alberghi sul litorale, e altri 29805 vennero trasferiti in province non colpite dal sisma.

6 aprile 2009

Il 6 aprile del 2009 un sisma di magnitudo 5.9 scosse buona parte dell'Abruzzo, il sisma coinvolse in modo devastante Onna, Castelnuovo e la città di L'Aquila. Il Sistema Nazionale di Protezione Civile Italiano, attivatosi rapidamente, arrivò sul luogo il giorno stesso. Il 28 aprile venne emanato dal governo un decreto legge "*Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile*" all'interno del quale vi erano le misure per fronteggiare l'emergenza. A due giorni dall'accaduto sul territorio colpito erano stati allestiti 30 campi contenenti 3000 tende, 24 cucine da campo e 13 posti medici avanzati, i campi diventarono in poco tempo 171 e le tende 5957, molte altre persone vennero trasferite in alberghi della zona costiera. Le tende montate potevano ospitare fino a 8 persone ed erano provviste di elettricità, riscaldamento o aria condizionata, i campi inoltre erano dotati di acqua corrente, di servizi igienici e docce. Dopo una prima sistemazione in tenda la popolazione sfollata è stata spostata all'interno di strutture temporanee a lungo termine. Le strutture temporanee a lungo termine era: alternative sono state principalmente due: il Progetto C.A.S.E. (Complessi Antisismici Sostenibili ed Ecosostenibili) e i M.A.P. (Moduli Abitativi Provvisori). Il primo consisteva nell'edificazione di edifici di tre piani con parcheggio sotterraneo posizionati all'interno del territorio del Comune di L'Aquila, il secondo invece prevedeva la realizzazione di piccole case indipendenti ed è stato adottato principalmente nei comuni più piccoli ed in alcune frazioni. Al fine di garantire la ripresa delle lezioni scolastiche a settembre è stata inoltre prevista la messa in sicurezza in tempi rapidi degli edifici scolastici agibili e lievemente danneggiati e la messa in opera di 32 Moduli ad Uso Scolastico Provvisori che potessero ospitare circa 6000 studenti, questi moduli scolastici presentavano una struttura resistente in acciaio e dei pannelli esterni prefabbricati.

20, 29 maggio e 3 giugno 2012

L'ultimo terremoto di grave entità è avvenuto nel Maggio del 2012 ed ha colpito un'ampia area della Pianura Padana. Le scosse principali sono state quelle del 20 Maggio (magnitudo 5.9), del 29 Maggio (magnitudo 5.8) e del 3 Giugno (magnitudo 5.1) la prima scossa ha provocato la perdita di 7 vite umane e ingenti danni, mentre la seconda ha causato la perdita di altre 19 vite e ulteriore devastazione. Questo terremoto ha procurato danni principalmente al patrimonio storico artistico, al patrimonio industriale, ad edifici di uso rurale caratterizzati da una struttura poco resistente ad azioni orizzontali ed alle infrastrutture viarie. Le strutture residenziali invece sono state poco danneggiate, i danneggiamenti maggiori si sono verificati in strutture in muratura poco resistente. Le caratteristiche del suolo hanno fatto sì che si verificassero fenomeni più o meno estesi di liquefazione del terreno il che ha compromesso l'utilizzo di numerose strutture di per se poco danneggiate.. Anche in questo caso il Sistema Nazionale di protezione Civile si è attivato molto rapidamente, consentendo subito l'allestimento di 36 campi in Emilia Romagna, 20 in Lombardia e il trasferimento della restante popolazione sfollata in alberghi, da sottolineare che molte persone hanno trovato soluzioni autonome.

Questo breve excursus dei maggiori terremoti italiani dal '900 ad oggi per dimostrare come nel tempo non siano cambiati i terremoti i quali sono sempre imprevedibili e disastrosi ma come sia cambiato il modo di affrontare l'emergenza grazie ad una sempre maggiore attenzione verso il territorio e ad una maggiore organizzazione della gestione dell'emergenza stessa.

Temporaneità in emergenza

Un fattore di rilevante importanza al fine del superamento dell'emergenza è la temporaneità che questa deve avere. In tutti i terremoti analizzati nel paragrafo precedente si parla di strutture abitative temporanee edificate per gli sfollati, queste infatti hanno il compito di ospitare la popolazione sfollata per un determinato periodo di tempo. Negli ultimi anni le numerose catastrofi (terremoti, maremoti, uragani, alluvioni, e guerre) hanno portato molti progettisti allo studio ed alla progettazione di strutture temporanee che potessero garantire la maggior sicurezza e il maggior comfort possibile alla popolazione sfollata. Le metodologie costruttive, come si vedrà in seguito sono tra le più varie, vanno dall'utilizzo di terra cruda e materiali poveri reperibili in loco a strutture prefabbricate tecnologicamente avanzate, ma hanno tutte un obiettivo comune, quello di riportare un po' di normalità nella vita delle persone colpite eventi catastrofici o scappate da guerre. Queste sono strutture complesse in quanto devono essere pensate e progettate in modo da poter essere edificate da personale non specializzato in brevi periodi di tempo, questo comporta la conoscenza di materiali e tecnologie.

Di seguito sono stati riportati esempi di strutture progettate per l'emergenza in diversi ambiti, con differenti tecnologie e materiali.

Emergency Sandbag shelter (Anni 90)

Questa tipologia abitativa post-sismica è stata ideata negli anni '90 dall'architetto Iraniano Nader Khalili, che la propose alla NASA come possibile tipologia abitativa per la luna (Figura 1). Il principio strutturale che sta alla base di queste strutture è quello della cupola, la struttura di queste abitazioni consiste in sacchi di sabbia disposti a cerchio, legati con del filo spinato. I sacchi utilizzati per la realizzazione dello shelter possono essere sia in fibre naturali che in quelle sintetiche, per evitare la corrosione di questi sacchi di terra la loro superficie viene intonacata così da creare uno strato protettivo. La terra utilizzata come riempimento può essere di qualunque genere, il filo spinato usato tra uno strato e l'altro è a quattro punte ed è zincato e riciclabile. Gli Emergency Sandbag Shelter hanno superato con successo i test fatti secondo le norme costruttive Californiane, garantendo quindi resistenza sismica data dalla presenza del filo spinato, quella agli uragani, agli incendi e alle inondazioni. Le forme e le dimensioni di queste strutture sono varie, infatti questa tecnologia costruttiva permette grande flessibilità ed adattabilità alle necessità della committenza. Tale tecnologia mostra inoltre una particolare attenzione alla sostenibilità ambientale, poiché è realizzata tramite l'utilizzo di materiali riciclati e a km 0, quindi facili da reperire, Emergency Sandbag shelter sono veloci da realizzare anche da mano d'opera non specializzata, nonché rispettose della tradizione.





Figura 1 "Cal Earth"², fasi di montaggio ed edifici realizzati.

2005 H.E.L.P.

H.E.L.P. (Housing Every Last Person), progettata dall'architetto Carib Daniel Martin e dal costruttore Rob Bragan, è una struttura di circa 2,5x3,5 m che può ospitare fino a tre persone. Al suo interno presenta una zona giorno comprensiva di cucina, una zona notte e un bagno ed all'esterno è dotata di un piccolo portico in corrispondenza dell'ingresso. (Figura 2). E' una struttura totalmente autosufficiente, poiché presenta il riciclo dell'acqua piovana, il WC a compostaggio ed i pannelli ad energia solare; può essere facilmente trasportata ed allestita in sito da poche persone in soli tre giorni, per un costo complessivo di circa 8000 \$. Questa struttura può essere utilizzata anche al di fuori dell'emergenza come Tiny house.



² Fonte: Cal-Earth (<http://calearth.org>)



Figura 2 "H.E.L.P."³, fotografie dell'interno e dell'esterno della struttura abitativa

2008-2009 Soe ker tie houses

Questa struttura il cui nome significa case a farfalla, è di proprietà della ditta norvegese Ole Jørgen Edna di Levanger (Norvegia) ed è stata progettata dalla TYIN Tegnestue and local workers, una organizzazione no profit che lavora nel campo umanitario progettando strutture che migliorino la vita delle persone in difficoltà. Soe ker tie houses è un orfanotrofio pensato per i bambini rifugiati della Birmania localizzato nella città di Noh Bo (Thailand). (Figura 3) Con delle strutture lignee modulari di 76 m² i progettisti volevano andare a creare delle camere che dessero il comfort e la privacy necessaria ai bambini ospitati. Le strutture sono tutte realizzate in bamboo e sono ad impatto e a km 0, poiché il bamboo è un materiale naturale proviene dal luogo. Gli elementi di bamboo che compongono la struttura sono collegati tramite perni di acciaio che consentono una migliore resistenza agli agenti atmosferici e alle possibili scosse di terremoto. I singoli moduli sono pensati per garantire un'adeguata ventilazione, così da smaltire l'eccessiva umidità tipica della zona; il tetto è stato pensato per raccogliere l'acqua piovana e le strutture di fondazione sono composte da pneumatici riempiti da calcestruzzo.

³ Fonte: Carib Daniel Martin Architecture + design (<http://caribdanielmartin.com/index.html>), fotografia Keith Cotton Photography (<http://keithcotton.format.com/>)

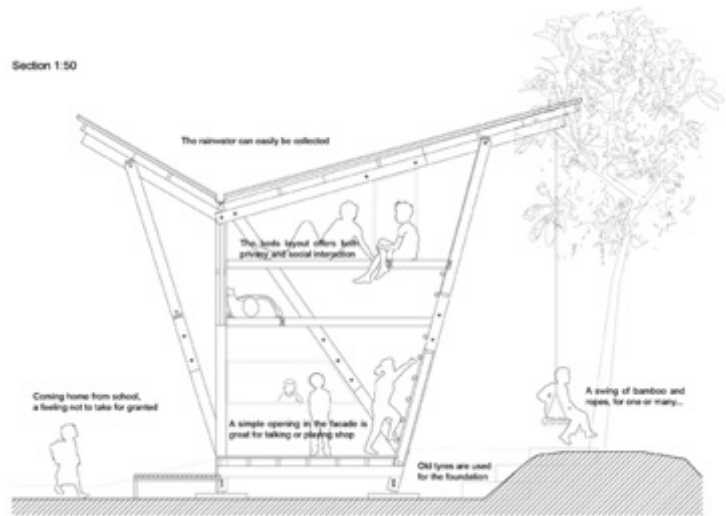


Figura 3 “Soe ker tie houses”⁴Fotografie e sezione della struttura

2013 Refugee Housing Unit (RHU)

L’Ikea e l’Alto Commissariato delle Nazioni Unite hanno collaborato nella progettazione di un’unità abitativa per i rifugiati siriani, pensata per essere assemblata facilmente e velocemente (Figura 4). Ogni unità può essere montata anche da personale non specializzato in sole 24 ore e può ospitare fino ad un massimo di cinque persone in un’area di 17,5 m². L’unità abitativa pesa complessivamente 98kg. Il modulo abitativo smontato arriva in sito in 4 FLAT PACK che racchiudono al loro interno: la struttura, i pannelli di tamponamento, la rete ombreggiante e il sistema fotovoltaico. L’ancoraggio a terra è garantito grazie ad un elemento che si avvita a terra, questo sistema è stato pensato per essere regolabile in altezza così da permettere il superamento di superfici sconnesse e declivi fino ad un massimo di 7°. Dal punto di vista energetico, Refugee Housing Unit è totalmente indipendente, grazie ai pannelli solari posizionati in copertura: questo consente l’utilizzo di lampade alternative a quelle a cherosene, che vengono solitamente utilizzate in queste occasioni, e che sono molto pericolose. I rivestimenti delle pareti e quelli di copertura sono isolati ed agganciati ad una struttura portante in metallo e sono pensati appositamente per mantenere all’interno del rifugio una temperatura costante, che non venga influenzata dalle forti escursioni termiche presenti sul territorio. La robustezza dei materiali scelti garantisce a queste strutture una vita utile di circa tre anni, ma proprio questa solidità ha creato molti problemi, perché una volta presentati questi moduli abitativi al governo libanese (Paese in cui molti Siriani cercano rifugio) questo ritenne che i moduli abitativi fossero troppo permanenti e per questo motivo non ne volle approvare l’utilizzo: questo perché il Libano aveva il timore che si venisse a ricreare ciò che era successo già nel 1948, quando il Paese decise di ospitare temporaneamente i rifugiati israeliani, che però col passare degli anni si stabilirono in via definitiva sul territorio libanese. Dopo alcune trattative il governo libanese ha concesso di testare solo alcuni di questi rifugi. Il costo complessivo di un modulo abitativo è di 7000 €.

⁴ Fonte: TYIN Tegnestue and local workers (<http://www.tyinarchitects.com/>), progettisti: Pasi Aalto, Andreas Grontvedt Gjertsen, Yashar Hanstad, Magnus Henriksen, Line Ramstad, Erlend Bauck Sole.



Figura 4 “Refugee Housing Unit”⁵, rendering del modulo costruito, esploso, e fotografia del montaggio

2003 First Aid Post (FAP)

La forma di questo modulo temporaneo (Figura 5), pensato dallo studio Atelier 2, riprende quella dei Hut utilizzati durante la seconda Guerra Mondiale. Il concetto che sta alla base di questo progetto è quello di creare una cupola all’interno della quale posizionare dei centri di primo soccorso. I materiali utilizzati per la realizzazione di FAP sono dei profili tubolari in acciaio che vanno a costruire la struttura, mentre il rivestimento è dato da pannelli sandwich in poliuretano dello spessore di 6 cm. Questa struttura non è stata pensata per essere posata direttamente a terra, ma è stata pensata per essere appoggiata su piedi regolabili che si adattano al terreno e che consentono la ventilazione dell’intercapedine presente sotto il modulo, così da consentire lo smaltimento dell’umidità o, in caso di posizionamento in zone aride, il raffreddamento della struttura. Un solo modulo occupa circa 98 m² e più moduli possono essere assemblati insieme. Al suo interno la struttura è divisa da pannelli sandwich e presenta una sala di attesa, un bagno per i visitatori, una farmacia ambulatoriale, un locale per il lavaggio dei feriti e un ambulatorio/sala operatoria. Il modulo, benché progettato per servizi di primo soccorso, può essere facilmente adattato anche ad altri utilizzi: il suo trasporto avviene tramite due container e, una volta arrivato in sito, comprensivo di impianti, esso può essere facilmente montato da personale non specializzato in due giorni circa. La forma utilizzata è ottimale per i consumi energetici, le partizioni verticali e orizzontali trasparenti sono posizionate in modo tale da consentire un’ottima ventilazione e vi è la possibilità di integrare pannelli solari così da rendere la struttura totalmente indipendente.

⁵ Fonte: IKEA Foundation (<http://www.ikeafoundation.org/>)



Figura 5 "First Aid Post (FAP)"⁶ fotografie delle fasi di montaggio e estratto di tavola

Temporaneità contemporanea

Nei secoli il concetto di nomadismo e di vita temporanea è cambiato radicalmente nelle forme ma non nei contenuti, inizialmente la vita nomade era governata dalla ricerca di alimentazione e le popolazioni si spostavano seguendo le migrazioni degli animali così da potersi sfamare tramite la caccia, poi con l'avvento dell'agricoltura si è instaurata la sedentarietà e vi è stata la nascita delle città e delle architetture permanenti. Con l'avvento dell'epoca moderna invece è ritornato il concetto di nomadismo anche se con forme differenti, infatti, sempre per poter vivere le persone hanno ricominciato a viaggiare, questi spostamenti avvengono per periodi di media o breve durata e le cause principali sono lo studio, il lavoro e nelle circostanze più critiche causa di ciò sono i conflitti o le calamità naturali. Il concetto di permanenza a lungo termine, non fa più parte della vita moderna ed una indicazione di questo sono i numerosi studi sulle abitazioni temporanee fatti già nel secolo scorso da molti architetti e ingegneri, questo a dimostrazione che l'architettura temporanea è sempre esistita e ha sempre cercato di adattarsi alle esigenze del periodo storico che stava affrontando.

Qui di seguito verranno analizzati alcuni esempi di abitazioni temporanee, strutture ricettive temporanee progettate e realizzate dagli anni '90 fino ad oggi.

1996 Mercury house one

Nel 1996, venne presentata la "Mercury house one" (Figura 6), ideata da Arturo Vittori, Andreas Vogler e Orlando Pandolfi. Progettata come unità abitativa di rappresentanza, fu tuttavia concepita per inserirsi in ogni contesto utile. La struttura ha una forma a goccia, con anteposta una rampa d'ingresso che la rende accessibile anche a persone con disabilità motoria, ed è composta da una struttura portante in alluminio rivestita da GRP (vetro-resina), acrilico e

⁶ Fonte: Atelier2-Gallotti e Imperadori Associati (<http://www.atelier2.it/home/?lang=it>)

marmo di Carrara. Può essere trasportata da camion o con un elicottero. Il suo peso totale è di 4.500 kg, la sua larghezza massima è di 4,4 m, la sua lunghezza massima è di 8,8 m (esclusa la rampa) e la sua altezza massima è di 3,4 m. Sul soffitto sono stati posizionati dei pannelli fotovoltaici per renderla indipendente dal punto di vista energetico. Le fondazioni sono composte da tre piedi in acciaio. Questo modulo abitativo è stato concepito per arrivare in sito pronto all'uso, infatti deve essere assemblato in stabilimento.

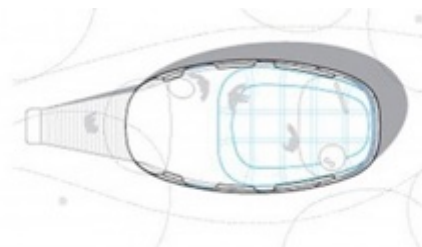


Figura 6 "Mercury house one"⁷, foto dell'esposizione alla biennale di venezia e pianta del modulo abitativo

1999 FRED

Nel 1999, Oscar Leo Kaufmann e Johannes Kaufmann progettano "FRED" (Figura 7), un'unità abitativa di piccole dimensioni realizzata in acciaio e legno, composta da due elementi estraibili. Il modulo arriva in sito già finito e può essere posizionato direttamente a terra senza bisogno di fondazioni oppure, in alternativa, può essere posizionato su piloti. Al suo interno si possono trovare un bagno, una camera matrimoniale ed una zona giorno comprensiva di angolo cottura.



Figura 7 "FRED"⁸, foto della messa in opera della struttura abitativa

⁷ Fonte: Architecture and vision (<http://www.architectureandvision.com/>)

⁸ Fonte: Oskar Leo Kaufmann / Albert Ruf (<http://www.olkruf.com/work/99-fred/>), fotografia Ignacio Martinez

2001 Micro-Dwelling

Nel 2001, lo studio N55 progetta il modulo “Micro-Dwelling” (Figura 8), di forma ottaedrica è composta da un elemento di base modulare di 2,3 m di altezza e 2,4 m di larghezza: la struttura, è in acciaio e poggia su tre martinetti idraulici che ne compongono le fondazioni. I singoli moduli base possono essere anche posizionati in acqua, sia per galleggiamento che in immersione. Da sottolineare che ogni singola cellula contiene un solo ambiente (cucina, salotto bagno, camera, etc.), quindi per creare una residenza completa bisogna assemblare più cellule base. Alle singole cellule possono essere anche aggiunte delle turbine eoliche, dei collettori solari e dei pannelli fotovoltaici.



Figura 8 "Micro dwelling"⁹, fotografie del modulo, posa in acqua e disegno rappresentante un possibile assemblamento

2003 Mobile dwelling Unit (MDU)

In Italia, tra il 1999 e il 2003, Giuseppe Lignano e Ada Tolla progettarono il “Model Dwelling Unit” (MDU) di LOT-EK (Figura 9): questa struttura è composta da un container e 5 volumi aggiuntivi. Durante il trasporto il container contiene al suo interno i 5 volumi di cui è composto, che racchiudono i servizi e le camere da letto, e una volta arrivato a destinazione, questi volumi vengono estratti dal container e posizionati in modo tale da far diventare il container una unità abitativa comoda e spaziosa.

⁹ Fonte: n55 (<http://n55.dk/>)

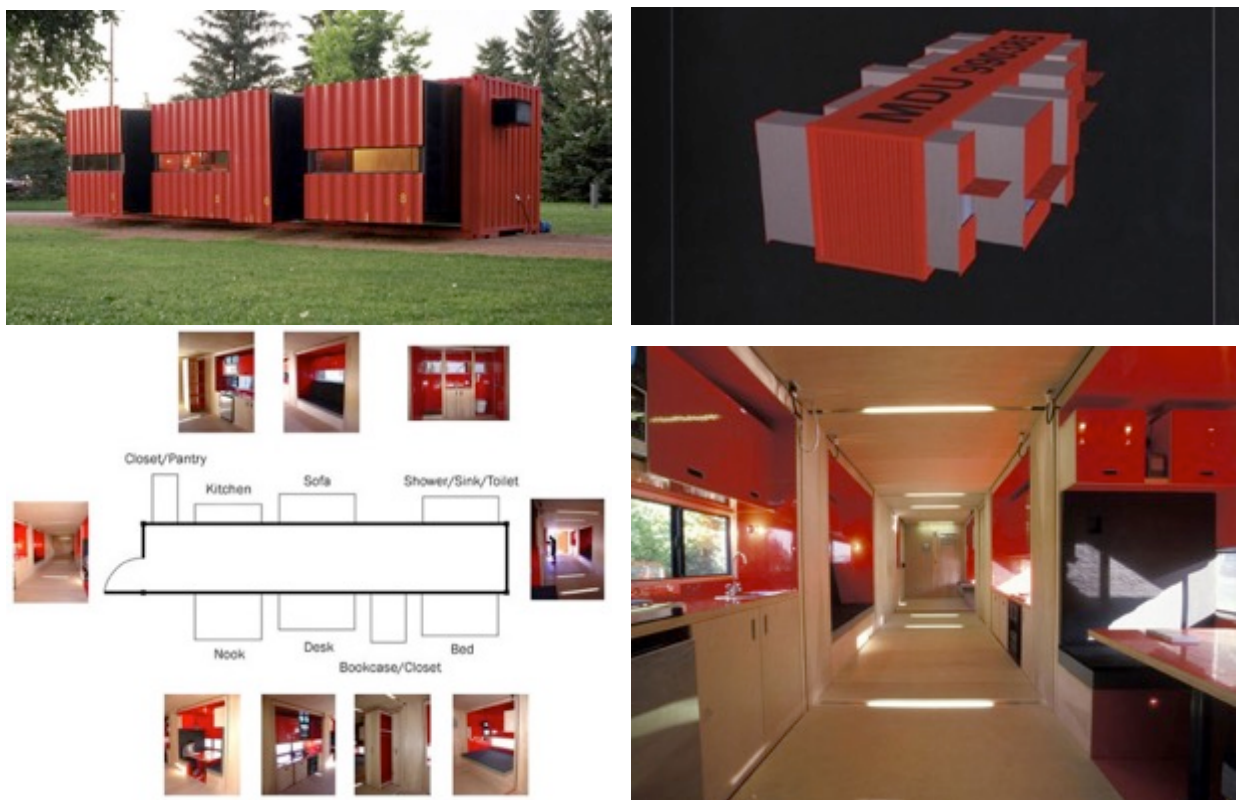


Figura 9 "MDU"¹⁰ Foto del modulo abitativo, rendering e schemi distributivi

2003 Su-si

Si tratta di una struttura trasportabile tramite camion, ideata dallo studio Kaufmann 96 Arkitektur (Figura 10): la struttura portante è in legno tamponata con pannelli sandwich e gli arredi sono stati realizzati su misura. Occupa un'area di circa 30 m², è facile da montare in un tempo previsto di circa cinque ore e può avere differenti destinazioni d'uso, tra cui quella di casa unifamiliare.



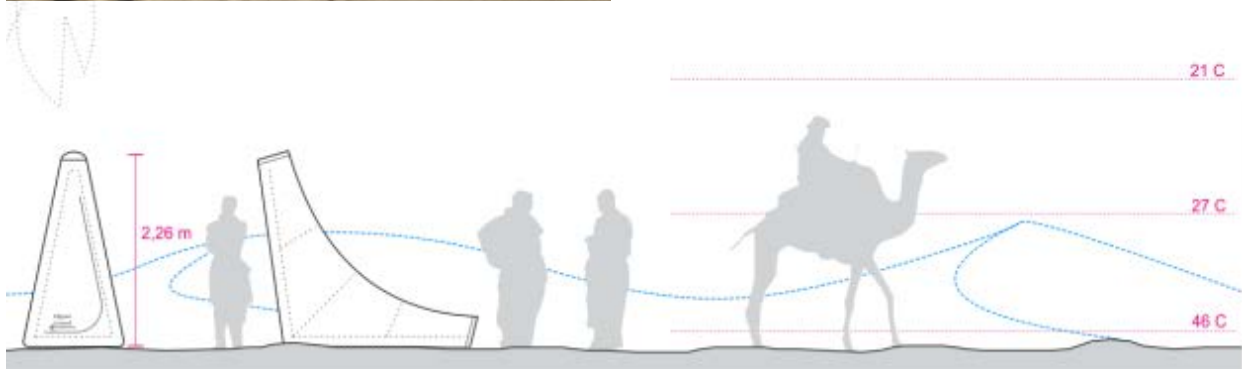
¹⁰ Fonte: LOT-EK (<http://www.lot-ek.com/MDU-Mobile-Dwelling-Unit>)



Figura 10 "Su-si"⁸ fotografie del trasporto e di differenti esempi di messa in opera

2004 Desert Seal

È una struttura, progettata dallo studio Architecture and Vision di A. Vettori e A. Vogler con sede a Monaco e a Londra, è stata pensata come rifugio facilmente trasportabile per condizioni climatiche estreme (Figura 11): la sua forma particolare riprende quella dei boomerang e proprio grazie ad essa il modulo abitativo riesce a catturare in sommità l'aria fresca durante il giorno e quella tiepida durante la notte, così da consentire il superamento delle forti escursioni termiche presenti ad esempio nel deserto. All'interno il modulo è di ridotte dimensioni, ma è stato pensato affinché una persona possa sostarvi in piedi, dato che arriva ad una massima altezza di 2,26 m, ma anche sdraiata. Una parte della copertura è adibita a fotovoltaico, così da garantire alla struttura l'energia necessaria. La struttura portante del modulo consiste in due tubolari gonfiabili in poliuretano rivestiti in polietilene, mentre il resto della struttura è composta da un tessuto argentato leggero: il tutto, estremamente leggero, risulta pertanto facilmente trasportabile e piegabile dall'utilizzatore.



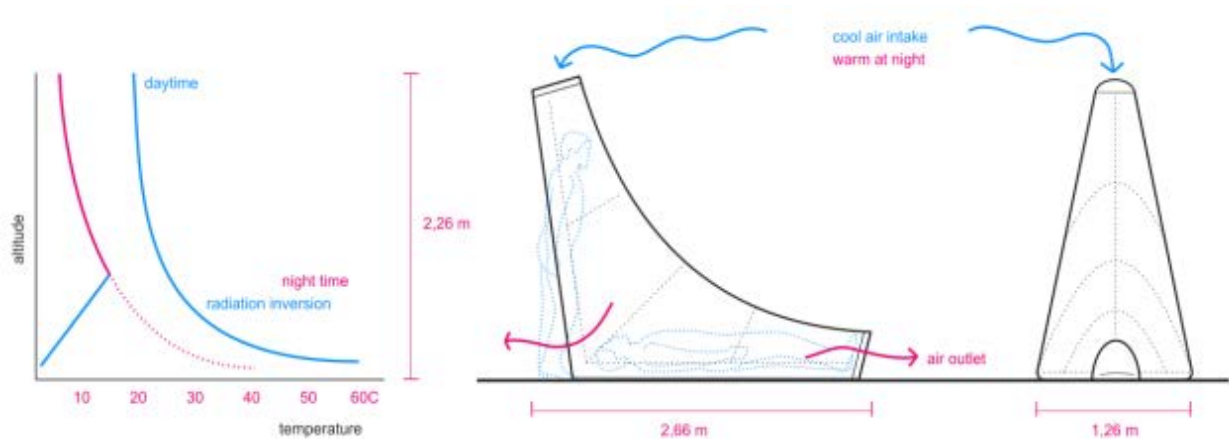


Figura 11 "Desert seal"¹¹ fotografie di messa in opera e schemi progettuali

2005 Armadillo

Nella forma e nei “contenuti” questo modulo (Figura 12), nato dalla collaborazione tra gli studi Atelier2¹² e Dubosc & Landowski, riprende come altri prima di lui gli Hut utilizzati come baracche durante la seconda Guerra Mondiale. E’ composto da una struttura componibile e smontabile, modulare, disponibile in diverse dimensioni, tutta realizzata tramite tecnologie stratificate a secco. Le fondazioni sono state pensate per essere formate da plinti in cemento armato o da una platea. Il modulo base, che al suo interno può contenere una camera, un soggiorno, un bagno, una cucina e un terrazzino, è di 6,6x8 m, però può essere ridotto a 6,6x4 m. La struttura può essere trasportata all’interno di un container e, una volta arrivata in sito, può essere montata in pochi giorni anche da mano d’opera non specializzata: essa è composta da profili in acciaio e il rivestimento del modulo è in pannelli sandwich coibentati con del poliuretano espanso dello spessore di 8 cm; gli archi in acciaio sono collegati tra loro tramite travi; il pavimento è in assito di legno rivestito in gomma. Alla struttura, infine, possono essere integrati dei pannelli fotovoltaici.



¹¹ Fonte: Architecture and Vision (<http://www.architectureandvision.com/>)

¹² Atelier2 è lo studio fondato da Marco Imperadori e da Valentina Gallotti a Parigi nel 1999. Tutti i progetti ideati da questo studio hanno come principi fondamentali la sostenibilità e la tecnologia. Lo studio progetta opere di edifici di civile abitazione, scuole, strutture ospedaliere, ristrutturazioni e interventi di recupero e allestimento urbano.



Figura 12 "Armadillo"¹³, fotografie della messa in opera e dell'opera realizzata

2005 Casa Paraiso

Sempre nello stesso stile dei già citati Hut, la collaborazione tra lo studio Atelier 2 e Dubosc & Landowski ha dato origine a questo alloggio (Figura 13), realizzato tramite delle scocche in acciaio di 12 m di diametro e 6 m di altezza, con superficie lorda di pavimento (slp) di circa 120 m². Il rivestimento è in pannelli sandwich e, se si rendesse necessario aumentare l'isolamento termico, basterebbe raddoppiare il numero di pannelli in spessore e lasciare una piccola intercapedine tra i due.



Figura 13 "Casa Paraiso"¹³, fotografia della messa in opera e dell'opera realizzata

2006 Campus point

E' una struttura concepita su richiesta del Politecnico di Milano dallo studio Montanelli in seguito alla formazione del Politecnico di Lecco (Figura 14), in attesa della conclusione dei lavori per la realizzazione definitiva dello stesso. I primi nove laboratori, realizzati all'interno di una struttura temporanea, si sono dimostrati tutti all'avanguardia e, grazie a questo progetto totalmente prefabbricato leggero e flessibile, sono stati messi in condizione di cominciare a lavorare in tempi molto brevi e prima che le strutture definitive del Politecnico venissero ultimate. Questa struttura temporanea, realizzata in acciaio e compensato, è stata smantellata con il finire del 2013, una volta pronto l'edificio principale.

¹³ Fonte: Eric Dubosc & Associés in collaborazione con Atelier2 - Gallotti e Imperadori Associati (<http://www.atelier2.it/home/?lang=it>)



Figura 14 "Campus point"¹⁴, fotografie della messa in opera, dell'opera realizzata e della struttura in funzione

2008 Walking house

Pensata dallo studio N55 per i popoli nomadi e, in particolare, realizzata per le popolazioni nomadi di Cambridge, Walking house è una struttura totalmente indipendente da ogni punto di vista, infatti ha un pannello fotovoltaico, una turbina eolica, la raccolta dell'acqua piovana e il compost per i rifiuti (Figura 15). Le fondazioni sono composte da sei piedi collegati a degli attuatori che sono in grado di posizionare ogni piede ad altezze differenti, così da adattarsi a tutti i tipi di superfici. Il modulo, con una dimensione di 3,5x3,72x3,5 m di altezza e partizioni verticali trasparenti sui due lati corti, può ospitare fino ad un massimo di quattro persone. Questa struttura è stata pensata e progettata per potersi muovere, per questo motivo è stata dotata di un motore e di attuatori che le consentono di muoversi ad una velocità massima di 60 km/h. La struttura può essere in acciaio o in alluminio e il rivestimento può cambiare in base alle esigenze della committenza.



¹⁴ fonte: Arturo Montanelli (<http://www.arturomontanelli.com/home.jsp?idrub=197#>) in collaborazione con Sergio Bucci e del Politecnico di Milano.

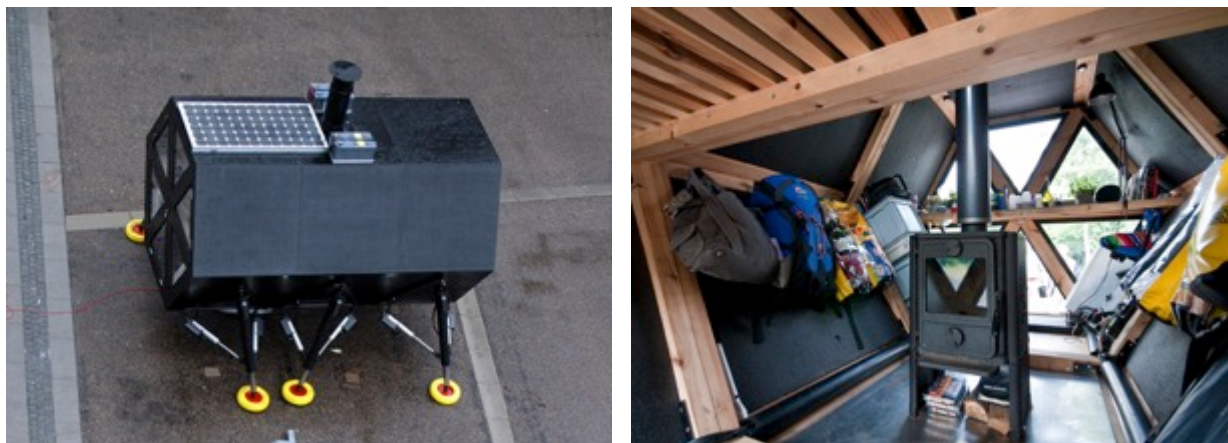


Figura 15 "Walking house"⁹, fotografie del'interno e dell'esterno del modulo

2008 Port a Bach

E' una residenza composta da un container: concepita dallo studio Atelierworkshop come casa di vacanza, gli interni sono tutti rifiniti in legno e presentano tutti i comfort necessari ad una casa per il weekend (Figura 16). Il modulo è facilmente ampliabile grazie all'abbattimento di una parete longitudinale che diventa il pavimento della veranda; i letti vengono ricavati aprendo i portelloni sul lato trasversale del container e sono separati dal resto del modulo tramite delle tende. Questo modulo, che può contenere un massimo di quattro persone, può essere facilmente trasportato su camion o con elicottero; le fondazioni sono composte da plinti in cemento armato.



Figura 16 "Port a Bach"¹⁵, fotografia dell'opera realizzata

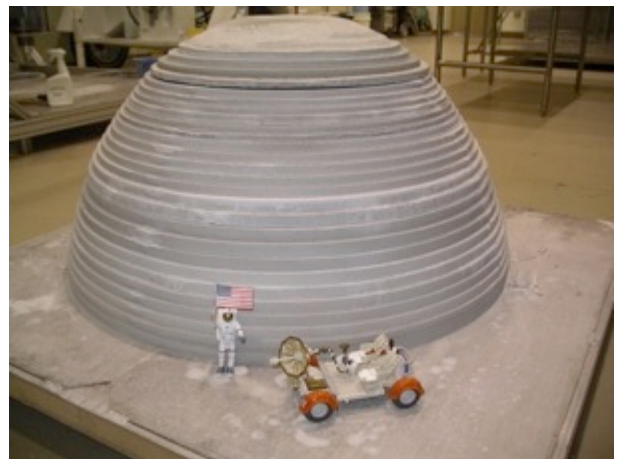
¹⁵ Fonte: Bonnifait+Giesen Atelierworkshop (<http://www.atelierworkshop.com/port-a-bach>), fotografia Paul Mccredie

Tecnologie della temporaneità

Durante la progettazione di una struttura temporanea è necessario essere a conoscenza dei materiali a disposizione e delle loro capacità prestazionali. La progettazione delle strutture temporanee deve fare riferimento a spazi contenuti che però devono garantire tutti i comfort necessari e si deve confrontare con materiali all'avanguardia non inquinanti riciclabili che al tempo stesso permettano lo smontaggio del modulo abitativo in tempi contenuti. Il carattere temporaneo di queste strutture indirizza i progettisti verso l'utilizzo di tecnologie a secco, quali il legno l'acciaio, i pannelli prefabbricati etc. Con l'avvento della stampa 3D sono stati intrapresi studi sulla realizzazione di abitazioni o parti di esse attraverso l'utilizzo di queste stampanti. I limiti che ci si è trovati ad affrontare sono quelli riguardanti le tipologie di materiali utilizzabili con questo tipo di stampa, infatti ad oggi i materiali utilizzabili sono diversi polimeri e in alcuni casi il calcestruzzo. Qui di seguito sono stati riportati alcuni esempi di prototipi abitativi temporanei realizzati attraverso l'utilizzo di stampanti 3D.

Contour Crafting

Contour Crafting (Figura 17) è un progetto nato dall'idea del Professor Behrokh Khoshnevis¹⁶, professore di ottica e robotica, in collaborazione con l'Università del Sud della California (traduco nome in Ita o tengo originale?). Il progetto prevede la creazione di una stampante 3D di grandi dimensioni che consenta di realizzare un'abitazione da circa 100 m² in 24 ore. La stampante così come progettata sarebbe composta da un carro ponte connesso ad un estrusore che avrebbe il compito di stendere i differenti strati di materiale, il materiale pensato per la realizzazione di questo progetto è il cemento a presa rapida. Un ulteriore sviluppo dell'idea progettuale prevedrà l'utilizzo di più materiali durante l'estrusione. Data la sua particolarità, il progetto è stato preso in considerazione anche dalla NASA poiché potrebbe essere utile per la realizzazione di abitazioni nello spazio, infatti consentirebbe di ridurre di molto i costi, i tempi e gli sprechi. Il professor Khoshnevis crede che l'applicazione di questa metodologia costruttiva possa essere molto utile anche in situazioni di emergenza.



¹⁶ **Behrokh Khoshnevis** è un professore di ingegneria della University of Southern California (USC). Attivo nello sviluppo e nella ricerca delle stampanti 3D.

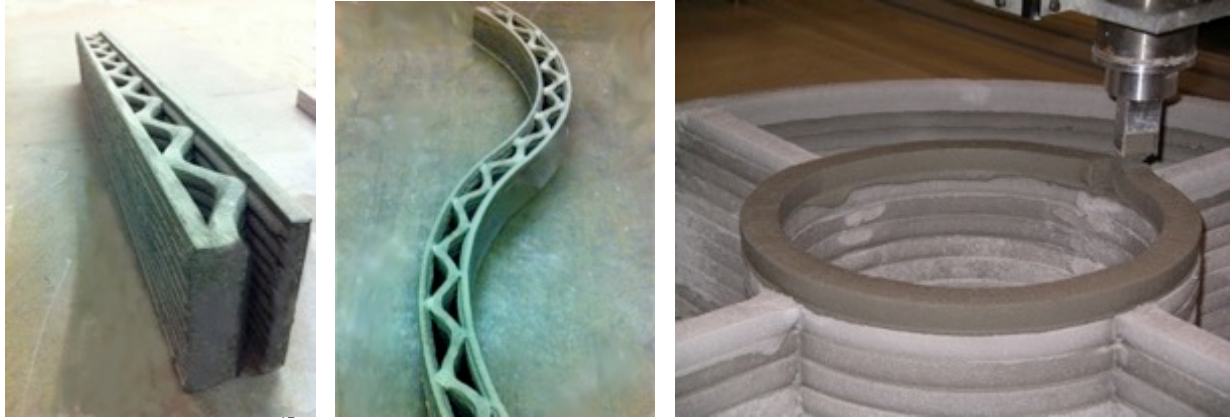


Figura 17 "Contour Crafting"¹⁷ rendering di possibili opere realizzabili attraverso questa tipologia di stampante, fotografia della stampante, fotografia del modellino in scala di una abitazione nello spazio e fotografie di elementi costruttivi stampati con la stampante 3D

3D Printed Canal House

In Olanda lo studio di architettura DUS Architects ha avviato nel marzo del 2014 il progetto *3D Printed Canal House* (Figura 18), che consiste nella realizzazione di un'abitazione di 13 stanze attraverso l'utilizzo della stampante 3D open-source KamenMaker della ditta Ultimaker, che è in grado di produrre oggetti dalle dimensioni massime di 2x3,5 m. I singoli elementi prodotti verranno poi assemblati e andranno a comporre l'edificio finale progettato, come un Lego, il che consentirà anche un futuro smontaggio della struttura. Il materiale utilizzato per la realizzazione dei diversi componenti è un prodotto della Henkel ed è un mix bio-plastico composto dal 75% di olio vegetale rinforzato attraverso microfibre. Per rinforzare la struttura è stato previsto il riempimento di alcuni blocchi con del calcestruzzo, il che ne limiterà il riciclo, invece i blocchi che non verranno riempiti di calcestruzzo sfrutteranno le cavità per il passaggio degli impianti. I vantaggi di questa tipologia costruttiva risiedono nella riduzione di scarto del materiale, in quanto tutti gli elementi difettosi o sbagliati possono essere rifusi e quindi il materiale può essere riutilizzato, inoltre il costo di trasporto è ridotto in quanto i singoli pezzi vengono prodotti in sito. I tempi di produzione di questo progetto però risultano più lunghi rispetto a quelli dei progetti sopra elencati poiché i materiali prodotti dalla stampante non sono rifiniti. Interessante è anche il cantiere di questo progetto, infatti i progettisti hanno deciso di rendere il cantiere, che si trova a Asterweg 49, (Amsterdam), una sorta di museo visitabile gratuitamente.



¹⁷ Fonte: Behrokh Khoshnevis (<http://www.contourcrafting.org/>)



Figura 18 "3D Print Canal House"¹⁸, rendering, schema costruttivo e sezione dell'abitazione, fotografie dei singoli elementi realizzati attraverso la stampa 3D

WASP x3D Project

In Italia la StartUp *WASP 19 3D Project* di Massa Lombarda (Ravenna), fondata da giovani architetti e designer in collaborazione con l'imprenditore Massimo Moretti, ha l'obiettivo di creare una stampante 3D che usi l'argilla e le fibre naturali per la realizzazione di abitazioni nei paesi in via di sviluppo. L'ispirazione è arrivata a Massimo Moretti osservando una vespa vasaia che stava costruendo il proprio nido posando diversi strati di terra bagnata e lasciandoli poi essiccare. Questa StartUp è sempre stata molto attiva nella ricerca e nello sviluppo in questo campo, infatti ha presentato alla Biennale di Marrakech²⁰ e Dakar²¹ 2014, insieme al partner tecnico di African Fabbers²² il progetto di un carro in legno realizzato attraverso il taglio laser e la fresa sul quale è stata posizionata una stampante 3D in modo da rendere la stampante facilmente trasportabile. Inoltre la WASP ha anche vinto il premio Green Awards 3D Print Show di Londra (Inghilterra) per la sua ricerca sui materiali sostenibili utilizzabili con le stampanti 3D. Questa StartUp ha

¹⁸ Fonte: DUS architects (<http://3dprintcanalhouse.com/>) Fotografie: 1,2,3,6 DUS architects; 4,5 Olivier Middendorp e Hollandse Hoogte; 7 Martinde Bouter; 8 Marije van Woerden.

¹⁹ WASP: World's Advanced Saving Project

²⁰ Marrakech città del Marocco

²¹ Dakar capitale del Senegal

²² African Fabber è un'iniziativa sociale innovativa e no-profit promossa da Urban FabLab con l'obiettivo di far collaborare le comunità africane e quelle europee attraverso progetti, workshop, conferenze, etc.

realizzato numerose stampanti 3D, la prima è stata la PowerWasp 3D una stampante in grado anche di fresare, successivamente è stata prodotta la serie Delta Wasp, poi è stato prodotto un prototipo dal nome Big 3D Printer che è composto da una stampante 3D alta 3 m la cui struttura portante si sviluppa su 3 assi verticali, questa struttura è stata realizzata come prototipo per lo sviluppo di una struttura più grande in grado di realizzare edifici di piccole dimensioni, la Big Delta (Figura 19) 6 m una stampante di grandi dimensioni che ha l'obiettivo di essere leggera, di consumare poca energia e di essere facilmente assemblabile. Queste stampanti sono state pensate per realizzare abitazioni nei paesi in via di sviluppo dove non c'è energia se non ricavabile con fonti rinnovabili. La stampante Big 3D Printer può essere realizzata da 3 persone in un'ora, ed è composta da 3 assi verticali collegati da elementi orizzontali e da un estrusore che pesa sui 70 Kg, il fabbisogno energetico di questa struttura è di circa 300 watt il che consente il suo collegamento ad una batteria portatile o a pochi m² di pannelli solari. Il problema che gli autori stanno cercando di risolvere adesso è quello di come far arrivare il materiale dal serbatoio all'estrusore, infatti il moto necessario a questo trasporto attraverso una pompa peristaltica risulta molto oneroso in termini energetici, molto di più della stampante in se, un possibile rimedio trovato potrebbe essere quello di dotare la stampante di un serbatoio di 50 Kg di materiale sopra l'estrusore, il che comporterebbe però dei cambiamenti al software CAM e molto probabilmente anche strutturali.



Figura 19 WASProject stampante “BigDelta”²³, fotografie della stampa di un elemento

Conclusioni

La ricerca nell'ambito delle strutture temporanee è in pieno sviluppo, complice lo stile di vita odierno in continuo mutamento e purtroppo le numerose catastrofi che colpiscono il mondo. Questa tipologia abitativa può diventare una soluzione ottimale per questa società in continuo movimento e trasformazione, questo non significa che le strutture

²³ Fonte: WASP World's Advanced Saving Project (<http://www.wasproject.it/w/>)

permanenti debbano essere tutte sostituite da strutture temporanee, ma che potrebbe avvenire un recupero delle aree dismesse presenti in buona parte delle città presenti sul territorio con strutture temporanee sperimentali che possano accogliere quelle persone che per diversi motivi non si stabilizzano in una città per lunghi periodi di tempo. Questa tipologia costruttiva conferirebbe in queste parti di città quel continuo mutamento di morfologia tipico della società che la vive tutti i giorni.