

POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni

Corso di studi in Architettura e Disegno Urbano



POLITECNICO
MILANO 1863

REVERSO

Soluzione abitativa modulare, built-it-yourself e reversibile, applicata nel post-emergenza in Italia.

Relatore: Prof.ssa **Alessandra Zanelli**

Correlatore: Prof. **Salvatore Viscuso**

Tesi di Laurea Magistrale di:

Federico Brizzi 942920

Beatrice Botton 943305

Aura Sengtam Carponi 942155

ABSTRACT

Ogni anno circa 14 milioni di persone nel mondo perdono la propria casa a causa di eventi calamitosi. Fornire alloggi temporanei alle popolazioni colpite da una calamità è considerato un compito complesso per motivi logistici, sociali, economici e ambientali. L'obiettivo della nostra ricerca è quello di fornire un prototipo abitativo e delle linee guida progettuali che siano in grado di ottimizzare le risorse e le tempistiche, diminuendo così l'impatto ambientale e sociale che gli insediamenti di moduli abitativi post-emergenza comportano. Il progetto Reverso, nelle sue caratteristiche tecnologiche, compositive e aggregative, è frutto dell'applicazione di diverse linee guida desunte dall'analisi e dall'interpretazione di casi studio internazionali e nazionali, di articoli di ricerca e database. Il modulo progettato risulta essere una soluzione abitativa modulare, facilmente assemblabile e reversibile, capace di adattarsi alle necessità del contesto morfologico, culturale e sociale.

INDICE

ABSTRACT	2
<hr/>	
1. INTRODUZIONE	6
<hr/>	
1.1.1 IMPRONTA ECOLOGICA DEL SETTORE EDILE	6
1.1.2 TREND DEGLI EVENTI CALAMITOSI	8
1.1.3 INDUSTRIALIZZAZIONE DELL'EDILIZIA	9
1.1.4 LIFE CYCLE ASSESSMENT	10
1.2 OBIETTIVI	11
1.3 STRUTTURA E ARTICOLAZIONE	11
1.4 LO STATO DI EMERGENZA POST DISASTRO	13
1.4.1 L'EMERGENZA	13
1.4.2 ONG	16
1.4.3 LA METODOLOGIA UNDAC	17
1.4.4 LO SPHERE HANDBOOK	19
1.4.5 I MECCANISMI DELLA RISPOSTA UMANITARIA	19
1.5 GESTIONE DELL'EMERGENZA IN ITALIA	21
1.5.1 EVOLUZIONE DELLA GESTIONE DELL'EMERGENZA IN ITALIA	21
1.5.2 ORGANIZZAZIONE DELLA PROTEZIONE CIVILE	22
1.5.3 FASI OPERATIVE DELLA PROTEZIONE CIVILE	23
1.5.4 CROCE ROSSA ITALIANA	24
1.5.5 ACCORDO QUADRO TRA DIPARTIMENTO DI PROTEZIONE CIVILE E CROCE ROSSA ITALIANA - 2018	25
2. CASI STUDIO	26
<hr/>	
SCHEDE RIASSUNTIVE DEI CASI STUDIO	29
2.1 TEMA INSEDIATIVO	32
2.1.1 TEMPORARY HOUSING OF RIKUZENTAKATA - TOHOKU 2011	32
2.1.2 CONTAINER TEMPORARY HOUSE, GIAPPONE - TOHOKU 2011	33
2.2 TEMA COMPOSITIVO	34
2.2.1 PROGETTO C.A.S.E. - AQUILA 2009	34
2.2.2 TEMPORARY HOUSING OF RIKUZENTAKATA - TOHOKU 2011	40
2.2.3 CONTAINER TEMPORARY HOUSE, GIAPPONE - TOHOKU 2011	41
LE UNITÀ ABITATIVE D'EMERGENZA: DAL CONTAINER ALLA PREFABBRICAZIONE LEGGERA	42
2.3 TEMA TECNOLOGICO	44
2.3.1 PAPER LOG HOUSE - KOBE 1995	44
2.3.3 PMAR - EMILIA ROMAGNA 2012	47
2.4 CONFRONTO ED INTERPRETAZIONE DEI CASI STUDIO	49
3. PROGETTO	50
<hr/>	
3.1 SVILUPPO TECNOLOGICO	51

3.2 SVILUPPO COMPOSITIVO	54
3.2.1 UNITÀ ABITATIVA A	54
3.2.2 UNITÀ ABITATIVA B	54
3.2.3 UNITÀ ABITATIVA C	55
3.2.4 IL MODULO REVERSO	55
3.2.5 ESPANSIONI	56
3.3 SVILUPPO INSEDIATIVO	57
3.4 SCENARIO	58
<hr/>	
4. CONCLUSIONE	59
<hr/>	
5. ELENCO FIGURE	60
<hr/>	
6. ELENCO TAVOLE	61
<hr/>	
7. ALLEGATI	61
<hr/>	
8. BIBLIOGRAFIA	62
<hr/>	
9. SITOGRAFIA	63
<hr/>	
10. FONTI	64
<hr/>	

1. INTRODUZIONE

1.1.1 Impronta ecologica del settore edile

Secondo quanto riportato dal 2021 Global status report for buildings and construction il settore dell'edilizia è, fra i settori produttivi dell'uomo, uno dei più impattanti dal punto di vista di emissioni di Co2 essendo il più energivoro in quanto a energia necessaria sia durante la fase di reperimento delle materie prime e della loro produzione che per la fase operativa. Alla fine dell'anno 2020 si è registrato una quota di fabbisogno energetico del settore edilizio del 36% confermandosi il settore produttivo più impattante in assoluto. Analizzando nello specifico questa percentuale si può notare come del 36% totale del fabbisogno energetico mondiale, il 22% si riferisca ad edilizia residenziale. Per quanto riguarda invece le emissioni di Co2 l'incidenza sulle emissioni mondiali annue rimane quasi la stessa del fabbisogno energetico attestando un 37% delle emissioni totali passando dalle 9.6 gigatonnellate del 2019 alle 8.7 del 2020 facendo registrare quindi un abbassamento del 10%. Per quanto riguarda invece le emissioni di Co2 riguardanti le lavorazioni dei materiali da costruzione si attesta intorno alle 3.2 gigatonnellate annue.

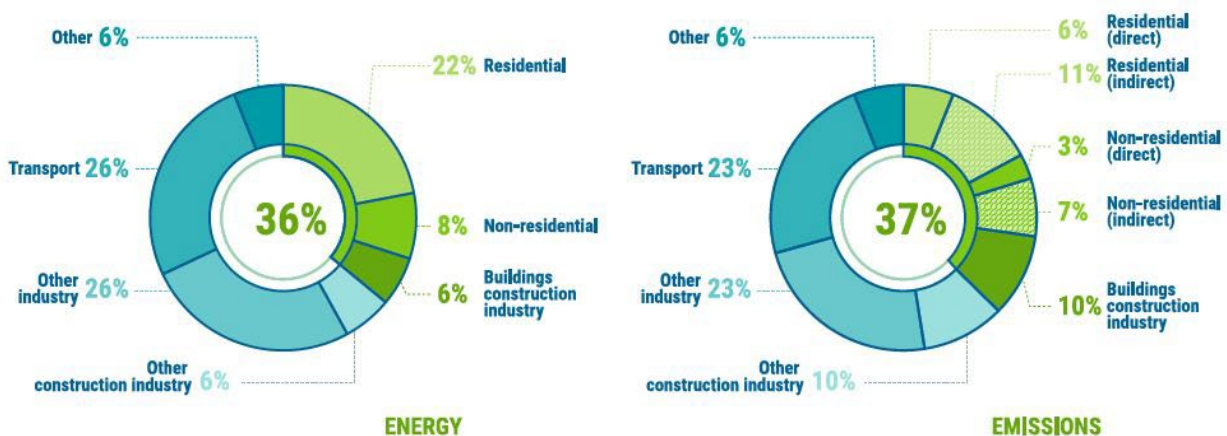


Figura 1 - Fabbisogno energetico (MJ/mq) del settore edilizio e quantità di emissioni (Kg CO₂/mq) nel 2020.¹

Proprio a causa della grande quantità di energia necessaria per il settore, l'Unione Europea nel 2015 ha settato degli obiettivi per diminuire l'impatto ambientale del settore nell'arco di 35 anni.

L'accordo di Parigi definisce un quadro globale per evitare i pericolosi cambiamenti climatici limitando il riscaldamento globale a ben al di sotto del 2°C e perseguendo gli sforzi per limitarlo a 1,5 °C. Come ulteriore obiettivo mira a rafforzare la capacità dei paesi di affrontare gli impatti del cambiamento climatico e sostenere i loro sforzi.²

Per raggiungere gli obiettivi dell'accordo di Parigi, l'Unione Europea ha sancito la data del 2050 come data entro cui gli edifici ed il settore dell'edilizia dovrebbero raggiungere la totale decarbonizzazione. Questo obiettivo è il fulcro dell'European Green Deal³, ossia una serie di politiche europee atte appunto a rendere l'Unione Europea neutrale dal punto di vista climatico. Il report del 2021 del Global status report for buildings and construction prospetta tre strade diverse da perseguire per ottenere una diminuzione delle emissioni dell'intero ciclo di vita dell'edificio e sarebbero, la diminuzione della domanda di energia, la decarbonificazione della fornitura di energia e affrontare il problema delle quantità di carbonio emesse per la produzione dei materiali. Per ottenere ciò è necessario che vi sia un'estesa ristrutturazione degli edifici esistenti improntata sulla diminuzione massima di impatto ambientale ed energetico (migliore isolamento, utilizzo di materiali bio-based) e sarà necessario analizzare l'intero ciclo di vita delle nuove costruzioni per

abbassare il loro impatto ambientale ricercando nel riutilizzo e nella circolarità motivi di abbattimento dei costi ecologici di produzione. Ripensare all'intero ciclo di vita quindi significa comprendere il peso delle diverse fasi di produzione partendo dal reperimento dei materiali passando per la fase di costruzione per andare verso quella operativa e poi quella di fine vita. La fase di fine vita va vista come un piccolo ciclo a sé stante perché al suo interno vi sono altri percorsi paralleli. Risulta importante o quanto meno fruttuoso da un punto di vista ecologico ampliare il percorso del fine vita per non farlo terminare subito con lo smaltimento ma per farlo proseguire in un percorso circolare di riutilizzo. Tutto questo è già previsto dalla Commissione Europea nella Renovation Wave Strategy che adotta i principi di "Life cycle thinking and circularity". Per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici per l'azione globale per il clima e il percorso per gli insediamenti umani, ha fissato il seguente obiettivo: "Entro il 2030, l'ambiente costruito dovrebbe dimezzare le proprie emissioni, per cui il 100% dei nuovi edifici deve essere operativo a zero emissioni nette di carbonio, con un diffuso ammodernamento dell'efficienza energetica delle risorse esistenti ben avviato e il carbonio incorporato deve essere ridotto di almeno il 40%, con progetti all'avanguardia con una riduzione di almeno il 50% del carbonio incorporato. Entro il 2050, al più tardi, tutte le risorse nuove ed esistenti devono essere nette zero durante l'intero ciclo di vita, comprese le emissioni operative e incorporate". In più L'agenzia internazionale dell'energia suggerisce che entro il 2030, per essere sulla buona strada per il 2050, dovremo aver abbattuto del 50% le emissioni dirette di co2 e del 60% le emissioni indirette ciò implica una riduzione delle emissioni di co2 del 6% annuo dal 2020 al 2030 e per quanto riguarda l'efficienza energetica la domanda di energia degli edifici per metro quadro deve diminuire del 45% entro il 2030.

Il GBCT ha iniziato a tracciare la decarbonizzazione nel settore edilizio nel 2015. Pertanto, lo stato di decarbonizzazione è fissato a "0" per il 2015, punto di partenza delle misurazioni. L'anno 2050, nel frattempo, è fissato a "100" per riflettere la massima decarbonizzazione necessaria nel settore*. L'obiettivo è quello di progredire e arrivare a 100 punti entro il 2050. Nella figura, l'immagine della casa rappresenta l'obiettivo 2050 e la sua porzione verde rappresenta la decarbonizzazione raggiunta. Le barre sulla scala a destra indicano i progressi raggiunti verso quell'obiettivo. Nel 2020 sono stati raggiunti 17,3 punti. Tuttavia, gran parte di questo risultato è un effetto temporaneo della ridotta attività economica dovuta alla crisi del COVID-19. Riflette un cambiamento nell'uso degli edifici piuttosto che effettivi miglioramenti dell'efficienza o sforzi di decarbonizzazione. Se si esclude l'impatto della pandemia, e supponendo che il consumo di energia e le emissioni di gas serra siano rimasti sul trend quinquennale precedente, la decarbonizzazione effettiva per il 2019-2020 è di 5,5 punti.

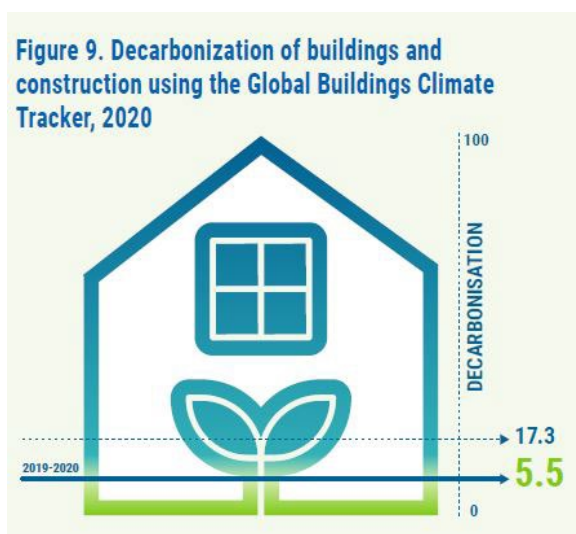


Figura 2 - Livello di decarbonizzazione raggiunto (5.5 nel 2019-2020).⁴

1.1.2 Trend degli eventi calamitosi

Affrontare il tema dell'impatto ambientale non può che non partire dalle considerazioni sulla situazione mondiale attuale partendo da come il pianeta sta rispondendo a questo trend di surriscaldamento. Il global warming genera dei potenti effetti sull'atmosfera e sull'ambiente incrementando la frequenza delle calamità naturali. "Le analisi delle tendenze dei dati mostrano molto chiaramente che le catastrofi naturali sono aumentate notevolmente di numero in giro per il mondo e stanno causando sempre più danni. La curva di tendenza annuale delle grandi catastrofi naturali di categoria 6, che indica migliaia di vittime e perdite di miliardi di dollari; in tutto il mondo rivela un aumento da circa due all'inizio degli anni '50 a una cifra attuale di circa sette".⁵

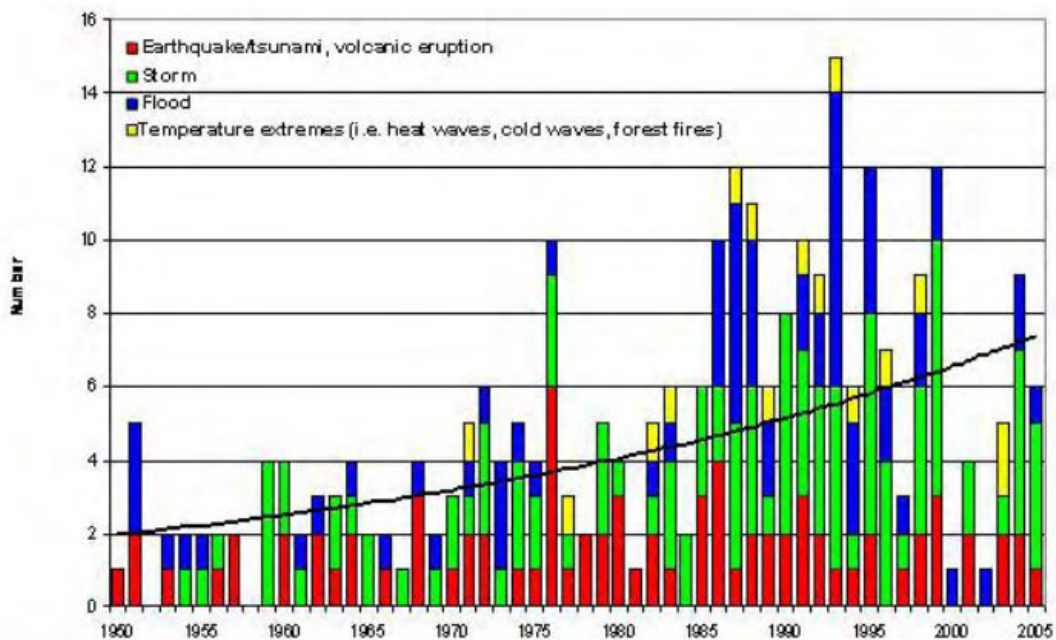


Figura 3 - Grafico di tutti gli eventi calamitosi di categoria 6 dal 1950 al 2005.⁶

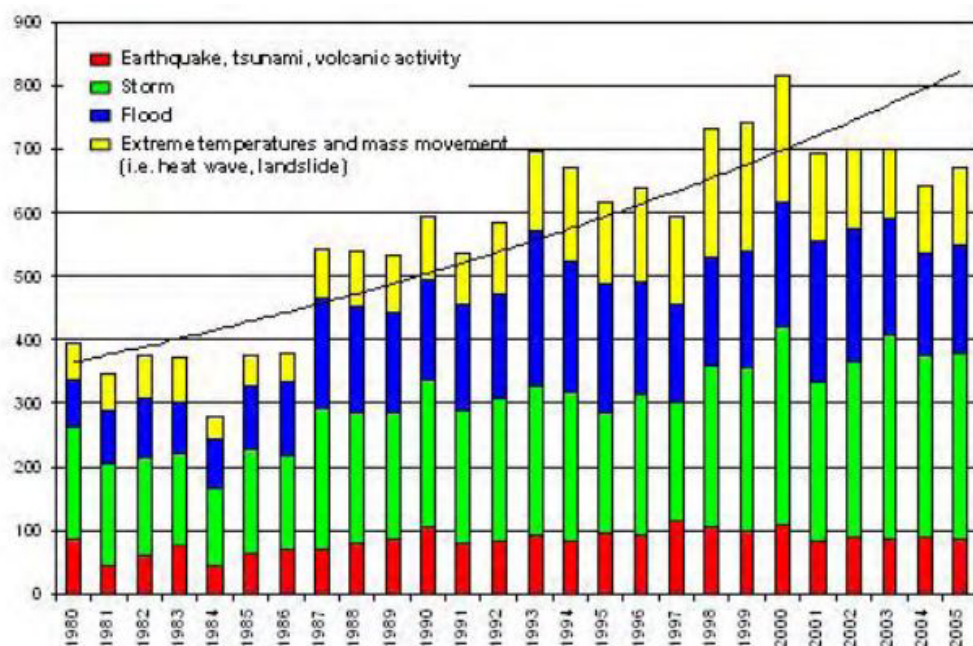


Figura 4 - Grafico di tutti gli eventi calamitosi dal 1980 al 2005.⁷

Dalla tabella si evince che se le catastrofi naturali dovute principalmente a eventi meteorologici come tempeste e inondazioni tende ad aumentare, non è così per eventi con cause geofisiche come terremoti, tsunami ed eruzioni vulcaniche, c'è qualche giustificazione quindi per presumere che non sia il risultato di un bias di segnalazione ma di cambiamenti nell'atmosfera e in particolare di cambiamento climatico. Ossia se il trend dei fenomeni meno facilmente riconducibili al cambiamento climatico come appunto i fenomeni geofisici rimane costante, tutti quei fenomeni che invece interessano la parte atmosferica e quindi più strettamente legati al cambiamento climatico presentano un sensibile aumento.

“Negli ultimi anni è stato indicato in un numero crescente di pubblicazioni scientifiche che esiste una connessione tra i cambiamenti climatici e la frequenza e l'intensità delle catastrofi naturali.

- Secondo gli scienziati britannici, è altamente probabile (>90%) che l'influenza dell'attività umana abbia almeno raddoppiato il rischio di un'ondata di caldo come quella che ha colpito l'Europa nel 2003 (Stott et al., 2004).
- I modelli di simulazione dell'attività futura degli uragani influenzati dal cambiamento climatico mostrano che entro il 2050 la velocità del vento degli uragani sarà aumentata di 0,5 sulla scala Saffir-Simpson e che il volume delle precipitazioni sarà aumentato del 18% (Knutson e Tuleya, 2004).
- Il segnale del riscaldamento antropico è stato chiaramente rilevato anche nel riscaldamento globale degli oceani. La temperatura degli strati superficiali degli oceani del mondo è aumentata notevolmente negli ultimi quattro decenni (Barnett et al., 2005).”⁸

Se a tutti questi fattori si aggiunge il discorso del sovraffollamento e della crescita demografica degli ultimi 50 anni, che ha implicato un aumento sempre più esteso di ambiente costruito e superficie antropizzata, la probabilità che venga colpito un territorio abitato aumenta considerevolmente.

Per questo trend in aumento il problema dell'edilizia post disastro diventa un tema sempre più stringente da approfondire e sviscerare in vista dei prossimi decenni nei quali, pur se dovessimo rispettare gli obiettivi del 2030 e del 2050, comunque andremo in contro ad una frequenza sempre più cadenzata di cataclismi che avranno un impatto notevole sia sulla vita dei cittadini che sull'economia delle nazioni.

1.1.3 Industrializzazione dell'edilizia

Quando prima si è parlato di “Life cycle thinking and circularity”, la nuova linea politica dell'Unione Europea per l'edilizia, si è accennato al ciclo di vita degli edifici e nello specifico del fine vita che è una fase ampia e con strade parallele. Queste strade parallele percorrono per esempio la via del riutilizzo di alcune componenti del fabbricato per la costruzione di altri edifici, oppure altre strade prevedono lo smantellamento totale del fabbricato una volta compiuto lo scopo e la ricollocazione in un altro luogo. In alcuni casi, come per quanto è avvenuto per l'Expo di Milano del 2015, il fabbricato viene venduto o donato ad altri enti solitamente per edilizia urbana, oppure in altri casi, diametralmente opposti a questi, come nell'edilizia post disastro si parla spesso di noleggio temporaneo dei moduli che, finita la loro funzione, vengono restituiti all'azienda produttrice facendo rientrare anche di parte dell'investimento.

Per poter parlare però di flusso circolare di materiali da costruzione e comprenderne le potenzialità, bisogna focalizzare l'attenzione dell'edilizia prefabbricata e sulle tecniche di montaggio a secco che rendono il fabbricato facilmente smontabile e rimontabile abbattendo così l'energia per la produzione degli elementi da costruzione che verrebbe così divisa per il numero di volte che l'elemento è stato utilizzato. Più avanti, nei casi studio, ci sarà modo di approfondire le qualità e le potenzialità del prefabbricato nello specifico, ma basti pensare a come il processo industriale, meccanizzato, a numero controllato, improntato sul profitto e quindi sull'abbattimento degli sprechi possa impattare positivamente sulla gestione di un cantiere. Focalizzando poi l'attenzione sull'edilizia post disastro, il pensiero all'edilizia prefabbricata viene spontaneo se si considera che la maggior parte delle iniziative di ricostruzione necessita

di un alloggio temporaneo a lunga permanenza per ospitare gli sfollati al quale la casa sta venendo ricostruita.

1.1.4 Life Cycle Assessment

Il Life Cycle Assessment (LCA) è una metodologia analitica e sistematica che valuta l'impronta ambientale di un prodotto o di un servizio, lungo il suo intero ciclo di vita. Il calcolo parte dalle fasi di estrazione delle materie prime, alla sua produzione, distribuzione, uso e infine alla sua dismissione, restituendo i valori di impatto ambientali associati al suo ciclo di vita.

Al termine dei calcoli, il valore di impronta ambientale di un prodotto viene restituito secondo diverse "categorie di impatto", che rappresentano tutti i diversi impatti che questo genera nei vari comparti ambientali. Una delle categorie di impatto considerate è l'aumento dell'effetto serra antropogenico (Global Warming Potential - 100 years), misurato sulla base della quantità di emissioni di CO₂eq in atmosfera generate dai consumi di energia e materia dentro il ciclo vitale di un prodotto o di un servizio.

Una volta definiti i "confini del sistema" (cioè il campo di analisi), uno studio di LCA consente di misurare l'impatto ambientale generato dai diversi processi produttivi in esso compresi, individuando quelli a maggior impatto e comprendendo così le performance ambientali di ogni ciclo produttivo in forma oggettiva. Lo scopo ultimo è quello di poter operare una successiva gestione degli impatti che sono stati calcolati, tramite una loro riduzione e compensazione, oppure, l'uso della tecnica del LCA permette di poter scegliere le modalità produttive ed in materiali caratterizzati da una minore impronta ambientale: in questa logica le tecniche di LCA sono anche la base per la progettazione di edifici ecologicamente sostenibili, al fine di sviluppare prodotti e processi produttivi in chiave di maggiore eco-efficienza.

A livello internazionale la metodologia LCA è regolamentata dalle norme ISO della serie 14040, in base alle quali uno studio di Life Cycle Assessment (LCA) viene strutturato sulla base delle seguenti fasi di lavoro:

- definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'analisi (ISO 14041),
- compilazione di un inventario degli input e degli output di un determinato sistema (ISO 14041),
- valutazione del potenziale impatto ambientale correlato a tali input ed output (ISO 14042),
- interpretazione dei risultati (ISO 14043).

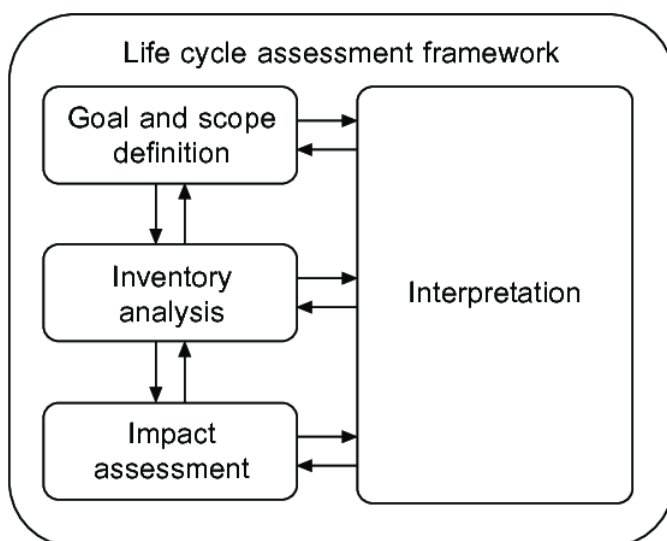


Figura 5 - Framework dell'LCA.⁹

Certificazioni

Gli standard e le certificazioni aiutano a raggiungere gli obiettivi di sostenibilità stabiliti da governi o organizzazioni. Ad esempio, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) richiede una certa percentuale di riduzione di energia da parte degli edifici oltre uno standard di riferimento energetico esistente come ASHRAE [S.G. Al-Ghamdi, M.M. Bilec Life-cycle thinking and the LEED rating system: global perspective on building energy use and environmental impacts *Environ Sci Technol* (2015)]. Numerose certificazioni per valutare gli edifici sono oggi disponibili e sono considerate molto più facili da usare per la valutazione degli edifici rispetto a intraprendere un LCA completo. Tuttavia, un punteggio migliore ottenuto con una certificazione non implica necessariamente minori impatti ambientali, il che suggerisce la necessità di integrare gli strumenti di certificazione degli edifici con l'LCA.¹⁰

Il LEED V.4, un'intera analisi LCA può aiutare a raggiungere 3 crediti. Vengono resi disponibili anche i crediti per l'LCA dei materiali da costruzione. Una riduzione minima del 10% degli impatti rispetto a uno scenario di base è un criterio per ottenere un credito. Un minimo di 3 impatti da un elenco di 6 devono essere considerati per ottenere i crediti. Il sistema di classificazione BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) offre crediti extra per l'esecuzione di un LCA. I crediti aggiuntivi (6 per la valutazione dei materiali e 3 per un LCA completo) aiutano a raggiungere BREEAM eccellenti o BREEAM rating eccezionali.¹¹

1.2 Obiettivi

Avendo accennato le motivazioni che muovono questo progetto di tesi, è necessario adesso enunciare e affrontare gli obiettivi che questa ricerca si prospetta. L'intento della ricerca è uno solo ed è quello di giungere alla progettazione di un prototipo di modulo abitativo in grado di rispondere a tutta la serie di criticità legate al contesto post emergenziale e al contempo capace di abbattere l'impatto ambientale su tutto il ciclo di vita. Per raggiungere questo obiettivo però c'è bisogno che venga scomposto in due sotto-obiettivi più specifici che affrontano rispettivamente il tema delle problematiche legate al contesto post emergenziale e quello che invece focalizza l'attenzione sulla sostenibilità dell'intervento. Il primo si farà carico di risolvere tutte le questioni critiche di un insediamento post emergenziale come la logistica, lo stoccaggio, e il trasporto dei materiali in un contesto infrastrutturalmente dissestato rispondendo al bisogno di facilità di trasporto e montaggio dei moduli, mentre il secondo riguarderà la fase di costruzione, di utilizzo e di fine vita dell'edificio partendo dalla scelta dei materiali e delle filiere più ecosostenibili passando per soluzioni energeticamente passive per andare a finire nello studio del ciclo di fine vita per garantire la massima quantità possibile di materiale reimmesso nelle filiere e nei cicli produttivi.

1.3 Struttura e articolazione

Chiarite le motivazioni e gli obiettivi che muovono questo progetto di tesi, per rendere il più lineare possibile lo svolgimento della ricerca, risulta necessario delineare la struttura secondo cui la tesi è composta e le articolazioni che questa struttura comporta.

I due obiettivi sopra enunciati rappresentano gli argomenti di interesse che la ricerca intende trattare ricercando in letteratura fra i casi studio di maggior interesse, articoli di ricerca e nuove sperimentazioni le basi per affrontare la fase progettuale con la massima consapevolezza. Come detto l'obiettivo è quello di arrivare ad un prototipo progettuale che risponda alle problematiche emerse dalla letteratura post emergenziale e che rispetti le certificazioni europee per edifici green come la BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).

La ricerca si concentrerà nel focalizzare una serie di casi studio utili per mettere a fuoco le problematiche e per selezionare le risposte più interessanti e le migliori scelte progettuali in ognuna delle tre tematiche selezionate; Insediativa, Compositiva e Tecnologica. La ricerca in questa fase quindi sarà divisa per temi e cercherà nei casi studio i migliori esempi per ogni categoria tematica confrontando gli esempi all'interno della loro stessa tematica seguendo indici specifici (es. tecnologico: trasmittanza, embodied energy, emissioni co2 ecc.) ma compiendo anche un confronto "inter-tema" seguendo degli indici generali (costo, tempo di costruzione, ecc.) Una volta determinate le linee guida per la fase progettuale, come detto, lo strumento dell'analisi LCA servirà da discriminante per decretare la scelta meno impattante. Una volta sviluppato il progetto si procederà con un confronto per scenari dove si paragona l'impatto ambientale della soluzione progettuale con un benchmark di riferimento scelto fra gli esempi dei casi studio approfonditi.

1.4 Lo stato di emergenza post disastro

1.4.1 L'emergenza

Il concetto di emergenza definito nel corso della tesi fa riferimento a tutto ciò che inevitabilmente nasce nel momento di una catastrofe, tutti gli sconvolgimenti che scaturiscono da un evento con gravi conseguenze sull'ambiente fisico e sociale. Le catastrofi vengono così definite perché avvengono in modo improvviso e imprevedibile e hanno come conseguenza comune lo stato di bisogno in cui si trovano le vittime.¹² L'emergenza si identifica in una difficoltà improvvisa pericolosa per l'incolumità delle persone, dei beni e delle strutture e che quindi richiede interventi eccezionali ed urgenti nella sua gestione con il fine di ritornare allo stato di normalità.¹³ Troppo spesso questi avvenimenti hanno conseguenze di vasta portata destinati a cambiare per sempre un pezzo di territorio e i suoi abitanti. In queste situazioni la popolazione locale è obbligata ad un drastico cambiamento; la sfida proposta consiste nel riadattarsi il prima possibile alla nuova realtà.

Il Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) è un gruppo dell'Università di Louvain che ha come scopo quello di monitorare i disastri a livello mondiale e di fornire un database EM-DAT (Emergency events Database) che contenga tutte le informazioni utili. Questo database contiene dati fondamentali essenziali sul verificarsi e sugli effetti di oltre 18.000 disastri di massa nel mondo dal 1900 ad oggi. Il database è compilato da varie fonti, tra cui agenzie delle Nazioni Unite, organizzazioni non governative, compagnie assicurative, istituti di ricerca e agenzie di stampa.¹⁴ I CRED definisce il disastro come una situazione o evento che travolge una località e necessita una richiesta esterna di assistenza nazionale e/o internazionale per i danni provocati di distruzione e sofferenza umana. Dal primo decennio degli anni 2 000 si hanno come dati circa 500 disastri in media l'anno, quasi 200 milioni di persone coinvolte e 75 mila quelle decedute.¹⁵

Le emergenze possono derivare sia da comportamenti umani sia come conseguenza di eventi naturali. Tra le varie tipologie di emergenza vi è quella abitativa che si identifica nella necessità di ogni persona di avere un alloggio. Questo tipo di emergenza può essere conseguenza di diverse circostanze ma l'interesse di questa tesi si sofferma sulla risoluzione di tutte quelle situazioni nelle quali le persone sono costrette da un evento improvviso ad adeguarsi ad una situazione abitativa non desiderata.

La stima dell'intensità di un evento calamitoso avviene in base a diverse scale differenti per ognuno di essi ma dal momento che la tesi tratta dell'emergenza abitativa successiva a questi eventi, più che la loro intensità, è rilevante conoscere le ripercussioni sulle persone, sul tessuto urbanizzato e sull'economia del luogo. Si ritengono quindi più necessari da apprendere gli effetti e le conseguenze della calamità.

Per questo si riportano le scale che invece dell'intensità dell'evento calamitoso quantificano i danni creati da esso.

La scala MCS (Mercalli – Cancani – Sieberg) viene utilizzata per quantificare l'intensità di un terremoto, cioè per valutare i danni che un sisma provoca a persone, infrastrutture, territorio ed edifici in una particolare area.

I primi cinque gradi della scala riguardano terremoti dal limitato impatto, avvertiti in maniera più o meno intensa dalla popolazione ma che non comportano danni o disagi.

Dal VI al XII grado si sale invece di intensità e inizia la conta dei danni: da lievi problemi strutturali agli edifici (per il sesto grado) fino alla totale distruzione di ogni opera realizzata dall'uomo nell'area (per il dodicesimo grado).

La sua principale utilità è nella macrosismologia, quella branca della sismologia che si occupa di valutare gli effetti visibili causati da un terremoto. Questo dato, in una situazione di emergenza, permette di individuare

con facilità quali sono le aree colpite che necessitano un intervento più tempestivo da parte dei soccorsi e/o del Dipartimento della protezione civile.

Per riuscire a rilevare l'intensità di un sisma vengono condotte delle analisi direttamente sul luogo, valutando il danneggiamento e fornendo un valore della scala MCS.

Uno dei terremoti più famosi che ha raggiunto il massimo grado della scala Mercalli è stato quello di Haiyuan, in Cina, nel 1920.¹⁶

SCALA MERCALLI		
I	- Strumentale	Avvertita solo dagli strumenti
II	- Debole	Avvertita solo da poche persone sensibili in condizioni particolari
III	- Leggera	Avvertita da poche persone
IV	- Moderata	Avvertita da molte persone; tremiti di infissi e cristalli; oscillazione di oggetti sospesi
V	- Piuttosto forte	Avvertita da molte persone, anche addormentate; caduta di oggetti
VI	- Forte	Qualche lesione agli edifici
VII	- Molto forte	Caduta di comignoli; lesione agli edifici
VIII	- Distruttiva	Rovina parziale di alcuni edifici; vittime isolate
IX	- Rovinosa	Rovina totale di alcuni edifici; molte vittime; crepacci nel suolo
X	- Disastrosa	Crollo di parecchi edifici; numerose vittime; crepacci evidenti nel terreno
XI	- Molto disastrosa	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci; frane; maremoto
XII	- Catastrofica	Danneggiamento totale; distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto

Figura 6 - Spiegazione dei valori della scala Mercalli.¹⁷

L'Agencia Meteorologica Giapponese è un'agenzia del Ministero del Territorio, Infrastrutture e Trasporti del Giappone che ha la funzione di raccogliere e divulgare i dati rilevati tramite l'osservazione quotidiana e la ricerca sui fenomeni naturali, in particolare nei campi della meteorologia, idrologia, sismologia e vulcanologia.

In Giappone e a Taiwan la scala d'intensità sismica usata per indicare l'intensità dei terremoti è un sistema di misurazione misurato in unità dette shindo. Questa scala ha come risultato che la misurazione del terremoto varia da luogo a luogo, e una scossa rilevata può essere descritta come più o meno intensa, in una scala da 0 a 7, in ogni zona colpita.¹⁸

Numero Shindo / lettura contatore	Persono	Situazioni dentro le abitazioni	Situazioni fuori dalle abitazioni	Casa in legno	Edifici in cemento armato	Linee di vitale importanza	Suolo e pendii	Peak ground acceleration ^[2]
0 (0) / 0-0.4	Impercettibile dalla popolazione.							Meno di 0.008 m/s ²
1 (1) / 0.5-1.4	Avvertito solo da alcune persone dentro gli edifici.							0.008-0.025 m/s ²
2 (2) / 1.5-2.4	Avvertito dalla maggioranza della gente dentro gli edifici. Alcune persone sono svegliate.	Oggetti appesi come le lampade dondolano leggermente.						0.025-0.08 m/s ²
3 (3) / 2.5-3.4	Avvertito dalla maggior parte della gente dentro gli edifici. Alcune persone sono spaventate.	Piatti e credenze occasionalmente tintinnano e vibrano.	I fili elettrici vacillano leggermente.					0.08-0.25 m/s ²
4 (4) / 3.5-4.4	Molta gente è spaventata. Alcune persone cercano di scappare dal pericolo. La maggior parte della gente che dorme viene svegliata.	Gli oggetti appesi dondolano considerevolmente e piatti e credenze rumoreggiano. Le decorazioni instabili occasionalmente possono cadere.	I fili elettrici dondolano considerevolmente. La gente che cammina per la strada e alcune persone dentro i veicoli in movimento notano il tremore.					0.25-0.80 m/s ²
5- inferiore (5B o 5-) / 4.5-4.9	La maggior parte della gente cerca di scappare al pericolo. Alcune persone hanno difficoltà a muoversi.	Gli oggetti appesi vacillano violentemente. La maggior parte degli ornamenti instabili cade giù. Occasionalmente, i piatti nella credenza e i libri negli scaffali cadono e gli arredi si muovono.	La gente nota i pali della luce elettrica vacillare. Occasionalmente, i vetri delle finestre vengono rotti e cadono giù, blocchi di mura in cemento armato collassano, e le strade subiscono danni.	Occasionalmente, le case meno resistenti al sisma subiscono danni ai muri e ai pilastri.	Occasionalmente, si formano crepe nei muri degli edifici meno resistenti sismicamente.	Il dispositivo di sicurezza taglia la fornitura del gas a qualche casa. In rare occasioni le tubature dell'acqua sono danneggiate e il servizio che fornisce l'acqua viene interrotto. (La fornitura di energia elettrica viene interrotta in alcune case)	Occasionalmente, fratture appaiono sul terreno soffice e la caduta di massi con piccoli smottamenti dei pendii accadono nei distretti montani.	0.80-1.40 m/s ²
5+ superiore (5B o 5+) / 5.0-5.4	Molta gente è considerevolmente spaventata e ha difficoltà a muoversi.	La maggior parte dei piatti nelle credenze e dei libri negli scaffali cadono. Occasionalmente, un televisore posizionato in uno scaffale cade, gli arredi pesanti come i cassettoni cadono giù, le porte scorrevoli scivolano fuori dalle loro scanalature e la deformazione del telaio delle porte può rendere impossibile la loro apertura e chiusura.	In molti casi, blocchi di muro in cemento armato collassano e le lapidi si rovesciano. Molte automobili si bloccano perché diventa difficile guidare. Occasionalmente, i distributori automatici malamente installati cadono giù.	Occasionalmente, le case meno resistenti sismicamente subiscono gravi danni ai muri e ai pilastri e si inclinano.	Occasionalmente, larghe fratture si formano nei muri, le travi trasversali e pilastri degli edifici meno resistenti e anche quelli molto resistenti al terremoto hanno fratture ai muri.	Occasionalmente, le condutture principali di gas e/o d'acqua sono danneggiate. (Occasionalmente, il servizio del gas e/o dell'acqua sono interrotti in alcune zone)	Occasionalmente, fratture appaiono nel suolo soffice e caduta di massi e piccoli smottamenti possono accadere nei distretti montani.	1.40-2.50 m/s ²
6- inferiore (6B o 6-) / 5.5-5.9	Difficoltà di tenersi in piedi.	Molti arredi pesanti e non fissati si muovono e cadono. Diventa impossibile in molti casi aprire la porta.	In alcuni edifici, le piastrelle, i vetri delle finestre vengono danneggiati cadendo giù.	Occasionalmente, le case meno resistenti al terremoto collassano e anche muri e pilastri delle case molto resistenti sono danneggiati.	Occasionalmente, muri e pilastri degli edifici meno resistenti al terremoto sono distrutti e anche quelli molto resistenti hanno ampie fratture nelle mura, travi trasversali e pilastri.	Le condutture principali del gas e/o dell'acqua sono danneggiate. (In alcune zone, il servizio di gas ed acqua vengono interrotti e occasionalmente anche il servizio dell'energia elettrica.)	Occasionalmente, fratture appaiono nel suolo, e avvengono frane.	2.50-3.15 m/s ²
6+ superiore (6B o 6+) / 6.0-6.4	Impossibile tenersi in piedi e muoversi senza strisciare.	La maggior parte degli arredi pesanti e non fissati si muovono e cadono. Occasionalmente, le porte scorrevoli vengono buttate fuori dalle loro scanalature.	In molti edifici, piastrelle e vetri sono danneggiati e cadono. La maggior parte di blocchi murari in cemento armato collassano.	Molte case meno resistenti al terremoto collassano. In alcuni casi, anche muri e pilastri delle ben più resistenti case sono seriamente danneggiati.	Occasionalmente, gli edifici meno resistenti al terremoto collassano. In alcuni casi, anche gli edifici molto resistenti subiscono danni ai muri e ai pilastri.	Occasionalmente, le condutture principali di gas e/o acqua sono danneggiate. (Il servizio elettrico viene interrotto in alcune zone. Occasionalmente, il servizio di gas e/o acqua sono interrotti su una vasta area.)	Occasionalmente, fratture appaiono nel suolo, e avvengono frane.	3.15-4.00 m/s ²
7 (7) / 6.5 o superiore	Buttati giù dalla scossa, è impossibile muoversi volontariamente.	La maggior parte degli arredi si muovono in lungo e in largo e alcuni si rialzano.	Nella maggior parte degli edifici, piastrelle e vetri sono danneggiati e cadono. In alcuni casi, i muri in cemento armato collassano.	Occasionalmente, anche gli edifici molto resistenti al terremoto sono duramente danneggiati e si inclinano.	Occasionalmente, anche gli edifici molto resistenti al terremoto sono duramente danneggiati e si inclinano.	I servizi di energia elettrica, gas e acqua vengono interrotti su una vasta area.	Il suolo è deformato in modo considerevole da larghe fratture e fessurazioni, con smottamenti dei pendii e frane, che occasionalmente mutano le caratteristiche topografiche.	Più di 4 m/s ²

Figura 7 - Spiegazione dei valori della scala Shindo.¹⁹

La scala Fujita avanzata (Enhanced Fujita scale) è una scala utilizzata negli USA e in Canada, per stimare l'intensità dei cicloni in base ai danni che causano sul territorio. La scala di misurazione Fujita è applicabile solo successivamente al passaggio di un tornado, e non durante, dopo che gli scienziati hanno determinato tracce radar, intervistato i testimoni, e valutato i danni provocati.²⁰

Categoria	Velocità del vento			Frequenza relativa	Danni potenziali
	mph	km/h	m/s		
F0	40-72	64-116	18-32	38.9%	Danni leggeri. Alcuni danni ai comignoli e caduta di rami, cartelli stradali divelti.
F1	73-112	117-180	33-50	35.6%	Danni moderati. Asportazione di tegole; danneggiamento di case prefabbricate; auto fuori strada.
F2	113-157	181-253	51-72	19.4%	Danni considerevoli. Scoperciamiento di tetti; distruzione di case prefabbricate; ribaltamento di camion; sradicamento di grossi alberi; sollevamento di auto da terra.
F3	158-206	254-332	72-92	4.9%	Danni gravi. Asportazione tegole o abbattimento di muri di case in mattoni; ribaltamento di treni; sradicamento di alberi anche in boschi e foreste; sollevamento di auto pesanti dal terreno.
F4	207-260	333-418	93-116	1.1%	Danni devastanti. Distruzione totale di case in mattoni; strutture con deboli fondamenta scagliate a grande distanza; sollevamento totale di auto ad alta velocità.
F5	261-318	418-512	117-142	Meno dello 0.1%	Danni incredibili. Case sollevate dalle fondamenta e scaraventate talmente lontano da essere disintegrate; automobili scaraventate in aria come missili per oltre 100 metri; alberi sradicati.

Figura 8 - Spiegazione dei valori della scala Fujita.²¹

La principale differenza con la precedente scala, ritenuta ormai obsoleta, è che non poteva essere utilizzata per analizzare i danni su più tipi di strutture analizzati invece nell'avanzata. Sono presenti 28 indicatori di danno (Damage indicators; DI) con i rispettivi gradi di danneggiamento (Degrees of Damage; DOD); ogni indicatore di danno rappresenta un determinato tipo di struttura a cui è allegato un determinato grado di danneggiamento, da danni minori fino alla distruzione totale dell'edificio.

L'obiettivo di questa scala è comunque quello di stimare l'intensità dell'evento e quindi diverso da quelle esposte precedentemente, ma è interessante per la ricerca conoscere la metodologia con cui viene descritta l'intensità della calamità attraverso il danno e la relativa classificazione dei danni.

Una delle problematiche più importanti successivamente ad un disastro è l'essere colti impreparati; infatti, oltre alla corretta gestione dell'emergenza, è di estrema importanza la pianificazione della prevenzione.

Ad esempio, moltissime delle zone del territorio italiano sono caratterizzate dall'elevato rischio sismico ma nonostante la consapevolezza di questa situazione la popolazione non è assolutamente preparata ad affrontare una situazione di emergenza come quella che si verifica a seguito di un evento sismico.

Ogni nazione ha, oppure dovrebbe avere, un piano studiato in caso di calamità con tecniche e strategie per controllare al meglio le fasi successive del post disastro.

A partire dagli anni '50 negli USA è iniziato lo sviluppo del Disaster management, una nuova materia di studio che si occupa nello specifico di provvedere ad una sistemazione della popolazione colpita garantendo loro assistenza medico-sanitaria, servizi di prima necessità e un rifugio temporaneo. Nei paesi in cui viene previsto questo piano si affidano le progettazioni specifiche e l'attuazione di esse a vari organi e/o associazioni nazionali oppure organizzazioni mondiali.

L'importanza di una cultura di prevenzione e analisi del territorio ha portato, negli ultimi vent'anni, le ONG e le organizzazioni internazionali a specializzarsi nell'intervenire in risposta a situazioni di crisi, operando a sostegno delle popolazioni colpite mediante attività finalizzate a fronteggiare i bisogni di prima necessità, come acqua, cibo, medicinali e rifugi. Tale specializzazione, tra conflitti e catastrofi naturali, ha portato negli anni all'elaborazione di alcune linee guida e protocolli comuni per le operazioni di primo intervento nelle zone colpite, come lo Sphere Handbook, un progetto avviato nel 1997 da un gruppo di organizzazioni non governative, dalla Croce Rossa e dalla Mezzaluna Rossa e che viene revisionato e/o aggiornato regolarmente. Si tratta di linee d'azione comuni, elaborate dalle maggiori organizzazioni operanti nel settore, che stabiliscono criteri minimi di risposta in caso di disastro antropico o naturale. In particolare, il Manuale propone quattro ambiti d'azione per un sostegno completo a favore delle comunità colpite: acqua, servizi igienico-sanitari e di sensibilizzazione all'igiene; sicurezza alimentare e nutrizione; rifugi, insediamenti e prodotti non alimentari; e azione sanitaria.

Per ciascuna di queste macro classi vengono evidenziate norme minime, indicatori chiave e note orientative, che indirizzano gli operatori umanitari presenti sul territorio, al fine di una risposta in linea con le esigenze della popolazione vittima della crisi. Ad esempio, il Manuale non si limita a ribadire la necessità dell'accesso a fonti d'approvvigionamento d'acqua, ma offre anche indicazioni specifiche sulle modalità di fornitura che le organizzazioni di intervento devono osservare.²²

1.4.2 ONG

Nel contesto della gestione dei disastri, una ONG è un'Organizzazione Non Governativa che opera nell'assistenza di soccorso. Le ONG possono essere suddivise in due categorie principali, le ONG internazionali, cioè quelle che lavorano a livello internazionale che possono mobilitarsi verso il paese colpito, e le ONG locali, cioè quelle che lavorano all'interno del proprio paese in caso di catastrofe.

Le ONG sono autonome e relativamente indipendenti dai governi e sono finanziate da privati o gruppi, e dai governi. Le ONG ricevono sempre più finanziamenti dai governi (solitamente i propri) o da organizzazioni internazionali, ad esempio l'Unione Europea. Le ONG sono spesso partner esecutivi delle agenzie delle Nazioni Unite nella risposta alle emergenze.

La comunità delle ONG è sempre stata importante nel campo umanitario. Operano in tutte le aree della sfera umanitaria e forniscono la massima forza internazionale per attuare soccorsi sul campo. Le ONG tendono a specializzarsi in uno o due campi o a indirizzare i propri sforzi verso un gruppo vulnerabile della

popolazione; di solito hanno personale qualificato, capacità di schieramento rapido (se non sono già nell'area), flessibilità operativa e risorse che altrimenti potrebbero non essere disponibili in caso di emergenza.

Anche il numero di ONG nazionali può essere elevato. Questi possono essere partner essenziali nella risposta alle catastrofi perché sono conosciuti a livello locale e conoscono l'area, la cultura e la popolazione. In molti casi collaborano con le ONG internazionali, le Nazioni Unite e/o altri, a volte solo come partner esecutivi.²³

Il sistema UNDAC (The United Nations Disaster Assessment And Coordinations) è progettato per supportare i governi nazionali, le Nazioni Unite nel paese, l'HC (Humanitarian Coordinator: il coordinatore umanitario è il più alto funzionario delle Nazioni Unite in un paese che vive un'emergenza umanitaria) e l'HCT (Humanitarian Country Team: la squadra umanitaria locale è il team che ha funzione strategica e operativa nel processo decisionale e nella supervisione guidato dall'HC. La squadra comprende rappresentanti delle Nazioni Unite, delle ONG internazionali, del Movimento della Croce Rossa e Mezzaluna Rossa. L'HCT è il fulcro del coordinamento umanitario ed è responsabile degli accordi su questioni strategiche comuni relative all'azione umanitaria.) e i soccorritori internazionali in arrivo con il coordinamento durante la prima fase di un'emergenza improvvisa. Il sistema mira inoltre a aiutare e rafforzare la capacità di risposta alle catastrofi nazionali e regionali. Un team UNDAC può essere schierato con un preavviso molto breve, dalle 12 alle 48 ore, in qualsiasi parte del mondo.²⁴

1.4.3 La metodologia UNDAC

La metodologia UNDAC si fonda sull'esperienza e sulle best practice di oltre 280 missioni in più di 100 paesi dal suo inizio nel 1993. È una metodologia che può essere adattata per rispondere a qualsiasi situazione di emergenza.

Originariamente la metodologia UNDAC è nata dalla necessità di coordinamento nella risposta ai terremoti, riunendo gli attori nazionali della gestione dei disastri e della risposta umanitaria internazionale.

L'UNDAC è uno strumento di prima risposta dell'OCHA (Office for the Coordination of Human Affairs) che può supportare e/o istituire servizi di coordinamento di base durante la prima fase critica della risposta e ha un ruolo di facilitazione per quanto riguarda il coordinamento umanitario. L'OCHA è un ufficio dell'ONU creato nel 1991 dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite per sostituire l'Ufficio del coordinatore delle Nazioni Unite per i disastri naturali e il Dipartimento per gli affari umanitari.

L'ufficio venne creato per dare un più efficace e rapido intervento durante le crisi umanitarie e coordinare le agenzie ONU durante le catastrofi per fornire una risposta omogenea alle emergenze.

Il sistema UNDAC ha anche solide radici nella gestione dei disastri e quindi può essere un valore aggiunto a livello programmatico e operativo durante la fase di salvataggio, quando è necessario prendere decisioni rapide e attuare azioni concrete. Il team dell'UNDAC si sforza di collegare tutti i soccorritori, compresi gli attori umanitari, il governo colpito, i soccorritori, l'esercito e il settore privato col fine di creare una piattaforma di coordinamento, stabilire servizi di base e fornire leadership quando necessario.

Subito dopo molti disastri, potrebbe esserci un vuoto in cui "tutto" deve essere creato, o ricreato da zero. La specificità del team UNDAC e della sua metodologia è che fornisce una connessione tra la gestione dei disastri e il sistema internazionale di risposta umanitaria.

La gestione dei disastri, o gestione delle emergenze, può essere definita come l'organizzazione e la gestione delle risorse e delle responsabilità per affrontare tutti gli aspetti dell'emergenza stessa, in particolare la preparazione, la risposta e il ritorno allo stato di normalità. Ciò comporta piani e disposizioni

istituzionali per coinvolgere e guidare le forze di agenzie governative, non governative, volontarie e private in modo coordinato per rispondere a tutte le esigenze umanitarie in caso di emergenza.²⁵

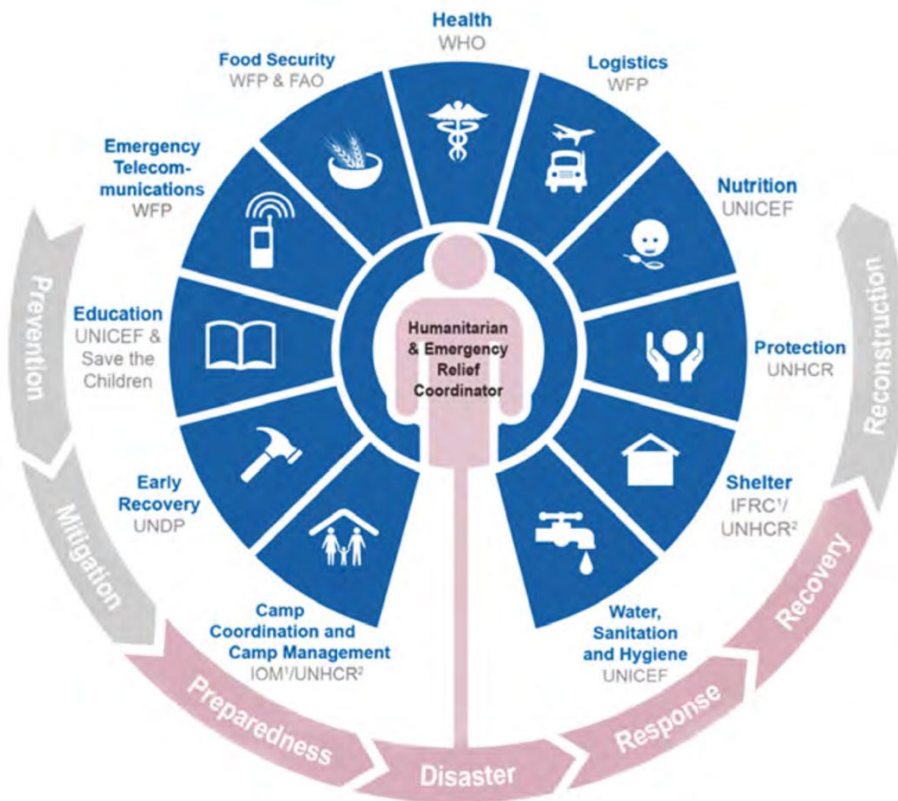


Figura 9 - Schema delle fasi di intervento dei soccorsi umanitari e relativo ente che se ne occupa.²⁶

UNDAC Field Handbook è stato redatto per garantire un coordinamento efficace tra le agenzie nazionali di gestione dei disastri e le squadre di ricerca e soccorso in arrivo in emergenze improvvise su larga scala.

Non solo viene impiegato in disastri improvvisi, ma fornisce anche un prezioso supporto in crisi prolungate e svolge un ruolo crescente come strumento delle Nazioni Unite nel sostenere i governi nella risposta agli eventi calamitosi e nell'attività di preparazione. Il suo focus è sia sul cosa che sul come rispondere alle emergenze internazionali.

L'ONU è un'organizzazione di Stati membri che opera attraverso il consenso. Non è un governo mondiale e non fa leggi. Tuttavia, esso fornisce i mezzi per aiutare a risolvere i conflitti internazionali e formulare politiche su questioni che interessano il mondo intero. Promuovere il rispetto dei principi umanitari nella risposta umanitaria, è un elemento essenziale per un efficace coordinamento umanitario. Tra i principi di risposta alle emergenze internazionali bisogna ricordare che la sovranità, l'integrità territoriale e l'unità nazionale dei paesi devono essere rispettate e l'assistenza internazionale può essere fornita solo con il consenso del paese colpito. Un governo può chiedere o accogliere l'assistenza di altri Stati o organizzazioni, ma essa non può essere loro imposta a meno che la maggioranza dei membri del Consiglio di sicurezza delle Nazioni Unite non sia d'accordo sul fatto che la questione è di un'importanza tale da dover imporre l'assistenza umanitaria. Di conseguenza, tutta l'assistenza internazionale è condotta a sostegno delle autorità nazionali e su richiesta, indipendentemente dalla volontà delle organizzazioni internazionali di voler rispondere.

Lo Stato colpito è quindi un partner volontario e legittimo e richiede (o "accoglie") l'assistenza internazionale pur mantenendo ruolo principale nell'avvio, nell'organizzazione, nel coordinamento e nell'attuazione dell'assistenza umanitaria all'interno del suo territorio.²⁷

1.4.4 Lo Sphere Handbook

Lo Sphere Handbook: La Carta Umanitaria, i Principi di Protezione e gli Standard Fondamentali è un manuale nel quale si esprime l'approccio basato sui diritti e sulla centralità dell'individuo nella risposta umanitaria. Si concentra sull'importanza di coinvolgere la popolazione colpita e le autorità locali e nazionali in tutte le fasi della risposta.

Il manuale fornisce lo sfondo etico e giuridico dei Principi di Protezione e degli Standard fondamentali minimi, creando le basi per la loro corretta interpretazione e realizzazione. Si tratta di una dichiarazione che comprende diritti e obblighi stabiliti, valori e impegni condivisi da diverse agenzie umanitarie, raccolti in una serie di principi, diritti e doveri comuni. Fondati sul principio di umanità e sull'imperativo umanitario, questi includono il diritto ad una vita dignitosa, il diritto di ricevere l'assistenza umanitaria e il diritto di protezione e di sicurezza. La Carta inoltre evidenzia l'importanza della responsabilità verso le comunità colpite per le agenzie mobilitate alla risposta umanitaria.

La protezione è una parte fondamentale dell'azione umanitaria e i Principi di Protezione servono a dare responsabilità alle agenzie umanitarie e ad assicurare che la loro azione si concentri nell'affrontare le minacce più gravi che comunemente affliggono le persone durante conflitti o calamità.

Gli Standard fondamentali e gli Standard minimi comprendono gli approcci alla programmazione e quattro gruppi di attività di soccorso: fornitura di acqua, servizi igienico-sanitari e sensibilizzazione all'igiene; sicurezza alimentare e nutrizione; rifugi, insediamenti e generi non alimentari; azioni in materia di salute.

Il Manuale Sphere è un codice volontario, uno strumento di autoregolamentazione per la qualità e la responsabilità della risposta umanitaria e ha intenzionalmente scelto di non elaborare un manuale di tipo prescrittivo a cui doversi conformare, al fine di favorire una più ampia partecipazione nell'utilizzo di tale guida.

Il manuale spiega ciò che deve essere messo in pratica per garantire una vita dignitosa alla popolazione colpita. Spetta dunque, a ogni agenzia umanitaria che interviene, scegliere il sistema che ritiene più adeguato per garantire la conformità agli standard minimi di Sphere.

Non è possibile definire un periodo di risposta umanitaria, gli standard minimi riguardano le attività che hanno il fine di soddisfare i bisogni urgenti per la sopravvivenza delle popolazioni colpite da disastri. Questa fase può durare pochi giorni o settimane ma anche molti mesi o anni, soprattutto in situazioni di elevata insicurezza e di sfollamenti.

Il Manuale copre una serie di attività che inizia con la preparazione alle catastrofi, include poi la risposta umanitaria e, infine, si estende alla ripresa rapida. Come strumento di riferimento, il Manuale è utile sia nella preparazione alle catastrofi sia nelle fasi iniziali di recupero in cui è generalmente 'inquadrata' la risposta umanitaria.²⁸

1.4.5 I meccanismi della risposta umanitaria

In tutti i disastri che richiedono assistenza internazionale, una serie di organizzazioni o enti fornirà soccorso. Questi vanno dalle autorità nazionali e locali, attraverso le agenzie delle Nazioni Unite, alle organizzazioni di risposta internazionali e nazionali. La Risoluzione GA 46/182 fornisce la struttura di base per il sistema umanitario internazionale.

Secondo la General Assembly Resolution 46/182 ("Rafforzamento del coordinamento dell'assistenza umanitaria di emergenza delle Nazioni Unite", essa delinea un quadro per l'assistenza umanitaria e una serie di principi guida) il governo di un paese colpito da una catastrofe ha la responsabilità primaria dell'assistenza umanitaria e del coordinamento. Le strutture che consentono ai governi di gestire, prevenire

e rispondere ai disastri sono diventate sempre più sofisticate e si basano solitamente su un approccio di protezione civile con operazioni che utilizzano un sistema di gestione degli incidenti. La maggior parte dei paesi dispone di un'autorità nazionale per la gestione delle emergenze o dei disastri o un'Agenzia della protezione civile locale per supervisionare e coordinare l'analisi dei rischi, la preparazione e la risposta.²⁹

L' IFRC ("The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies" la Federazione Internazionale della Croce Rossa e Mezzaluna Rossa) è la più grande organizzazione umanitaria del mondo, che fornisce assistenza senza discriminazioni di nazionalità, razza, credo religioso, classe o opinioni politiche. Fondata nel 1919, l'IFRC comprende 190 società nazionali della Croce Rossa e della Mezzaluna Rossa, un segretariato a Ginevra e numerose delegazioni strategicamente posizionate per sostenere le sue attività nel mondo. L'IFRC collabora con le società nazionali nella risposta alle catastrofi in tutto il mondo e coordina e dirige l'assistenza internazionale in seguito a disastri naturali e causati dall'uomo in situazioni non conflittuali (in caso di conflitto interviene il CIRC, la cui missione umanitaria consiste nel proteggere la vita e la dignità delle persone nelle zone di conflitto e prevenire le sofferenze umane). Le sue operazioni di soccorso sono supportate dal costante sviluppo, compresi i programmi di preparazione alle catastrofi, le attività sanitarie e assistenziali e la promozione dei valori umanitari.³⁰

Il CIRC (Comitato Internazionale della Croce Rossa) è l'ente fondatore del movimento della Croce Rossa e un'organizzazione imparziale, neutrale e indipendente la cui missione, esclusivamente umanitaria, è proteggere la vita e la dignità delle vittime della guerra e della violenza interna e fornire loro assistenza. Il CICR è custode delle Convenzioni di Ginevra e dei loro Protocolli aggiuntivi, che costituiscono la parte primaria del diritto umanitario internazionale e riguardano il trattamento del personale militare ferito e malato, dei prigionieri di guerra e della popolazione civile nei conflitti interni e internazionali. Durante le situazioni di conflitto, il CICR è responsabile della direzione e del coordinamento delle attività di soccorso internazionale del Movimento. Promuove inoltre il diritto umanitario internazionale e richiama l'attenzione sui principi umanitari universali.

Le società nazionali della Croce Rossa e della Mezzaluna Rossa occupano un posto unico come ausiliari delle autorità pubbliche nei loro paesi. Il "ruolo ausiliario" è un termine per esprimere la partnership che una società nazionale ha con il suo governo nel fornire servizi umanitari pubblici. Sebbene le società nazionali lavorino a fianco dei governi e delle autorità pubbliche, sono indipendenti e il loro lavoro non è controllato o diretto dal governo nazionale. Ogni governo dovrebbe riconoscere la propria società nazionale come entità giuridica e consentirle di operare secondo i principi fondamentali del Movimento. Le società nazionali forniscono soccorso in caso di calamità, supportano programmi sanitari e sociali e promuovono il diritto umanitario internazionale e i valori umanitari.

Sia l'IFRC che il CICR sono invitati permanenti (non membri, per motivi di indipendenza) dell'IASC (Inter-Agency Standing Committee, l'organismo responsabile dell'emanazione dei principi contabili internazionali.). L'IFRC è il coordinatore del Global Shelter Cluster (un meccanismo di coordinamento dell'IASC che sostiene le persone colpite da disastri naturali e gli sfollati colpiti da conflitti con i mezzi per vivere in un rifugio sicuro, dignitoso e appropriato. L'SGC consente un migliore coordinamento tra tutti gli attori dei rifugi, compresi i governi locali e nazionali, in modo che le persone che necessitano di assistenza nei rifugi ricevano aiuto più rapidamente e ricevano il giusto tipo di sostegno nelle emergenze di calamità naturali) mentre l'UNHCR (l'agenzia delle Nazioni Unite specializzata nella gestione dei rifugiati, fornisce loro protezione internazionale ed assistenza materiale, e ricerca soluzioni durevoli per la loro condizione) assume la guida in situazioni di conflitto.

Solo 20 anni fa, la Commissione europea si occupava delle emergenze umanitarie al di fuori dei confini europei grazie a un ufficio che finanziava le ONG o le Organizzazioni internazionali, ma non si occupava direttamente della protezione dei cittadini europei da possibili emergenze.

La protezione civile italiana ha iniziato a cooperare con gli altri Stati membri con quella che negli anni '80 era la Comunità Europea, in risposta ai numerosi disastri naturali e ambientali che il continente europeo aveva dovuto affrontare.

Successivamente la cooperazione si è rafforzata nel settore della prevenzione, nell'ambito dello studio e dell'analisi delle cause delle catastrofi nella preparazione, incluso il potenziamento del volontariato, la realizzazione di campagne di sensibilizzazione per la promozione delle misure di autoprotezione contro i disastri e l'istituzione di una piattaforma per lo scambio di informazioni in tempo reale tra le sale operative dei vari Paesi, da utilizzare soprattutto in caso di emergenza: l'attuale CESIS (Common Emergency Communication and Information System, la piattaforma informatica protetta per la comunicazione con e tra gli Stati partecipanti oltre ai Paesi dell'Unione Europea ne fanno parte anche Norvegia, Islanda, Serbia, Montenegro, Macedonia del Nord e Turchia).

Il costante percorso di consolidamento della cooperazione in materia di protezione civile ha condotto, nel 2001, alla creazione di un vero e proprio Meccanismo Europeo di Protezione Civile attraverso un atto legislativo formale, la Decisione del Consiglio n. 2001/792/CE.

Il Meccanismo Unionale di Protezione Civile è quindi un sistema, una rete nel quale le Autorità di protezione civile degli Stati membri collaborano nelle diverse fasi della gestione dei rischi, dalla prevenzione e preparazione alla risposta alle emergenze. Si tratta quindi di un network tra Stati che viene facilitato dalla Commissione europea; questo significa che le risorse messe in comune sono risorse nazionali a cui le istituzioni europee contribuiscono economicamente.

Ogni Stato partecipa al Meccanismo sotto il coordinamento della propria Autorità di protezione civile nazionale, che per l'Italia è il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.³¹

1.5 Gestione dell'emergenza in Italia

1.5.1 Evoluzione della gestione dell'emergenza in Italia

In Italia l'organizzazione di quello che è il sistema legato al soccorso dei cittadini e del territorio antropizzato riflette le tappe affrontate per fronteggiare i vari eventi calamitosi che hanno segnato la storia del nostro paese. L'atteggiamento degli enti governativi si è quindi evoluto verso forme sempre più moderne di rapporto fra le istituzioni pubbliche e i cittadini.³² Ancora prima dell'unità d'Italia il tema del soccorso alla popolazione in caso di eventi calamitosi veniva già affrontato e veniva visto non come compito dello stato ma dei militari e della popolazione attraverso opere di volontariato e beneficenza. Forze dell'ordine, cittadini volontari ed enti religiosi hanno prestato soccorso in caso di necessità fino al primo decennio del Novecento quando, dopo il terremoto della Marsica del 1915, lo stato iniziò a prendere in carico le operazioni di assistenza. Un'altra tappa fondamentale è quella del 1968 quando, dopo i problemi di gestione della ricostruzione degli insediamenti nella valle del Belice, i sindaci dei comuni colpiti riuscirono a farsi delegare la gestione degli interventi di ricostruzione.³³ Per la prima volta ci si rese conto di quanto il sistema di soccorso fosse inefficiente tanto da arrivare all'emanazione della prima legge in materia di protezione civile, la Legge N.996 del 1970 "norme sul soccorso e assistenza alle popolazioni colpite da calamità". La legge prevede una serie di ventidue articoli che delineano chiaramente il concetto di protezione civile istituendo il Comitato Interministeriale della protezione civile al quale vengono affidati una serie di compiti tra i quali quello di coordinamento dei piani di emergenza, predisposizione di interventi governativi per le operazioni di soccorso e raccolta e divulgazione dell'informazione alla popolazione civile. Venne anche sancito il passaggio del coordinamento dei soccorsi dal Ministero dei Lavori Pubblici al Ministero dell'Interno. Nonostante gli sforzi per dare un'organizzazione al sistema di soccorso civile, la

manca di coordinamento degli interventi dello Stato, dopo i terremoti di fine anni '70, ha portato ad una gestione dell'emergenza ancora poco efficiente. Dopo ulteriori sforzi per migliorare la legislazione della protezione civile, finalmente, nel 1992 viene istituita la Legge N.225/1992 "Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile" nella quale viene riformata l'originale struttura a favore di un sistema coordinato e con responsabilità e ruoli precisi volti alla salvaguardia della popolazione e del suo sistema socioeconomico. [Bignami 2010]. Grazie a questa legge il sistema della Protezione Civile viene riorganizzato seguendo un principio di sussidiarietà, dove le amministrazioni del Paese (Stato, Regioni, Province, Comuni ed Enti locali) concorrono coordinando le proprie competenze in base alla portata dell'emergenza e alla tempestività del primo soccorso. Vengono inoltre istituite le componenti, le strutture operative e le commissioni di supporto alle funzioni principali della protezione civile. Per organizzare il modo più preciso e pragmatico la gestione dell'emergenza, nel 1996 venne elaborato il "Metodo Augustus", che introduce un metodo di lavoro che semplifica in maniera innovativa le procedure per il coordinamento della risposta della Protezione Civile.³⁴ Si pone come obiettivo quello di coordinare le risorse da attivare in caso di emergenza a tutti i livelli di responsabilità, individuando 14 funzioni di supporto per i centri operativi provinciali e 9 fra queste 14 per i centri operativi comunali. Le prime vengono attivate contemporaneamente e in modo coordinato mentre quelle di ambito comunale vengono attivate solo se considerate essenziali. Ogni funzione delinea la risposta operativa da organizzare il caso di emergenza e per ognuna di queste devono essere individuati a priori dei responsabili.

Il metodo rappresenta uno strumento fondamentale al quale tutti gli attori che entrano a far parte del sistema della protezione civile devono fare riferimento. Ulteriore tappa è quella affrontata dal D.lgs. N.112/1998 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni e agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, N.59" con il quale si ridefiniscono le responsabilità dei vari enti amministrativi seguendo una logica di decentramento delle competenze. Delinea quindi i compiti dello Stato e delega alle Regione e Enti locali tutto ciò che non è espressamente indicato come competenza dello Stato. Il culmine di questo percorso di decentramento di competenze di trova con la riforma del Titolo V della Costituzione nel 2001 con la quale, la materia della protezione civile, diventa di legislazione concorrente tra Stato e Regioni. Ad oggi l'iter normativo che regola le disposizioni in materia di protezione civile è disciplinato dal D.lgs. 1/2018 "Codice della Protezione Civile", che racchiude tutte le disposizioni precedenti, in una lettura integrale, facilitandone la comprensione.

1.5.2 Organizzazione della Protezione Civile

Secondo l'articolo 1 del D.lgs. N.1/2018: "Il Servizio nazionale della protezione civile [...] è il sistema che esercita la funzione di protezione civile costituita dall'insieme delle competenze e delle attività volte a tutelare la vita, l'integrità fisica, i beni, gli insediamenti, gli animali e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo."

Il servizio Nazionale di Protezione Civile si compone di diversi attori, istituzionali e non, coordinati dal Dipartimento di Protezione Civile, organo della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Ne fanno parte: 1)Le Componenti (Stato, Regioni, Province Autonome ed Enti Locali), 2)Le Strutture operative (il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, quale componente fondamentale della protezione civile, le Forze Armate, le Forze di Polizia, gli Enti e Istituti di ricerca di rilievo nazionale con finalità di protezione civile, anche organizzati come Centri di Competenza, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e il Consiglio Nazionale delle Ricerche, le strutture del Servizio Sanitario Nazionale, il volontariato organizzato di protezione civile iscritto nell'Elenco nazionale del volontariato di protezione civile, l'Associazione della Croce Rossa Italiana e il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico, il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, le strutture preposte alla gestione dei servizi meteorologici a livello nazionale) 3) e i soggetti concorrenti individuati nel codice di protezione civile (aziende società e altre organizzazioni pubbliche o private).

L'organizzazione del Sistema Nazionale della Protezione Civile è complessa e articolata, le strutture operative e gli enti di cui è composta, hanno diversi livelli di responsabilità e competenze e al vertice del sistema vi è il Presidente del Consiglio dei Ministri il quale si serve del Capo del Dipartimento della Protezione Civile per adempiere ai suoi compiti. Scendendo di scala, seguono i Presidenti delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano, che tramite le sale operative regionali (S.O.R) coordinano le azioni tra Regione, Province, Comuni e Enti locali. A livello provinciale, invece, se c'è la necessità di intervenire in modo coordinato tra diversi comuni, il Prefetto, si avvale dei Centri Operativi Misti (C.O.M). In fine, a livello comunale, la figura di autorità di Protezione Civile è il Sindaco, essendo questo la carica di autorità più vicina ai cittadini e tramite il Centro Operativo Comunale (C.O.C) mette in atto i primi interventi necessari durante le situazioni di emergenza, eseguendo ciò che è stato pianificato dalla protezione civile, informando la popolazione e aggiornando le informazioni tra Prefetto e Presidente della Giunta Regionale.

1.5.3 Fasi operative della protezione civile

Le fasi operative per la gestione dell'emergenza si configurano come un ciclo in cui lo sviluppo di ciascuna fase condiziona e influisce sulle azioni della successiva in maniera continua. [La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Formazione di base in materia di protezione civile Legge n. 92/2019 sull'introduzione dell'insegnamento scolastico dell'educazione civica]. La Protezione Civile quindi opera sia prima che dopo il verificarsi degli eventi calamitosi. Le attività di protezione civile sono quattro e si dividono come segue: previsione, prevenzione, gestione e superamento dell'emergenza. La gestione dell'emergenza in generale comprende anche una successiva fase, quella di ricostruzione che però nello specifico caso non rientra nelle competenze della Protezione Civile ma in quelle del governo del territorio.

TIMELINE INTERNAZIONALE



TIMELINE ITALIANA

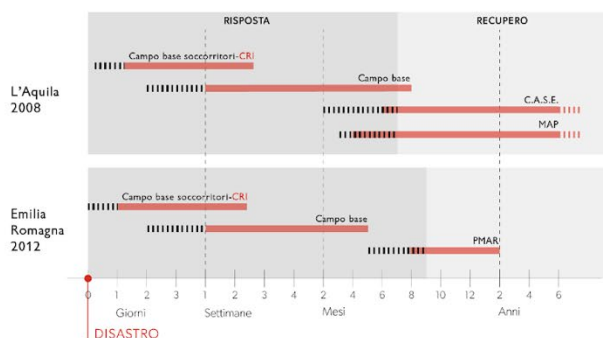


Figura 10 - Schema delle fasi operative per la gestione dell'emergenza nel mondo ed in Italia.

Lo strumento operativo utilizzato per indicare, strutturare e scandire le modalità di intervento è il piano di protezione civile che "secondo il nostro ordinamento, è uno strumento che serve ad aumentare in tempo ordinario la consapevolezza del rischio, a organizzare la messa a fattor comune delle risorse, a costruire capacità e professionalità, e a garantire il raccordo tra diverse Amministrazioni ed Enti. Un piano di

protezione civile non è quindi solo l'insieme delle procedure operative di intervento, ma anche lo strumento attraverso cui definire l'organizzazione della struttura per lo svolgimento delle attività di protezione civile: dalla previsione alla prevenzione, dalla gestione dell'emergenza al suo superamento."³⁵

Il piano di protezione civile rappresenta uno strumento fondamentale e classificano in base al principio di sussidiarietà. A livello nazionale lo strumento utilizzato sono i piani nazionali di emergenza i quali riguardano alcuni rischi specifici del territorio e sono quindi settoriali così come per i programmi predisposti dalle Regioni. Per quanto riguarda Province e Città Metropolitane, siccome queste coordinano i vari comuni, nel caso in cui ci sia un evento che per estensione il comune singolo non è capace di fronteggiare, vengono redatti i piani provinciali di emergenza di protezione civile. Detto ciò è importante sottolineare che il Comune, avendo un ruolo fondamentale per la gestione dell'emergenza, sia per la sua capillarità che per la tempestività di intervento, predispone un piano comunale di protezione civile che è il primo strumento al quale fare riferimento. Il piano è suddiviso in 4 macro parti, nella prima sono indicate le caratteristiche territoriali e socio economiche del territorio, nella seconda sono indicati i rischi, nella terza oltre a contenere i "lineamenti della pianificazione e strategia operativa"[nota], sono individuate quelle che sono le aree funzionali di emergenza destinate alla protezione civile, ossia: le aree di attesa (punto di raccolta della popolazione), le aree di accoglienza (punto di ricovero della popolazione evacuata) e le aree di ammassamento (punto di raccolta delle forze dell'ordine e della protezione civile). La quarta parte, in fine, è dedicata al modello d'intervento.

1.5.4 Croce Rossa Italiana

Uno degli enti fondamentali per la gestione dell'emergenza per l'intervento sul territorio è rappresentato dalla Croce Rossa Italiana (CRI). Questa contribuisce con mezzi e personale qualificato al soccorso e all'assistenza sanitaria, all'allestimento di strutture sanitarie e socio-sanitarie da campo, strutture medicalizzate per il trattamento e la selezione delle vittime, localizzati direttamente ai margini dell'area dell'evento calamitoso³⁶ e campi per ospitare la popolazione i soccorritori. La CRI lavora quotidianamente per divulgare una corretta cultura della prevenzione e riduzione del rischio. Tra i suoi compiti questa garantisce, grazie ai suoi attori, un'efficace e tempestiva risposta alle emergenze che possono verificarsi sia sul territorio nazionale che internazionale. L'organismo della CRI che si occupa nello specifico della gestione delle emergenze è l'Unità di Crisi Nazionale.³⁷ In caso di calamità o disastro la CRI ha la possibilità di mobilitare oltre 160 mila volontari e 11 mila veicoli distribuiti in modo capillare sul territorio.³⁸ Il coordinamento è assicurato dalla Sala Operativa Nazionale e dalle postazioni CRI in Sala Italia e nel Comitato Operativo del Dipartimento di protezione civile.³⁹ La CRI fornisce supporto anche in operazioni di emergenza internazionali collaborando con le altre Società Nazionali consorelle facenti parte della Federazione Internazionale della Croce Rossa e Mezzaluna Rossa (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies IFRC).⁴⁰ Sempre nell'ambito della risposta e del superamento delle emergenze, per assistere la popolazione, la CRI garantisce, a poche ore dall'evento calamitoso, l'allestimento sia di moduli di accoglienza da centinaia di posti sia di strutture medicalizzate da campo (come Posti di Assistenza Socio-Sanitaria (PASS), Posti Medici Avanzati (PMA), Unità Mobili di Soccorso Sanitario (UMSS), Posti Temporanei di Soccorso (PTS) e Ospedali da campo).⁴¹ In questo modo riesce a fornire servizi sanitari e di welfare alla popolazione, prestando assistenza e primo soccorso. Grazie a una buona rete logistica capillarizzata sul territorio e una grande flotta di veicoli da trasporto pesanti (gru, sollevatori portacontainer ed elicotteri) la CRI garantisce il trasporto di merci, strumenti e generi di prima necessità, raggiungendo rapidamente le zone colpite, anche se remote e isolate.

Oltre alle capacità locali e alle Colonne Mobili Regionali, in caso di emergenza, la CRI può contare su una Colonna Mobile Nazionale costituita da:

- un Centro Operativo Nazionale Emergenze (CONE)
- tre Centri Operativi Emergenze (COE)
- otto Nuclei di Pronto Intervento (NPI)

Il CONE e i COE sono strutture dotate di materiali, mezzi e personale in grado di rispondere a qualsiasi tipo di evento naturale o antropico. Sono dislocati presso Settimo Torinese, Roma, Avezzano e Bari. Presso i Centri Operativi è a disposizione anche la ERU – Emergency Response Unit certificata dalla IFRC. Gli NPI sono invece strutture operative ideate per intervenire in caso di specifiche emergenze. Sono ad Aosta, Legnano, Genova, Marina di Massa, Salerno, Cagliari, Messina. La loro collocazione è stata scelta considerando le vulnerabilità di ciascun territorio e la possibilità di rapido intervento. Tutti sono coordinati dall'Area Operazioni, Emergenze e Soccorsi, dalla Sala Operativa Nazionale e da una postazione CRI in Sala Sistema Italia. Ogni Regione contribuisce alla Colonna Mobile Nazionale con i Nuclei Operativi Integrativi d'Emergenza (NOIE), team di Volontari altamente qualificati, che insieme ai COE e agli NPI sono pronti a intervenire in qualsiasi momento.

1.5.5 Accordo quadro tra Dipartimento di Protezione Civile e Croce Rossa Italiana - 2018

L'accordo quadro stipulato nel 2018 con il Dipartimento di Protezione Civile, quadriennale e rinnovabile, mira ad assicurare il dispiegamento tempestivo e coordinato della Colonna Mobile Nazionale della Croce Rossa Italiana in caso di necessità. Il protocollo definisce inoltre specifiche forme di collaborazione per il mantenimento dei materiali del Dipartimento all'interno delle strutture logistiche CRI. Grazie a questa intesa viene definito il perimetro delle attività CRI: dal soccorso e assistenza alla popolazione con mezzi e poteri straordinari, alla formazione, il coordinamento con altri enti o amministrazioni competenti, fino agli interventi di trasporto, installazione e recupero di beni del Dipartimento impiegati in emergenze o esercitazioni.

2. CASI STUDIO

Una volta chiarito il quadro normativo e procedurale con il quale le emergenze abitative vengono affrontate, è utile conoscere alcuni esempi di come alla domanda abitativa è stata data una risposta tangibile. Questo capitolo riporta le soluzioni abitative ritenute più rilevanti per l'approfondimento delle tematiche progettuali.

Ogni caso studio approfondisce una specifica tematica inerente ad un ambito di riferimento: tecnologico, compositivo ed insediativo.

La stesura è stata elaborata attraverso la ricerca di dati e informazioni provenienti dalla letteratura scientifica. Ognuno di essi è stato scelto ed analizzato per avere una conoscenza di base che permettesse di progettare una nuova tipologia di soluzione abitativa grazie all'esperienza data dal passato, cogliendone gli aspetti caratteristici così da utilizzarli se vantaggiosi o cambiarli se inadatti.

Di seguito i casi studio vengono raggruppati in schede riassuntive in ordine cronologico, dal più recente, per evento calamitoso.

Terremoto del Centro Italia - 2016

Calamità: Serie di terremoti di magnitudo superiore a 5

Data: Prima scossa 24 Agosto 2016, ultima 18 gennaio 2017

Zone colpite: Gran parte dell'Italia centrale e parte dell'Italia settentrionale.

Entità dei danni:

Morti	Sfollati	Edifici distrutti	Edifici danneggiati
303	41 000	/	340 000

Totale case temporanee prodotte: /

Costi per la ricostruzione: /



SAE

Progettista	EULERO Engineering
Azienda costruttrice	COGECO s.p.a.
Tempo di costruzione	7 mesi
Prezzo per unità	€ 18 000 circa
Numero di unità	850
Area di insediamento	Accumoli, Amatrice

Villette a schiera

Tre configurazioni

Customizzabile

Tridimensionale

Impacchettabile

Prefabbricato



Terremoto dell' Emilia Romagna - 2012

Calamità: terremoti magnitudo 5.9 e 5.8

Data: 20 maggio 2012, ore 04:03 e 29 maggio 2012, ore 09:00

Zone colpite: Reggio Emilia, Ferrara, Modena, Bologna.

Entità dei danni:

Morti	Sfollati	Edifici distrutti	Edifici danneggiati
27	41 000	14 000 (tot)	/

Totale case temporanee prodotte: 760

Costi per la ricostruzione: €13 miliardi



PMAR - MODENA

Progettista	/
Azienda costruttrice	New House
Tempo di costruzione	/
Prezzo per unità	€ 30 000 compresa manutenzione
Numero di unità	72
Area di insediamento	/

Villette a schiera

Quattro configurazioni

Customizzabile

Monodimensionale

Impacchettabile

Prefabbricato



The Great East Japan Earthquake - Tohoku 2011

Calamità: terremoto magnitudo 9, tsunami, incidente alla centrale nucleare di Fukushima.

Data: 11 marzo 2011

Zone colpite: prefetture di Iwate, Miyagi, and Fukushima, nella regione di Tōhoku.

Entità dei danni:

Morti	Sfollati	Edifici distrutti	Edifici danneggiati
19 747	500 000	122 000	266 000

Totale case temporanee prodotte: 50 000

Costi per la ricostruzione: ¥16.9 trilioni (US\$139 miliardi), dei quali ¥10.4 trilioni per danni agli edifici.



TEMPORARY HOUSING OF RIKUZENTAKATA

Progettista	SUGAWARADAI SUKE + Architect Lounge
Azienda costruttrice	Sumita Housing Industry Corporation
Tempo di costruzione	Maggio 2011 - luglio 2011
Prezzo per unità	Non disponibile
Numero di unità	60
Area di insediamento	18 571 mq

Sinergia con ambiente naturale e tradizione locale

Orientamento strategico

Distribuzione interna semplice

Pareti impacchettabili

Assemblaggio a incastro

Legno locale



CONTAINER TEMPORARY HOUSING - ONAGAWA

Progettista	Shigeru Ban Architects
Azienda costruttrice	TSP Taiyo Inc; Arup
Tempo di costruzione	Agosto 2011 - novembre 2011
Prezzo per unità	Non disponibile
Numero di unità	189 moduli su 9 edifici
Area di insediamento	12 320 mq



Disposizione a scacchiera
Strutture multipiano
"Corte" centrale



Componibile
Modulare



Tridimensionale
Modulare
Container
Cartone



Terremoto dell' Aquila - 2009

Calamità: serie di eventi sismici, iniziati nel dicembre 2008, con epicentri all'Aquila

Data: 6 aprile 2009, ore 3:32

Zone colpite: città dell'Aquila, buona parte del territorio dell'Italia centrale.

Entità dei danni:

Morti	Sfollati	Edifici distrutti	Edifici danneggiati
309	80 000	10 000 (tot)	/

Totale case temporanee prodotte:

Costi per la ricostruzione: €10 miliardi di danni stimati.



PROGETTO C.A.S.E. - L'AQUILA

Progettista	Vari
Azienda costruttrice	16 aziende costruttrici
Tempo di costruzione	Maggio 2009 - dicembre 2009
Prezzo per unità	2400€/mq edifici e piastra 3750€/mq con opere di urbanizzazione
Numero di unità	4 449 appartamenti in 185 unità
Area di insediamento	19 aree distribuite nella provincia

Prossimità di alcune aree alle aree danneggiate

Veloce

Vita utile più lunga del temporanea tradizionale

Bidimensionale/monodimensionale

Basamento antisismico

Assemblaggio a secco



Great Hanshin Earthquake - Kobe 1995

Calamità: terremoto magnitudo 7, con epicentro a 20 km dalla città di Kobe.

Data: 17 gennaio 1995, ore 05:46

Zone colpite: prefettura di Hyogo, nella regione di Kansai.

Entità dei danni:

Morti	Sfollati	Edifici distrutti	Edifici danneggiati
6 279	415 000	99 900	100 000

Totale case temporanee prodotte: 48 300

Costi per la ricostruzione: ¥9.9 trilioni (US\$81 miliardi)



PAPER LOG HOUSE - KOBE

Progettista	Shigeru Ban Architects
Azienda costruttrice	Autocostruzione in loco
Tempo di costruzione	/
Prezzo per unità	US\$ 2000/unità
Numero di unità	27
Area di insediamento	Non disponibile

Disposizione a schiera

Spazio comune tra le unità

Unico ambiente senza divisioni

Monodimensionale

Autocostruzione

Tubi di cartone e isolamento



2.1 Tema insediativo

2.1.1 Temporary Housing of Rikuzentakata - Tohoku 2011

Complesso abitativo a Rikuzentakata, nella prefettura di Iwate in Giappone che si inserisce all'interno di un contesto naturale, è il risultato di una collaborazione tra le maestranze locali e l'architetto durante la fase progettuale e di stesura del masterplan. Le unità abitative sono realizzate in legno locale, sono organizzate per massimizzare le possibilità spaziali al loro interno e sono orientate secondo un preciso asse per riuscire a garantire la privacy tra gli spazi esterni di pertinenza di ogni casa temporanea.



Figura 11 - Vista sul complesso di Rikuzentakata.

Pianificazione dell'area e infrastrutture

Gli architetti hanno posto attenzione alle posizioni delle infrastrutture già presenti sul sito e hanno pianificato la distribuzione delle case temporanee di conseguenza. Il sito scelto è un'area per il campeggio, con pendii ripidi come se ne trovano nelle risaie terrazzate, che poi è stato diviso in appezzamenti distinti.

Il progetto è stato pianificato per preservare il paesaggio naturale circostante, ridurre il periodo di costruzione delle case temporanee e consentire un futuro ripristino totale dell'area utilizzata.

Le unità abitative sono state disposte secondo un asse che allo stesso tempo ottimizza gli spazi esterni e garantisce la privacy degli spazi privati tra le diverse unità.

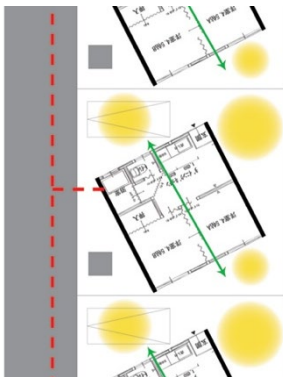


Figura 12 - Schema planimetrico dove viene sottolineata l'inclinazione dei moduli secondo un asse.



Figura 13 - Planimetria dell'insediamento.

2.1.2 Container Temporary House, Giappone - Tohoku 2011

Per far fronte alla carenza di alloggi a Onagawa, nella prefettura di Miyagi, dopo il terremoto del 2011, Shigeru Ban e il suo studio hanno progettato questo complesso abitativo utilizzando container già disponibili sul territorio assemblandoli tra loro in strutture multipiano. In questo modo il suolo occupato si riduce. Le unità abitative sono disposte secondo uno schema a scacchiera, alternando i container veri e propri a dei telai di acciaio della stessa dimensione del modulo chiuso. In questo modo si riescono a sfruttare gli spazi tra i container creando degli ambienti interni più ampi, aumentando la qualità degli spazi.

Insedimento e società

In totale gli edifici residenziali sono nove, tre sono a due piani e sei a tre piani, disposti in modo da creare un'area centrale per aumentare la socialità del complesso nella quale sono presenti un mercato, un'officina e un centro comunitario, anch'essi costruiti utilizzando container con l'aggiunta di tetti in tessuto, legno e tubi di carta.

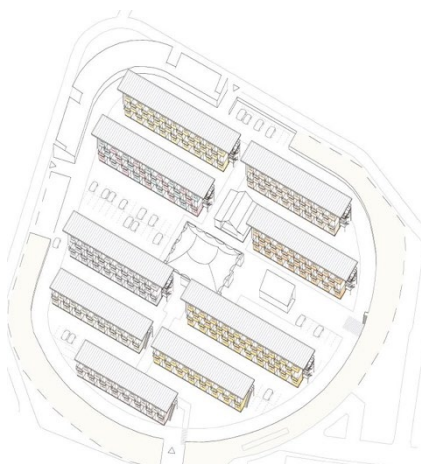


Figura 14 - Schema assometrico dell'area.

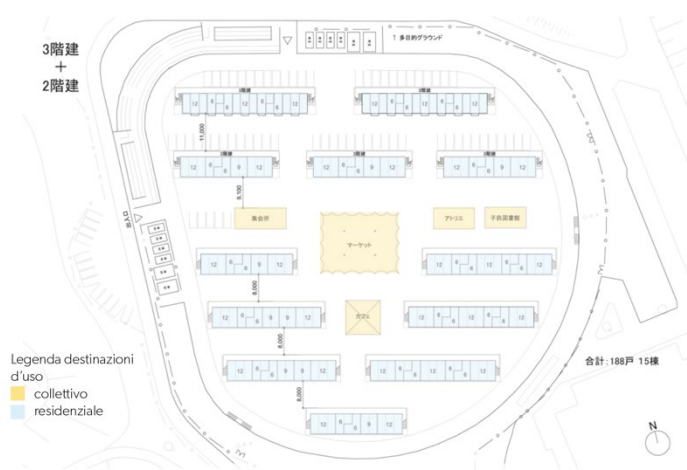


Figura 15 - Planimetri dell'insediamento.

2.2 Tema compositivo

2.2.1 Progetto C.A.S.E. - Aquila 2009

Gli effetti disastrosi del terremoto sul centro storico de L'Aquila rendono evidente la necessità di procedure complesse e tempi lunghi per il recupero architettonico e funzionale degli edifici che, insieme al clima rigido già dall'autunno, limitano la permanenza delle persone nelle tendopoli rendendo necessario trovare soluzioni alternative entro l'inverno.

Gli obiettivi che il governo ha perseguito sono stati:

- abitazioni disponibili entro pochi mesi
- massima sicurezza antisismica
- elevata qualità del costruito, con standard confrontabili con l'edilizia corrente.

La base dell'intervento nasce dall'utilizzo dell'isolamento sismico come sistema per abbattere le forze orizzontali sulle abitazioni.

In questo modo era possibile immaginare di poter costruire edifici pluripiani senza ricorso a particolari soluzioni strutturali, rendendo indipendente l'intero sistema dalle caratteristiche del terreno.

Il sistema doveva rispondere anche ad altre esigenze: la semplicità e la ripetibilità in tempi ridotti, la flessibilità per potersi adattare ai contesti diversi e la realizzabilità nei tempi prefissati.

L'acronimo C.A.S.E. (Complessi Antisismici Sostenibili ed Ecocompatibili) nasce dal Decreto Legge 28 Aprile 2009, n.39, "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".

L'attenzione è stata subito puntata verso gli aspetti che riguardano, la sicurezza antisismica, gli aspetti di efficienza energetica e sostenibilità ambientale, che caratterizzano l'intero progetto non solo per quanto riguarda la coibentazione degli edifici e gli impianti di riscaldamento, ma in generale per ogni aspetto, anche di dettaglio, che riguarda l'utilizzo razionale delle fonti energetiche: processi produttivi, materiali da costruzione, utilizzo della risorsa idrica, fotovoltaico, solare termico e componenti edilizie.

Il Progetto C.A.S.E è stato pensato per 15 000 è quindi evidente la portata urbanistica e territoriale dell'intervento. Fin da subito vengono ipotizzate una ventina di aree, corrispondenti ad una media di circa 600 persone per area. Uno dei criteri di scelta più importanti per la localizzazione delle aree è stato quello di cercare di collocare i nuovi insediamenti in vicinanza delle varie frazioni del comune di L'Aquila che maggiormente hanno subito danni a causa del sisma, con lo scopo di ricollocare la popolazione nella propria zona di residenza. La selezione delle aree viene fissata il 15 Settembre 2009, per un totale di 19 aree, 185 edifici e circa 15 000 persone ospitate.



Figura 16 - Vista su uno dei complessi C.A.S.E. de L'Aquila.

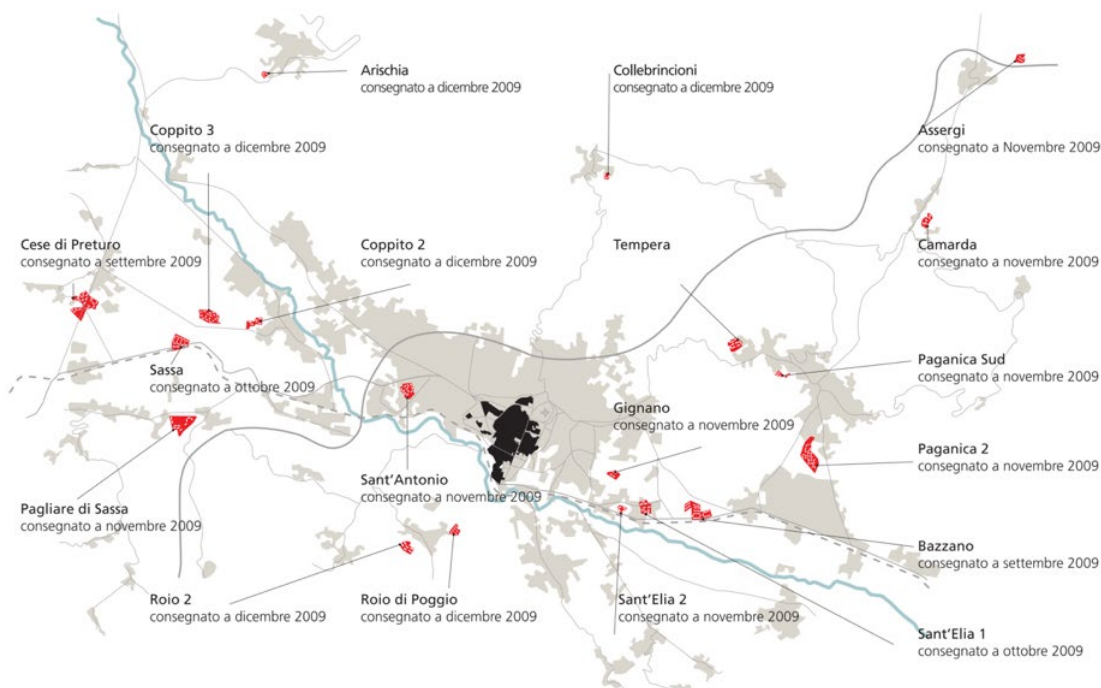


Figura 17 - Localizzazione e planimetria delle aree del progetto C.A.S.E.

Le piastre vengono posizionate secondo precise istanze funzionaliste legate prevalentemente alla dimensione stessa della piastra e ai principi di sostenibilità sia per quanto riguarda la riduzione del consumo del suolo che per gli aspetti specifici di ogni edificio.

Le diverse condizioni orografiche e le varie modalità di posizionamento delle piastre, legate al sistema stradale di collegamento interno e di accessibilità degli edifici, hanno generato diverse soluzioni urbanistiche differenti.

I 185 edifici realizzati sono riconducibili ad un unico progetto di riferimento, il progetto prototipo.

Tale prototipo si compone di due parti: la parte inferiore, costituita dalle due piastre strutturali e dal sistema di isolamento, e la parte superiore, costituita da un edificio di tre piani.

Le due parti, pur costituendo un unico organismo, sono concepite come indipendenti e rispondono ad esigenze differenti a diversi livelli, dal piano progettuale a quello esecutivo. Questo ha consentito l'inizio immediato delle lavorazioni della porzione inferiore.

L'edificio soprastante invece, dopo un progetto preliminare, è stato sviluppato a seguito di una gara di progettazione che ha permesso la realizzazione di 16 edifici diversi tra di loro.

La porzione inferiore è costituita da tre elementi fondamentali: la sottostruttura, i dispositivi di isolamento e la sovrastruttura con una configurazione finale di calcestruzzo armato di spessore 50 cm per ogni piastra distanziate 270 cm e una dimensione di 21x57 m con pilastri disposti su una maglia regolare di 6x6 m, nel quale risultano 36 posti auto

L'edificio progettato dal si compone di tre livelli, tutti caratterizzati dalla stessa impronta planimetrica: 566 mq per piano, per un totale di 1 698 mq di superficie, oltre a scale e percorsi di distribuzione.

Le superfici abitative sono aggregate in tre blocchi disposti simmetricamente rispetto ad un asse di simmetria: un blocco centrale e due blocchi di testata, specchiati, uniti al blocco centrale dai vani scala.

Tutto il progetto è strutturato secondo una maglia quadrata di lato pari a 6 m e sono state pensate tre tipologie abitative differenti:

- monocale (6x6 m; 36 mq)
- bilocale per 2 persone (6x9 m; 54 mq)
- trilocale per 3/4 persone (6x12 m; 72 mq)
- quadrilocale per 4/5 persone (9x12 m; 108 mq)

Complessivamente sono previsti 16 trilocali, 6 bilocali, 4 monocali e la ricettività è di 80 posti letto in 26 appartamenti.

Le scale si inseriscono nella composizione della pianta creando due fasce di distribuzione sostanzialmente indipendenti: tale soluzione permette di procedere con l'assemblaggio preventivo della distribuzione verticale da utilizzare già in sede di cantiere, oppure di inserire i vani scala al termine della costruzione.

I 16 tipi di edifici realizzati dalle aziende vincitrici presentano planimetrie molto simili (con differenze in alcuni casi nella distribuzione interna e nei vani scala) ma sono allo stesso tempo caratterizzati da un'immagine esterna molto diversa.

In sede progettuale sono stati utilizzati diversi sistemi costruttivi: in legno (50%), in carpenteria metallica (20%) e in calcestruzzo armato prefabbricato (30%). L'assemblaggio avviene tramite tecnologie a secco con componenti edili pre-assemblati, con la finalità di spostare il più possibile le lavorazioni dal cantiere agli stabilimenti di produzione diminuendo così la presenza della manodopera in sito.⁴²

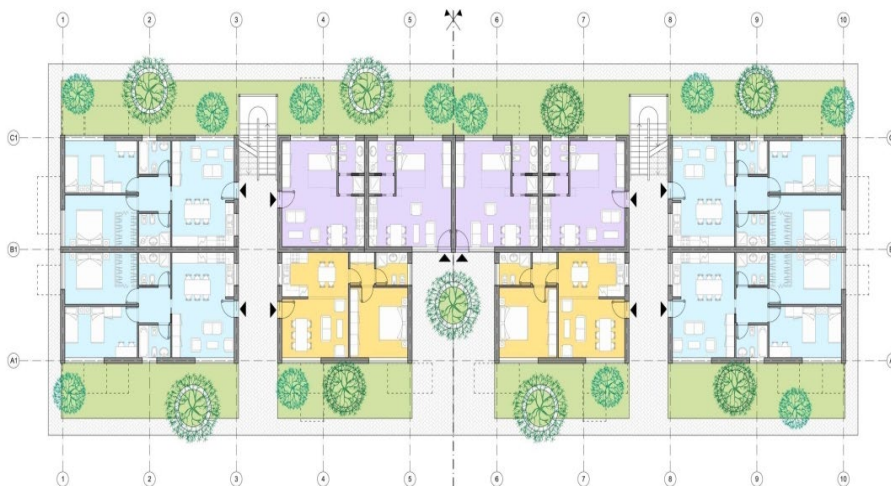


Figura 18 - Pianta tipo piano terra progetto C.A.S.E., 10 alloggi per 24 posti letto.⁴³



Figura 19 - Pianta tipo piano primo progetto C.A.S.E., 8 alloggi per 28 posti letto.⁴⁴

Progetto C.A.S.E. di Consorzio Stabile Arcale

L'azienda ha costruito 7 dei 185 edifici del Progetto C.A.S.E. per un totale di 189 alloggi.

L'edificio è a struttura portante in legno, costituito da 27 appartamenti distribuiti da tre vani scala coperti. I rivestimenti esterni sono realizzati con la tecnologia della facciata ventilata, che garantisce elevate prestazioni energetiche sia nel periodo invernale che nel periodo estivo. Le zone giorno sono prevalentemente orientate a sud e sono di regola dotate di logge esterne protette da brise soleil scorrevoli in alluminio. La copertura è a falda unica inclinata. Gli ambienti interni sono caratterizzati da solai in legno, a vista, e da pavimenti in laminato e gli arredi interni sono allestiti dalla ditta Estel.

Le piante del progetto messe a confronto con le piante del progetto prototipo dimostrano come l'azienda abbia seguito le linee guida fornite dal Consorzio forCase di tre blocchi disposti simmetricamente rispetto ad un asse di simmetria con un blocco centrale e due blocchi di testata, specchiati, uniti al blocco centrale dai vani scala.⁴⁵



Figura 20 - Pianta piano terra progetto di Consorzio Stabile Arcale, 9 alloggi.⁴⁶



Figura 21 - Pianta piano primo progetto di Consorzio Stabile Arcale, 9 alloggi.⁴⁷



Figura 22 – Vista sull’edificio di Consorzio Stabile Arcale ultimato.⁴⁸



Figura 23 - Immagine delle fasi di costruzione Consorzio Stabile Arcale.⁴⁹



Figura 24 - Immagine delle fasi di costruzione Consorzio Stabile Arcale.⁵⁰

Progetto C.A.S.E. di Impresa Pellegrini

I dodici edifici costruiti dall’azienda, per un totale di 316 appartamenti, sono in calcestruzzo armato. Tutte le case hanno qualcosa di speciale, in particolare nella relazione tra gli interni ed esterni, tra il guscio protettivo e gli spazi di vita all’aperto, grazie alla varietà e articolazione di balconi e terrazzi in legno, utilizzato anche come decorazione in facciata.

La proposta progettuale è caratterizzata, dal punto di vista costruttivo, da una tecnologia di prefabbricazione di rapida posa: pannelli portanti prefabbricati a taglio termico e solai in calcestruzzo armato precompresso.

L’ossatura portante ed i tamponamenti esterni sono dunque ottenuti mediante l’accoppiamento di pareti portanti, pannelli isolanti e strato di protezione esterna in calcestruzzo, contribuendo notevolmente alla riduzione dei tempi di lavorazione in opera che sono stati incredibili: 80 giorni per ciascun edificio (26 appartamenti), 6 mesi per l’intero lotto di 11 edifici.⁵¹

I 26 appartamenti, distribuiti da due vani scala coperti, hanno le zone giorno prevalentemente orientate a sud e sono dotate di ampi terrazzi con struttura in legno così da mascherare “l’effetto scatola” del fabbricato:

- piano terra: 4 trilocali (64 mq); 2 trilocali (44 mq); 2 bilocali (47 mq); 2 monolocali (31 mq)
- piano primo: 2 quadrilocali (75 mq); 4 trilocali (64 mq); 2 bilocali (47 mq)
- piano secondo: 2 quadrilocali (75 mq); 4 trilocali (64 mq); 2 bilocali (47 mq)



Figura 25 - Immagine fase di costruzione Impresa Pellegrini.⁵²



Figura 26 - Immagine fase di costruzione Impresa Pellegrini.⁵³



Figura 27 - Immagine fase di costruzione Impresa Pellegrini.⁵⁴



Figura 28 - Immagine fase di costruzione Impresa Pellegrini.⁵⁵

Anche in questo esempio è evidente come siano state seguite le linee guida della pianta del prototipo ma allo stesso tempo ogni azienda produttrice ha trovato il modo di differenziare il proprio progetto.

2.2.2 Temporary Housing of Rikuzentakata - Tohoku 2011

La composizione interna di queste abitazioni si basa sullo sfruttare al massimo gli spazi disponibili tramite l'uso di porte e pareti impacchettabili ispirate alle divisioni interne scorrevoli tipiche delle abitazioni tradizionali giapponesi. Questo dettaglio ha permesso così l'unione di più ambienti non distinti tra giorno e notte, seguendo la tradizione della cultura giapponese secondo la quale durante il giorno si arrotola il futon, il tipico materasso in cotone, e lo si mette da parte, per poi riposizionarlo la sera successiva.

A causa della grande quantità di case prefabbricate da costruire, dell'uso di standard minimi e delle scadenze ravvicinate per il montaggio, la qualità dell'edificio non era alta e le lamentele riguardavano il design del progetto, nello specifico la mancanza di scaffali, di aree di stoccaggio e di verande con posti a sedere all'esterno dell'abitazione, come da tradizione giapponese locale.

Le stanze sono state dimensionate utilizzando le misure del tatami (0,9x1,8m), che hanno determinato la profondità delle stanze di 2,7 m, e la larghezza totale della casa di 5,4 m.

Sono state offerte tre tipologie differenti:

- una camera da letto (5,4x3,6 m; 20 mq)
- due camere da letto (5,4x5,4 m; 30 mq)
- tre camere da letto (5,4x3,6 m; 40 mq)



Figura 29 - Vista esterna sul modulo utilizzato nel complesso.

Figura 30 - Vista interna su una delle abitazioni nel quale si vedono le pareti impacchettabili utilizzate.

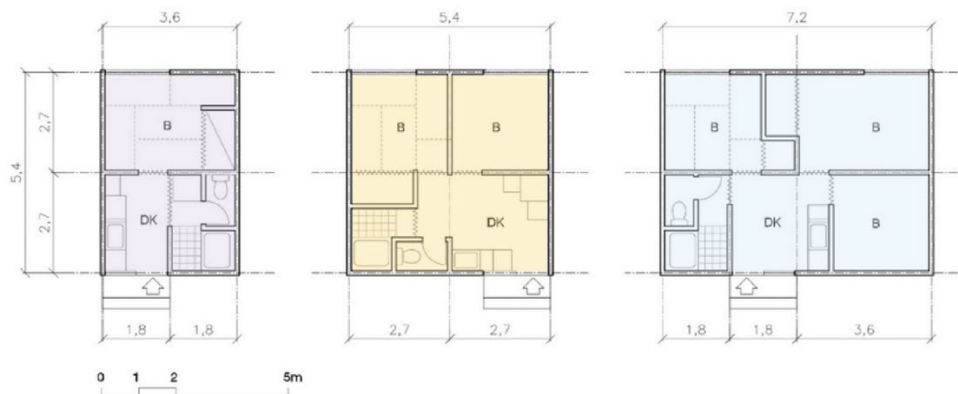


Figura 31 - Pianta tipo utilizzate nel complesso.

2.2.3 Container Temporary House, Giappone - Tohoku 2011

A differenza di altre unità di emergenza, che necessitano di molto terreno pianeggiante per la costruzione, questo progetto aumenta la densità dell'edificio impilando container a più piani, una soluzione che riduce anche i tempi di costruzione.

Si tratta di un progetto con sviluppo verticale di container veri e propri disposti a scacchiera. Gli elementi standard comportano la sua rapidità e semplicità di realizzazione, porta però ad una chiusura della distribuzione interna.

La composizione prevede la realizzazione dei corpi scala sulle due estremità dell'edificio e di terrazze e ballatoi per la distribuzione.

Il progetto è composto di 9 edifici lineari per un totale di 189 alloggi.

Le unità abitative sono disposte secondo uno schema a scacchiera, creando spazi abitativi aperti tra i container e migliorandone le prestazioni climatiche. Esistono tre tipologie di appartamenti a seconda di come sono combinati i container:

- per 1/2 persone 19,8 mq
- per 3/4 persone 29,7 mq
- per più di quattro 39,6 mq

L'elemento container chiuso contiene le funzioni private dell'alloggio, mentre il modulo "vuoto", che viene tamponato in fase di allestimento in cantiere, ospita la zona giorno e l'angolo cottura.



Figura 32 - Vista interna dell'abitazione.



Figura 33 - Vista interna dell'abitazione.



Figura 34 - Fase di costruzione.



Pianta piano tipo:
9 alloggi



Pianta piano tipo:
8 alloggi

Figura 35 - Pianta tipo degli appartamenti.

L'uso dei container in edilizia

I container utilizzati in edilizia sono principalmente di due tipi: modelli da trasporto veri e propri e container modulari, prefabbricati a scopo abitativo.

La realizzazione di case di questo tipo riduce notevolmente il fattore tempo rispetto a quello necessario per realizzare una casa tradizionale e il livello di flessibilità di una costruzione basata sull'impiego dei container è nettamente maggiore rispetto alle soluzioni classiche.

È bene considerare i costi ridotti, variabili dal 20% al 30% in meno, con la stessa garanzia di comfort finale, e la facile reperibilità dei blocchi prefabbricati che, assumendo una nuova destinazione d'uso, non hanno necessità di essere smaltiti e contribuiscono alla sostenibilità ambientale.

Il processo di trasformazione da container ad abitazione avviene in maniera estremamente semplice.

Per ricavare finestre e porte è sufficiente realizzare il taglio delle lamiere, mentre la definizione e l'organizzazione degli spazi richiedono l'accostamento di due o più container all'interno dei quali è possibile ricavare stanze separate oppure dare luogo a uno spazio unico e ampio attraverso la completa rimozione delle pareti.

Questo modello costruttivo permette di realizzare edifici più o meno ampi, a seconda delle necessità, senza particolari limitazioni del numero di container da accostare.

La stabilità dell'edificio deve partire, in ogni caso, dalle fondazioni che possono essere sia a pali isolati che a struttura continua. Dopo aver fissato tra loro gli elementi e la fondazione mediante saldatura si ottiene, quindi, un'unica struttura stabile e sicura.⁵⁶

Le unità abitative d'emergenza: dal container alla prefabbricazione leggera

Le cellule abitative per le emergenze devono risolvere anche i problemi riguardo al loro immagazzinamento che deve essere facile, ma soprattutto pensato in funzione del trasporto, così che se si manifestasse il bisogno immediato di un certo numero di ripari a causa di qualche evento imprevisto, essi siano già pronti.

Altro problema è il trasporto dell'unità che deve poter essere effettuato in modi differenti che con mezzi diversi, in modo tale da poter scegliere la soluzione più adatta alla risoluzione dell'evento calamitoso.

Inoltre la messa in opera dell'unità deve rivelarsi semplice e comprensibile anche per persone non esperte che dovranno eseguire la costruzione.

L'unità d'emergenza deve rispondere a diverse destinazioni d'uso ed il container, che è versatile in quanto può essere utilizzato sia nel caso di abitazioni che nel caso di uffici, mense, attrezzature sociali e sanitarie; la messa in opera risulta semplificata poiché non necessita di fondazioni. Il container evoluto, invece, pur mantenendo le proprietà del container standard, accresce la qualità abitativa e la sua durata nel tempo. Queste proprietà, «(...) unite ad una buona riconversione d'uso, permetterebbe di introdurre i container quale definitivo sostituto del prefabbricato leggero, eliminando così una fase dispendiosa dell'emergenza e avvicinandosi alla ricostruzione in tempi più brevi».⁵⁷

I prefabbricati leggeri sono i più utilizzati nella fase provvisoria, ma causano una serie di problemi inerenti agli impianti, ad esempio, il fatto che inevitabilmente devono collegarsi alle reti di distribuzione esterna il che va a condizionare i tempi e i costi della fase di emergenza.

Il metodo da seguire nel caso di queste soluzioni abitative transitorie dovrebbe essere diretta al riutilizzo, alla manutenzione e al riciclaggio.

L'individuazione e l'analisi dei requisiti prestazionali di queste soluzioni sono stati argomento di studio e di approfondimento soprattutto nell'ambito delle emergenze calamitose. Una prima codificazione di questi

requisiti è avvenuta nel 1977 ad Istanbul, all'interno dell'International Conference on Disaster Area Housing. Dalla conferenza sono affiorate svariate indicazioni secondo le quali, l'unità deve adattarsi al massimo delle sue possibilità al luogo, tali unità devono essere progettate, tenendo presente sia i problemi inerenti alla trasportabilità che all'assemblaggio, con tecniche e sistemi costruttivi che ne garantiscano la massima leggerezza. Le dimensioni devono essere omologate rispetto ai vincoli imposti dai mezzi di trasporto e devono garantire il massimo comfort ambientale: comfort tecnico, termico, idrosanitario e acustico, ed essere organizzati sia all'assemblaggio immediato che allo smontaggio per il trasporto.

La International Conference on Disasters And Small Dwelling tenutasi del 1978, presso l'University College di Oxford, ha incorporato nuove informazioni e gli atti di questa conferenza sono stati pubblicati nel 1980 con il titolo Disasters and Dwelling.

Il fulcro di questa conferenza è stato il superamento delle tipologie chiuse a favore della messa a punto di sistemi aperti, i quali risultano maggiormente flessibili e versatili, ottenendo il massimo rendimento grazie allo sfruttamento delle risorse disponibili sul mercato.

Da qui le opere architettoniche iniziarono a prediligere una prefabbricazione leggera fatta di nuove tecnologie e materiali innovativi.

Nello stesso anno la Direzione della Cooperazione allo Sviluppo e all'Aiuto Umanitario, del Ministero degli Esteri della Confederazione Elvetica indice un concorso che ha lo scopo di promuovere nuovi progetti di alloggi di emergenza o di soccorso in caso di calamità naturali.

La finalità è il superamento della tenda e del container, mantenendo di questi alcuni aspetti oggettivamente positivi. Il bando esige per ogni progetto il rispetto di alcuni requisiti minimi quali: l'uso, il montaggio, il trasporto, il posizionamento e il costo minimo.

È molto importante che sia ottimizzato il rapporto tra superficie e volume abitabile al fine di ottenere un valore di abitabilità ideale ed è inoltre richiesta la trasformabilità dello spazio secondo le necessità del fruitore; per quanto riguarda l'assemblaggio, si richiede la possibilità di adoperare i principi di autocostruzione.

Il trasporto e il posizionamento dovranno svolgersi comodamente; così come dovrà essere semplice l'imballaggio dei vari componenti.

L'interessamento principale di queste conferenze sta nel voler fissare dei requisiti minimi generali per fare fronte al problema dell'emergenza abitativa in caso di catastrofi naturali nella maniera più adeguata possibile. Quindi bisogna preferire quelle soluzioni progettuali che siano dei sistemi abitativi trasportabili sottoforma di moduli componibili, in modo tale da dar luogo a veri e propri insediamenti, con tempi di utilizzo maggiori di quelli attesi di solito.⁵⁸

2.3 Tema tecnologico

2.3.1 Paper Log House - Kobe 1995

La Paper log house è un modulo abitativo temporaneo in tubi di cartone sviluppato dall'architetto Shigeru Ban per la prima volta nel 1995 per il terremoto di Kobe. Per offrire aiuto alle vittime del terremoto e garantirgli alloggi adeguati Shigeru Ban crea una ONG chiamata Voluntary Architects Network (VAN) composto per la maggiorparte da suoi studenti. Il primo progetto realizzato dai VAN è appunto un insediamento di 27 unità di Paper log house realizzato per la comunità vietnamita residente nelle aree colpite dal terremoto. Gli obiettivi dell'architetto erano quelli di abbattere costi di produzione, i tempi di realizzazione e l'impatto ambientale usando materiali locali e tecnologie semplici garantendo un buon isolamento termico.⁵⁹

La gran parte degli elementi del fabbricato furono costruiti vicini al sito di insediamento in una sorta di laboratorio improvvisato per la produzione di tubi di cartone. Il modello dei VAN e delle Paper log house grazie alla sua facilità di produzione, i suoi costi contenuti e alle ottime performance di isolamento è stato esportato in tutto il mondo, plasmandosi in base ai diversi bisogni, rispondendo a bisogni abitativi in Turchia, India e Filippine. In Turchia per esempio il modulo ha una superficie di 3mx6m per ospitare più persone dal momento che le famiglie turche erano più numerose. Il caso turco si differenzia anche per l'isolamento che viene migliorato inserendo all'interno delle cavità dei tubi della carta riciclata tritata. In india invece le modifiche riguardano l'impianto planimetrico le fondazioni e il tetto, la superficie che viene ampliata ulteriormente diventando 6,8 mx 3,3m viene estesa con un portico d'ingresso sia per l'ombreggiamento che per adattarsi alle tradizioni locali, le fondazioni invece che con le solite casse di birra vengono fatte con macerie recuperate dagli edifici distrutti e rialzando il calpestio adeguano il modulo alla tradizione locale e il tetto diventa una volta con intrecci di bambù con frontoni fatti in modo che garantiscano la ventilazione.⁶⁰



Figura 36 – Vista sul complesso in Turchia.



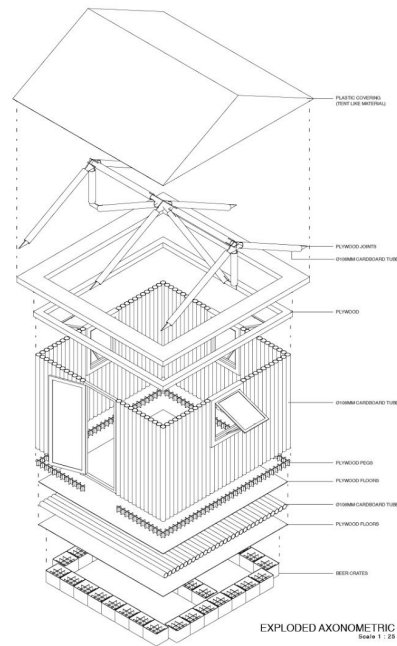
Figura 37 - Vista sul complesso in India.

La forza di questo progetto è che non richiede alcun elemento tecnologico difficile da reperire o produrre, è interamente composto da materiali di recupero e non richiede competenze tecniche per la costruzione. Le fondazioni sono costituite da casse di birra donate e appesantite con sacchi di sabbia e vengono tamponate da due tavole di compensato di 4mx4m, intervallate da uno strato di tubi di cartone, sopra la quale vengono posizionati i pioli di compensato al quale si ancoreranno i tubi di cartone delle pareti. Le pareti sono realizzate con tubi di carta di spessore e 106 mm di diametro realizzati in loco riciclando scarti di carta donata.

I tubi vengono fissati ai pioli tramite un nastro adesivo espansivo per migliorare la tenuta all'acqua. Il tetto a capanna era sostenuto da una struttura a telaio in tubi di cartone tamponati con un doppio strato di tela.



Figura 38 - Modellino ricostruito della tecnologia utilizzata nella Paper Log House.



DIMENSIONI MODULO: 4mx4m

FONDAZIONE: Casse di birra donate e riempite di sacchi di sabbia per appesantirle.

PAVIMENTO: 2 lastre di compensato intervallate da uno strato di tubi in cartone.

TAMPONAMENTI VERTICALI: - Tubi di carta di 4mm di spessore e 106 mm di diametro
- Isolamento nastro adesivo espanso fra i tubi.

COPERTURA: Tetto a capanna con struttura a telaio in cartone e doppio strato di teli di copertura. Estremità aperte per ventilazione.

Figura 39 - Esploso e descrizione stratigrafia della Paper Log House.

Il cartone come materiale edile

Il cartone ha la possibilità di contribuire alla realizzazione di edifici più sostenibili. È composto da carta riciclata e a sua volta ha la possibilità di essere riciclato. Possiede delle ottime proprietà meccaniche essendo capace di resistere ottimamente a compressione ed è estremamente economico da produrre rispetto a materiali più tradizionali come acciaio e calcestruzzo.⁶¹

Il cartone è composto per il 90 % da materiale potenzialmente riciclabile all'infinito e può essere riciclato ulteriormente con un indice del 90%.⁶²

Inoltre la carta, in quanto materiale naturale, ha un basso impatto ambientale, può essere riciclata fino a sette volte e non incide negativamente sull'ambiente se messa in discarica.⁶³

Una ricerca condotta dall'università di Oxford⁶⁴ ha approfondito e valutato l'impatto ambientale del cartone confrontandolo con materiali tipici delle costruzioni come legno e mattoni in laterizio arrivando alla conclusione che pur essendo migliore da un punto di vista di peso, di riciclabilità e di esaurimento delle risorse, l'energia richiesta per la produzione e di conseguenza anche le emissioni per la produzione sono superiori ad altri materiali confrontati. Non si deve però limitare l'analisi alla fase di produzione del materiale, infatti, paragonando la Paper log house con un esempio di modulo abitativo con stessa superficie ma materiali di costruzione diversi (tipici del Brasile), è emerso che se gli elementi fossero fatti in laterizio, l'energia utilizzata per la produzione del materiale sarebbe di 4,669 kWh che corrisponderebbe a sei mesi di attività energetica se il modulo usasse metodi di refrigerazione attiva e quindi in dieci anni di vita arriverebbe a consumare 24 volte di più dell'energia richiesta per la produzione. Questo significa che anche se il cartone richiede tre volte più energia per la produzione rispetto al laterizio, in termini di energia per la refrigerazione e riscaldamento dell'ambiente, risparmia 2,733 kWh/annui ripagando in soli tre anni la maggiore energia richiesta per la produzione. In 10 anni l'energia risparmiata sarebbe 2.7330 kW/h, equivalente all'energia necessaria per la produzione di due paper log house.

Il rendimento dal punto di vista termico e meccanico di una parete in cartone varia sensibilmente in base alla sezione, al tipo di cartone e agli strati che compongono la stratigrafia. Un paper del 2021⁶⁵ concentra

l'attenzione su sette diversi tipi di pannelli in cartone, focalizzandosi specialmente sulle diverse possibilità che offrono il cartone alveolare e il cartone corrugato.

Vengono presentate sette diverse configurazioni, alcune provenienti da casi studio di progetti realmente realizzati come i primi due casi, due esempi di prototipi e altri tre sono dei progetti accademici. Lo studio si concentra su tre aree tematiche principali: l'assemblaggio e il disassemblaggio, la conducibilità termica e la durabilità (resistenza meccanica, resistenza all'acqua e al fuoco). Nella maggior parte dei casi la stratigrafia dei tamponamenti è ottenuta laminando differenti strati di differenti materiali, l'unica eccezione è per l'esempio del tamponamento in tubi di cartone il quale possiede un "core" non omogenea. Per la restante totalità degli esempi i layer del "core" isolante e i layer della parte di rifinitura sono ben divisi. I livelli della "core", realizzati in cartone, si occupano dell'isolamento termico e della tenuta meccanica, mentre i livelli di rifinitura esterna che proteggono da agenti atmosferici, sono realizzati in materiali più resistenti tipo fibrocemento, legno o fogli di metallo. C'è una correlazione fra spessore, peso e proprietà termiche, un aumento delle proprietà termiche comporta sempre un aumento del peso ma non necessariamente un aumento dello spessore che dipende dall'utilizzo di materiali diversi. Per quanto riguarda l'isolamento termico, il progetto CATSE, è l'unico a possedere una Trasmittanza "U" ammessa dalla legge europea UNI EN ISO 10077-2:2018, anche se per gli altri esempi si potrebbe ovviare al problema aumentando lo spessore del pacchetto. Per rendere confrontabile la resistenza termica dei vari esempi, essendo viziati da differenza di peso e spessore, sono stati calcolati due indici che parametrizzano i dati. La resistenza termica più alta in relazione allo spessore (R:d ratio) la possiedono il progetto CATSE, TECH 4 e Wikkellhouse invece la più bassa è quella del Westborough PS e House of Cards. Dall'altra parte, per la resistenza termica in relazione al peso invece (R:m ratio), i progetti di House of card e Cardboard dwelling sono i più performanti, in ogni caso i pannelli in cartone possiedono una R:m ratio migliore di qualunque tipo di pannello in legno. Per quanto riguarda la resistenza meccanica, la resistenza all'acqua e al fuoco sono state distinte tre diverse tecniche di protezione: vernice di rivestimento, laminazione con film polimerici oppure l'aggiunta di strati di rifinitura composti da altri materiali. Le rifiniture non in carta come i fogli di metallo o il fibrocemento aumentano sensibilmente la durabilità e la resistenza a acqua e fuoco ma aumentano il peso. Nella maggior parte degli esempi sono state combinate due tecniche, la prima prevede la laminazione del cartone combinata all'aggiunta di ulteriori layer di materiale diverso, e la seconda prevede 2 layer che rappresentano varianti della medesima tecnica come per esempio la laminazione con due tipi diversi di lamina e spesso i due strati protettivi sono divisi da una cavità ventilata per evitare condense. Le migliori per resistenza all'acqua sono CATSE e Tube Envelope mentre Westborough PS e TECH 04 possiedono un'ottima resistenza sulle superfici esterne ma non un'ottima protezione dall'interno essendo più potenzialmente soggetto a condense. Per quanto riguarda invece la resistenza al fuoco l'esempio di CATSE e Westborough PS sono i più resistenti avendo sia la superficie esterna che quella interna ignifughe. Cardboard dwelling e House of cards sono le meno resistenti al fuoco.

CATSE e Wikkellhouse sono invece le più resistenti a danni esterni. Secondo l'articolo il risultato migliore da un punto di vista di isolamento termico il risultato migliore si ottiene con 2-layer A-flute di cartone corrugato e due strati di cartone alveolare di 12.5 cm e 25 cm. In generale si può dire che il materiale più utilizzato negli esempi presi in esame è il 2-Layer A-flute di cui è composto per esempio il caso studio Wikkellhouse.

In questo caso studio si sono affrontate le potenzialità del cartone come materiale da costruzione, partendo da un caso studio realizzato a Kobe nel 1995 ed esportato in varie parti del mondo per la sua economicità e la sua facilità di costruzione, passando per la letteratura scientifica per approfondire il discorso dell'impatto ambientale e dell'isolamento termico per dimostrare che, se pur ancora da approfondire, la conoscenza attuale e le tecnologie utilizzate rendono possibile considerare il cartone come un materiale adeguato alla costruzione sia per le sue proprietà di isolamento termico che per la sua economicità e per la sua ecosostenibilità in termini di riciclabilità e di basso impatto ambientale dovuto alla sua ottima resistenza termica.

2.3.3 PMAR - Emilia Romagna 2012

I PMAR sono dei moduli abitativi provenienti da una serie di appalti a seguito del terremoto dell'Emilia Romagna del 2012. L'azienda NEW HOUSE si è aggiudicata un lotto di appalto per la realizzazione di 72 casette composte da 227 moduli. L'azienda ha suggerito l'utilizzo della serie M1 considerata la migliore del listino in termini di isolamento e confort. Sono dei prefabbricati metallici con tamponamenti sandwich progettati in modo tale da essere facilmente componibili ed espandibili.

Grazie alla tecnologia flat-pack semplifica il trasporto risparmiando il 75% del volume. I moduli utilizzati sono caratterizzati da una ottima robustezza accompagnata da una grande semplicità di montaggio e dalla variabilità di configurazione che garantisce una grande elasticità per le partizioni interne. I moduli grazie ai blocchi d'angolo in acciaio permettono la sovrapposizione in altezza fino a tre moduli.

Struttura

La struttura è composta da profili di acciaio zincato dai 2,5 mm ai 4,0 mm, i montanti verticali sono agganciati alla copertura e al basamento tramite imbullonatura ai blocchi d'angolo dotati di forometria ISO

Tamponamenti

I tamponamenti perimetrali esterni ed interni sono costituiti da pannelli sandwich con schiuma isolante in poliuretano espanso autoestinguento, con lamiere microgrecate zincate e preverniciate di vario spessore, lisce o goffrate. La giunzione dei pannelli è di tipo maschio-femmina antipolvere. Le pareti esterne hanno spessore minimo 50 mm. I pannelli parete possono essere smontati dal cliente ed essere riposizionati a piacimento per dare luogo a configurazioni diverse da quella iniziale.

Copertura

La struttura del tetto è realizzata con profili in acciaio zincato con uno spessore minimo di 2,5 mm, collegata ai blocchi d'angolo in acciaio.

La copertura è realizzata con pannelli coibentati con elevata tenuta alla penetrazione di acqua con spessore 50 mm e altezza greca 40 mm.

I pannelli sono opportunamente sigillati con guarnizioni e mastice ad ulteriore garanzia della tenuta all'acqua piovana.

Basamento

La struttura di pavimento è realizzata con profili in acciaio zincato, spessore min. 2,5 mm, saldati ai blocchi d'angolo in acciaio con forature ISO. Nelle aree saldate viene effettuata una ripresa della zincatura.

La pavimentazione è costituita da lastre di legno multistrato marino idrofugo spessore 18 mm, mentre il pianale di calpestio è costituito da stuoie di PVC spessore 1,5 mm, colore grigio chiaro o simile.

La resa delle strutture prefabbricate

La meccanizzazione e la standardizzazione dei processi costruttivi ha apportato una serie di benefici in termini di tempo e costi che fanno del settore dell'edilizia prefabbricata uno di quelli più in crescita in ambito edilizio in generale e lo rendono un settore imprescindibile per l'edilizia d'emergenza.

In primo luogo il processo industriale permette di abbattere una serie di costi di costruzione e approvvigionamento diminuendo la quantità di materiale necessario, la qualità della mano d'opera necessaria per la costruzione e le tempistiche per la realizzazione. Per esempio le componenti strutturali e volumetriche del progetto di Little Hero a Melbourn, un progetto di edilizia popolare composto da 58 monolocali, sono state realizzate in otto giorni, oppure come nel progetto per uno studentato a Wolverhampton, un edificio di 25 piani sopra terra i cui 824 moduli prefabbricati sono stati assemblati in sole 32 settimane. Secondo Lawson⁶⁶ in questo caso la produttività in termini di guadagno di ore di lavoro per persona è migliorata del 80% e il consumo di materiale da costruzione è diminuito del 70% considerando, per giunta, che durante la fase di montaggio delle componenti modulari il ritmo di smaltimento era di 2 casse di 6mq a settimana e durante le fasi di posa in opera il ritmo era di 6 casse da 6 mq a settimana. In questo caso la grande mole dell'edificio rappresenta un forte moltiplicatore di percentuale di guadagno su tutti i processi sia di costruzione che di smaltimento abbattendo anche la quantità di materiale necessario, ed è evidente che su di un singolo modulo temporaneo non è possibile fare dei paragoni, necessariamente sul singolo modulo le percentuali di guadagno saranno nettamente inferiori ma se si considera un intero insediamento di singoli moduli prefabbricati temporanei allora forse si raggiungono dei numeri sufficienti per provare a fare quanto meno un paragone. Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale quindi il prefabbricato apporta una serie di benefici tra cui: 1) La quantità di materiale smaltito passa da un 10/15% per le costruzioni in sito ad un 5% per i prefabbricati. 2) le consegne in sito diminuiscono del 70% 3) l'isolamento termico è migliore e i ponti termici sono meno frequenti grazie alle giunzioni più precise e macchinizzate dell'industria. 4) la capacità di utilizzare materiali molto leggeri e la possibilità di produrre poco scarto implica che l'energia totale necessaria per la produzione dei materiali da costruzione (embodied energy) è inferiore.

Per quanto riguarda la risposta a bisogni della ricostruzione il tempo e i costi sono sicuramente un problema cruciale al quale il prefabbricato risponde positivamente, ma oltre a queste due problematiche vi sono altre questioni al quale il prefabbricato risponde positivamente; il reperimento dei materiali e delle risorse il work flow in loco e la logistica.⁶⁷

2.4 Confronto ed interpretazione dei casi studio

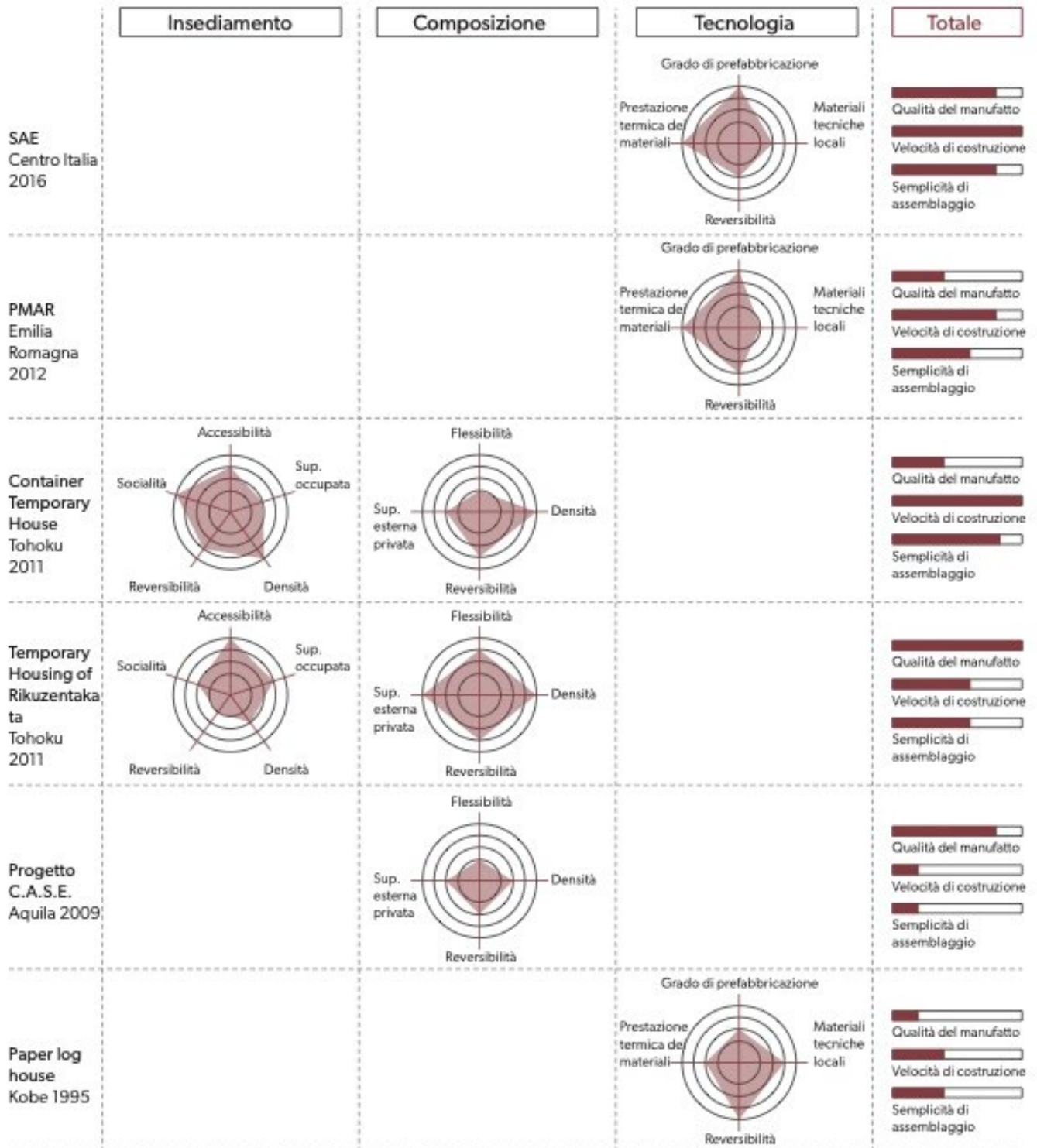


Figura 40 - Tabella di comparazione tra i casi studio.

3. PROGETTO

Dopo aver analizzato, comparato ed interpretato i casi studio sopra elencati, per dare efficacia alle azioni e alle scelte progettuali, sono state delineate una serie di "necessità" desunte appunto dallo studio della letteratura, al quale il progetto nelle sue diverse parti deve rispondere.

Le necessità sono divise seguendo le stesse tematiche del capitolo precedente e sottolineano le esigenze progettuali dal quale si generano le "caratteristiche" che sono una serie di linee guida generali che cercano di trasformare necessità in azioni. L'insieme delle caratteristiche selezionate per i vari temi rappresentano il punto di partenza da cui far partire i ragionamenti progettuali oppure i punti fissi intorno al quale le scelte devono girare.

Il capitolo, per coerenza di suddivisione e per facilità di comprensione è diviso anch'esso nei tre macro temi; tecnologico, compositivo ed insediativo. Partendo dalla scelta del sistema strutturale, la sua tecnologia e i suoi sistemi di giunzione si cercano di approfondire tutti gli aspetti progettuali dal micro al macro passando per il sistema compositivo e aggregativo per arrivare infine ai ragionamenti di carattere insediativo su scala urbana. Una volta delineata la soluzione progettuale si è passati alla contestualizzazione del progetto in uno scenario specifico derivante dai casi studio precedentemente analizzati. La sequenza delle tematiche parte dalla scala tecnologica che affronta la questione della formazione di una cellula base e dalla sua aggregazione in moduli per passare alla tematica compositiva che approfondisce le possibilità di aggregazione di una serie di moduli abitativi base, finendo nella tematica insediativa che gestisce in base alla densità dell'insediamento le diverse tipologie abitative e la loro distribuzione nel lotto.

Il modulo che nasce da questa prassi progettuale prende il nome di Reverso, un modulo che grazie alla sua tecnologia e ai suoi materiali garantisce la massima reversibilità sia del modulo stesso che degli elementi di cui è composto. Ogni elemento costruttivo compreso le stratigrafie dei tamponamenti risulta completamente smontabile strato per strato rendendo più semplice il riciclo e il riutilizzo delle singole componenti. Come secondo tema affrontato dal modulo Reverso invece troviamo quello dell'autocostruzione. Essendo il territorio post emergenziale spesso caratterizzato da dissesti geologici, problematiche infrastrutturali e logistiche e da generiche problematiche di raggiungimento del sito, il modulo Reverso prende in carico queste problematiche cercando di sviluppare una tecnologia tale da permettere l'intero montaggio dell'unità abitativa completamente in autocostruzione senza l'utilizzo di operai specializzati, macchinari pesanti o attrezzi specifici.

In conclusione del capitolo, nella parte dello scenario, viene confrontata l'analisi LCA del modulo Reverso con il modulo abitativo dello scenario preso in esame (SAE Eulero Engineering) per confrontare l'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita dell'edificio.

3.1 Sviluppo tecnologico

Le tecnologie costruttive dei moduli abitativi prefabbricati in commercio e di emergenza approfonditi nel lavoro di tesi possono essere raggruppate nelle tre categorie: tridimensionale, bidimensionale e monodimensionale, in base a come si sviluppa la struttura portante.

Nella categoria delle strutture tridimensionali rientrano quelle soluzioni abitative che si sviluppano a partire da un container da spedizioni, di dimensioni standard che seguono l'ISO C da 20 ft, del quale i confini delle pareti metalliche vengono usate come base per la predisposizione di ambienti, (vedi soluzione Container Temporary House, Tohoku 2011).

Rientrano nella categoria delle strutture bidimensionali le abitazioni costruite in pareti portanti, che possono essere costituite da legno lamellare XLam (vedi il progetto C.A.S.E.) oppure tramite la tecnica del Light Steel Frame, tipologia costruttiva basata sull'uso di profili pressopiegati in acciaio per la costruzione di scheletri portanti, pareti portanti e chiusure verticali e orizzontali.

L'ultima tipologia strutturale è quella monodimensionale, identificabile con la struttura a telaio, costituita da un'orditura di travi e pilastri di legno o di acciaio, i quali formano un insieme di telai ripetuti sia sul piano orizzontale che su quelli verticale, fornendo così una continuità statica alla struttura formatasi.

I criteri che sono stati seguiti per indirizzare la scelta della tipologia di struttura verso la soluzione che meglio si potesse confrontare con l'ambito di progetto, si basano sulle considerazioni fatte alla luce dell'analisi delle dinamiche che sono entrate in gioco nei casi studio analizzati in precedenza e di come alcune loro caratteristiche siano risultate più vincenti di altre. A queste considerazioni si affiancano dei ragionamenti sulle esigenze che gli utenti del sito e che il sito stesso hanno, facendo sì che gli utenti possano vivere in una situazione di comfort e pensando a una reversibilità e un riuso del modulo abitativo.

La tecnologia costruttiva deve rispondere alla necessità di venire stoccata e trasportata in un container di dimensioni standard 20 ft, deve garantire la capacità di sviluppare moduli dimensionali in grado di essere assemblati facilmente senza l'utilizzo di macchinari pesanti, i pezzi di cui si compone devono avere pesi contenuti e devono essere facili da montare e giuntare e devono essere di un numero contenuto.

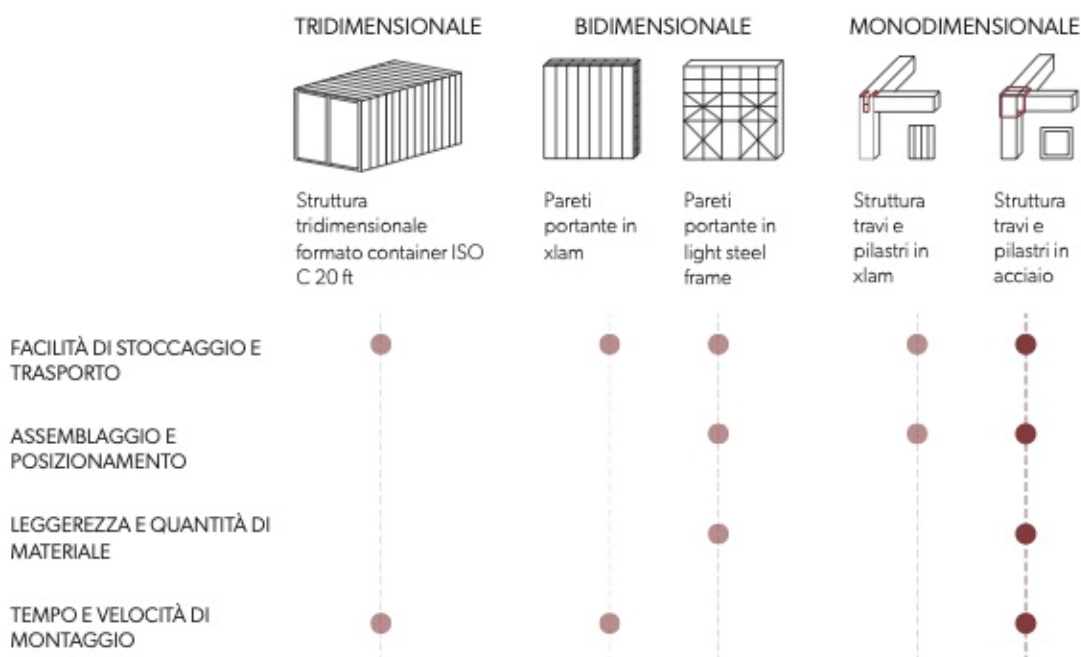


Figura 41 – Schema delle tecnologie costruttive.

La struttura monodimensionale in acciaio risulta essere l'unica delle opzioni presentate ad avere tutte le caratteristiche necessarie per garantire una risposta ottimale in una situazione post emergenziale, dato che risponde in modo ottimale a tutte le caratteristiche sopra elencate.

TAVOLA 02

La struttura portante del modulo abitativo è composta da travi e pilastri in acciaio, tubolari laminati a caldo e piegati a freddo, con sezione quadrata di diametro 10 cm, spessore 5 mm e lunghezza 3,30 metri. L'attacco a terra si sviluppa come un piede d'appoggio in acciaio, con un'altezza variabile per adattarsi al meglio alle differenze del terreno che possono caratterizzare il sito di insediamento. Le fondamenta, quindi, non sono gettate in opera ma sono in appoggio, in questo modo non implicano un deturpamento permanente del sito, ma potranno essere rimosse senza comportare danni al terreno. Alla struttura principale si affianca una sottostruttura, composta da travi secondarie in acciaio tubolari con sezione quadrata di diametro 8 cm, spessore 4 mm e lunghezza 3,30 m, posizionate a metà dell'interasse tra le travi principali; travi di dimensione più ridotta sono quelle che compongono la struttura del patio, in acciaio tubolare a sezione quadrata di diametro 10 cm, spessore 5 mm e lunghezza 1,65 m.

Le pareti perimetrali sono composte da pannelli prefabbricati e sono di due dimensioni, per garantirne la maneggevolezza, la tipologia A misura 1,40 m x 3,40 m, la tipologia B 0,50 m x 3,40 m. La loro lunghezza copre l'intera campata, andando da pilastro a pilastro, e si posizionano a filo esterno della struttura. Le pareti esterne sono composte da pannelli prefabbricati che non necessitano di lavorazioni in opera, ma sono pronti per l'installazione sulla parete portante.

I pannelli della parete sono composti da: (dall'interno all'esterno)

- una lastra di gesso rivestito di spessore 12,5 mm; $\rho = 793 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,210 \text{ W/mK}$,
- barriera al vapore,
- isolante in fibra di legno ad alta densità di spessore 140 mm; $\rho = 35 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- uno strato di finitura esterna da 7 mm di spessore.

Il pacchetto è spesso in totale 17,1 cm e il pannello viene a pesare circa 105 kg.

Il solaio è composto da pannelli prefabbricati di dimensioni 1,60 m x 1,10 m, che si appoggiano alla struttura di travi principali e secondarie e pilastri.

I pannelli del solaio sono composti da: (dall'interno all'esterno)

- uno strato di finitura interna di 7 mm di spessore,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- barriera al vapore,
- isolante in fibra di legno ad alta densità di spessore 120 mm; $\rho = 35 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- travetti di legno xlam di dimensioni 50x30 mm con un passo di 10 cm,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$.

Il pacchetto è spesso in totale 21,8 cm e il pannello viene a pesare circa 50 kg.

La copertura è composta da pannelli prefabbricati di dimensioni uguali a quelle della copertura, ossia 1,60 m x 1,10 m e sono divisi in due pannelli separati, uno che poggia sulla struttura di travi e pilastri, uno che si appende alla struttura mediante un'orditura metallica e che presenta lo strato di isolamento.

I pannelli della copertura sono composti da:(dall'interno all'esterno)

- una lastra di gesso rivestito di spessore 12,5 mm; $\rho = 793 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,210 \text{ W/mK}$,
- barriera al vapore,
- isolante in fibra di legno ad alta densità di spessore 120 mm; $\rho = 35 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- orditura metallica di 10 cm,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- travetti di legno xlam di dimensioni 50x30 mm con un passo di 10 cm,
- un pannello di OSB di spessore 12 mm; $\rho = 450 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$,
- uno strato di rivestimento esterno.

Il pacchetto in appoggio sopra le travi è spesso 10 cm, quello in appoggio 17,2 cm e vengono a pesare circa 30 kg il primo e 50 kg il secondo.

Gli elementi strutturali sono raccordati tra di loro tramite un giunto metallico mediante incastro. Le modalità di raccordo predilette sono a incastro, per permettere una maggiore velocità e facilità di montaggio e una maggiore versatilità dell'intero modulo, senza la necessità di manodopera specializzata e macchinari pesanti. I pannelli tra di loro si agganciano mediante una specifica sagomatura degli elementi che compongono i pacchetti in modo da favorirne l'incastro, sia per quanto riguarda le pareti esterne, che il solaio, che la copertura. Questa lavorazione avviene in fabbrica, in modo tale che in loco arrivino già sagomati e pronti all'aggancio. Tutti questi elementi si agganciano alla struttura principale tramite ganci e L metallici, permettendo una veloce e semplice modalità di aggregazione e di un successivo smontaggio.

Tutti gli elementi di cui è composto il modulo abitativo, dalla struttura portante ai pannelli, hanno una geometria tale da rispettare le dimensioni standard di un container per spedizioni.

La cellula base è composta dalla struttura formata all'aggancio di quattro pilastri e quattro travi tramite il giunto metallico e ha dimensioni all'interasse di 3,40 m x 3,40 m, questa cellula base è la matrice della composizione dell'intera struttura delle soluzioni abitative e la sua geometria e la sua modalità di assemblaggio ne permette l'aggregazione in modo seriale e una elevata semplicità di smontaggio.

TAVOLA 03.a, 03.b

3.2 Sviluppo compositivo

TAVOLA 04

La soluzione abitativa proposta deve rispondere a due necessità: garantire un elevato comfort abitativo e la massima flessibilità degli ambienti. Viene data garanzia di aver soddisfatto queste necessità assicurando le seguenti caratteristiche alle unità abitative: accorgimenti passivi per la ventilazione naturale e ombreggiamento dei locali esposti a sud, permettere di ottenere differenti configurazioni in base alla grandezza del nucleo familiare, dotarle di elementi che garantiscano la possibilità di espansioni successive delle singole unità ed anche di sviluppare più tipologie abitative in grado di rispondere alle diverse caratteristiche del contesto in cui si trova e della densità di popolazione insediata.

Lo sviluppo compositivo deve assicurare soluzioni adeguate per i diversi nuclei familiari che si insedieranno in essi. Da letteratura, studiando i casi studio delle soluzioni abitative post emergenziali in Italia, sono sempre proposte tre versioni: per una o due persone, per tre o quattro e per cinque o sei; per questo anche la proposta progettuale del Reverso prevederà queste tre soluzioni abitative.

Partendo dalla cellula base, spiegata nel capitolo precedente, e aggregando quattro di esse si ottiene il modulo base (unità abitativa per due persone), di interasse 3,4 m. Il processo di ampliamento avviene tramite l'aggiunta di metà modulo base così da ottenere prima l'unità abitativa da quattro persone (un modulo + ½ modulo) e successivamente quella da sei (un modulo + 2 mezzi moduli).

3.2.1 Unità abitativa A

L'unità abitativa A è il modulo base, destinata ad una o due persone. La disposizione interna rispetta gli standard minimi abitativi e ne garantisce così il comfort abitativo. L'ingresso accede alla zona giorno ed è preceduto da un patio, che svolge una funzione di spazio filtro tra l'ambiente interno e l'ambiente esterno e crea uno spazio aperto coperto privato per ogni unità abitativa.

Le dimensioni esterne totali del modulo, che risulta quindi essere l'aggregazione di quattro cellule base, sono 7,20x8,85 m (compreso il patio esterno). Il layout interno presenta un soggiorno con cucina di 24 m², una camera matrimoniale di 14 m² e un bagno finestrato dotato di tutti i comfort di 4 m², a questi ultimi due si accede tramite un disimpegno; per un totale di 47 m².

Per assicurare la continuità di scarichi e impianti sono state posizionate le pareti attrezzate in modo coerente e continuo.

La flessibilità degli ambienti interni è resa possibile grazie all'inserimento di pareti scorrevoli manovrabili e impacchettabili divisorie in modo da poter variare, in caso di necessità, la composizione della divisione interna in modo tale da creare uno spazio più ampio o stanze più piccole. In questa unità è possibile chiudere la zona soggiorno così da poter aprire un divano letto ed accogliere un ospite concedendogli la giusta privacy con la zona cucina.

TAVOLA 05.a

3.2.2 Unità abitativa B

L'unità abitativa B è destinata a tre o quattro persone.

Le dimensioni esterne totali del modulo, che risulta quindi essere l'unità precedente con l'aggiunta di metà modulo o l'aggregazione di sei cellule base, sono 10,60x8,85 m sempre compreso di patio esterno sugli affacci della zona giorno. Il layout interno presenta un soggiorno con cucina di 33 m², due camere da letto

una matrimoniale e una doppia di 14 m² ognuna e un bagno finestrato dotato di tutti i comfort di 4 m², a questi ultimi tre si accede tramite un disimpegno; per un totale di 71 m².

Anche in questo caso la continuità di scarichi e impianti è garantita da pareti attrezzate posizionate in modo coerente e continuo.

La flessibilità degli ambienti interni in questa unità è resa possibile sia dalla parete scorrevole impacchettabile proposta nella versione precedente nella zona giorno con le stesse potenzialità, sia da un'altra che viene proposta a come tramezzo tra la seconda camera da letto e il soggiorno ma in base alle necessità può spostarsi così da aggiungere 9 m² al locale.

TAVOLA 05.b

3.2.3 Unità abitativa C

L'unità abitativa B è destinata ad un nucleo familiare di cinque o sei persone.

Le dimensioni esterne totali del modulo, risultato dell'aggiunta di un ulteriore mezzo modulo base, sono 14x8,85 m; anche in questo caso viene proposto un patio di accesso lungo gli affacci del soggiorno. Il layout interno presenta un soggiorno con cucina di 33 m², tre camere matrimoniali o doppie di 14 m² e due bagni finestrati dotati di tutti i comfort di 4 m² ognuno e presenta sempre una divisione della zona giorno con gli altri locali tramite un disimpegno; per un totale di 94 m².

La continuità di scarichi e impianti è sempre assicurata da pareti attrezzate in modo coerente e continuo.

In questa unità abitativa vengono proposte le stesse modalità di pareti scorrevoli dell'unità precedente così da garantire anche in questo caso la flessibilità degli ambienti interni.

TAVOLA 05.c

3.2.4 Il modulo Reverso

Una volta viste nello specifico le caratteristiche di ogni unità abitativa proposta è necessario spiegare le modalità con le quali esse sono state sviluppate e le caratteristiche che rendono il modulo Reverso un'innovazione nel campo delle soluzioni abitative post emergenziali in Italia.

Come già anticipato il modulo per due persone è il modulo base, esso da origine agli altri due ed è infatti possibile vedere la sua impronta nelle espansioni successive.

TAVOLA 06

Questo meccanismo è stato voluto immaginando che una unità già costruita potrebbe voler essere ampliata ed essere confortevole senza dover modificare la disposizione interna, in un futuro in fase non emergenziale o per un'esigenza del singolo utente.

Un'altra proposta che rende il Reverso una novità rispetto alle opzioni già presenti sul mercato in Italia è l'adozione di pareti scorrevoli manovrabili e impacchettabili. Esse, come introdotto precedentemente, rendono flessibile la composizione della divisione interna delle unità conseguentemente a delle necessità sia a breve che a lungo termine.



Figura 42 - parete mobile compattabile⁶⁸

Vengono proposti 5 singoli pannelli scorrevoli da 70 cm così da coprire la luce di 350 cm e che possono essere manovrati singolarmente. I singoli pannelli scorrono su un binario tramite un perno centrale che ne permette così la rotazione e in caso di inutilizzo posso essere compattati alle estremità del binario.

Ogni unità abitativa è dotata di un patio di ingresso di profondità mezza cellula base cioè 1,65 m e di lunghezza pari alla lunghezza dell'unità abitativa. Il patio ha una funzione filtro tra l'interno e l'esterno e tra lo spazio pubblico e privato concedendo quindi uno spazio privato aperto e coperto. La sua copertura non sarà totalmente opaca ma in parte permeabile dalla luce concedendo così una schermatura parziale dai raggi del sole nelle zone più esposte. Questo frangisole in listelli di legno richiama i battenti scorrevoli delle aperture posizionati lungo le pareti esterne non protette dal patio.

Le pareti esterne, come spiegato nel capitolo sullo sviluppo tecnologico (3.1) sono costituite da pannelli di lunghezza pari alla cellula base e divisi in 3 porzioni lungo l'altezza pari a 1,4 m, 1,4 m e 50 cm partendo dal basso. Nel pannello centrale sono contenute le aperture che arriveranno in loco con il telaio fisso già montato.

3.2.5 Espansioni

È stata progettata questa soluzione abitativa modulare in modo che potesse essere ampliata a piacimento dell'inquilino in direzione est e ovest. Le possibilità sono pressoché infinite ma sono state elaborate delle soluzioni che si ritengono essere le più utili per l'utilizzo proposto di queste unità abitative attraverso, proprio come le proposte precedenti, l'aggiunta di metà modulo base. Le prime sono gli ampliamenti che trasformano l'unità abitativa A in B e la B in C, una camera matrimoniale in più e una camera matrimoniale con disimpegno e bagno; successivamente è stato ipotizzato anche l'ampliamento attraverso un modulo che contiene una camera singola, una con un bagno e disimpegno e una con un corpo scala dato che l'abitazione potrebbe anche essere sviluppata su più piani.

È inoltre possibile aggiungere un patio lungo tutto il perimetro dell'abitazione o anche solo sull'affaccio di un locale, con profondità 1,65 m.

Le proposte avanzate prevedono anche due diverse soluzioni abitative, che seguono l'impronta dell'unità abitativa B; che hanno il fine di mostrare una tipologia che possiede più spazio aperto privato "sacrificando" una camera da letto che sarebbe, però, comunque ottenibile attraverso l'utilizzo delle pareti scorrevoli.

TAVOLA 07

3.3 Sviluppo insediativo

TAVOLA 08

Per quanto riguarda lo sviluppo insediativo, le caratteristiche delineate assicurano un orientamento del modulo abitativo tale da avere l'ingresso, e di conseguenza il patio coperto e la zona giorno, esposto a sud in modo tale da usufruire il più possibile della luce naturale. Di conseguenza la zona notte e i servizi si affacceranno a sud.

Un'altra necessità al quale si vuole rispondere è quella di garantire privacy e uno spazio filtro tra verde pubblico e privato; questo avviene attraverso la rotazione del modulo abitativo rispetto all'asse stradale. Questa soluzione permette anche che le possibili future espansioni di un modulo non siano d'intralcio ai limitrofi.

Il modulo Reverso permette di insediare differenti tipologie: casa unifamiliare e case a schiera a uno o due piani, che in questo caso abbandonerebbero la rotazione così da permettere la costruzione di un ballatoio di distribuzione continuo al piano superiore.

Da letteratura è stato appreso che gli insediamenti post emergenziali mancavano nel proporre agli utenti spazi aperti e coperti per la socialità in particolare in aree lontane dal centro abitato o in quei luoghi in cui la calamità ha interrotto la fruibilità di tali servizi; per questo la tesi propone di garantire in ogni insediamento spazio verde attrezzato e spazi coperti destinati a tale scopo attraverso l'utilizzo della tecnologia della cellula base.

Nel corso della tesi vengono fatte due ipotesi di insediamento ideale che ricoprono una superficie di 15 000 m² con densità insediativa differente.

La prima propone di insediare 100 abitanti attraverso il solo utilizzo di moduli unifamiliari distanziati in modo da permetterne l'espansione e garantirne la privacy, attraverso l'inclinazione del singolo modulo e la disposizione a scacchiera di tali moduli. Nella zona centrale si troveranno degli spazi per la socialità e delle aree destinate a parcheggio lungo i perimetri del quartiere.

La seconda proposta prevede l'insediamento di 150 persone e questa maggiore densità abitativa porta all'inserimento di casette a schiera. Anche in questo caso è garantito uno spazio centrale dedicato alla collettività.

In entrambe le versioni ogni isolato possiede del verde "privato" schermato da vegetazione, più denso verso le strade carrabili. Possiamo identificare nella struttura di questi insediamenti diversi livelli di permeabilità: la viabilità carrabile solo lungo il perimetro del quartiere, i percorsi pedonali lungo il perimetro e all'interno dell'area lungo ogni isolato, lo spazio verde privato e pubblico e gli edifici.

TAVOLA 09.a, 09.b

3.4 Scenario

TAVOLA 10

Questo capitolo si pone come obiettivo quello di utilizzare il modulo Reverso come abitazione d'emergenza in uno degli insediamenti costruiti in passato a seguito di una situazione d'emergenza in Italia in sostituzione della soluzione abitativa utilizzata.

Il caso studio scelto è una delle aree del comune di Accumoli (RI), colpita dal terremoto del centro Italia nel 2016, che dista pochi chilometri da Amatrice (RI), epicentro di una delle scosse più forti di agosto 2016.

Ad Accumoli, nell'area scelta, sono state costruite nel 2017 XX SAE (Soluzione Abitativa in Emergenza) per un totale di 124 abitanti insediabili. Il modulo SAE propone una soluzione abitativa da una o due persone di 40 m², una da tre/quattro di 60 m² e per cinque o sei persone di 80 m².

I SAE hanno la caratteristica di essere facilmente trasportabili e assemblabili in breve tempo.⁶⁹

L'insediamento di Accumoli si sviluppa a meno di un chilometro dal centro abitato che però è andato totalmente distrutto dal sisma e, ad oggi, non è ancora stato ricostruito. Questo aspetto fa sì che prevedere uno spazio dedicato alla collettività all'interno dell'area sia ancora più importante per gli utenti insediati.

Il progetto di tesi propone di insediare circa lo stesso numero di abitanti, tramite lo stesso numero di soluzioni abitative delle diverse metrature, del progetto di EULERO Engineering dotando l'area delle caratteristiche definite necessarie dal capitolo precedente (3.3): prevedere spazi pubblici aperti e coperti per aumentare la socialità, provvedere a percorsi carrabili e pedonali che ne garantiscano l'accessibilità, l'orientamento dei moduli Reverso con la zona giorno verso sud e l'inclinazione e che insieme alle schermature date dalla vegetazione forniscano maggiore privacy.

L'area, di un totale di 17 000 m², sarà quindi dotata di 1 700 m² di verde attrezzato, 600 m² di spazio coperto pubblico, 22 moduli per 2 persone, 19 per 4 persone e 2 per 6 per un totale di 132 abitanti insediabili. Valore aggiunto è quello di aver dotato le casette unifamiliari dello spazio necessario per una futura espansione.

TAVOLA 11.a, 11.b

4. CONCLUSIONE

Questo studio si è posto l'obiettivo di progettare un prototipo di modulo abitativo in grado di rispondere alle criticità legate al contesto post emergenziale e al contempo capace di abbattere l'impatto ambientale su tutto il ciclo di vita.

Il modulo Reverso utilizza tecniche di assemblaggio dei suoi componenti che ne permette sia lo stoccaggio in minor volume, sia la reversibilità di ogni singolo elemento e ulteriormente di ogni componente che costituisce il singolo elemento (ad esempio gli strati costituiscono i pannelli prefabbricati sono disassemblabili senza essere compromessi). Tutti gli elementi del modulo dalla struttura ai componenti dei solai, delle facciate esterne e dei tramezzi sono stati scelti per la bassa impronta ecologica rispetto ai materiali utilizzati nei casi studio analizzati che definivano la scelta in base al prezzo e la leggerezza. La leggerezza è una caratteristica che anche il Reverso considera nelle sue priorità perchè garantisce la possibilità di autocostruirlo. È stato definito un modulo built-it-yourself proprio perchè ogni elemento può essere sollevato da un numero limitato di utenti e che l'unione di essi può essere eseguita senza il bisogno di manodopera specializzata e senza l'utilizzo di automezzi pesanti.

Il prototipo al termine dell'analisi LCA risulta produrre 7 Tonnellate di Co₂e contro le 26.5 Tonnellate di Co₂e dell'esempio del SAE usato come benchmark attestando una diminuzione delle emissioni di più del 70% in una previsione di vita utile di 2 anni. Si noti come pur abbattendo l'impatto ambientale la proporzione di elementi architettonici impattanti rimanga pressoché invariata attestando nei solai e negli elementi orizzontali le componenti più altamente impattanti.

Per quanto riguarda la componente compositiva, il modulo garantisce una serie di espansioni tecnologiche e tipologiche che contribuiscono al miglioramento della qualità architettonica e spaziale dei moduli nel caso il contesto o l'utente insediato ne richieda la necessità, garantendo diverse possibilità di espansione e di aggregazione rendendo un semplice modulo prefabbricato un elemento con cui plasmare e governare la ricostruzione. Inoltre la scelta progettuale è sempre quella posizionare l'ingresso, e di conseguenza la zona giorno, verso sud.

Il Reverso quindi permette diverse tipologie di aggregazione in base alla densità abitativa al quale rispondere così da creare un insediamento che sfrutti al meglio lo spazio disponibile attraverso l'orientamento dei moduli che garantisce anche maggiore privacy tra di essi e tra il modulo e i percorsi previsti.

Tali percorsi sono posizionati in modo da garantire la viabilità carrabile lungo il perimetro e pedonale all'interno con criterio affinché la zona centrale del lotto adibita a spazio pubblico aperto e coperto sia sempre e facilmente raggiungibile.

Per tutte le caratteristiche sopraelencate si identifica nel Reverso una soluzione abitativa innovativa rispetto a ciò che è disponibile sul mercato, ad oggi, in Italia e rispetto alle emissioni di CO₂ prodotte per avere un occhio di riguardo alla situazione ambientale critica nel quale ci troviamo.

ALLEGATO A01, A02, A03.1, A03.2, A04, A05

5. ELENCO FIGURE

FIGURA 1 - FABBISOGNO ENERGETICO (MJ/MQ) DEL SETTORE EDILIZIO E QUANTITÀ DI EMISSIONI (KG CO ₂ /MQ) NEL 2020.....	6
FIGURA 2 - LIVELLO DI DECARBONIZZAZIONE RAGGIUNTO (5.5 NEL 2019-2020).	7
FIGURA 3 - GRAFICO DI TUTTI GLI EVENTI CALAMITOSI DI CATEGORIA 6 DAL 1950 AL 2005.....	8
FIGURA 4 - GRAFICO DI TUTTI GLI EVENTI CALAMITOSI DAL 1980 AL 2005.....	8
FIGURA 5 - FRAMEWORK DELL'LCA.	10
FIGURA 6 - SPIEGAZIONE DEI VALORI DELLA SCALA MERCALLI.	14
FIGURA 7 - SPIEGAZIONE DEI VALORI DELLA SCALA SHINDO.	15
FIGURA 8 – SPIEGAZIONE DEI VALORI DELLA SCALA FUJITA.	15
FIGURA 9 - SCHEMA DELLE FASI DI INTERVENTO DEI SOCCORSI UMANITARI E RELATIVO ENTE CHE SE NE OCCUPA.	18
FIGURA 10 - SCHEMA DELLE FASI OPERATIVE PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA NEL MONDO ED IN ITALIA.	23
FIGURA 11 - VISTA SUL COMPLESSO DI RIKUZENTAKATA.	32
FIGURA 12 - SCHEMA PLANIMETRICO DOVE VIENE SOTTOLINEATA L'INCLINAZIONE DEI MODULI SECONDO UN ASSE.	33
FIGURA 13 - PLANIMETRIA DELL'INSEDIAMENTO.	33
FIGURA 14 - SCHEMA ASSONOMETRICO DELL'AREA.	33
FIGURA 15 - PLANIMETRI DELL'INSEDIAMENTO.	33
FIGURA 16 - VISTA SU UNO DEI COMPLESSI C.A.S.E. DE L'AQUILA.	34
FIGURA 17 - LOCALIZZAZIONE E PLANIMETRIA DELLE AREE DEL PROGETTO C.A.S.E.	35
FIGURA 18 - PIANTA TIPO PIANO TERRA PROGETTO C.A.S.E., 10 ALLOGGI PER 24 POSTI LETTO.	36
FIGURA 19 - PIANTA TIPO PIANO PRIMO PROGETTO C.A.S.E., 8 ALLOGGI PER 28 POSTI LETTO.	36
FIGURA 20 - PIANTA PIANO TERRA PROGETTO DI CONSORZIO STABILE ARCALE, 9 ALLOGGI.	37
FIGURA 21 - PIANTA PIANO PRIMO PROGETTO DI CONSORZIO STABILE ARCALE, 9 ALLOGGI.	37
FIGURA 22 – VISTA SULL'EDIFICIO DI CONSORZIO STABILE ARCALE ULTIMATO.	38
FIGURA 23 - IMMAGINE DELLE FASI DI COSTRUZIONE CONSORZIO STABILE ARCALE.	38
FIGURA 24 - IMMAGINE DELLE FASI DI COSTRUZIONE CONSORZIO STABILE ARCALE.	38
FIGURA 25 - IMMAGINE FASE DI COSTRUZIONE IMPRESA PELLEGRINI.	39
FIGURA 26 - IMMAGINE FASE DI COSTRUZIONE IMPRESA PELLEGRINI.	39
FIGURA 27 - IMMAGINE FASE DI COSTRUZIONE IMPRESA PELLEGRINI.	39
FIGURA 28 - IMMAGINE FASE DI COSTRUZIONE IMPRESA PELLEGRINI.	39
FIGURA 29 - VISTA ESTERNA SUL MODULO UTILIZZATO NEL COMPLESSO.	40
FIGURA 30 - VISTA INTERNA SU UNA DELLE ABITAZIONI NEL QUALE SI VEDONO LE PARETI IMPACCHETTABILI UTILIZZATE.	40
FIGURA 31 - PIANTE TIPO UTILIZZATE NEL COMPLESSO.	40
FIGURA 32 - VISTA INTERNA DELL'ABITAZIONE.	41
FIGURA 33 - VISTA INTERNA DELL'ABITAZIONE.	41
FIGURA 34 - FASE DI COSTRUZIONE.	41
FIGURA 35 - PIANTE TIPO DEGLI APPARTAMENTI.	41
FIGURA 36 – VISTA SUL COMPLESSO IN TURCHIA.	44
FIGURA 37 - VIST SUL COMPLESSO IN INDIA.	44
FIGURA 38 - MODELLINO RICOSTRUITO DELLA TECNOLOGIA UTILIZZATA NELLA PAPER LOG HOUSE.	45
FIGURA 39 - ESPLOSO E DESCRIZIONE STRATIGRAFIA DELLA PAPER LOG HOUSE.	45
FIGURA 40 - TABELLA DI COMPARAZIONE TRA I CASI STUDIO.	49
FIGURA 41 – SCHEMA DELLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE.	51
FIGURA 42 - PARETE MOBILE COMPATTABILE.	56

6. ELENCO TAVOLE

02 - SVILUPPO TECNOLOGICO, NECESSITÀ E CARATTERISTICHE

03.a - ELEMENTI E TECNOLOGIE

03.b - ELEMENTI E TECNOLOGIE

04 - SVILUPPO COMPOSITIVO, NECESSITÀ E CARATTERISTICHE

05.a - UNITÀ ABITATIVA A

05.b - UNITÀ ABITATIVA B

05.c - UNITÀ ABITATIVA C

06 - SEQUENZE DI MONTAGGIO E COMPOSIZIONE DEI MODULI

07 - ESPANSIONI

08 - SVILUPPO INSEDIATIVO, NECESSITÀ E CARATTERISTICHE

09.a - SCHEMI INSEDIATIVI - ISOLATO

09.b - SCHEMI INSEDIATIVI - MODULO

10 - COMUNE DI ACCUMOLI, PLANIMETRIA

11.a - PLANIVOLUMETRICO DELLO SCENARIO PRESO IN ESEMPIO

11.b - PLANIVOLUMETRICO DELL'INSEDIAMENTO DI PROGETTO

7. ALLEGATI

A01 - CONFINI DELL'ANALISI

A02 - INPUT E OUTPUT

A03.1 – LCA REVERSO

A03.2 – SCENARI DI FINE VITA

A04 – LCA SAE EULERO

A05 - CONFRONTO

8.BIBLIOGRAFIA

- Bennicelli Pasqualis, M. (2014). *Case temporanee. Strategie innovative per l'emergenza abitativa post-terremoto*. Franco Angeli.
- Bertoldini, M. (2009). *Progettare oltre l'emergenza: strategie insediative per l'abitare temporaneo*. (A. Campioli, A cura di) Working Paper.
- Cavallari, L. (2003). *Abitare e costruire in emergenza*. Sala Editori.
- Claudi de Saint Mihiel, C. (A cura di). (2003). *Strategie integrate per la progettazione e produzione di strutture temporanee per le emergenze insediative*. Clean.
- Latina, C. (1988). *Sistemi abitativi per insediamenti provvisori*. BeMa.
- Perriccioli, M. (A cura di). (2005). *La temporaneità oltre l'emergenza: strategie insediative per l'abitare temporaneo*. Kappa.
- Università degli studi di Palermo. (1995). *Emergenze e calamità naturali: edilizia di pronto intervento: studi e ricerche*.

IN SVILUPPO

9. SITOGRAFIA

SAE (05 Settembre 2022)

<https://www.hyperstp.it/progetti-realizzati/soluzioni-abitative-in-emergenza-s-a-e/>

IN SVILUPPO

10. FONTI

¹ International Energy Agency, Net Zero By 2050, A roadmap for the global energy sector.

²https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

⁴ International Energy Agency, Net Zero By 2050, A roadmap for the global energy sector.

⁵ Trends in natural catastrophes – Potential Role of climate Change Eberhard Faust, Peter Höppe, Angelika Wirtz, Silvio Schmidt Geo Risks Research Department, Munich Re.

⁶ Trends in natural catastrophes – Potential Role of climate Change Eberhard Faust, Peter Höppe, Angelika Wirtz, Silvio Schmidt Geo Risks Research Department, Munich Re.

⁷ Trends in natural catastrophes – Potential Role of climate Change Eberhard Faust, Peter Höppe, Angelika Wirtz, Silvio Schmidt Geo Risks Research Department, Munich Re.

⁸ Trends in natural catastrophes – Potential Role of climate Change Eberhard Faust, Peter Höppe, Angelika Wirtz, Silvio Schmidt Geo Risks Research Department, Munich Re.

⁹ Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review

¹⁰ I. Zabalza Bribián, A. Aranda Usón, S. Scarpellini Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification Build Environ, 44 (2009), pp. 2510-2520

¹¹ Circular Ecology. Green Building LCA Credits in BREEAM, LEED, CEEQUAL2015 (<http://www.circularecology.com/green-building-lca-credits-in-breeam-leed-ceequal.html#.V6JeoKIt038>)

¹² Carloni F., Lovati A., Rambaldi R., Baronio L., Catastrofi naturali ed emergenze, edizioni Piemme, Casale Monferrato (AL), 1996.

¹³ Bologna R., Terpolilli C. (a cura di), Emergenza del progetto, progetto dell'emergenza: architetture contemporaneità, edizioni Motta, Milano, 2005.

¹⁴ <https://www.emdat.be/>

¹⁵ <https://ourworldindata.org/natural-disasters>

¹⁶ https://www.hsit.it/mcs_scale.html

¹⁷ https://encicprotezionecivile.fandom.com/it/wiki/Scala_Mercalli

¹⁸ <https://it.wikipedia.org/wiki/Shindo>

¹⁹ <https://it.wikipedia.org/wiki/Shindo>

²⁰ <http://www.tornadoit.org/fujita.htm>

²¹ <https://www.retemeteoamatori.it/blog/la-scala-fujita/>

²² Sphere Handbook 2011/2018

- ²³ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ²⁴ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ²⁵ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ²⁶ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ²⁷ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ²⁸ Sphere Handbook 2011/2018
- ²⁹ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ³⁰ UNDAC Field Handbook, Office for the Coordination of Human Affairs, 7th Edition, 2018.
- ³¹ La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Formazione di base in materia di protezione civile Legge n. 92/2019 all'introduzione dell'insegnamento scolastico dell'educazione civica.
- ³² La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Formazione di base in materia di protezione civile Legge n. 92/2019 sull'introduzione dell'insegnamento scolastico dell'educazione civica.
- ³³ La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Formazione di base in materia di protezione civile Legge n. 92/2019 sull'introduzione dell'insegnamento scolastico dell'educazione civica.
- ³⁴ Protezione civile e riduzione del rischio disastri. Metodi e strumenti di governo della sicurezza territoriale ed ambientale, Daniele Bignami, Maggioli
- ³⁵ La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Formazione di base in materia di protezione civile Legge n. 92/2019 all'introduzione dell'insegnamento scolastico dell'educazione civica.
- ³⁶ <https://www.cripadova.it/attivita/pma-posto-medico-avanzato/>
- ³⁷ Gestione macroemergenze
(https://www.118er.it/gecav/upload/attivita/gestione_maxiemergenze1.pdf)
- ³⁸ <https://cri.it>
- ³⁹ <https://www.protezionecivile.gov.it>
- ⁴⁰ <https://cri.it>, <https://www.ifrc.org>
- ⁴¹ <https://crifirenze.it>
- ⁴² Piano Generale di intervento e Progetto Preliminare Edificio Tipo (<http://download.acca.it/BibLus-net/OpereEdili/case/progetto%20preliminare%20edificio%20tipo.pdf>)
- ⁴³ Piano Generale di intervento e Progetto Preliminare Edificio Tipo (<http://download.acca.it/BibLus-net/OpereEdili/case/progetto%20preliminare%20edificio%20tipo.pdf>)
- ⁴⁴ Piano Generale di intervento e Progetto Preliminare Edificio Tipo (<http://download.acca.it/BibLus-net/OpereEdili/case/progetto%20preliminare%20edificio%20tipo.pdf>)
- ⁴⁵ <https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>

- ⁴⁶<https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>
- ⁴⁷<https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>
- ⁴⁸<https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>
- ⁴⁹<https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>
- ⁵⁰<https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/01-consorzio-stabile-arcale>
- ⁵¹ <https://sites.google.com/site/lucianobellilaura/home/progetto-c-a-s-e-le-abitazioni/15-impresa-di-costruzioni-ing-raffaello-pellegrini-s-r-l>
- ⁵² <https://impresapellegrini.it/portfolio/abruzzo-progetto-case-laquila/>
- ⁵³ <https://impresapellegrini.it/portfolio/abruzzo-progetto-case-laquila/>
- ⁵⁴ <https://impresapellegrini.it/portfolio/abruzzo-progetto-case-laquila/>
- ⁵⁵ <https://impresapellegrini.it/portfolio/abruzzo-progetto-case-laquila/>
- ⁵⁶ <https://www.infobuild.it/approfondimenti/architettura-container-edilizia-riuso/>
- ⁵⁷ Corrado Latina, Sistemi abitativi per insediamenti provvisori, BeMa, 1988.
- ⁵⁸ Corrado Latina, Sistemi abitativi per insediamenti provvisori, BeMa, 1988.
- ⁵⁹ Ferreira 2011
- ⁶⁰ Studio comparativo di casi di abitazione temporanea "Paper Log Hose" e applicazioni in Brasile, Luana Torres Carbonari, M.Sc UFSC Lisiane Ilha Librelotto, Dott. UFSC
- ⁶¹ A. Cripps. "Cardboard as a construction material: a case study". Building and Research Information, vol. 32, no. 3, pp. 207-219, 2004.
- ⁶² M. Eekhout, F. Verheijen and R. Visser (eds). Cardboard in Architecture. IOS Press, 2008.
- ⁶³ Cardboard : An innovative construction material (<https://research.tudelft.nl/en/publications/cardboard-an-innovative-construction-material>)
- ⁶⁴ M. S. Vaccari. "Environmental Assessment of Cardboard as a Building Material." MSc Dissertation. School of Built Environment, Oxford Brookes University, Oxford, UK, 2008.
- ⁶⁵ Comparative Analysis of Paperbased Building Envelopes for Semi-permanent Architecture Original Proposals and Sugestions for Designers Agata Jasiolek*, Jerzy F. Latka, Marcin Brzezicki.
- ⁶⁶ Lawson, R. M. et al 2012, "Application of Modular Construction in High-Rise Buildings". Journal of Architectural Engineering, Vol. 18, No. 2.
- ⁶⁷ Yan, C. et al 2011, "Identifying Factors Affecting Resource Availability for Post-Disaster Reconstruction: A Case Study in China". Construction Management and Economics, Vol. 29, No. 1.
- ⁶⁸ <https://paretimanovrabiliotimal.it/>

⁶⁹ <https://euleroeng.it/portfolio/s-a-e-soluzioni-abitative-in-emergenza/>